

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

**Caracterização da micromorfologia da superfície de folhas e perianto e da  
anatomia foliar de *Calopogonium* Desv. (Leguminosae, Papilionoideae)  
como subsídio à taxonomia do gênero**

**Beatriz Freitas Melo**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Silvia Rodrigues Machado**

**Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Fortuna Perez**

**BOTUCATU - SP**

**2025**

Beatriz Freitas Melo

**Caracterização da micromorfologia da superfície de folhas e perianto e da anatomia foliar de *Calopogonium* Desv. (Leguminosae, Papilionoideae) como subsídio à taxonomia do gênero**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Silvia Rodrigues Machado.

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Fortuna Perez

**BOTUCATU**

**2025**



M528c      Melo, Beatriz Freitas

Caracterização da micromorfologia da superfície de folhas e perianto e da anatomia foliar de *Calopogonium* Desv. (Leguminosae, Papilionoideae) como subsídio à taxonomia do gênero / Beatriz Freitas Melo. -- Botucatu, 2025

46 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientadora: Silvia Rodrigues Machado

Coorientadora: Ana Paula Fortuna-Perez

1. Anatomia vegetal. 2. *Calopogonium*. 3. Leguminosae. 4. Taxonomia vegetal. I. Título.

BEATRIZ FREITAS MELO

**Caracterização da micromorfologia da superfície de folhas e perianto e da anatomia foliar de *Calopogonium* Desv. (Leguminosae, Papilionoideae) como subsídio à taxonomia do gênero**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Universidade Estadual Paulista, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel, do curso de Graduação em Ciências Biológicas.

Botucatu, 28 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Silvia Rodrigues Machado

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências de Botucatu (IBB),  
Departamento de Biodiversidade e Bioestatística.

---

MsC. Gildean Macêdo do Nascimento

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Interunidades entre o Instituto de Biociências de Botucatu e o Instituto de Biociências de Rio Claro.

## **Agradecimentos**

A jornada para este trabalho não teria sido possível sem o apoio de diversas pessoas a quem eu gostaria de expressar a minha mais sincera gratidão.

À minha família, em especial, a minha mãe Ariana de Barros, por todo o amor incondicional, incentivo, carinho e amparo durante toda a minha vida. Muito obrigada, mãe. Gostaria também de agradecer a minha irmã de quatro patas, minha cachorra Laika, que me trouxe alegria e esperança nos momentos difíceis, as memórias que tenho com ela me dão forças para continuar.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Instituto de Biociências de Botucatu, Departamento de Biodiversidade e Bioestatística pela estrutura e oportunidade.

Aos colegas e equipe do LaPAV (Laboratório de Pesquisas em Anatomia Vegetal) pelo companheirismo, pela ajuda, pelo conhecimento trocado, pelas festas e pelo ambiente agradável de trabalho que todos proporcionaram.

Ao Herbário Irina Delanova Gemtchujnicóv (BOTU) e toda sua equipe, pelo fornecimento do material analisado, pelo acolhimento, pelos cafézinhos e pelo ambiente agradável que todos ali também proporcionaram.

Aos funcionários do Centro de Microscopia Eletrônica (CME), pela disponibilidade, por sempre estarem dispostos a tirar minhas dúvidas e ensinar como mexer no equipamento com muito carinho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pela Bolsa de Iniciação Científica - Processo 2023/06855-0. - possibilitando a minha dedicação integral a este trabalho de pesquisa, e auxílio financeiro por meio do Processo 2021/13392-0 que possibilitou a compra de insumos e manutenção do LaPAV.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Silvia Rodrigues Machado, por toda sua ajuda, paciência, confiança, carinho e dedicação ao longo deste processo. Seus ensinamentos foram de imenso valor para mim, muito obrigada por oferecer uma orientação encorajadora e um ambiente agradável para que eu retirasse minhas dúvidas.

À minha co-orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Paula Fortuna Perez pela orientação, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo carinho, por suas aulas e por me mostrar e apresentar o quão maravilhoso o mundo da botânica pode ser.

Aos estudantes de pós-graduação Gildean Macêdo do Nascimento, pela companhia, pelo material utilizado neste estudo, pela imensa ajuda e paciência em me ensinar sobre o gênero e todo auxílio nas análises morfológicas e taxonômicas, e Karla Bianca de Deus Bento, por todo incentivo, pelos ensinamentos, pelos passeios e por todo o treinamento técnico em laboratório dentro do LaPAV.

Aos meus amigos, que compartilharam comigo as alegrias e os desafios nesta longa caminhada universitária e que fizeram esta ser uma experiência muito mais leve e divertida. Obrigada pelas conversas, risadas, por todo apoio e pela companhia.

Ao Gustavo Alves Wanderley, por todo o amor, cuidado, apoio e companheirismo durante todo este processo.

À Deus e à tudo que é mais sagrado, pela minha vida e pelas pessoas incríveis e maravilhosas que tenho a honra de participarem dela.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, seja com palavras de apoio, sugestões ou simplesmente sua presença. A todos vocês, agradeço imensamente. **Muito obrigada!**

## RESUMO

*Calopogonium* Desv. é um gênero de Leguminosae morfologicamente uniforme, possuindo características que se sobrepõem, fato que dificulta a definição precisa dos táxons. O objetivo deste estudo foi analisar comparativamente a micromorfologia da superfície foliar e do perianto (e estruturas foliáceas associadas - estípulas, brácteas e bractéolas) e a anatomia foliar das quatro espécies brasileiras do gênero (*C. caeruleum* [Benth.] C. Wright, *C. galactioides* [Kunth] Benth. ex Hemsl., *C. mucunoides* Desv. e *C. velutinum* [Benth.] Amshoff) como subsídio à taxonomia. Foram utilizadas amostras herborizadas e amostras recém-coletadas e fixadas, analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e cortes anatômicos em historesina de metacrilato que foram analisados em microscópio com câmera digital acoplada. Cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações, parede periclinal externa papilosa, estômatos anomocíticos com anel periestomático elevado, tricomas tectores simples filiformes, tricomas glandulares capitados, mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico e parênquima esponjoso compostos por no mínimo duas camadas, cristais prismáticos de oxalato de cálcio, feixes vasculares colaterais de calibres variados e sistema vascular da nervura central formado por feixes colaterais dispostos em arco ou semiarco são características comuns aos órgãos foliares das quatro espécies examinadas. Folhas anfiestomáticas ocorreram em três espécies, enquanto folha hipoestomática ocorreu unicamente em *C. galactioides*. Tricomas tectores com base elevada em forma de roseta ocorreram na superfície abaxial de *C. galactioides* e *C. caeruleum*. Ceras epicuticulares de mesmo padrão ocorreram na superfície abaxial de *C. velutinum*, *C. galactioides* e *C. caeruleum*. Lacunas de ar foram observadas apenas em *C. mucunoides* e *C. caeruleum*. Parênquima paravenal foi encontrado em *C. velutinum*, *C. galactioides* e *C. caeruleum*. Os resultados obtidos possuem valor unificador e diagnóstico e podem contribuir para agrupar e/ou segregar os táxons conforme suas afinidades dentro do grupo em questão. Adicionalmente, estas características também possibilitam inferências com o tipo de ambiente de ocorrência dessas espécies que se dá, sobretudo, em áreas abertas de vegetações diversas.

**Palavras-chave:** anatomia vegetal, *Calopogonium*, Leguminosae, taxonomia vegetal.

## ABSTRACT

*Calopogonium* Desv. is a morphologically uniform genus of Leguminosae with overlapping characteristics, making precise taxon definition difficult. The objective of this study was to comparatively analyze the micromorphology of the leaf surface and perianth (and associated foliaceous structures—stipules, bracts, and bracteoles) and the leaf anatomy of the four Brazilian species of the genus (*C. caeruleum* [Benth.] C. Wright, *C. galactioides* [Kunth] Benth. ex Hemsl., *C. mucunoides* Desv., and *C. velutinum* [Benth.] Amschoff) as a subsidy to taxonomy. Herborized samples and freshly collected and fixed samples were analyzed by scanning electron microscopy (SEM), and anatomical sections in methacrylate historesin were analyzed under a microscope with an attached digital camera. Smooth cuticle, anticlinal walls with folds and undulations, papillary outer periclinal wall, anomocytic stomata with a raised peristomatic ring, simple filiform tector trichomes, capitate glandular trichomes, dorsiventral mesophyll with palisade parenchyma and spongy parenchyma composed of at least two layers, prismatic calcium oxalate crystals, collateral vascular bundles of varying calibers, and a midrib vascular system formed by collateral bundles arranged in an arc or semi-arc are common features of the leaf organs of the four species examined. Amphistomatic leaves occurred in three species, while a hypostomatic leaf occurred only in *C. galactioides*. Tector trichomes with a raised, rosette-shaped base occurred on the abaxial surface of *C. galactioides* and *C. caeruleum*. Epicuticular waxes of the same pattern occurred on the abaxial surface of *C. velutinum*, *C. galactioides*, and *C. caeruleum*. Air gaps were observed only in *C. mucunoides* and *C. caeruleum*. Paravenal parenchyma was found in *C. velutinum*, *C. galactioides*, and *C. caeruleum*. The results obtained have unifying and diagnostic value and can contribute to grouping and/or segregating taxa according to their affinities within the group in question. Additionally, these characteristics also allow inferences regarding the type of environment in which these species occur, which occurs primarily in open areas with diverse vegetation.

**Keywords:** plant anatomy, *Calopogonium*, Leguminosae, plant taxonomy.

## SUMÁRIO

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| RESUMO.....                                                   | 6  |
| ABSTRACT.....                                                 | 7  |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                            | 8  |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS.....                                    | 9  |
| 3. RESULTADOS.....                                            | 15 |
| 3.1. Micromorfologia de superfície.....                       | 15 |
| <i>Calopogonium velutinum</i> (Benth.) Amshoff.....           | 15 |
| <i>Calopogonium galactioides</i> (Kunth) Benth ex. Hemsl..... | 17 |
| <i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.....                      | 20 |
| <i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) C.Wright.....          | 22 |
| 3.2. ANATOMIA FOLIAR.....                                     | 27 |
| <i>Calopogonium velutinum</i> (Benth.) Amshoff.....           | 27 |
| <i>Calopogonium galactioides</i> (Kunth) Benth ex. Hemsl..... | 29 |
| <i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.....                      | 31 |
| <i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) C.Wright.....          | 33 |
| 4. DISCUSSÃO.....                                             | 36 |
| 5. CONCLUSÃO.....                                             | 39 |
| 6. DIFICULDADES TÉCNICAS.....                                 | 39 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                               | 42 |

## 1. INTRODUÇÃO

*Calopogonium* Desv. é um gênero de Leguminosae constituído por trepadeiras e ervas prostradas, perenes, possuindo atualmente oito espécies descritas, que se distribuem nas regiões tropicais e temperadas do globo (CARVALHO-OKANO & LEITÃO-FILHO 1985). Para o Brasil, assim como para a América do Sul, o gênero é representado por quatro espécies (*C. caeruleum* (Benth.) C.Wright., *C. galactioides* (Kunth) Benth ex. Hemsl., *C. mucunoides* Desv. e *C. velutinum* (Benth.) Amshoff), com ampla distribuição no território nacional e continental, principalmente *C. mucunoides*, que pode ser encontrada em todos os Estados brasileiros, bem como, praticamente em todos os países da América do Sul, com exceção do Chile e Uruguai (CARVALHO-OKANO & LEITÃO-FILHO 1985).

Os representantes de *Calopogonium* são adaptados às condições quente e úmida das regiões tropicais; são extremamente sensíveis a geadas, porém muito resistentes à seca; desenvolvem-se bem em qualquer tipo de solo, mesmo nos muitos ácidos. É utilizado para a proteção do solo, adubação verde ou como forrageira consorciada; é bem aceita pelos animais (apesar de não possuir grande palatabilidade devida a abundância de tricomas nas folhas), no período da seca ou quando fenado, além de possuir um grande valor nutricional (LORENZI et al. 2014).

A última e mais recente revisão para o gênero foi realizada por Carvalho-Okano (1982), com as espécies de ocorrência no Brasil. Neste trabalho, a autora reconheceu apenas quatro espécies que são válidas até o presente; ainda assim, sinonimizou várias outras espécies.

Estudos morfoanatômicos vêm sendo utilizados com sucesso na delimitação de táxons e descoberta de novas espécies em vários grupos de leguminosas (SARTORI & TOZZI 2002; FRANCINO 2010; CÂNDIDO et al. 2014; DEVECCHI et al. 2014; FORTUNA-PEREZ et al. 2016, 2018, 2021; MENDES et al. 2019; CASTRO-SILVA et al. 2021; GISSI et al. 2022). No entanto, em se tratando do gênero *Calopogonium*, há relato de poucos estudos morfoanatômicos detalhados com este foco. Dados anatômicos para o grupo foram compilados por Solereder (1908), que relatou a presença de sacos taníferos encontrados no mesófilo foliar e de células idioblásticas contendo substâncias taníferas, de coloração marrom quando secos. Cristais em forma de bastonete foram reportados no tecido paliádico em espécies (não especificadas) do gênero por Metcalfe e Chalk (1950).



Díaz-Castelazzo et al. (2005) relataram a presença de nectários extraflorais vascularizados, que são formados na cicatriz deixada pela abscisão foliar ou pedicelar, bem como, a presença desses nectários, não vascularizados, em forma de tricomas capitados em *Calopogonium caeruleum*.

Observações macroscópicas preliminares realizadas em material herborizado mostraram glândulas nas folhas, perianto e estruturas foliáceas associadas (estípulas e brácteas), cuja categorização morfológica e possíveis compostos secretados ainda não se conhece. Além de importância na taxonomia, estruturas glandulares na superfície das plantas são fontes de uma variedade imensa de compostos (mucilagens, fenólicos, resinas e óleos voláteis por exemplo) com destacada importância econômica e ecológica (JUNIPER & JEFFREE 1983; ROSHCHINA & ROSHCHINA 1993; EVERT 2006). O papel das secreções vegetais na proteção contra ataques de insetos e patógenos e na proteção contra danos produzidos por condições ambientais adversas tem sido comprovado em diversos estudos (JUNIPER & JEFFREE 1983; ROSHCHINA & ROSHCHINA 1993; EVERT 2006). Informações neste âmbito são necessárias ao grupo em questão, seja como estudo complementar, descritivo, investigativo ou comparativo, tendo em vista a presença e abundância de alguns caracteres morfológicos críticos, como a presença de indumento glandular.

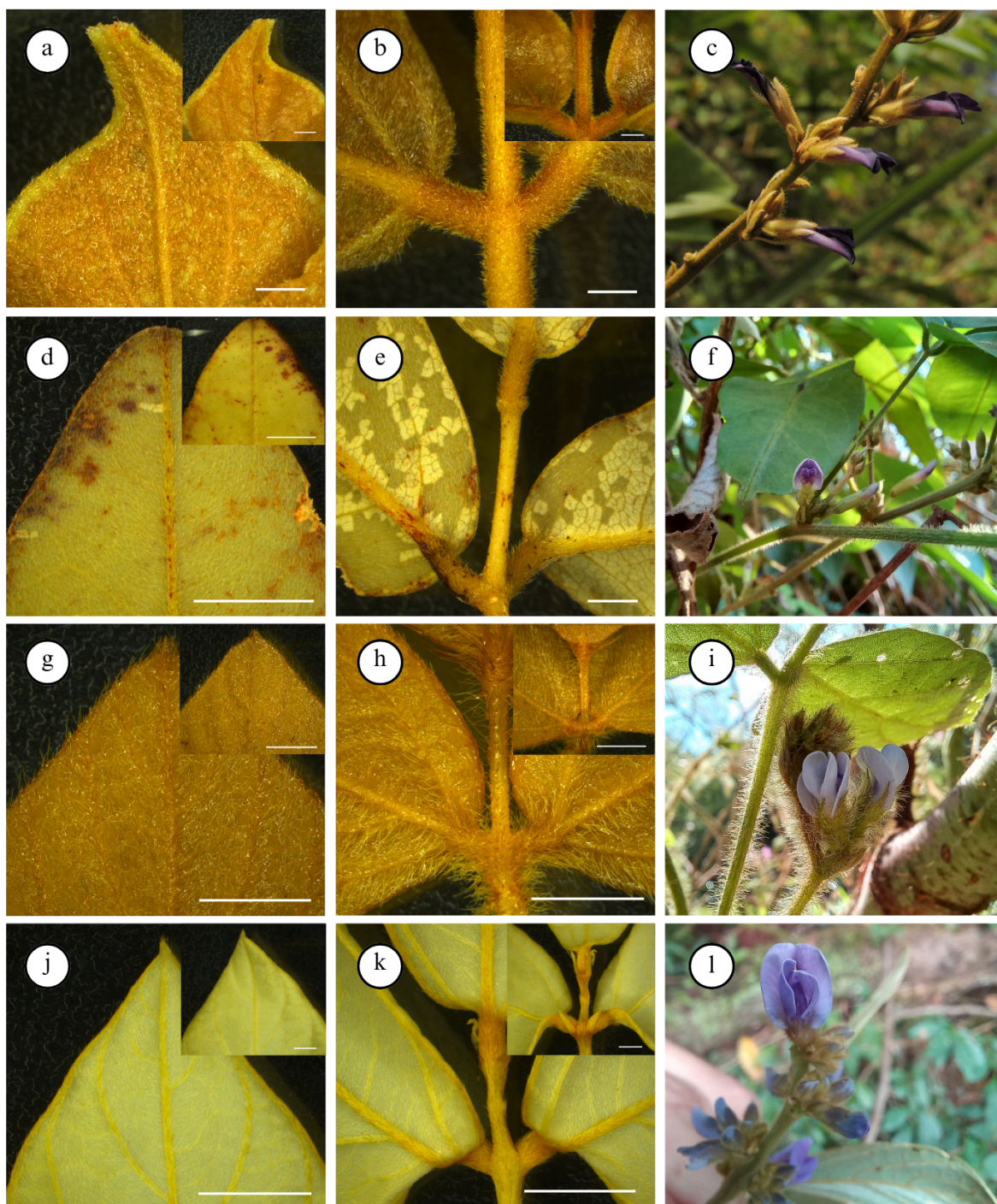
Considerando que: i) a maioria das espécies de *Calopogonium* ocorre no Brasil, ii) que a sobreposição de caracteres diagnósticos de muitas de suas espécies com as espécies de outros gêneros relacionados dificultam a identificação nos herbários, iii) faltam trabalhos morfoanatômicos detalhados com abordagem taxonômica, o presente projeto teve por objetivo realizar um estudo morfoanatômico comparativo das espécies de *Calopogonium* como subsídio à taxonomia do gênero, com foco na folha e perianto e estruturas foliáceas associadas (estípulas e brácteas).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram estudadas quatro espécies de *Calopogonium* (*C. caeruleum* (Benth.) C.Wright; *C. galactioides* (Kunth) Benth. ex Hemsl.; *C. mucunoides* Desv. e *C. velutinum* (Benth.) Amshoff), que estão listadas na tabela 1.

Os representantes de *Calopogonium* estudados possuem caules finos, flexíveis e volúveis recobertos por tricomas ferrugíneos. Análises morfológicas prévias foram realizadas e comparadas com a literatura disponível (CARVALHO-OKANO & LEITÃO-FILHO 1985, NASCIMENTO 2024).

- *Calopogonium velutinum* possui folhas trifoliadas, pecioladas e peninérveas com folíolos peciolulados, estipelados e indumento velutino em ambas as faces (Fig. 1a, b). O indumento é geralmente mais denso nas nervuras principais. O folíolo terminal é simétrico com ápice atenuado e base arredondada. (Fig. 1a) Possui inflorescências axilares, pseudorracemosas, com nodosidades. Bráctea única, linear-lanceolada, e bractéolas caducas aos pares. O cálice é tubuloso e a corola vinácea (Fig. 1c).
- *Calopogonium galactioides* possui folhas trifoliadas, pecioladas e peninérveas com folíolos peciolulados e estipelados (Fig. 1e). O indumento é glabro na face adaxial, possuindo tricomas apenas na nervura central, e pubescente a seríceo, esbranquiçado, na face abaxial. O folíolo terminal e os laterais são simétricos, com base arredondada e ápice retuso (1d, e). Possui inflorescências em pseudorracemos, axilares ou terminais. Bráctea lanceolada e bractéolas aos pares linear-lanceoladas. O cálice é tubuloso com indumento pubescente a seríceo e a corola é azul-violeta (Fig. 1f).
- *Calopogonium mucunoides* possui folhas trifoliadas, pecioladas e peninérveas com folíolos peciolulados e estipelados. O indumento é pubescente ou seríceo em ambas as faces, geralmente mais denso na face abaxial (Fig. 1h). O folíolo terminal é simétrico, ovado, com base arredondada e ápice agudo (Fig. 1g). As inflorescências são pseudorracemosas fasciculadas, axilares, sutilmente nodosas. A bráctea é persistente, lanceolada. As bractéolas são persistentes, hirsutas ou pubescentes. O cálice é campanulado e a corola é violácea ou arroxeada (Fig. 1i).
- *Calopogonium caeruleum* possui folhas trifoliadas, pecioladas e peninérveas com folíolos peciolulados e estipelados (Fig. 1k). O indumento é seríceo ou velutino, esbranquiçado em ambas as faces, geralmente mais denso na face abaxial e amarelado nas nervuras principais. Apresenta estipelas lanceoladas, aos pares na base do folíolo terminal e dos laterais. O folíolo terminal é elíptico-lanceolado com base cuneada ou arredondada e ápice cuneado, os folíolos laterais são ovados, assimétricos, com venação camptódroma (Fig. 1j). As inflorescências são nodosas, em pseudoracemos, axilares. Bráctea caduca, lanceolada e bractéolas caducas, aos pares, linear-lanceoladas. O cálice é campanulado e a corola é azul (Fig. 1l).



**Fig. 1.** Espécies de *Calopogonium* com ocorrência no Brasil. (a) Ápice do folíolo terminal de *C. velutinum*, superfície abaxial (imagem maior) e adaxial (imagem menor). (b) Raque da folha e base dos folíolos de *C. velutinum*, superfície abaxial (imagem maior) e adaxial (imagem menor). (c) Fotografia de *C. velutinum* em campo mostrando componentes do perianto (cálice, corola) e estruturas foliáceas associadas (brácteas, bractéolas), por Rubens Teixeira de Queiroz (QUEIROZ, R.T. 2019). (d) Ápice do folíolo terminal de *C. galactioides*, superfície abaxial (imagem maior) e superfície adaxial (imagem menor). (e) Raque da folha e base dos folíolos de *C. galactioides*, superfície abaxial. (f) Fotografia de *C. galactioides* em campo mostrando

componentes do perianto e estruturas foliáceas associadas, por Gildean Macêdo do Nascimento. (g) Ápice do folíolo terminal de *C. mucunoides*, superfície abaxial (imagem maior) e superfície adaxial (imagem menor). (h) Raque da folha e base dos folíolos de *C. mucunoides*, superfície abaxial (imagem maior) e superfície adaxial (imagem menor). (i) Fotografia de *C. mucunoides* em campo mostrando componentes do perianto e estruturas foliáceas associadas, por Gildean Macêdo do Nascimento. (j) Ápice do folíolo terminal de *C. caeruleum*, superfície abaxial (imagem maior) e superfície adaxial (imagem menor). (k) Raque da folha e base dos folíolos de *C. caeruleum*, superfície abaxial (imagem maior) e superfície adaxial (imagem menor). (l) Fotografia de *C. caeruleum* em campo mostrando componentes do perianto e estruturas foliáceas associadas, por Gildean Macêdo do Nascimento. Escalas: 5mm (d, g, h, j [imagem maior], k [imagem maior]), 2mm (a, b, e, j [imagem menor], k [imagem menor]).

Foram selecionados três exemplares de cada espécie a partir de exsicatas provenientes de herbários nacionais e estrangeiros (Tabela 1), além de exemplares obtidos em expedições a campo.

De cada exemplar foram retirados o folíolo terminal de folhas completamente expandidas e, quando disponível, brácteas, bractéolas e componentes do perianto (cálice e corola). Além disso, amostras herborizadas contendo estípula de cada uma das quatro espécies também foram analisadas.

Para a análise de superfície ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), as amostras coletadas em expedições a campo foram fixadas em glutaraldeído 2,5%, em tampão fosfato 0,1M pH 7,3; pós fixadas em tetróxido de ósmio 1%, desidratadas em série etílica crescente de 7.5%, 15%, 30%, 50%, 70%, 90% e 100%, secas em aparelho de ponto crítico usando CO<sub>2</sub> líquido, coladas em porta-amostras de alumínio e metalizadas com ouro (10nm) por 160s a uma corrente de 50mA (ROBARDS 1978). Enquanto as amostras herborizadas foram coladas diretamente no porta-amostras de alumínio e metalizadas. As análises foram feitas ao microscópio eletrônico de varredura QUANTA 200 - Fei Company, sob aceleração de 25kV.

Para o estudo anatômico, foram usadas amostras herborizadas e amostras de material recém coletado. De todas as amostras, foi retirado o terço mediano do folíolo terminal de folhas completamente expandidas.

As amostras herborizadas foram imersas em um recipiente com água destilada, que foi aquecido até sua total reidratação e, posteriormente, conservadas em álcool 70%. As

amostras recém coletadas foram imediatamente imersas em álcool 70%. A seguir, todas as amostras seguiram o mesmo procedimento para a obtenção de lâminas permanentes.

O material foi desidratado em série etílica crescente (70%, 80%, 90% e 100% - álcool PA) em intervalos de 1 hora cada. Após a desidratação, as amostras foram embebidas com historesina de metacrilato (Leica Microsystems Inc., Heidelberger, Alemanha). Seções transversais dos folíolos com 5-6µm de espessura foram obtidas usando um micrótomo rotativo semiautomático (Leica Mikrosysteme Vertrieb GmbH, Wetzlar, Alemanha) com navalhas descartáveis de aço inoxidável de perfil alto (Leica 818). As seções foram coradas com solução aquosa de azul toluidina a 0,05%, pH 4, 4 por 1 min a 60 °C em uma placa quente (O'BRIEN et al. 1964). As seções foram montadas entre lâminas e lamínulas de vidro com resina sintética (Entellan New, Merck, Darmstadt, Alemanha) e observadas em microscópio LEICA DMR com câmera digital acoplada Leica DFC 425 e software LAS.

**Tabela 1.** Amostras das espécies de *Calopogonium* utilizadas para o presente estudo de micromorfologia da superfície de folhas, perianto e estruturas foliáceas e da anatomia foliar com suas respectivas espécies, número de registro e herbário de origem.

| Espécies                      | Herbário                                     | Número de registro | Coletor                           |
|-------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <i>Calopogonium velutinum</i> | Herbário Irina Delanova Gemtchujnicóv (BOTU) | BOTU36465          | Costa, N.M.S. et al. 2067         |
|                               |                                              | BOTU36463          | Costa, N.M.S. et al. 2241         |
|                               | Herbário Prisco Bezerra (EAC)                | EAC25218           | Castro, A.S.F. 466                |
|                               |                                              | EAC3905            | Fernandes, A. s.n.                |
|                               |                                              | EAC21408           | Nunes, E. s.n.                    |
| <i>Calopogonium</i>           | Herbário Irina Delanova Gemtchujnicóv (BOTU) | BOTU36458          | Teixeira, B.R. & Amaral, J.P. 139 |
|                               | Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e     | CEN087991          | Alonso. A.M. et al. 966           |

|                                |                                                                        |            |                                       |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| <i>galactioides</i>            | Biotecnologia (CEN)                                                    |            |                                       |
|                                | Missouri Botanical Garden (MO)                                         | MO2889133  | Vigo, J.S. 8333                       |
|                                |                                                                        | MO947297   | Pittier, H. 12870                     |
|                                |                                                                        | MO04587208 | Nee, M. 40769                         |
| <i>Calopogonium mucunoides</i> | Herbário Irina Delanova Gemtchujnicóv (BOTU)                           | BOTU34942  | Monteiro, T.C. et al. 43              |
|                                | Herbário Prisco Bezerra (EAC)                                          | EAC16576   | Nunes, E. s.n.                        |
|                                |                                                                        | EAC62188   | Sampaio, V.S. 191                     |
|                                | Herbário do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC)                     | IAC30590   | Bernacci, L.C. et al. 1719            |
|                                | Herbário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CGMS) | CGMS45759  | Sartori, A.L.B. et al. 574            |
| <i>Calopogonium caeruleum</i>  | Herbário Irina Delanova Gemtchujnicóv (BOTU)                           | BOTU36469  | Pereira-Silva, G. et al. 5152         |
|                                |                                                                        | BOTU36877  | Nascimento, G.M. & Monteiro, T.C. 403 |
|                                | Herbário Prisco Bezerra (EAC)                                          | EAC17293   | Resende, U.M. s.n.                    |

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Micromorfologia de superfície

*Calopogonium velutinum* (Benth.) Amshoff

##### Folíolo

*Calopogonium velutinum* apresentou folha anfiestomática, com cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações e parede periclinal externa papilosa (Fig. 2a, c, d). Os estômatos são anomocíticos com borda periestomática elevada (Fig. 2c). Possui tricomas tectores e tricomas glandulares em ambas as faces. Os tricomas tectores são unicelulares filiformes longos com superfície ornamentada com verrugas, base simples e orientação vertical em relação à superfície foliar (Fig. 2e). Os tricomas glandulares são do tipo capitado com cabeça unicelular esférica com orientação horizontal em relação à superfície foliar (Fig. 2f). Os tricomas tectores são mais abundantes na face abaxial (Fig. 2b), sendo os tricomas glandulares mais abundantes na face adaxial. As amostras herborizadas exibiram ceras epicuticulares com padrão frouxamente enrolado na face abaxial (Fig. 2c), enquanto as amostras fixadas em álcool 70% não apresentaram ceras epicuticulares (Fig. 2d, f).

##### Flor

O cálice apresentou estômatos anomocíticos, tricomas tectores e tricomas glandulares com morfologia semelhante ao observado nos folíolos (Fig. 2g, i). As pétalas apresentaram superfície com sulcos e papilas altas e estriadas em ambas as faces (Fig. 2h).

##### Brácteas e bractéolas

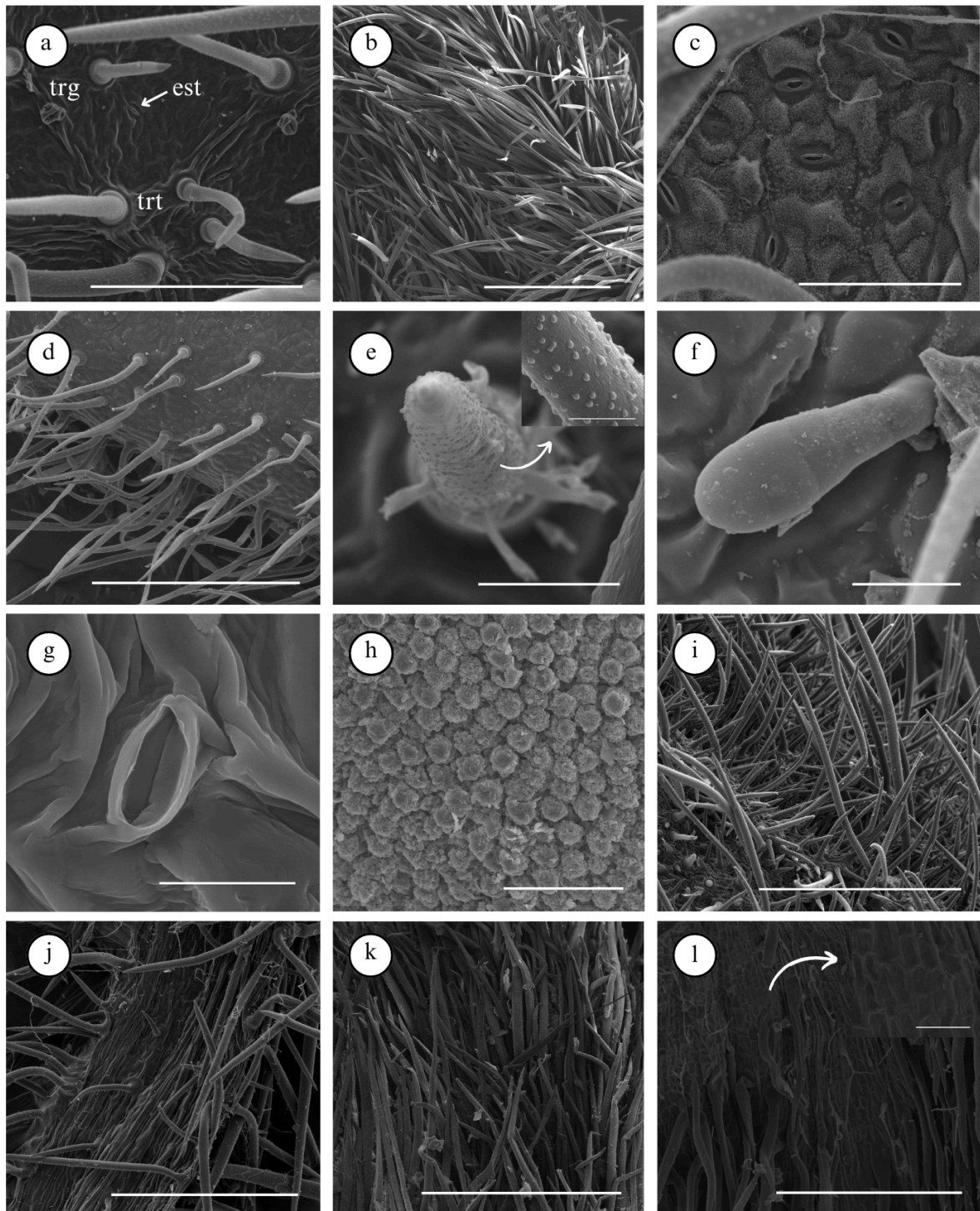
Na superfície abaxial, as brácteas e bractéolas também apresentaram tricomas tectores, tricomas glandulares e estômatos anomocíticos com morfologia semelhante aos observados nos folíolos e no cálice da espécie. A superfície adaxial apresentou estrias finas, longas e paralelas (Fig. 2j).

##### Estípulas

As estípulas apresentam tricomas tectores unicelulares filiformes longos com superfície verrucosa (Fig. 2k). Não apresentaram tricomas glandulares. O indumento é muito



espesso, dificultando a análise. A superfície possui estrias finas e longas que formam “retângulos” (Fig. 2l).





**Fig. 2.** Micromorfologia de *Calopogonium velutinum*. (a) Superfície abaxial do folíolo com tricomas tectores, tricomas glandulares e estômatos. (b) Superfície abaxial com indumento denso de tricomas tectores. (c) Superfície abaxial de amostra herborizada apresentando estômatos e ceras epicuticulares. (d) Bordo da superfície adaxial do folíolo. (e) Tricoma tector em orientação vertical (imagem maior) com ênfase em sua superfície verrucosa (imagem menor). (f) Tricoma glandular. (g) Estômato anomocítico presente no cálice de *C. velutinum*. (h) Superfície das pétalas com sulcos e papilas altas e estriadas. (i) Superfície do cálice com diversos tricomas. (j) Superfície adaxial de bractéola. (k) Superfície abaxial densa com tricomas de estípula. (l) Superfície adaxial de estípula (imagem maior) com ênfase em suas estrias finas e longas (imagem menor). (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular). Escalas: 500µm (b, i, k), 400µm (d, j), 200µm (a, l [imagem maior]), 50µm (c, h), 20µm (e [imagem maior], f, l [imagem menor]), 10µm (e [imagem menor], g).

### ***Calopogonium galactioides* (Kunth) Benth ex. Hemsl.**

#### **Folíolo**

*Calopogonium galactioides* foi a única espécie que apresentou folha hipoestomática, com estômatos anomocíticos com anel periestomático elevado. A superfície foliar apresentou cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações e parede periclinal externa papilosa (Fig. 3a, d). Na face abaxial, apresentou ceras epicuticulares com padrão ondulante frouxamente enrolado (Fig. 3c, f). Possui tricomas tectores em ambas as faces. Os tricomas tectores são unicelulares filiformes longos com superfície ornamentada com verrugas e orientação horizontal em relação à superfície foliar, sendo distribuídos por toda a face abaxial, mas apenas na nervura central na face adaxial (Fig. 3b, e). Na nervura central, os tricomas apresentam base simples, enquanto na superfície da face abaxial possuem base elevada em forma de roseta (Fig. 3c). Os tricomas glandulares são tipo capitado e possuem cabeça unicelular esférica, ocorrendo apenas na face abaxial (Fig. 3f).

Foram encontrados alguns tricomas glandulares esparsos na nervura central da face adaxial de indivíduos provenientes de material fixado, o que não foi encontrado em indivíduos da mesma espécie nas amostras herborizadas.

#### **Flor**

O cálice apresentou estômatos anomocíticos, tricomas tectores e tricomas glandulares com morfologia semelhante ao observado nos folíolos (Fig. 3g). As pétalas apresentaram

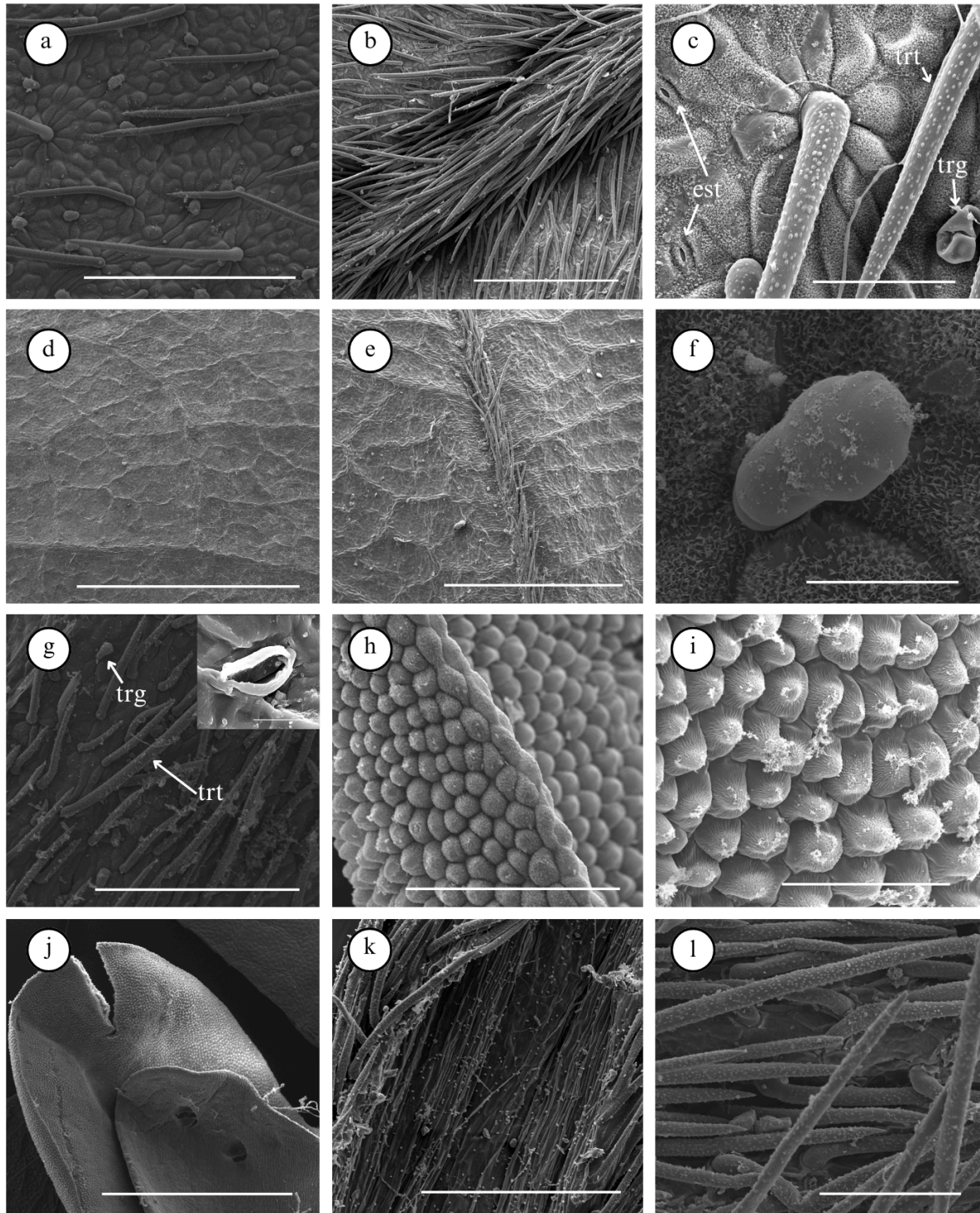
superfície com sulcos e papilas altas e estriadas em ambas as faces, sendo estas mais arredondas e proeminentes na face abaxial (Fig. 3h, i, j).

### **Brácteas e bractéolas**

A superfície abaxial de brácteas e bractéolas apresentam tricomas tectores e estômatos anomocíticos com morfologia semelhante aos tricomas observados no folíolo e no cálice. Não foram encontrados tricomas glandulares. A superfície adaxial possui estrias finas, longas e paralelas (Fig. 3k).

### **Estípulas**

As estípulas apresentam tricomas tectores unicelulares filiformes longos com superfície verrucosa (Fig. 3l). Não apresentou tricomas glandulares. A superfície possui estrias finas e longas que formam “retângulos”.



**Fig. 3.** Micromorfologia de *Calopogonium galactioides*. (a) Superfície abaxial do folíolo com tricomas tectores, tricomas glandulares e estômatos. (b) Superfície abaxial da nervura central do folíolo. (c) Estômatos, tricoma glandular colapsado e tricoma tector com base em forma de roseta na superfície abaxial. (d) Superfície adaxial do folíolo. (e) Superfície adaxial da nervura central. (f) Tricoma glandular em ênfase, encontrado na superfície abaxial. (g) Superfície do cálice de *C. galactioides* com tricomas glandulares e tectores (imagem maior), estômatos encontrados no cálice (imagem menor). (h) Superfície abaxial da pétala. (i) Superfície adaxial da

pétala. (j) Superfície geral de uma das pétalas de *C. galactioides*. (k) Superfície adaxial de bráctea. (l) Superfície da estípula com tricomas. (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular). Escalas: 2mm (e), 1mm (d, j), 500µm (b,), 300µm (a, g [imagem maior], k), 100µm (h, l), 50µm (c, i), 20µm (f), 10µm (g [imagem menor]).

### ***Calopogonium mucunoides* Desv.**

#### **Folíolo**

*Calopogonium mucunoides* possui folha anfiestomática com cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações e parede periclinal externa papilosa (Fig. 4a, d). Os estômatos são anomocíticos com anel periestomático elevado (Fig. 4c, f)). Apresenta tricomas tectores e tricomas glandulares em ambas as faces do folíolo (Fig. 4b, d, e). Os tricomas tectores são unicelulares filiformes longos com superfície verrucosa, base simples e orientação horizontal em relação à superfície foliar, sendo mais abundantes na nervura central. Os tricomas glandulares são do tipo capitado com cabeça unicelular esférica (Fig. 4a, b).

Diferentemente das análises em material herborizado, que apresentaram apenas base simples para os tricomas tectores, o material fixado apresentou tricomas com base proeminente, em especial na nervura central, mas também em alguns locais da superfície foliar de forma esparsa (Fig. 4a).

#### **Flor**

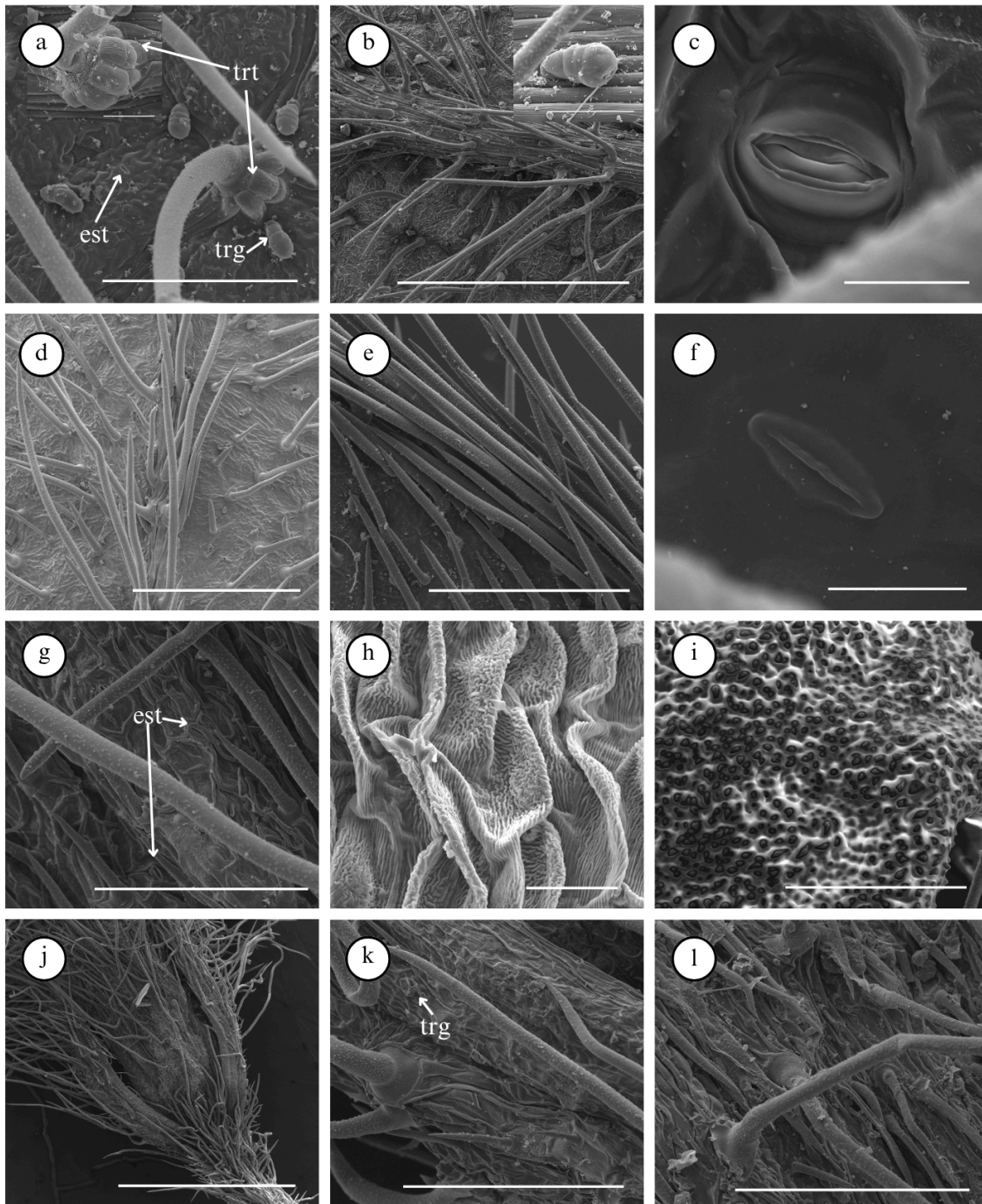
O cálice apresentou estômatos anomocíticos, tricomas tectores e tricomas glandulares com morfologia semelhante ao observado nos folíolos (Fig. 4g). As pétalas apresentaram superfície com sulcos estriados e papilas em ambas as faces, menos arredondadas que nas demais espécies (Fig. 4h, i).

#### **Brácteas e bractéolas**

As brácteas e bractéolas possuem estômatos anomocíticos, tricomas tectores e tricomas glandulares em sua superfície abaxial, enquanto a superfície adaxial, assim como nas demais espécies, apresentou estrias finas, longas e paralelas (Fig. 4j, k).

## Estípulas

Possuem tricomas tectores com morfologia semelhante aos encontrados nos folíolos, cálice, brácteas e bractéolas. Não apresentou tricomas glandulares. Foi a única espécie que foi possível observar a presença de estômatos na estípula. A superfície possui estrias finas e longas que formam “retângulos” (Fig. 4l).



**Fig. 4.** Micromorfologia de *Calopogonium mucunoides*. (a) Superfície abaxial do folíolo com estômatos, tricomas glandulares e tricomas tectores apresentando base proeminente na superfície foliar (imagem maior) e na nervura central (imagem menor). (b) Superfície abaxial da nervura central do folíolo (imagem maior) com ênfase em tricomas glandulares pela nervura (imagem menor). (c) Estômato anomocítico aberto. (d) Superfície adaxial da nervura central do folíolo. (e) Bordo da superfície adaxial envolto de tricomas tectores. (f) Estômato fechado. (g) Superfície do cálice apresentando tricomas e estômatos. (h) Superfície abaxial da pétala de *C. mucunoides*. (i) Superfície adaxial da pétala de *C. mucunoides*. (j) Cálice envolto com as brácteas. (k) Superfície da bráctea. (l) Superfície de estípula. (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular). Escalas: 2mm (j), 1mm (b [imagem maior]), 500µm (d), 400µm (e), 300µm (k, l) 200µm (a [imagem maior], g, i), 50µm (a [imagem menor], b [imagem menor]), 20µm (h), 10µm (c, f).

### ***Calopogonium caeruleum* (Benth.) C.Wright.**

#### **Folíolo**

*Calopogonium caeruleum* apresentou folha anfiestomática com cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações e parede periclinal externa papilosa (Fig. 5d, e). Na face abaxial, apresentou ceras epicuticulares com padrão ondulante frouxamente enrolado (Fig. 5a). Os estômatos são anomocíticos com anel periestomático elevado (Fig. 5c, f). Possui tricomas tectores unicelulares filiformes longos com verrugas e orientação horizontal, e tricomas glandulares capitados com cabeça unicelular esférica em ambas as faces. Na face abaxial, os tricomas tectores possuem base em formato de roseta (Fig. 5a), enquanto na face adaxial a base é simples (Fig. 5d). A espécie também apresentou uma menor densidade de tricomas tectores na nervura central da face adaxial em comparação com a face abaxial (Fig. 5b, d).

Em comparação com as amostras herborizadas, a amostra fixada estava melhor conservada e foi possível uma melhor observação das características da espécie. A maioria dos tricomas glandulares estavam inteiros, apesar de alguns estarem colapsados (Fig. 5c).

#### **Flor**

O cálice apresentou estômatos anomocíticos, tricomas tectores e tricomas glandulares com morfologia semelhante ao observado nos folíolos (Fig. 5g, j). As pétalas apresentaram superfície com sulcos e papilas altas e estriadas em ambas as faces (Fig. 5h, i, j).

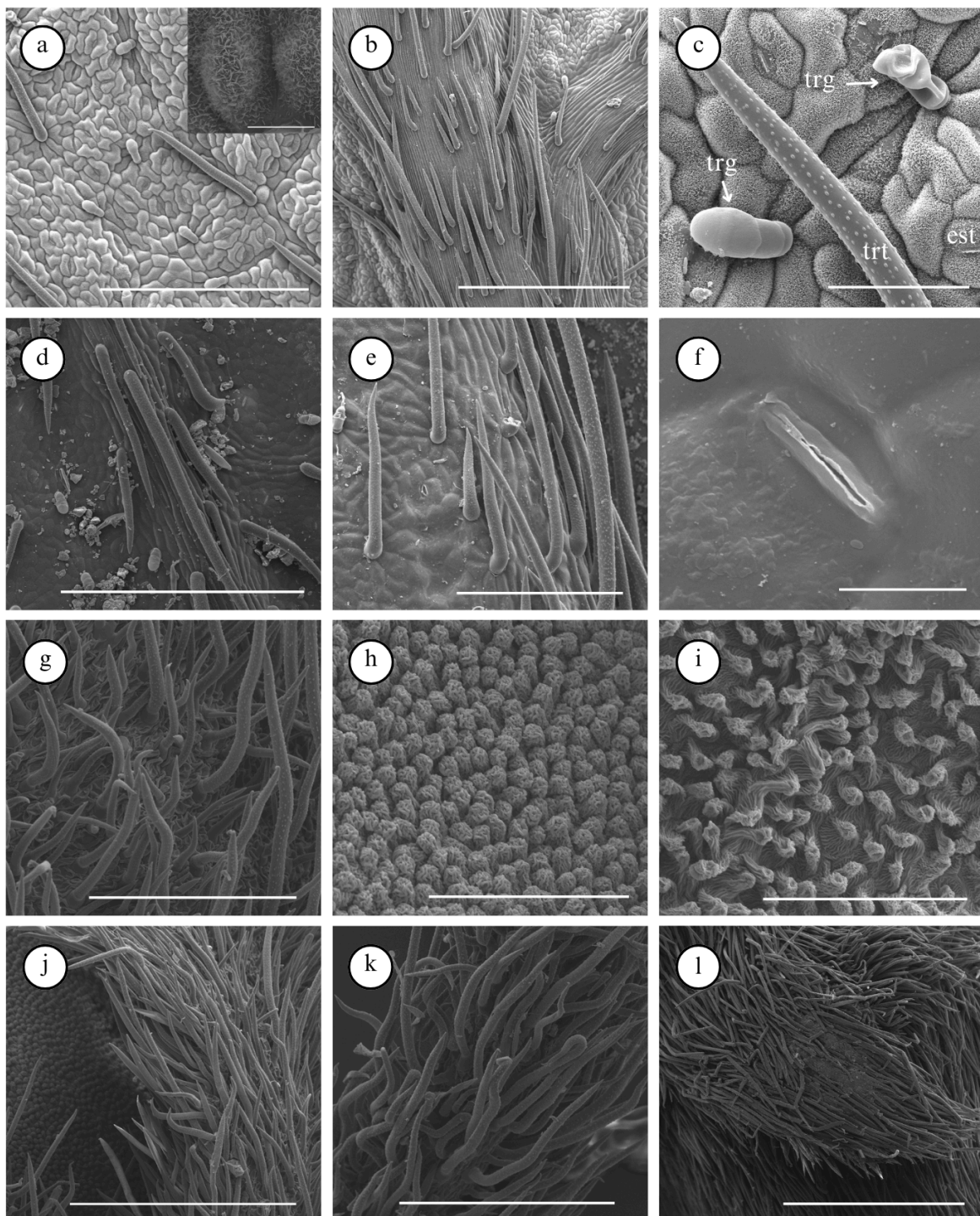
### **Brácteas e bractéolas**

As brácteas e bractéolas possuem estômatos e tricomas tectores, com morfologia semelhante ao observado nos folíolos e no cálice, na face abaxial (Fig. 5k). Não apresentou tricomas glandulares. A face adaxial possui estrias finas, longas e paralelas

### **Estípulas**

As estípulas apresentam tricomas tectores unicelulares filiformes longos com superfície verrucosa, mas não apresentaram tricomas glandulares. O indumento era muito espesso, dificultando a análise (Fig. 5l), mas assim como as demais espécies, a superfície possui estrias finas e longas que formam “retângulos”.

As principais características da micromorfologia da superfície foliar, perianto e estruturas foliáceas associadas (estípulas e brácteas) das quatro espécies estudadas estão apresentadas na tabela 2.



**Fig. 5.** Micromorfologia de *Calopogonium caeruleum*. (a) Superfície abaxial do folíolo com estômatos, tricomas glandulares e tricomas tectores (imagem maior), com ênfase nas ceras epicuticulares (imagem menor). (b) Superfície abaxial da nervura central do folíolo. (c) Estômatos, tricoma tector e tricomas glandulares, intacto e colapsado. (d) Superfície adaxial da nervura central do folíolo. (e) Bordo da superfície adaxial com tricomas tectores e glandulares. (f) Estômato anomocítico fechado. (g) Superfície com tricomas do cálice. (h) Superfície abaxial da pétala de *C. caeruleum*. (i) Superfície adaxial da pétala de *C. caeruleum*. (j) Divisão entre sépala e



pétala de indivíduo. (k) Superfície abaxial de bráctea. (l) Superfície abaxial de estípula com grande densidade de tricomas. (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular). Escalas: 1mm (l), 500µm (b), 400µm (d, j), 300µm (a [imagem maior], k), 200µm (e, g), 100µm (h, i), 50µm (c), 10µm (a [imagem menor], f).

**Tabela 2.** Características de micromorfologia presentes nas espécies de *Calopogonium*. EST – Estômatos, TRT – Tricomas tectores, TRG – Tricomas glandulares, CER - Cera epicuticular, B. - Brácteas, BRT. - Bractéolas, AD – presença na face adaxial, AB – presença na face abaxial.

| Espécie                          | Órgão     | EST |    | TRT |    | TRG |    | CER |    |
|----------------------------------|-----------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| <i>Calopogonium velutinum</i>    | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           | X   | X  | X   | X  | X   | X  |     | X  |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | Estípulas |     |    | X   |    |     |    |     |    |
| <i>Calopogonium galactioides</i> | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           |     | X  | X   | X  | X   | X  |     | X  |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    |     |    |     |    |
|                                  | Estípulas |     |    | X   |    |     |    |     |    |
| <i>Calopogonium mucunoides</i>   | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           | X   | X  | X   | X  | X   | X  |     |    |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | Estípulas | X   |    | X   |    |     |    |     |    |

| Espécie                          | Órgão     | EST |    | TRT |    | TRG |    | CER |    |
|----------------------------------|-----------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| <i>Calopogonium velutinum</i>    | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           | X   | X  | X   | X  | X   | X  |     | X  |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | Estípulas |     |    | X   |    |     |    |     |    |
| <i>Calopogonium galactioides</i> | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           |     | X  | X   | X  | X   | X  |     | X  |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    |     |    |     |    |
|                                  | Estípulas |     |    | X   |    |     |    |     |    |
| <i>Calopogonium caeruleum</i>    | Folíolo   | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB | AD  | AB |
|                                  |           | X   | X  | X   | X  | X   | X  |     | X  |
|                                  | Cálice    | X   |    | X   |    | X   |    |     |    |
|                                  | B. e Brt. | X   |    | X   |    |     |    |     |    |
|                                  | Estípulas |     |    | X   |    |     |    |     |    |

Em termos de micromorfologia de superfície, todas as espécies apresentaram cutícula lisa, paredes anticlinais com dobras e ondulações e parede periclinal externa papilosa; estômatos anomocíticos com anel periestomático elevado; tricomas tectores unicelulares filiformes longos com superfície ornamentada com verrugas em ambas as faces (abaxial e adaxial) do folíolo, no cálice, nas brácteas e bractéolas e nas estípulas, em todas as espécies estes tricomas apresentaram base simples na face adaxial; tricomas glandulares do tipo capitado com cabeça unicelular esférica em ambas as faces do folíolo e no cálice; e pétalas

com sulcos e papilas altas e estriadas. Estas características foram observadas com frequência e constância de forma a serem úteis no agrupamento das espécies ao gênero.

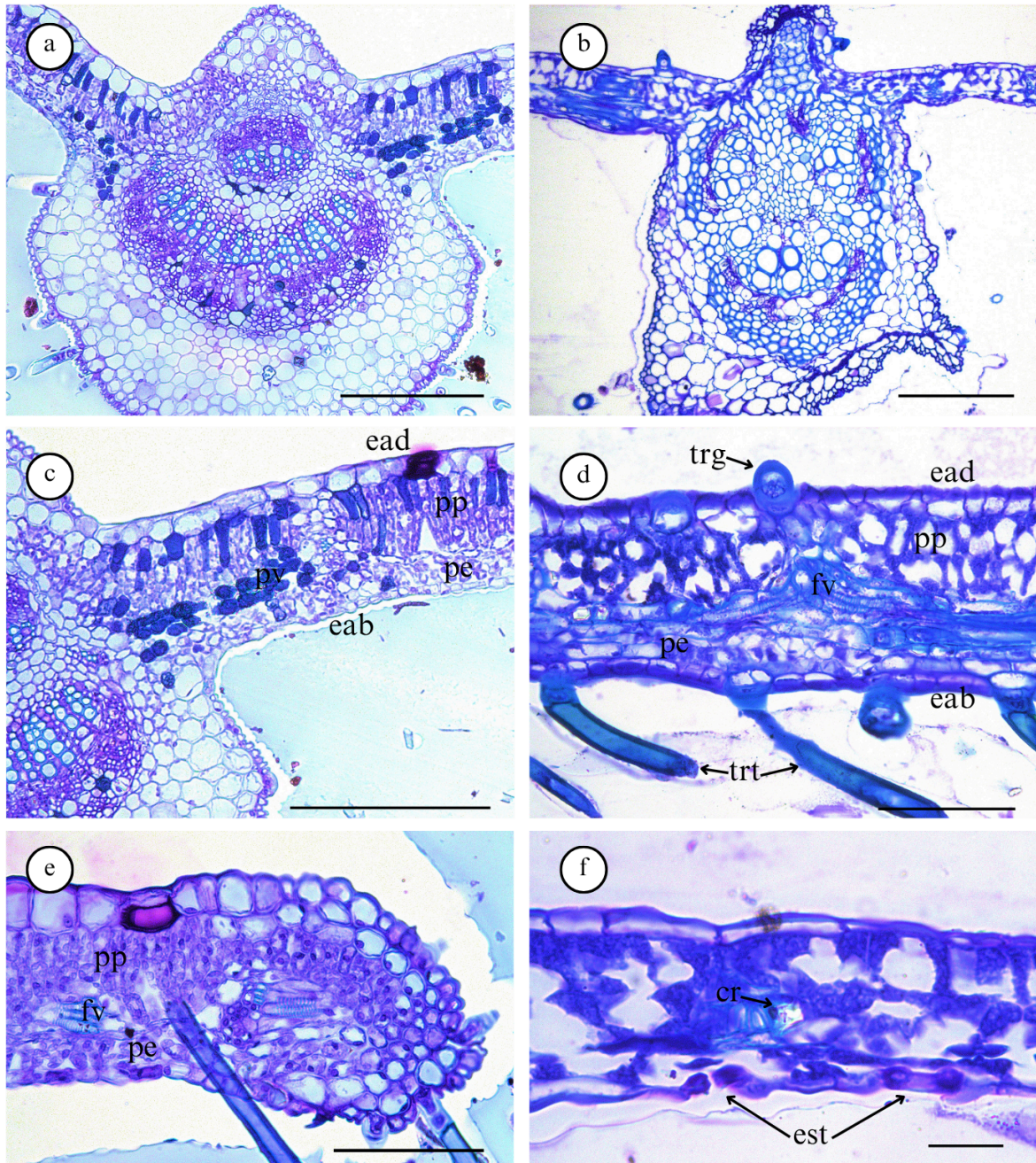
Em relação às diferenças (Tabela 2), *Calopogonium velutinum* foi a única a apresentar tricomas tectores na orientação vertical. Apenas *C. velutinum* e *C. mucunoides* apresentaram tricomas glandulares nas brácteas e bractéolas. *Calopogonium galactioides* apresentou estômatos anomocíticos exclusivamente na face abaxial, sendo a única espécie com folha hipoestomática. *Calopogonium mucunoides* foi a única espécie a apresentar estômatos na estípula e indivíduos que possuíam tricomas tectores com base proeminente na superfície abaxial. *C. velutinum*, *C. galactioides* e *C. caeruleum* apresentaram um ou mais indivíduos com presença de cera epicuticular na face abaxial, enquanto *C. mucunoides* não apresentou nenhum. Apenas *C. caeruleum* e *C. galactioides* apresentaram tricomas tectores com base em formato de roseta na face abaxial.

### 3.2. ANATOMIA FOLIAR

#### *Calopogonium velutinum* (Benth.) Amshoff

O folíolo de *C. velutinum* apresentou mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico formado por duas camadas de células altas dispostas em paliçada e parênquima esponjosos com duas a três camadas de células irregulares com espaços entre si (Fig. 6c, d). Cristais prismáticos de oxalato de cálcio ocorreram dispersos no mesofilo (Fig. 6f).

A nervura central é fortemente saliente na face dorsal e projetada na face ventral. O córtex, na face dorsal, é formado por cinco a seis camadas de células parenquimáticas com tamanhos e formatos irregulares. O sistema vascular da nervura central é formado por três feixes colaterais dispostos em um semiarco, sendo o feixe central mais desenvolvido. Cada feixe vascular possui uma calota de fibras pericíclicas (Fig. 6a, b). Feixes colaterais de calibres variados, com extensão de baixa parenquimática conectando os feixes à epiderme, e parênquima paravenal conectando lateralmente os feixes vasculares foram observados no mesofilo (Fig. 6c, e, d).



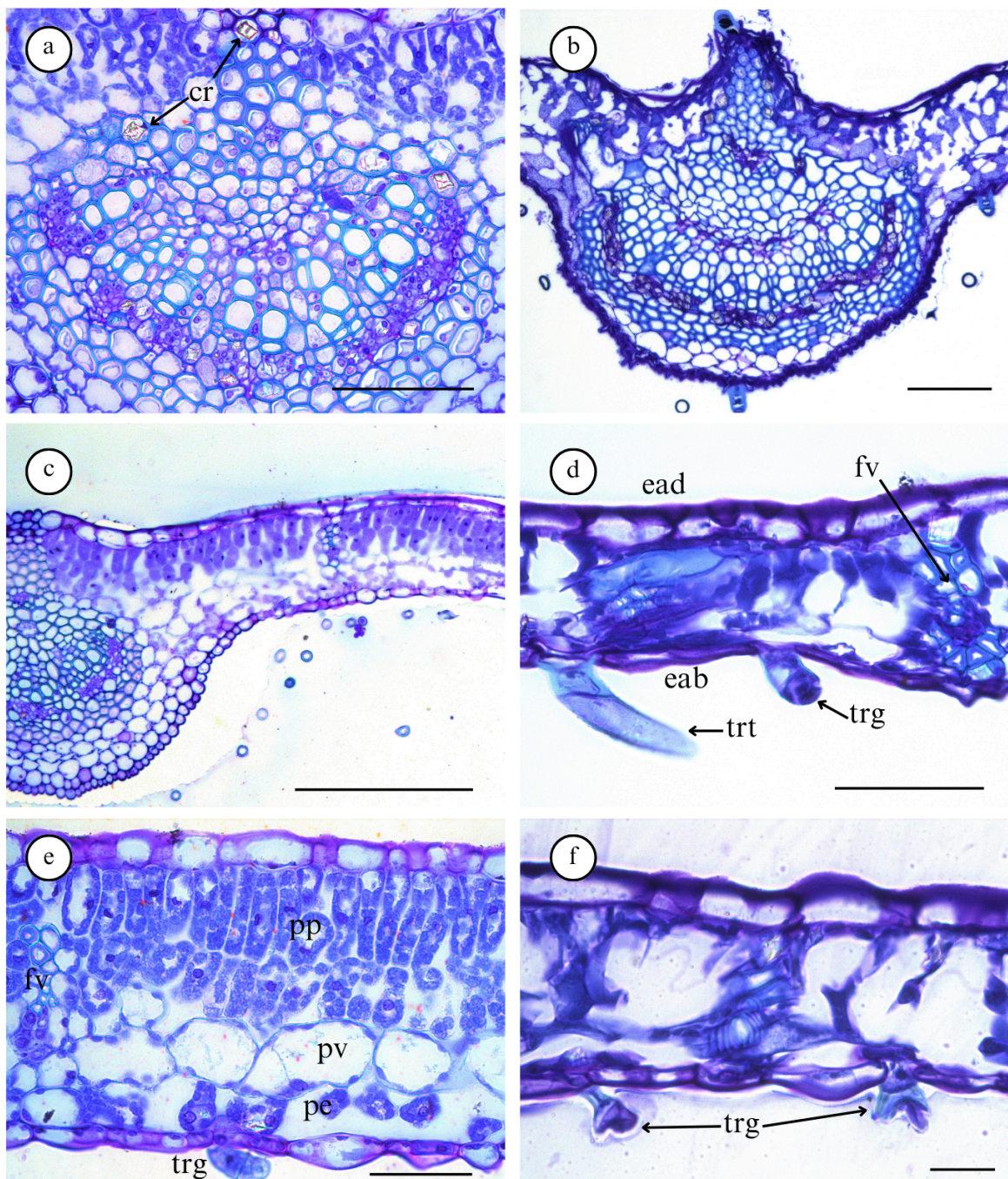
**Fig. 6.** Anatomia foliar de *Calopogonium velutinum*. As imagens da esquerda (a, c, e) são de amostras fixadas e as imagens da direita (b, d, f) são de amostras herborizadas. (a) Corte transversal da nervura central de amostra coletada em campo. (b) Corte transversal da nervura central de amostra proveniente de exsicata. (c) Corte transversal evidenciando o limbo foliar ao lado da nervura central. (d) Corte transversal do limbo foliar. (e) Corte transversal do bordo foliar. (f) Corte transversal do limbo foliar evidenciando estômatos e cristais. (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular, cr = cristal, pp = parênquima paliçádico, pe = parênquima esponjoso, pv = parênquima paravenal, fv = feixe vascular, ead = epiderme adaxial, eab = epiderme abaxial). Escalas: 200µm (a, b, c), 100µm (d, e), 20µm (f).

***Calopogonium galactioides* (Kunth) Benth ex. Hemsl.**

O folíolo de *C. galactioides* apresentou mesofilo dorsiventral com parênquima paliádico formado por duas camadas de células altas dispostas em paliçada e parênquima esponjoso com duas camadas de células irregulares (Fig. 7c, d). Cristais prismáticos de oxalato de cálcio ocorreram dispersos no mesofilo e na nervura central (Fig. 7a).

A nervura central é fortemente saliente na face dorsal e ligeiramente proeminente na face ventral (Fig. 7b). O córtex, na face dorsal, é formado por cinco a seis camadas de células parenquimáticas, sendo as células das camadas mais internas caracterizadas por paredes primárias espessadas e formato variando de retangular a oval. O sistema vascular da nervura central é formado por um feixe colateral em forma de semiarco com as extremidades abertas (Fig. 7a). Feixes colaterais de calibres variados, com extensão de baixa parenquimática conectando os feixes à epiderme em ambas as faces do limbo, e parênquima paravenal conectando lateralmente os feixes vasculares foram observados no mesofilo (Fig. 7e, f).





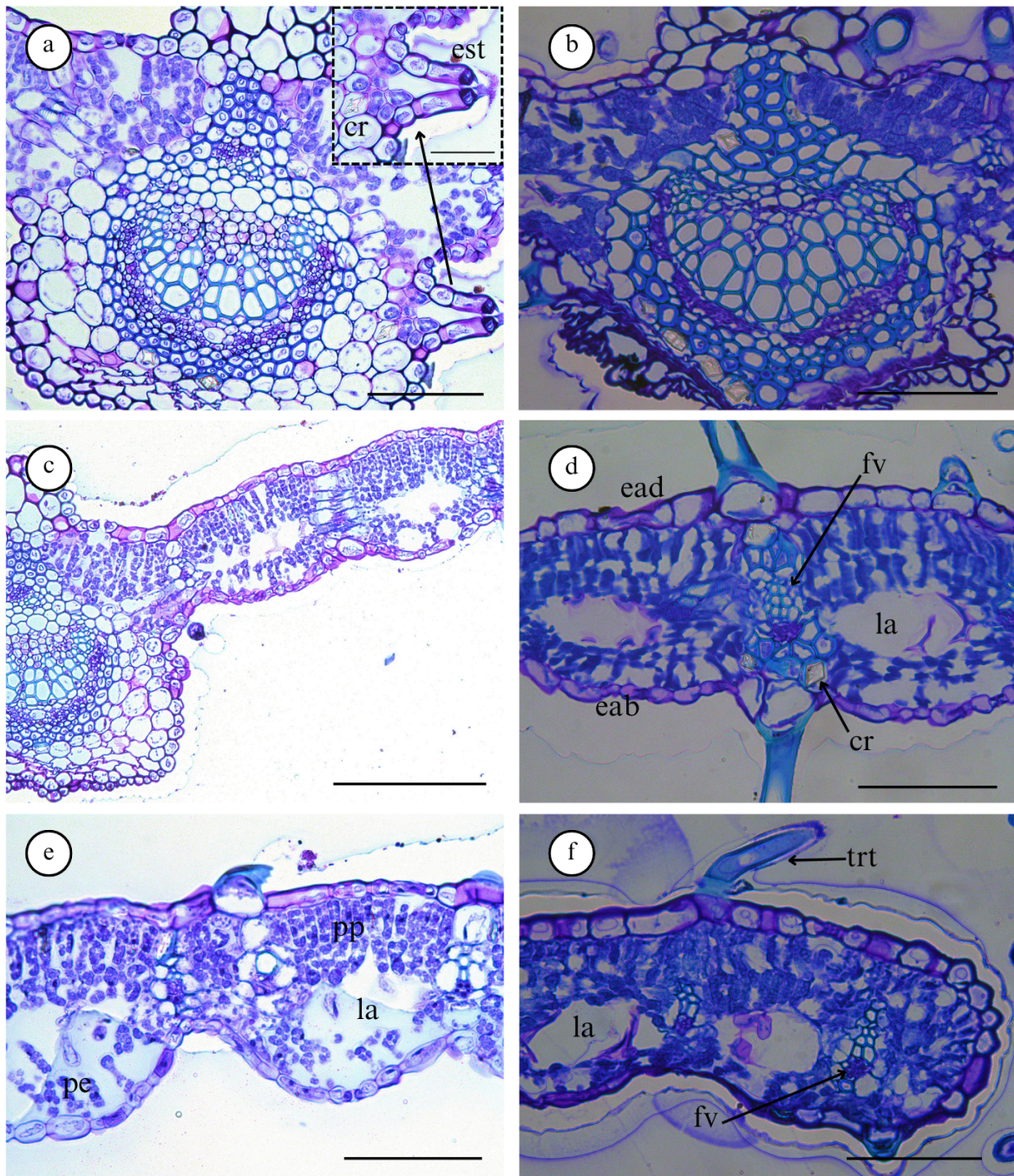
**Fig. 7.** Anatomia foliar de *Calopogonium galactioides*. As imagens da esquerda (a, c, e) são de amostras fixadas e as imagens da direita (b, d, f) são de amostras herborizadas. (a) Corte transversal da nervura central de amostra coletada em campo. (b) Corte transversal da nervura central de amostra proveniente de exsicata. (c) Corte transversal evidenciando o limbo foliar ao lado da nervura central. (d-f) Corte transversal do limbo foliar, evidenciando estruturas. (trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular, cr = cristal, pp = parênquima paliádico, pe = parênquima esponjoso, pv = parênquima paravenal, fv = feixe vascular, ead = epiderme adaxial, eab = epiderme abaxial). Escalas: 200µm (c), 100µm (a, b), 50µm (d, e), 20µm (f).

***Calopogonium mucunoides* Desv.**

Os folíolos possuem mesófilo dorsiventral com parênquima paliçádico formado por duas a três camadas de células em paliçada e parênquima esponjosos com três a quatro camadas de células irregulares (Fig. 8c, e). Cristais prismáticos de oxalato de cálcio ocorreram dispersos no mesófilo e nervura central (Fig. 8b, d). Grandes lacunas de ar, formando canais de aeração, foram observadas no parênquima esponjoso (Fig. 8d, e, f).

A nervura central é convexa nas faces dorsal e ventral. O córtex, na face dorsal, é formado por uma a duas camadas de células parenquimáticas ovais portadoras de cristais prismáticos de oxalato de cálcio. O sistema vascular da nervura central é representado por um feixe colateral em forma de semiarco com as extremidades abertas circundado com uma calota (duas a três camadas) de fibras pericíclicas que se projeta e conecta o feixe vascular à epiderme de ambas as faces da nervura (Fig. 8a, b). Feixes colaterais de calibres variados, com ou sem extensão de bainha vascular, foram observados no mesófilo (Fig. 8d, f).





**Fig. 8.** Anatomia foliar de *Calopogonium mucunoides*. As imagens da esquerda (a, c, e) são de amostras fixadas e as imagens da direita (b, d, f) são de amostras herborizadas. (a) Corte transversal da nervura central de amostra coletada em campo. (b) Corte transversal da nervura central de amostra proveniente de exsicata. (c) Corte transversal evidenciando o limbo foliar ao lado da nervura central. (d, e) Corte transversal do limbo foliar, evidenciando estruturas. (f) Corte transversal do bordo. (est = estômato, trt = tricoma tector, cr = cristal, pp = parênquima paliçádico, pe = parênquima esponjoso, fv = feixe vascular, la = lacuna de ar, ead = epiderme adaxial, eab = epiderme abaxial). Escalas: 200µm (c), 100µm (a [imagem maior], b, d, e, f), 50µm (a [imagem menor]).

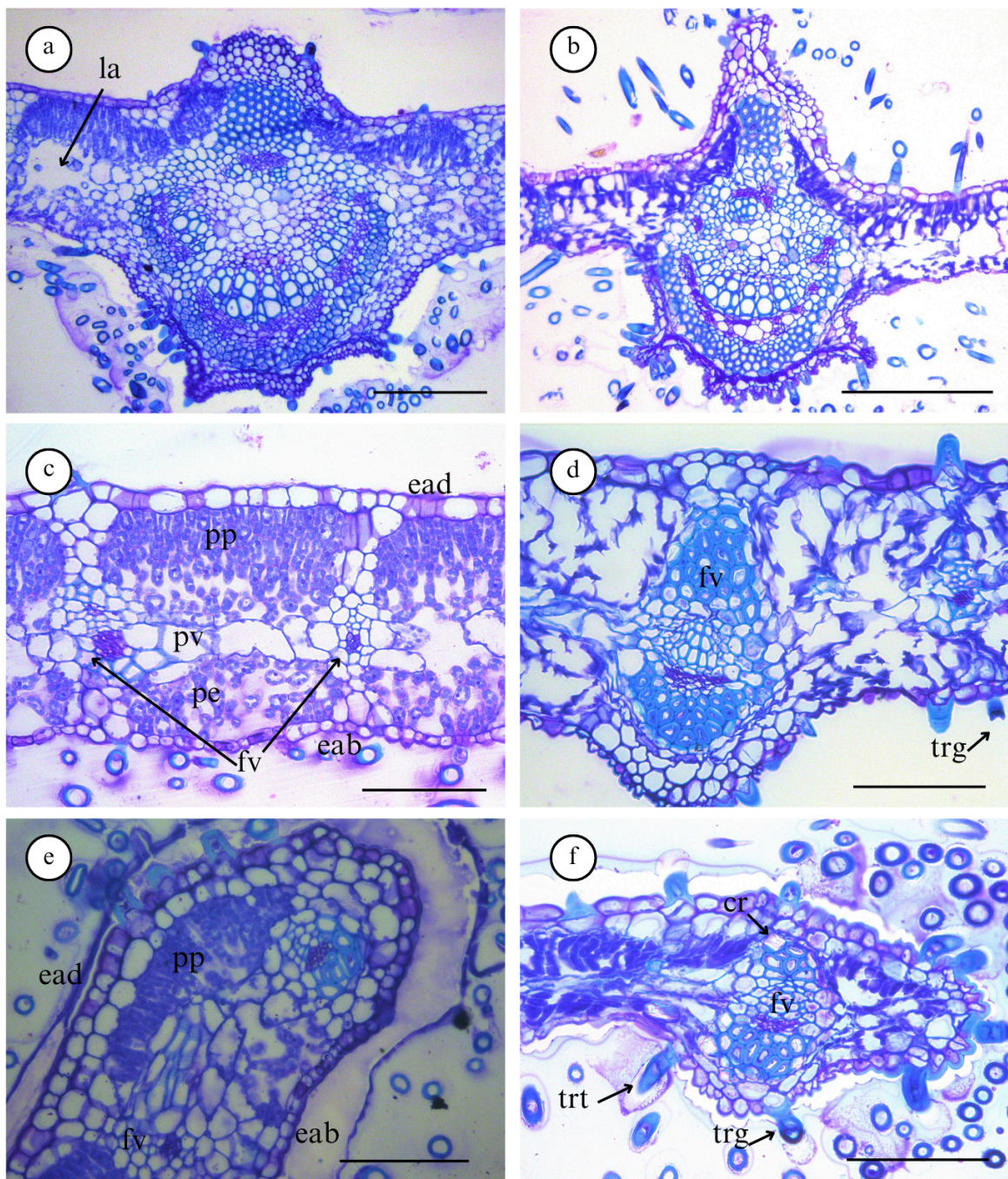


***Calopogonium caeruleum* (Benth.) C.Wright.**

No estudo anatômico, o folíolo de *C. caeruleum* apresentou mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico formado por três a quatro camadas de células em paliçada e parênquima esponjoso com quatro a cinco camadas de células irregulares (Fig. 9c). Cristais prismáticos de oxalato de cálcio foram observados dispersos pelo mesofilo (Fig. 9d). Lacunas de ar, formando canais de aeração, foram observadas ao longo do mesofilo (Fig. 9a).

A nervura central é convexa e saliente nas faces dorsal e ventral. O córtex, na face dorsal, é formado por três a quatro camadas de células parenquimáticas com tamanhos e formatos irregulares. O sistema vascular da nervura central é formado por quatro feixes colaterais de tamanhos diferentes dispostos em um arco, sendo o feixe menor localizado na face ventral da nervura (Fig. 9a, b). Cada feixe vascular possui uma calota de fibras pericíclicas, sendo mais desenvolvidas na face dorsal da nervura. Feixes colaterais de calibres variados, com extensão de baixa parenquimática conectando os feixes à epiderme em ambas as faces do limbo, e parênquima paravenal conectando lateralmente os feixes vasculares foram observados no mesofilo (Fig. 9 c, d). No bordo foliar, a extensão da bainha é formada por fibras (Fig. 9e, f).

As principais diferenças da anatomia foliar das quatro espécies estudadas estão apresentadas na tabela 3.



**Fig. 9.** Anatomia foliar de *Calopogonium caeruleum*. As imagens da esquerda (a, c, e) são de amostras fixadas e as imagens da direita (b, d, f) são de amostras herborizadas. (a) Corte transversal da nervura central de amostra coletada em campo. (b) Corte transversal da nervura central de amostra proveniente de exsicata. (c, d) Corte transversal do limbo foliar. (e, f) Corte transversal do bordo. (est = estômato, trt = tricoma tector, trg = tricoma glandular, cr = cristal, pp = parênquima paliádico, pe = parênquima esponjoso, pv = parênquima paravenal, fv = feixe vascular, ead = epiderme adaxial, eab = epiderme abaxial). Escalas: 200 $\mu$ m (a,b), 100 $\mu$ m (c, d, e, f).

**Tabela 3.** Características de anatomia foliar presentes nas espécies de *Calopogonium*. PV – Parênquima Paravenal, PP – Camadas de Parênquima Paliçádico, PE – Camadas de Parênquima Esponjoso, LA - Lacunas de ar.

| <b>Espécie</b>                   | <b>PV</b> | <b>PP</b> | <b>PE</b> | <b>LA</b> | <b>CRISTAIS</b> |
|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| <i>Calopogonium velutinum</i>    | X         | 2         | 2-3       |           | X               |
| <i>Calopogonium galactioides</i> | X         | 2         | 2         |           | X               |
| <i>Calopogonium mucunoides</i>   |           | 2-3       | 3-4       | X         | X               |
| <i>Calopogonium caeruleum</i>    | X         | 3-4       | 4-5       | X         | X               |

Em termos de anatomia foliar, todas as espécies de *Calopogonium* possuem mesofilo dorsiventral com parênquima paliçádico composto por, no mínimo, duas camadas de células alongadas e parênquima esponjoso com células irregulares e espaços intercelulares. Todas possuem cristais prismáticos de oxalato de cálcio no mesofilo. A epiderme é caracterizada pela presença de papilas por toda a nervura central. O sistema vascular da nervura central das quatro espécies é formado por feixes colaterais dispostos em arco (*C. caeruleum*) ou semiarco (*C. velutinum*, *C. galactioides* e *C. mucunoides*) com variações no número de feixes.

Apesar das semelhanças, as quatro espécies também possuem diferenças que podem facilitar a distinção entre elas (Tabela 3). *C. caeruleum* apresentou o maior número de camadas no parênquima paliçádico (3-4) e esponjoso (4-5). Lacunas de ar foram observadas em *C. mucunoides* e *C. caeruleum*, mas não em *C. velutinum* ou *C. galactioides*. *C. mucunoides* foi a única espécie a não apresentar parênquima paravenal.

#### 4. DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos pelo presente estudo, foi demonstrado que as folhas, componentes do perianto, brácteas e bractéolas das espécies de *Calopogonium* possuem caracteres morfológicos, e no caso das folhas, anatômicos importantes na delimitação do gênero e na identificação de alguns táxons. Adicionalmente, possuem importância ecológica, uma vez que as características encontradas nas superfícies foliares como presença e padrão de distribuição dos estômatos, ornamentação da cutícula, morfologia dos tricomas tectores e glandulares, presença e padrão de ceras epicuticulares e presença de canais de aeração podem determinar, entre outros fatores, a sobrevivência dos indivíduos em certas condições adversas (WEINER 2004, ARIANO & SILVA 2016).

As espécies de *Calopogonium* estudadas ocorrem principalmente em regiões tropicais e secas e características como presença de tricomas em todas as partes da planta são importantes para que estas plantas sobrevivam a ambientes secos. Os tricomas são projeções epidérmicas que podem ser unicelulares ou multicelulares, glandulares ou não glandulares, e estão presentes na maioria das plantas vasculares (VARGAS et al. 2018). Os tricomas exercem funções ecológicas cruciais: os tricomas tectores atuam como barreiras físicas contra herbivoria, enquanto os glandulares produzem e armazenam metabólitos secundários com propriedades defensivas, como alcaloides, terpenoides e compostos fenólicos (FENG et al. 2021). Trabalhos como o de Johnson & Baucom (2024) demonstram que certos tipos de tricomas, como os ramificados, contribuem simultaneamente para a resistência contra herbicidas e herbívoros, indicando um papel duplo na defesa vegetal. A variação na densidade e no tipo de tricoma também pode refletir adaptações a diferentes condições ambientais. Estudos indicam uma possível associação entre a maior densidade de tricomas em folhas de Fabaceae a ambientes com maior exposição à luz e menor umidade, sugerindo que essas estruturas tenham um papel na regulação térmica, controle da perda de água e proteção contra fatores abióticos (LATIFA et al. 2024). Outros estudos morfológicos e anatômicos em leguminosas brasileiras, como os de Devecchi et al. (2018) mostraram que a presença, forma e disposição de tricomas são consistentes com padrões filogenéticos, reforçando a importância adaptativa e taxonômica destas estruturas.

A diversidade morfológica dos tricomas tem sido amplamente utilizada na delimitação de táxons dentro de Fabaceae (SEIXAS et al. 2019, GISSI et al. 2022). Segundo

Metcalf & Chalk (1950), essas estruturas são extensões da epiderme que variam amplamente de forma, distribuição e função, sendo importantes para a sistemática vegetal por oferecerem caracteres com valor diagnóstico em diversos níveis taxonômicos, como espécies, gêneros e famílias. Todas as espécies de *Calopogonium* apresentaram os mesmos tipos de tricomas, tanto tectores como glandulares, mostrando que as características encontradas são unificadoras no gênero.

Com relação a outras características importantes para adaptação das plantas aos ambientes secos, podemos citar os estômatos. Os estômatos são estruturas da epiderme foliar responsáveis por regular trocas gasosas entre a planta e o ambiente, desempenhando funções essenciais tanto na absorção de CO<sub>2</sub> para fotossíntese quanto na liberação de vapor d'água pela transpiração (ESAU 1974; TAIZ et al. 2017). Todas as espécies de *Calopogonium* apresentaram estômatos com anel periestomático, que são frequentemente associados com ambientes xéricos, protegendo o indivíduo da transpiração excessiva (FAHN & CUTLER, 1992). A distribuição dos estômatos pode variar entre os táxons e está diretamente associada às condições ecológicas de ocorrência dos mesmos. Folhas com estômatos distribuídos em ambas as faces (anfiestomáticas) são típicas de ambientes abertos e bem iluminados, favorecendo uma maior eficiência fotossintética e facilitando a dissipação térmica (LARCHER 2004; ZSÖGÖN et al. 2015). Por outro lado, espécies com folhas hipoestomáticas, cujos estômatos estão restritos à face abaxial, tendem a ocupar habitats onde a incidência solar direta é mais moderada ou onde há maior restrição hídrica, reduzindo assim a perda de água por evaporação (WILKINSON 2009). No presente estudo, essa variação foi observada entre as espécies de *Calopogonium*: *C. galactioides* apresentou folhas hipoestomáticas, enquanto *C. velutinum*, *C. mucunoides* e *C. caeruleum* exibiram folhas anfiestomáticas. Dados de distribuição indicam que *C. galactioides* ocorre preferencialmente em áreas de vegetação mais densa ou em matas sazonais secas do Cerrado e da Caatinga, com sombreamento parcial e clima com alternância de períodos secos e chuvosos (CARVALHO-OKANO & LEITÃO-FILHO 1985). As demais espécies, por sua vez, são frequentes em ambientes mais abertos, como campos e cerrados, onde a presença de estômatos nas duas faces da folha possibilita trocas gasosas mais eficientes sob alta luminosidade (OLIVEIRA et al. 2005). Além disso, a distribuição estomática é um caráter frequentemente utilizado na delimitação de grupos dentro de Leguminosae, contribuindo tanto na identificação quanto na compreensão das relações evolutivas entre táxons (METCALFE & CHALK 1950; GISSI et al., 2022). Assim, o padrão hipoestomático

observado em *C. galactioides* pode refletir uma estratégia adaptativa associada ao microclima de seu habitat, mas também representa um possível caráter diagnóstico útil na taxonomia do gênero *Calopogonium*. Importante mencionar, que *Calopogonium galactioides* é uma espécie que necessita de estudos adicionais, pois morfologicamente é a única espécie que possui características bem distintas das outras espécies do gênero (FORTUNA-PEREZ, com. pess.), como folhas com folíolos laterais assimétricos e glabros (NASCIMENTO 2024)

Ceras epicuticulares com padrão frouxamente enrolado foram encontradas em indivíduos de *C. velutinum*, *C. galactioides* e *C. caeruleum*. Contudo, foi observado tanto indivíduos com estas ceras como também sem ceras epicuticulares, existindo a possibilidade de também ocorrer em *C. mucunoides*, apenas não nos indivíduos analisados neste estudo. A forma como as ceras epicuticulares são depositadas resulta da interação entre fatores ambientais e a constituição genética da planta, podendo ser alterada por condições abióticas como exposição ao vento, intensidade luminosa, presença de microrganismos e poluentes atmosféricos (JUNIPER & JEFFREE 1983).

Em relação a anatomia foliar, a presença de canais de aeração ou lacunas de ar amplas no mesófilo foliar foi observada em *C. mucunoides* e *C. caeruleum*, enquanto estava ausente em *C. velutinum* e *C. galactioides*. Essas estruturas, frequentemente formadas no parênquima esponjoso, estão associadas à facilitação da difusão de gases no interior do tecido e são comuns em espécies adaptadas a ambientes com maior umidade ou sujeitas a flutuações hídricas, como áreas sazonalmente alagadas ou de solo com boa retenção de água (ESAU 1974). A ocorrência desses canais nas duas espécies mencionadas pode indicar uma adaptação fisiológica à oxigenação dos tecidos foliares sob condições de maior umidade ou sombreamento parcial, como observado em habitats de mata seca ou bordas de vegetação do Cerrado. Por outro lado, a ausência dessas lacunas em *C. velutinum* e *C. galactioides*, associada a uma anatomia foliar mais compacta, pode refletir uma estratégia voltada à economia de água, típica de espécies que habitam ambientes mais abertos e secos, como os campos e cerradões, onde a disponibilidade hídrica é sazonal (LARCHER 2004; OLIVEIRA et al. 2005).

Por fim, *Calopogonium mucunoides* foi a única espécie a não apresentar parênquima paravenal. Este consiste em células parênquimáticas localizadas lateralmente aos feixes vasculares, atuando como elo funcional entre os tecidos condutores e as demais regiões



fotossintetizantes da folha (METCALFE & CHALK 1950). Em termos taxonômicos, a ocorrência e a organização do parênquima paravenal têm sido consideradas caracteres com potencial diagnóstico dentro de Fabaceae, especialmente quando avaliadas em conjunto com outras estruturas como bainhas vasculares e canais de aeração (DEVECCHI et al. 2014; GISSI et al. 2022), ou características anatômicas foliares, como o tipo de mesofilo, a morfologia da nervura central e a distribuição estomática (METCALFE & CHALK 1950; GISSI et al. 2022; DEVECCHI et al. 2014).

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos em relação a microestrutura de superfície possuem valor unificador e também diagnóstico e podem contribuir para agrupar e/ou segregar os táxons conforme suas afinidades dentro do grupo em questão. Adicionalmente, as características anatômicas observadas também apresentaram potencial como caráter taxonômico dentro do grupo.

O conjunto de características levantadas neste estudo também possibilitam comparações da relação da morfoanatomia com o tipo de ambiente de ocorrência dessas espécies, que se dá, sobretudo, em áreas abertas de vegetações diversas, preferencialmente secas.

## **6. DIFICULDADES TÉCNICAS**

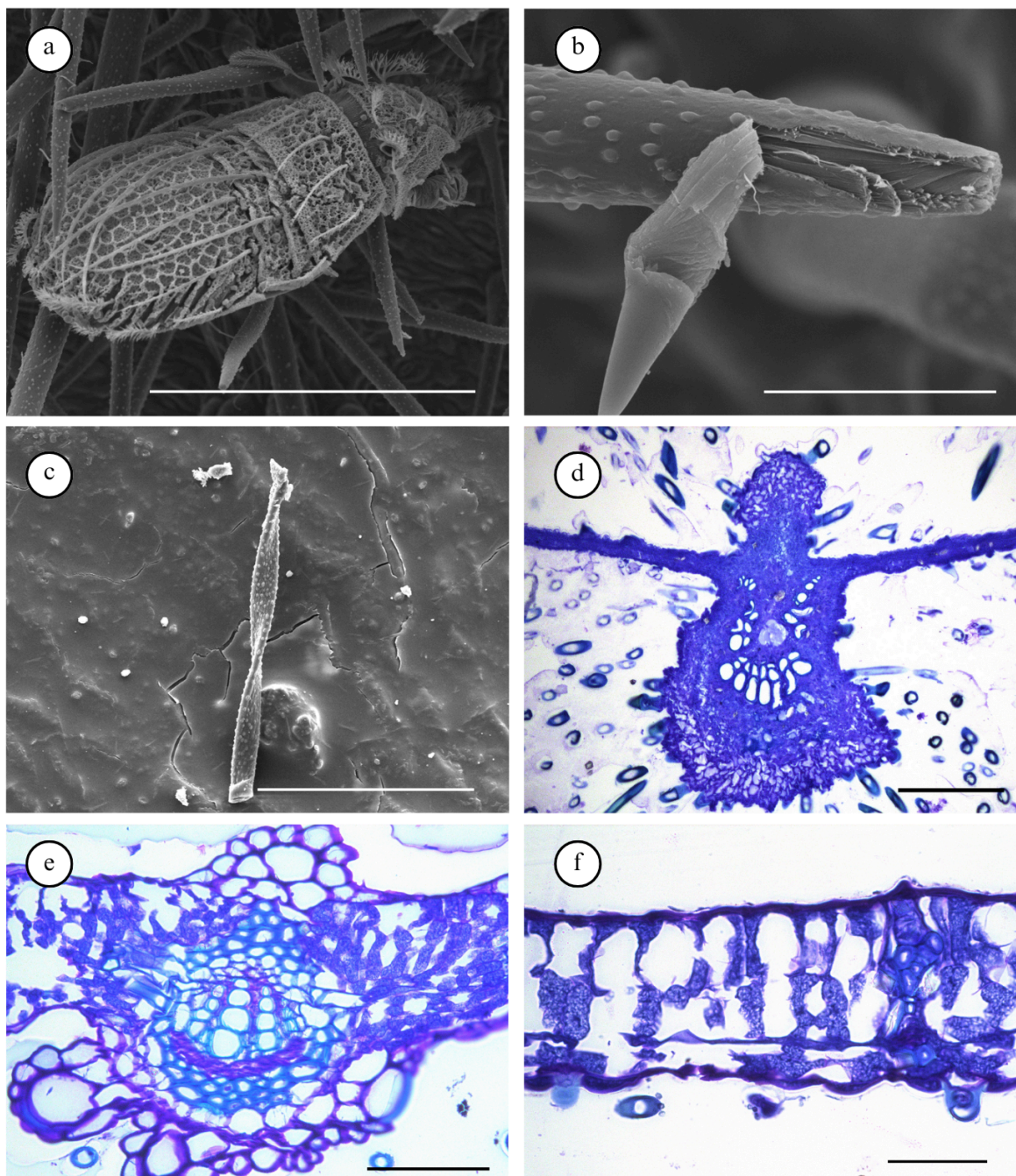
O presente trabalho foi realizado, primeiramente, com amostras provenientes de material herborizado e, posteriormente, com material coletado em campo e fixados em álcool 70%. Algumas dificuldades surgiram nas análises por parte do material herborizado, sendo necessário novas análises com material recém-coletado (Fig. 10). Entre essas dificuldades, destacam-se: as estruturas/órgãos não estavam bem preservadas nas exsicatas disponíveis. Além disso, notamos que os tricomas glandulares presentes nas amostras herborizadas, quando comparados com as amostras coletadas e fixadas no campo apresentaram deformações e colapso das células da cabeça secretora.

Problemas de artefato também foram observados nos cortes anatômicos provenientes de material herborizado. Os cortes anatômicos de folíolos recém-coletados foram os que apresentaram melhores resultados, com estruturas bem preservadas e sem deformações.

Algumas das exsicatas são antigas e mal preservadas, restringindo a disponibilidade do material que poderia ser retirado para os estudos pretendidos. Algumas exsicatas não tinham flores, brácteas, bractéolas ou estípulas. Por conta disso, as flores eram restringidas a apenas uma (quando disponível) por exsicata e devido ao tamanho reduzido do material e delicadeza do perianto, a única opção foi colar diretamente no porta-amostras, dificultando a análise das duas superfícies das pétalas.

No estudo anatômico, a abundância de tricomas tectores dificultou a inclusão das amostras em resina. Diversos testes foram realizados e os melhores resultados foram obtidos com aquelas amostras imersas em resina por aproximadamente 3 meses. Ressalta-se que todas as amostras foram sujeitas as mesmas técnicas de análise, todas passaram pelo mesmo processo e tempo de reidratação, desidratação alcoólica, inclusão de resina e corte, contudo, as amostras que apresentaram os melhores resultados foram aqueles recém-coletadas e imediatamente fixadas pós-coleta. Estes resultados levantam questões importantes que devem ser consideradas em estudos anatômicos com material herborizado, especialmente quando se buscam caracteres de valor taxonômico, com risco de interpretações equivocadas.

No estudo ao MEV, o material fixado apresentou melhores condições de preservação, permitindo que as análises obtivessem resultados mais precisos, sem tantas rachaduras, perda de partes e colapso de tricomas ou artefatos. Isso demonstra como as condições da amostra pré-análises podem impactar significativamente os resultados de estudos morfológicos e anatômicos.



**Fig. 10.** Exemplos de dificuldades apresentadas por amostras herborizadas das espécies de *Calopogonium* durante o desenvolvimento do estudo. (a) Invertebrado presente em amostra de *Calopogonium velutinum*. (b) Tricoma tector danificado em amostra de *Calopogonium velutinum*. (c) Superfície adaxial de *Calopogonium galactioides* com rachaduras e artefatos. (d) Corte transversal da nervura central de *Calopogonium velutinum* com tecidos colapsados e distorções de forma. (e) Corte transversal da nervura central de *Calopogonium mucunoides* com células distorcidas. (f) Corte transversal do mesofilo de *Calopogonium galactioides* com deformações nos tecidos. Escalas: 200µm (a, d), 100µm (c, e), 50µm (f), 20µm (b).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIANO, A.P.R., SILVA, I.V.D. (2016). Leaf anatomy of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in three phytophysiognomies of the Mato Grosso State, Brazil. *Acta Amazonica*, 46: 119- 126.
- CÂNDIDO, E.S., FORTUNA-PEREZ, A.P., BEZERRA, L.M.P.A., ARANHA FILHO, J.L.M. (2014). A new species of *Eriosema* (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) from Minas Gerais, Brazil. *Phytotaxa* 178, 229. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.178.3.11>.
- CARVALHO-OKANO, R.M., LEITÃO-FILHO, H.F. (1985). Revisão taxonômica do gênero *Calopogonium* Desv. (Leguminosae - Lotoideae) no Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 8: 31-45.
- CASTELAZO, C.D., GRAY, V. R., ORTEGA, F. (2005). Morphological and Secretary Characterization of Extrafloral Nectaries in Plants of Costal Veracruz, Mexico. *Annals of Botany* 96(7): 1175–1189.
- CASTRO SILVA, I., MOURA, T.M., GISSI, D.S., FORTUNA-PEREZ, A.P. (2021). A new species of *Nissolia* Jacq. (Leguminosae, Papilionoideae) from Northern Brazil, recording a new gland type for the genus. *Phytotaxa* 482: 80–86. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.482.1.9>.
- DEVECCHI, M.F., PIRANI, J.R., FLAVIA, G., MELO-DE-PINNA, A. (2014). Comparative leaf anatomy and morphology of some Brazilian species of *Crotalaria* L. (Leguminosae: papilionoideae: crotalarieae). *Acta Botanica Brasilica* 28: 583–593. <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3517>.
- ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- EVERT, R. 2006. Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body - their structure, function and development. 3 ed. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- FENG, Z. et al. Glandular trichomes: new focus on horticultural crops. *Horticulture Research*, v. 8, p. 158, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00592-1>.

- FORTUNA-PEREZ, A.P., CASTRO, M.M., TOZZI, A.M.G.A. (2012). Leaflet secretory structures in five taxa of the genus *Zornia* J.F. Gmel. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) and their systematic significance. *Plant Systematics and Evolution* 268: 1415–1424.
- FORTUNA-PEREZ, A.P., VATANPARAST, M., CANDIDO, E.S., VARGAS, W. (2016). *Zornia melanocarpa* (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae), a New Species from Serra do Espinhaço, Brazil, and its Phylogenetic Position in the Genus. *Systematic Botany* 41 (2): 298–306.
- FORTUNA-PEREZ, A.P., CANDIDO, E.S., SILVA, M. J., VARGAS, W., BEZERRA, L.M. P. A., VATANPARAST, M. (2018). A Noteworthy New Species of *Eriosema* (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae) from Goiás State, Brazil, Including an Identification Key Systematic Botany. *Systematic Botany* 43: 198–205.
- FORTUNA-PEREZ, A.P., MARINHO, C.R., VATANPARAST, M., VARGAS, W., IGANCI, J.R.V., LEWIS, G.P., CANDIDO, E.S., MOURA, T.M., MONTEIRO, T.C., MIOTTO, S.T., TEIXEIRA, S.P. (2021). Secretory structures of the *Adesmia* clade (Leguminosae): Implications for evolutionary adaptation in dry environments. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 48: 125588.
- FRANCINO, D.M.T., COUTINHO, Í.A.C., DALVI, V.C., AZEVEDO, A.A., CONCEIÇÃO, A.S., MEIRA, R.M.S.A. (2015). Anatomical interpretations of the taxonomy of *Chamaecrista* (L.) Moench sect. *Absus* (Leguminosae–Caesalpinioideae). *Plant Systematic and Evolution* 301: 2087–2103. <https://doi.org/10.1007/s00606-015-1208-z>
- GISSI, D.S., SEIXAS, D.P., FORTUNA-PEREZ, A.P., TORKE, B.M., SIMON, M.F., SOUZA, G., LEWIS, G.P., RODRIGUES, T.M. (2022). Leaf and stem anatomy of the *Stylosanthes guianensis* complex (Aubl.) Sw. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) and its systematic significance. *Flora* 287: 151992. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151992>
- NASCIMENTO, G.M. (2024). Revisão taxonômica das espécies de *Calopogonium* Desv. na América do Sul e *Teramnus* P.Browne ocorrentes no Brasil (Leguminosae, Papilionoideae, Phaseoleae). Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo.

- JOHNSON, N. M.; BAUCOM, R. S. The double life of trichomes: understanding their dual role in herbivory and herbicide resistance. *Evolution*, v. 78, n. 6, p. 1121–1132, 2024. <https://doi.org/10.1093/evolut/qpae048>.
- JUNIPER, B.E., JEFFREE, C.E. (1983). Plant surfaces. Edward Arnold, London.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. 5. ed. São Carlos: RiMa, 2004.
- LATIFA, R.; NURROHMAN, E.; HADI, S. Characteristic exploration of family Fabaceae leaf trichomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, v. 10, n. 8, p. 4589–4598, 2024. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.6721>.
- LORENZI, H. (2014). Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: Plantio Direto e Convencional - 7ªed., Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- MENDES, K.R., FORTUNA-PEREZ, A.P., RODRIGUES, T.M. (2019). Leaflet anatomy of Poiretia Vent. (Leguminosae, Papilionoideae, Dalbergieae) with emphasis on internal secretory structures in support of taxonomy. *Flora* 260. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151484>.
- METCALFE, C. R., CHALK, L. (1950). Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses, vol.I. Clarendon Press, Oxford.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N., MCCULLY, M.E. (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59:368-373.
- OKANO, R. M. C. (1982). Revisão Taxonômica do Gênero *Calopogonium* Desv. no Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- OLIVEIRA, R. S. et al. Water sources of plants in a seasonally dry tropical forest in eastern Brazil. *Oecologia*, v. 142, p. 332–341, 2005.
- ROBARDS, A.W. (1978). An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. In: Hall, J.L. (Ed.), *Electron Microscopy and Cytochemistry of Plant Cells*. Elsevier, New York, pp. 343–403.



- ROSHCHINA, V. V; ROSHCHINA, V. D. (1993). The excretory function of higher plants. Springer-Verlag, New York.
- SARTORI, A.L.B., TOZZI, A. (2002). Comparative leaflet anatomy in *Myrocarpus* Allemao, *Myroxylon* L.f and *Myrospermum* Jacq. (Leguminosae-Papilionoideae-Sophoreae) species. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 140: 249–259.
- SEIXAS, D. P. et al. (2019). Leaf anatomical features of the *Eriosema* campestre complex and potential taxonomic implications. *Flora*, v. 253, p. 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.03.011>.
- SOLEREDER, H. (1908). Systematic Anatomy of the Dicotyledons: A handbook for laboratories of pure and applied botany, vol 1, Oxford at the Carendon press.
- SOLEREDER, H. (1908). Systematic Anatomy of the Dicotyledons: A handbook for laboratories of pure and applied botany, vol 2, Oxford at the Carendon press.
- TAIZ, L. et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- VARGAS, W., MACHADO, S.R., LEWIS, G.P., CANDIDO, E.S., VATANPARAST, M., FORTUNA-PEREZ, A.P. (2018). Revisiting the Leaflet Secretary Structures in Subtribe Cajaninae Benth. (Leguminosae, Phaseoleae). *International Journal of Plant Sciences* 179 (9) <https://doi.org/10.1086/699288>.
- WEINER, J. Allocation, plasticity and allometry in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 6, n. 4, p. 207–215, 2004.
- WILKINSON, M. D. The functional significance of stomatal patterning in plants. *New Phytologist*, v. 182, n. 2, p. 287–290, 2009.
- ZSÖGÖN, A. et al. Morphological, anatomical, and physiological acclimations of leaves in response to light intensity. *Plant Science*, v. 231, p. 101–109, 2015.

## FONTE DE IMAGENS

QUEIROZ, R. T. *Fabaceae - Calopogonium velutinum* (Benth.) Amshoff. Fabaceae - Leguminosae no Brasil, Crato, 08 jul. 2019. Disponível em:

[https://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com/2019/07/fabaceae-calopogonium-velutinum-bent  
h.html](https://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com/2019/07/fabaceae-calopogonium-velutinum-bent.html).