



**Universidade Federal de Goiás
Instituto de Ciências Biológicas
Curso de Ciências Biológicas Bacharelado**



Nathalia Ferreira Cantuario

Anatomia caulinar e foliar de *Pilea peperomioides* Diels (Urticaceae) com ênfase nas suas estruturas secretoras

GOIÂNIA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Nathalia Ferreira Cantuario

Título do trabalho: "Anatomia caulinar e foliar de *Pilea peperomioides* Diels (Urticaceae) com ênfase nas suas estruturas secretoras"

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Leticia De Almeida Goncalves, Professor do Magistério Superior**, em 12/12/2024, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nathalia Ferreira Cantuario, Discente**, em 12/12/2024, às 15:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5024394** e o código CRC **87C70861**.

Nathalia Ferreira Cantuario

Anatomia caulinar e foliar de *Pilea peperomioides* Diels (Urticaceae) com ênfase nas suas estruturas secretoras

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Bacharelado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do título de Bacharel(a) em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Dr^a. Leticia de Almeida Gonçalves

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Cantuário, Nathalia Ferreira
Anatomia caulinar e foliar de *Pilea peperomioides* Diels
(Urticaceae) com ênfase nas suas estruturas secretoras [manuscrito]
/ Nathalia Ferreira Cantuário. - 2024.
XXVI, 26 f.

Orientador: Profa. Dra. Leticia de Almeida Gonçalves.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Ciências
Biológicas, Goiânia, 2024.

Inclui fotografias.

1. anatomia. 2. cristólitos. 3. bolsas secretoras. 4. hidatódios. 5.
tricoma peltado. I. Gonçalves, Leticia de Almeida, orient. II. Título.

CDU 581



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos cinco dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e quatro iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Anatomia caulinar e foliar de *Pilea peperomioides* Diels (Urticaceae) com ênfase nas suas estruturas secretoras” de autoria de Nathalia Ferreira Cantuário, do curso de Ciências Biológicas Bacharelado, do Instituto de Ciências Biológicas da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Dra. Leticia de Almeida Gonçalves - Instituto de Ciências Biológicas/ UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Dra. Dalva Graciano-Ribeiro - Instituto de Ciências Biológicas/ UFG e Dr. Renê Gonçalves da Silva Carneiro - Instituto de Ciências Biológicas/ UFG. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10,0 (dez), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Leticia De Almeida Gonçalves, Professor do Magistério Superior**, em 06/12/2024, às 13:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Dalva Graciano Ribeiro, Professora do Magistério Superior**, em 06/12/2024, às 14:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rene Gonçalves Da Silva Carneiro, Professor do Magistério Superior**, em 12/12/2024, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5008713** e o código CRC **5547895E**.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Goiás, ao Departamento de Botânica e ao Laboratório de Anatomia Vegetal pela oportunidade de receber um ensino de qualidade, que instiga e estimula o pensamento crítico e a criatividade. O ambiente acolhedor e desafiador contribui muito para minha formação acadêmica.

Ao Programa de Educação Tutorial (PETBio UFG), pela iniciação à pesquisa e ao método científico, pela introdução à vida acadêmica, pela iniciação ao mundo do ensino, além de sempre instigar reflexões sobre melhorias para a sociedade e educação. Sou grata pelos momentos significativos para o meu crescimento e pelas amizades e colaborações que construí no programa.

À Prof.^a Dr.^a Leticia de Almeida Gonçalves por todos os anos de orientação e pelo suporte fundamental à minha formação. Agradeço não apenas pelo conhecimento teórico que compartilhou, mas também pela forma que me apoiou, sempre disposta a oferecer orientações e conselhos valiosos.

Ao técnico Dr. Lucas Nicioli Bandeira do Laboratório de Anatomia Vegetal ICB/UFG pela assistência com as técnicas de laboratório, pela disponibilidade em sempre me ajudar sempre que necessário e pela convivência que tornaram o ambiente de trabalho mais agradável.

À equipe do Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic) pela utilização do Microscópio eletrônico de Varredura (MEV) e pelas fotomicrografias que foram essenciais para a qualidade desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Antônio Alonso pelo apoio financeiro no uso do Microscópio eletrônico de Varredura que ampliou as possibilidades da pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Anatomia Vegetal pelo convívio e troca de experiências.

À colega de laboratório Dr.^a. Elienai Candida e Silva por estar sempre disponível a me ajudar com dúvidas sobre a escrita, técnicas e a organizar meus pensamentos. Além de disponibilizar o material necessário para a pesquisa.

As minhas amigas Camila Santana de Oliveira e Gleisla Iohanna Divina dos Santos com quem tive a sorte de conhecer no PETBio - UFG, compartilhamos momentos incríveis. A companhia de vocês tornaram os momentos na UFG melhores, mais leves e divertidos. Agradeço especialmente a Camila pelas discussões e disponibilidade de tempo para debater a elaboração dessa pesquisa.

À minha amiga de infância Lavinia Aguiar de Sousa, por ser uma constante fonte de apoio, sempre disposta a ouvir minhas reclamações e me aconselhar. Obrigada por estar sempre presente, mesmo à distância. Sua amizade é um pilar na minha vida.

Aos meus pais, Neiva Ferreira Oliveira e Edmar Bispo Cantuario, por todo apoio, amor e compreensão. Vocês sempre estiveram ao meu lado durante todos esses anos de graduação, e sou eternamente grata por isso.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho.

RESUMO

Pilea peperomioides, conhecida popularmente como a “planta chinesa do dinheiro”, é nativa da China, mas comercializada no Brasil pelo interesse ornamental. Dado que existem poucos trabalhos anatômicos sobre essa espécie, a pesquisa em questão teve como objetivo caracterizar anatomicamente o caule e a folha de *Pilea peperomioides*, com ênfase em suas estruturas secretoras, visando ampliar conhecimentos que possam subsidiar trabalhos taxonômicos e ecológicos sobre a espécie. O material botânico em floriculturas e foram utilizados dois indivíduos. Amostras da lâmina foliar, pecíolo e caule foram fixadas em FAA 50. Após inclusão em paraplast, as amostras da lâmina foliar e do pecíolo foram seccionadas em micrótomo rotativo. As secções à mão livre foram realizadas na lâmina foliar para estudo da epiderme e no caule. As secções paradérmicas da lâmina foliar foram submetidas à coloração com safranina, enquanto as secções transversais da lâmina, do pecíolo e do caule foram submetidas à dupla coloração, com safranina e azul de astra ou com fucsina básica e azul de astra em ácido tartárico. Lâminas semi-permanentes foram montadas em glicerina, e lâminas permanentes, em verniz vitral. A folha é epiestomática, com estômatos do tipo anisocíticos. Na lâmina foliar, a epiderme é unisseriada; estômatos, litocistos e tricomas ocorrem na face adaxial e ocupam o mesmo nível das células epidérmicas. O parênquima clorofiliano concentra-se na face adaxial e, na face abaxial, há várias camadas de hipoderme aquífera. O sistema vascular está representado por feixes vasculares colaterais. A nervura mediana possui contorno plano-convexo e apenas um feixe vascular colateral com formato de arco aberto; na porção mais convexa do contorno, ocorrem litocistos de forma esporádica. O pecíolo possui contorno arredondado com epiderme unisseriada. Os litocistos são visualizados em corte transversal com cistólitos de aspecto esférico. Internamente, ocorrem duas a três camadas de colênquima, seguidas por várias camadas de parênquima de preenchimento. O caule possui contorno arredondado e crescimento secundário. A epiderme é unisseriada, com cistólitos de aspecto esféricos. Internamente à epiderme, tem-se a formação da periderme e cinco a seis camadas de colênquima angular. As células do córtex e da medula armazenam amido, sendo este abundante na medula. O sistema secretor é composto por hidatódios, tricomas e bolsas secretoras. Os hidatódios distribuem-se em toda face abaxial da lâmina foliar, formando depressões na epiderme. Os tricomas glandulares, dispersos na face adaxial na folha, são peltados, formados por uma célula basal, um pedúnculo curto e uma cabeça multicelular. As bolsas secretoras estão associadas aos feixes vasculares de maior calibre da internervura, na nervura central, na margem foliar, e também no pecíolo, onde ocorrem associadas aos feixes vasculares. No caule, as bolsas secretoras estão distribuídas no córtex e medula; nesta última elas se encontram próximo ao xilema primário. Nas secções longitudinais do caule verificou-se que essas bolsas possuem o lúmen alongado e, por isso, podem ser consideradas ductos secretores. *P. peperomioides* possui características anatômicas já descritas para Urticaceae e para o gênero *Pilea*. Este estudo apresenta a caracterização detalhada do hidatódio de *P. peperomioides*, aspecto que não havia sido investigado anteriormente. Além disso, a espécie possui características anatômicas relacionadas à adaptação ao ambiente montanhoso e úmido em que vive na natureza.

Palavras-Chave: anatomia, cistólitos, bolsas secretoras, hidatódios, tricoma peltado

ABSTRACT

Pilea peperomioides, commonly known as the "Chinese money plant," is native to China but is commercially cultivated in Brazil due to its ornamental appeal. Given the scarcity of anatomical studies on this species, the present research aimed to anatomically characterize the stem and leaf of *Pilea peperomioides*, with an emphasis on its secretory structures, contributing to taxonomic and ecological studies on the species. Botanical material was obtained from floriculture shops, and two individuals were used. Samples of the leaf blade, petiole, and stem were fixed in FAA 50. After embedding in Paraplast, the leaf blade and petiole samples were sectioned using a rotary microtome. Hand sections were performed on the leaf blade for epidermis analysis and on the stem. Paradermal sections of the leaf blade were stained with safranin, while transverse sections of the blade, petiole, and stem were subjected to double staining with safranin and Astra blue or basic fuchsin and Astra blue in tartaric acid. Semi-permanent slides were mounted in glycerin, and permanent slides were mounted in glass varnish. The leaf is epistomatic, with anisocytic stomata. In the leaf blade, the epidermis is uniseriate; stomata, lithocysts, and trichomes occur on the adaxial surface and are positioned at the same level as the epidermal cells. The chlorophyllous parenchyma is concentrated on the adaxial side, while the abaxial side has several layers of water-storage hypodermis. The vascular system is composed of collateral vascular bundles. The midrib has a plano-convex contour with a single collateral vascular bundle shaped like an open arch; lithocysts occur sporadically on the most convex portion of the contour. The petiole has a rounded contour with a uniseriate epidermis. Lithocysts are observed in transverse sections with spherical cystoliths. Internally, there are two to three layers of collenchyma, followed by several layers of filling parenchyma. The stem has a rounded contour and exhibits secondary growth. The epidermis is uniseriate, with spherical cystoliths. Beneath the epidermis, periderm formation occurs, followed by five to six layers of angular collenchyma. The cortex and medullary cells store starch, which is abundant in the medulla. The secretory system consists of hydathodes, trichomes, and secretory sacs. Hydathodes are distributed throughout the abaxial surface of the leaf blade, forming depressions in the epidermis. Glandular trichomes, scattered on the adaxial surface of the leaf, are peltate, consisting of a basal cell, a short stalk, and a multicellular head. Secretory sacs are associated with larger vascular bundles in the interveinal regions, the central vein, the leaf margin, and the petiole, where they occur adjacent to vascular bundles. In the stem, secretory sacs are distributed in the cortex and medulla, the latter located near the primary xylem. Longitudinal sections of the stem revealed that these cavities have an elongated lumen and can therefore be classified as secretory ducts. *P. peperomioides* exhibits anatomical characteristics already described for Urticaceae and the genus *Pilea*. This study provides a detailed characterization of the hydathodes in *P. peperomioides*, an aspect that had not been previously investigated. Additionally, the species has anatomical features associated with adaptation to the mountainous and humid environments where it naturally occurs.

Keywords: anatomy, cystoliths, secretory sacs, hydathodes, peltate trichome

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS	11
4. DISCUSSÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A família Urticaceae é composta por seis tribos, com aproximadamente 55 gêneros e 2000 espécies, cuja distribuição é quase cosmopolita, sendo a região tropical o centro da diversidade. No Brasil, ocorrem cerca de 14 gêneros e 109 espécies, das quais 26 são endêmicas (Gaglioti *et al.*, 2023). Dentre os gêneros, *Pilea* Lindl. é o maior, em termos de número de espécies, compreendendo cerca de 600 a 715 espécies distribuídas pelos trópicos, subtropicos e regiões temperadas quentes (com exceção da Austrália e Nova Zelândia) (Burger, 1977; Monro, 2004).

Pilea peperomioides Diels, conhecida popularmente como a planta chinesa do dinheiro, é amplamente comercializada como planta ornamental. Nativa do sul da China, essa planta se desenvolve em locais sombreados e úmidos, geralmente nas bordas de penhascos ou sobre rochas cobertas de húmus, em altitude de 2.134 a 2.743 metros (Radcliffe, 1984; Diels 1912). Trata-se de uma herbácea, semi-suculenta, que pode chegar até 23 cm (no habitat natural) ou até 60 cm (em cultivo) de altura. Seus caules são robustos e secretam uma secreção resinosa. As folhas, dispostas em espiral e com longos pecíolos, possuem cristólitos fusiformes na superfície superior e diversos hidatódios circulares na superfície inferior (Radcliffe, 1984).

Os hidatódios, estruturas responsáveis pelo fenômeno de gutação, podem ser classificados, de acordo com sua localização na folha, em dois tipos: localizados na margem foliar ou distribuídos por toda a lâmina foliar, sendo estes últimos comuns nas Urticaceae (Belin-Depoux, 1989). No gênero *Pilea*, se localizam na parte inferior da folha, distribuídos de forma irregular na lâmina foliar ou restritos a região submarginal (Haberlandt, 1895). Lersten & Curtis (1991) sugerem que os hidatódios laminares representam uma característica importante unificadora das Urticaceae. Os cristólitos são universalmente encontrados em Urticaceae e podem apresentar diferentes formas, variando de fusiformes a puntiformes. Diversos tipos de cristólitos podem ocorrer tanto dentro de um mesmo gênero quanto dentro de uma mesma espécie (Friis, 1993).

Embora algumas características anatômicas para algumas plantas do gênero tenham sido investigadas, para *P. peperomioides* essas informações ainda são limitadas, em especial quanto à caracterização anatômica dos órgãos vegetativos e de suas estruturas secretoras. Em seu estudo sobre biomecânica foliar, Langer *et al.* (2021) apresentaram informações anatômicas relacionadas ao pecíolo. Da mesma forma, Jestrow (2012) mencionou algumas características anatômicas para *P. peperomioides*, mas sem análises anatômicas detalhadas ou observações sobre suas estruturas secretoras.

Os estudos morfoanatômicos ampliam informações sobre o gênero e, em particular, sobre a espécie fornecendo subsídios para o embasamento de trabalhos de cunho ecológico e taxonômico. Portanto, este trabalho propõe caracterizar o caule e a folha de *P. peperomioides* com

ênfase na ocorrência, distribuição e anatomia de suas estruturas secretoras. Além disso, busca correlacionar as características anatômicas à adaptação da planta às condições ambientais em que é encontrada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico foi obtido em floriculturas, sendo utilizado dois indivíduos. Para o estudo anatômico da folha, foram retiradas amostras de regiões de internervura, nervura e margem da lâmina além de regiões medianas do pecíolo. Para o estudo do caule, foram utilizados do terceiro ao sexto entrenós, a contar do ápice para a base. O material foi fixado em solução FAA 50 por 24 horas e, posteriormente, conservado em álcool etílico 70% (Johansen, 1940). As amostras foram utilizadas para a obtenção de secções paradérmicas, transversais e longitudinais, utilizando diferentes técnicas.

As secções à mão livre foram realizadas com o auxílio de lâminas de aço (i.e. lâminas de barbear) para obtenção de secções das faces adaxial e abaxial da lâmina foliar, e para secções transversais do caule. Após a execução, as amostras foram clarificadas em hipoclorito de sódio comercial (2,5% de cloro ativo) diluído em água destilada na proporção 3:7 (Kraus & Arduin, 1997), seguidos de lavagens com água destilada até que todo o hipoclorito fosse removido. As secções paradérmicas foram submetidas à coloração com a solução de safranina aquosa em concentração de 0.1% e as amostras do caule foram coradas com azul de astra 0.3% e safranina aquosa 0.1% na proporção (9:1) (Adaptado de Bukatsck 1972, modificado por Kraus & Arduin 1997). Após a coloração, as secções foram novamente lavadas em água destilada e lâminas histológicas semipermanentes foram montadas usando glicerina 50% (Purvis *et al.*, 1964).

Para obter as secções em micrótomo rotativo, o material foi incluído em Paraplast® seguindo o protocolo técnico abaixo. Amostras da lâmina foliar e do pecíolo foram desidratadas em série etílica até álcool 100% e, em seguida, em soluções de álcool e acetato de butila, nas proporções 3:1, 1:1, 1:3 até acetato de butila puro. O material foi mantido em acetato puro e Paraplast® por 24 horas. Posteriormente, a mistura de parafina com acetato de butila puro foi substituída por Paraplast® puro. O material foi emblocado em paraplast® puro utilizando moldes de alumínio (Kraus & Arduin, 1997). As secções foram obtidas em micrótomo rotativo da marca Leica modelo RM2245. As fitas de parafina foram dispostas nas lâminas de vidro que haviam sido previamente tratadas com adesivo de Haupt (Haupt, 1930). Em seguida, as fitas foram distendidas sobre as lâminas de vidro contendo água em uma placa aquecedora analógica.

Para realizar a coloração, o material foi submetido ao processo de desparafinização. As lâminas com as fitas de parafina foram dispostas em uma cuba e embebidas em acetato de butila

puro; em seguida, submetidas a soluções com acetato de butila e a série etílica decrescente, respectivamente. Parte do material foi submetido aos corantes azul de astra 0.3% e safranina aquosa 0.1% na proporção (9:1) (Kraus & Arduin, 1997) enquanto outra parte à coloração com os corantes azul de astra 0.3% em ácido tartárico 0.2% e fucsina básica 0.3% na proporção (3:1) (Roeser (1972) modificado por Luque *et al.*, 1996; Kropp, 1972). Após a coloração, o material passou pela série etílica crescente e depois pela série com acetato de butila crescente para confecção das lâminas em verniz vitral (Paiva *et al* , 2006). As secções foram observadas e fotografadas em microscópio da marca Leica modelo DM 500 acoplado à câmera fotográfica digital no Laboratório de Microscopia Eletrônica aplicada à Botânica.

Para a análise da superfície foliar em microscópio eletrônico de varredura (MEV), foram utilizadas amostras da lâmina foliar. O material foi desidratado em soluções crescentes de álcool etílico e, posteriormente, submetido ao processo de secagem até o ponto crítico com CO₂ líquido. As amostras foram então fixadas em suporte com cola de prata e coberto com ouro metálico de 10 nm de espessura. A documentação fotográfica foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo JSM – 6610 da marca Jeol equipado com espectroscopia de energia dispersiva (EDS) com detector da Thermo scientific NSS Spectral Imaging, no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução no Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás.

3. RESULTADOS

As plantas de *P. peperomioides* são comumente comercializadas pelas floriculturas em vasos plásticos contendo substratos bem aerados (Figura 1A). O processo de gutação pode ser visualizado na face abaxial da lâmina foliar (Figura 1B), o que facilita a coleta de amostras para a caracterização dos hidatódios. É possível observar manchas brancas em cima dos hidatódios devido a cristalização das substâncias contidas no líquido após evaporação (Figura 1C).



Figura 1 - *Pilea peperomioides*; A) Visão geral da planta. B) Gutação observada na face abaxial da lâmina foliar. C) Incrustações cristalizadas observadas sobre o hidatódio.

A epiderme da lâmina foliar é unisseriada (Figura 2A e 2B). As células epidérmicas propriamente ditas, na face adaxial, são visualmente menores e, em corte transversal, variam de arredondadas a tabulares (Figura 2A); já na face abaxial são mais alongadas periclinalmente (Figura 2B). Os estômatos, presentes apenas na face adaxial, estão localizados no mesmo nível das células epidérmicas propriamente ditas e possuem câmaras subestomáticas amplas (Figura 2A). Na face adaxial, ocorrem também litocistos com grandes cystólitos (Figura 2C). Nas secções paradérmicas é possível visualizar que os cystólitos são alongados (Figura 2D) e que os litocistos aparecem entre as células epidérmicas propriamente ditas, com o tamanho bem reduzido (Figura 2E). Os estômatos do tipo anisocítico são abundantes, com células guarda reniformes (Figura 2E e 2F). As células epidérmicas propriamente ditas são poligonais e possuem, em ambas as faces, paredes anticlinais retas (Figura 2E e 2G). Tricomas glandulares ocorrem de forma esparsa na face adaxial (Figura 2H).

Secções transversais da lâmina foliar revelam a ocorrência do parênquima clorofiliano voltado para a superfície adaxial, composto por uma camada de parênquima paliçádico e três a quatro camadas de parênquima esponjoso, com organização mais compacta (Figura 3A). Voltada para a face abaxial ocorre uma hipoderme aquífera com células grandes de paredes finas, que ocupa grande parte do mesofilo (Figura 3A). O sistema vascular é constituído por feixes vasculares do tipo colateral, delimitado por uma bainha parenquimática (Figura 3B). A nervura mediana, em corte transversal, possui contorno plano-convexo (Figura 3C). A epiderme (em ambas as faces) possui características anatômicas semelhantes às descritas para a região de internervura. Entretanto, na porção convexa da nervura central, as células são visualmente menores e têm formato cúbico, com ocorrência esporádica de litocistos na face abaxial (Figura 3C). O feixe vascular é do tipo colateral, com formato de arco aberto. Contudo, aparentemente parece estar em crescimento secundário. Bolsas secretoras ocorrem associadas próximas ao xilema (Figura 3D).

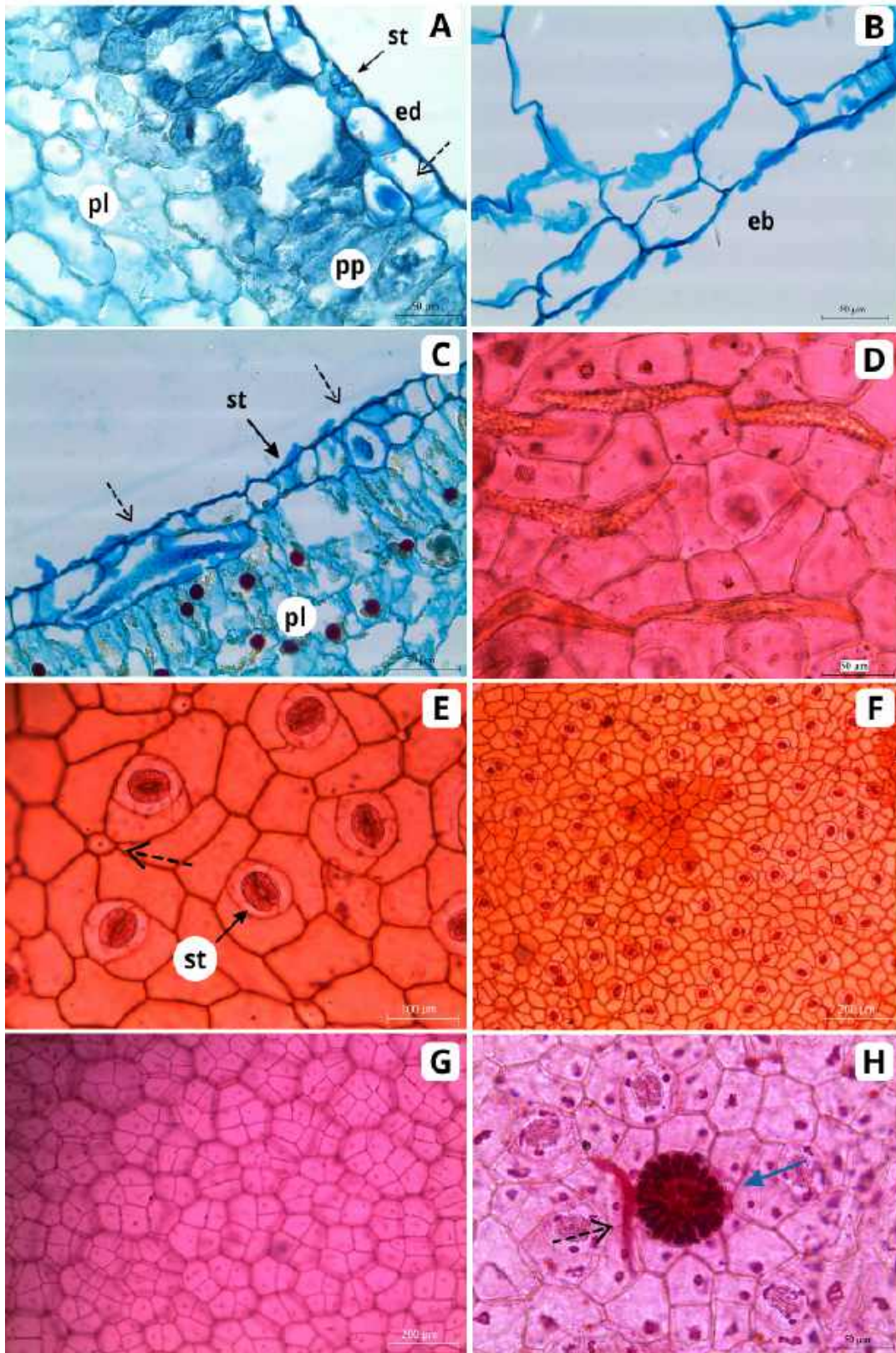


Figura 2 - Fotomicrografias das secções transversais (A, B, C) e paradérmicas (D, E, F, G e H) da lâmina foliar de *Pilea peperomioides*. A) Face adaxial com estômato com câmara subestomática ampla. B) Face abaxial. C) Litocisto com cistólitos alongados e esféricos. D) Cistólitos alongados. E) Estômatos anisocíticos. F) Estômatos abundantes na face adaxial. G) Face abaxial com paredes anticlinais retas. H) Tricoma na face adaxial. Face adaxial (ed); face abaxial (eb); estômato (st), seta preta indica estômato, seta tracejada indica litocisto e seta azul indica um tricoma.

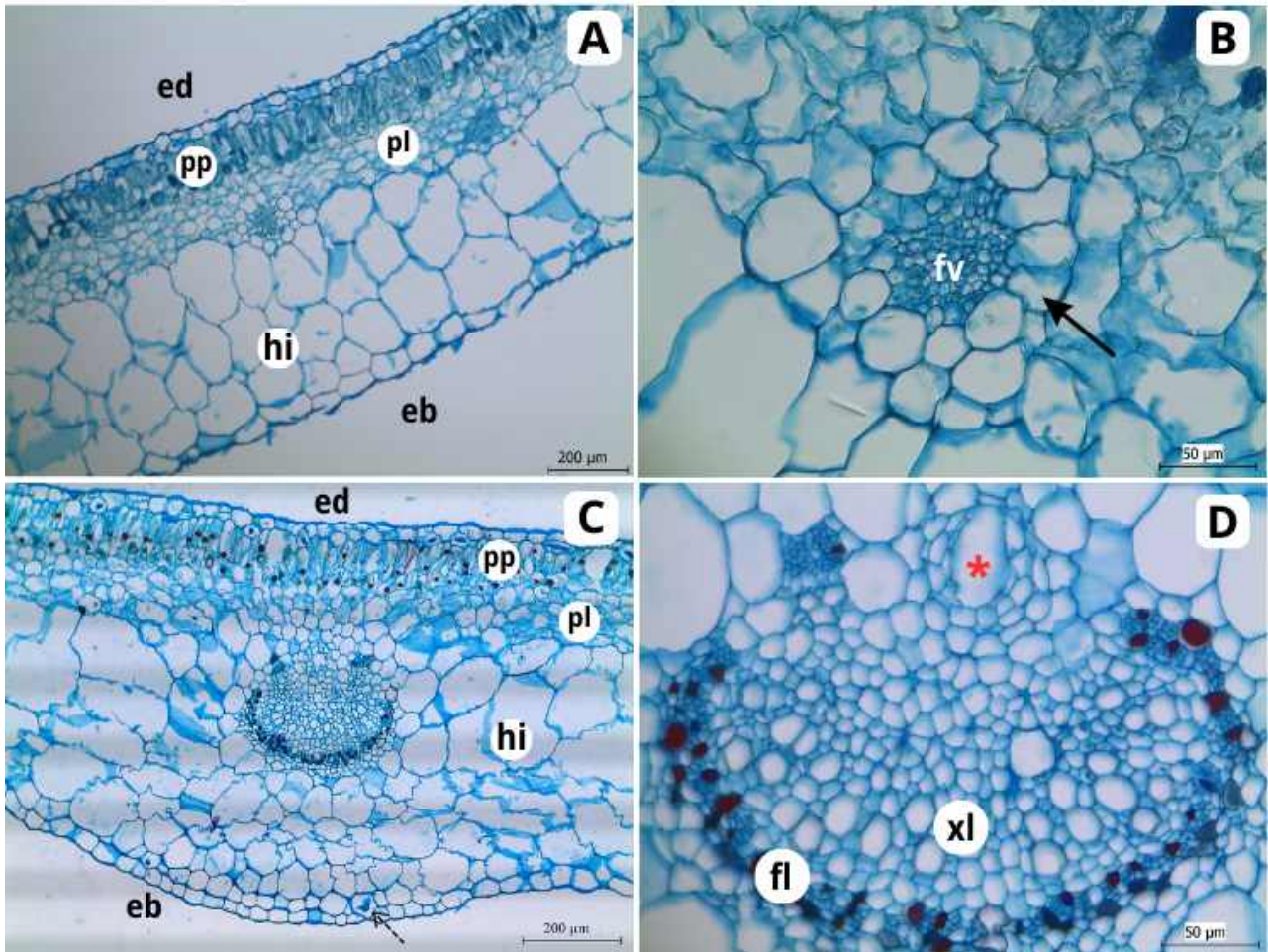


Figura 3 -Fotomicrografias da secção transversal da lâmina foliar de *Pilea peperomioides* na região de internervura (A e B) e nervura mediana (C e D). A) Aspecto geral da lâmina foliar. B) Feixe vascular do tipo colateral delimitado por uma bainha. C) Contorno plano-convexo da nervura mediana. D) Feixe vascular do tipo colateral. Face adaxial (ed); face abaxial (eb); parênquima paliçádico (pp); parênquima lacunoso (pl); hipoderme aquífera (hi); feixe vascular (fv); floema (fl); xilema (xl), seta preta indica a bainha dos feixes e seta tracejada preta indica litocisto.

O pecíolo possui, em corte transversal, um contorno arredondado (Figura 4A). A epiderme é unisseriada e as células epidérmicas propriamente ditas possuem formato cúbico, com paredes periclinais e anticlinais delgadas. Observam-se litocistos com cystólitos alongados no sentido periclinal e que, em corte transversal, são visíveis no formato esférico (Figura 4B). Internamente à epiderme ocorrem duas a três camadas de colênquima contínuo, do tipo angular e parênquima de preenchimento (Figura 4B). O sistema vascular aparenta estar em crescimento secundário, mas ainda é possível observar a organização em feixes vasculares colaterais interrompidos por parênquima de preenchimento (Figura 4D). Bolsas secretoras ocorrem próximas aos feixes vasculares (Figura 4D).

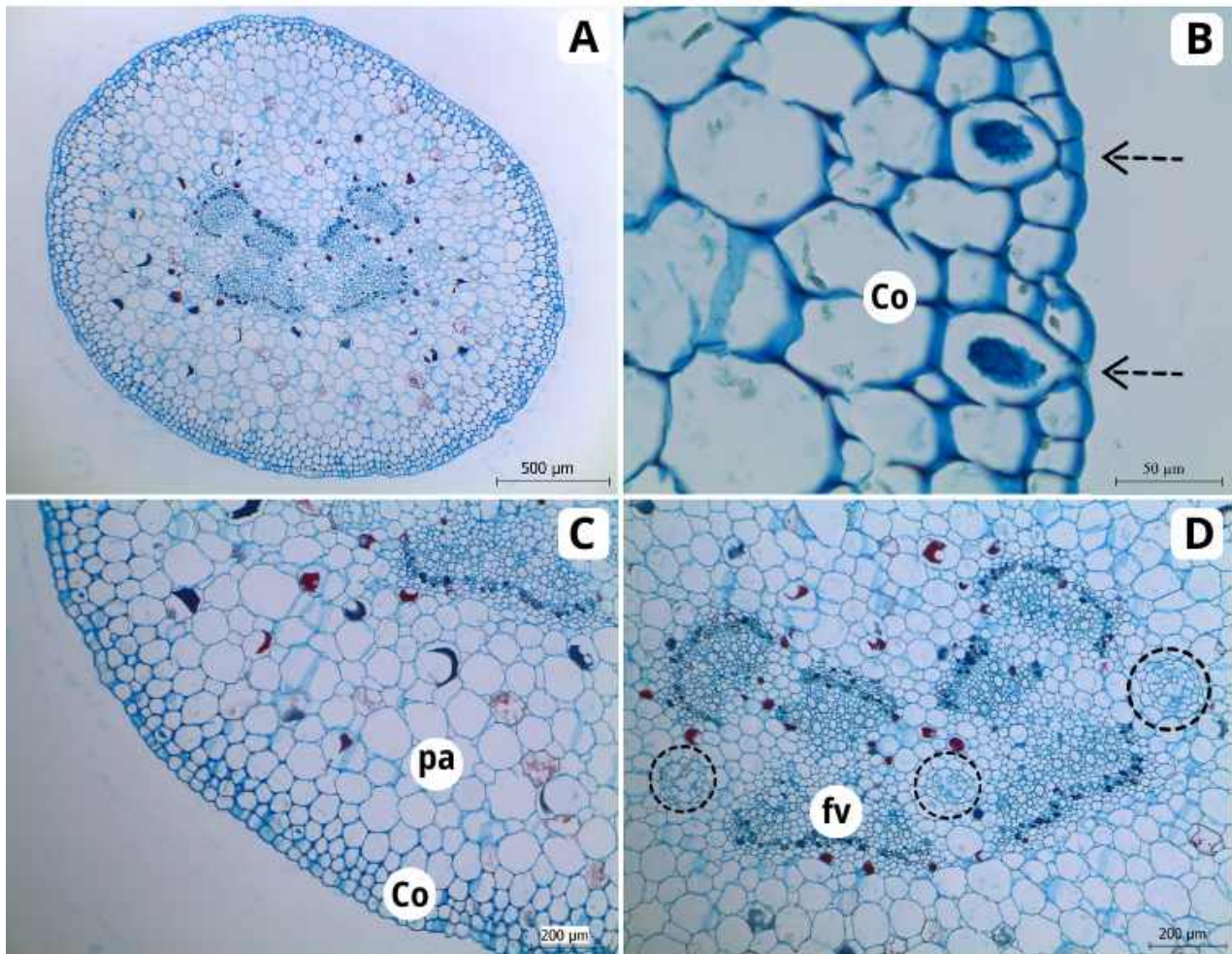


Figura 4 - Fotomicrografias das secções transversais do pecíolo de *Pilea peperomioides*; A) Contorno arredondado do pecíolo. B) Litocistos. C) Parênquima de preenchimento desenvolvido. D) Feixes vasculares colaterais. Colênquima (Co); parênquima de preenchimento (pa); feixe vascular (fv); setas tracejadas indicam litocistos e círculo tracejado preto indicam bolsas secretoras.

É possível observar, em secção transversal, que o caule tem contorno arredondado com feixes contornando a medula de forma concêntrica, característico de um eustelo (Figura 5A). A epiderme é unisseriada e composta por células, que em corte transversal, são mais alongadas periclinalmente, com a presença de litocistos (Figura 5B). É possível observar que, apesar da epiderme ainda estar presente, o caule já possui crescimento secundário, com formação do câmbio vascular e do felogênio. Internamente à epiderme, observa-se um colênquima esclerificado (Figura 5B, 5C e 5D) e em algumas regiões o súber possui mais camadas (Figura 5C), enquanto em outras regiões o súber tem menos camadas (Figura 5D). O felogênio é formado por uma camada de células e ocorre apenas uma camada de feloderme. Internamente à feloderme se observa um colênquima angular, de cinco a seis camadas (Figura 5D). Ductos secretores estão distribuídos tanto no córtex como na medula; nesta última eles são mais abundantes e se encontram próximos ao xilema

primário (Figura 5E e 5F). No córtex também podem ser observados traços foliares (Figura 5E). Além disso, as células parenquimáticas do córtex e da medula possuem reserva de amido, sendo este mais abundante nas células da medula (Figura 5G). No sistema vascular é possível diferenciar os tecidos vasculares primários e secundários (Figura 5H). Fibras esclerenquimáticas acompanham o floema primário (Figura 5H).

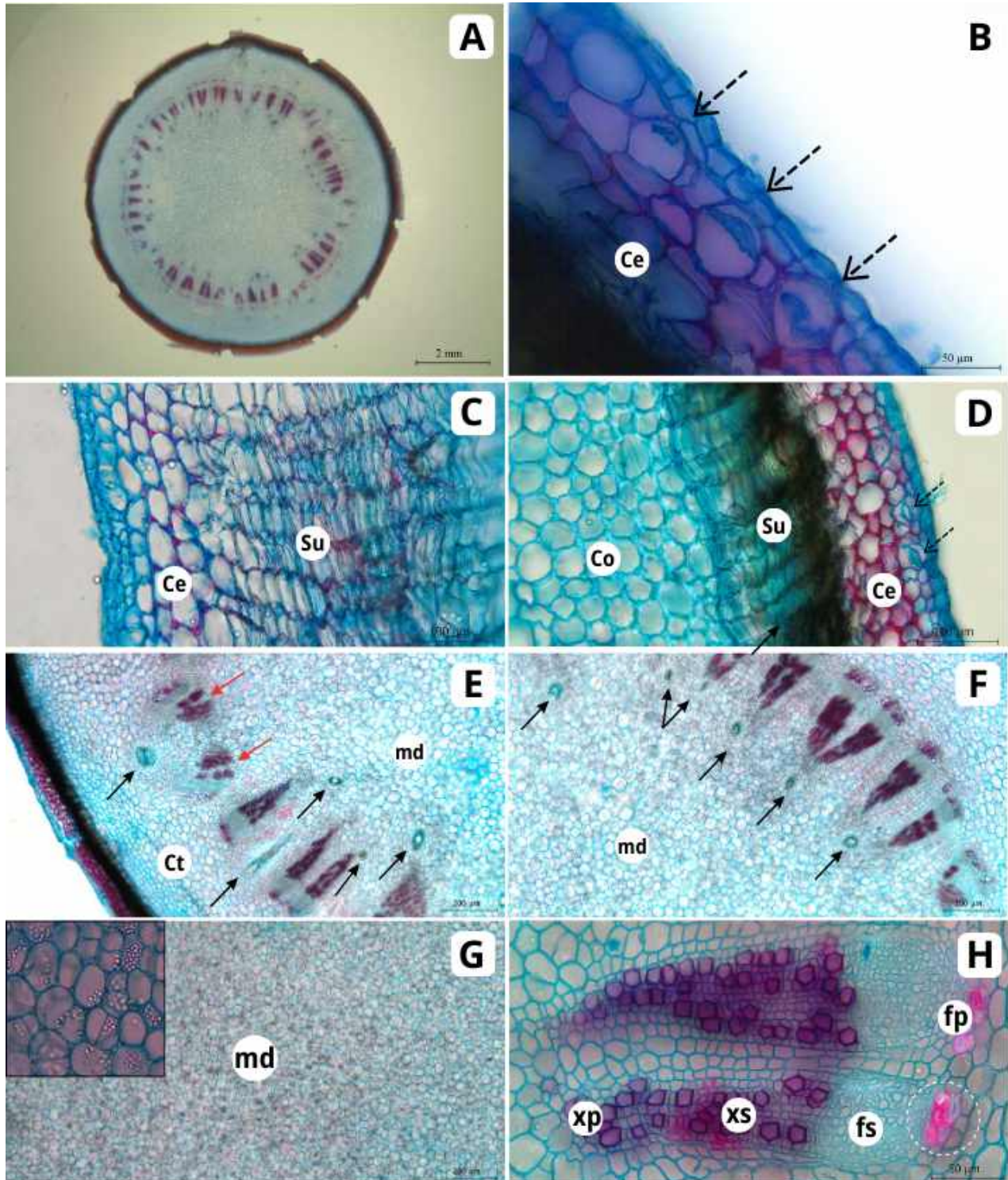


Figura 5 - Fotomicrografias das secções transversais do caule de *Pilea peperomioides*. A) Contorno arredondado do caule. B) Epiderme com litocistos. C) Detalhe do súber com mais camadas. D) Detalhe do súber menos camadas e do colênquima esclerificado. E-F) Ductos secretores na região cortical e medular. G) Medula com armazenamento abundante de amido. H) Detalhe do sistema vascular. Súber (Su); colênquima esclerificado (Ce); colênquima (Co);

córtex (Ct); medula (md); floema primário (fp); floema secundário (fs); xilema primário (xp), xilema secundário (xs), setas tracejadas pretas indicam litocistos, setas pretas indicam ductos secretores, círculo tracejado indica fibras esclerenquimáticas associadas ao floema e setas vermelhas indicam traços foliares.

Hidatódios ocorrem em toda a face abaxial da lâmina foliar, formando depressões epidérmicas (Figura 6A). Estruturalmente, são constituídos pela epiderme com poros (Figura 6B), pelo epitema (tecido composto por células visualmente pequenas e aclorofiladas) e por elementos traqueais que entremeiam as células do epitema (Figura 6C). A bainha parenquimática que o delimita (Figura 6A) é contínua com a bainha dos feixes vasculares adjacentes. As células do epitema próximas aos poros possuem conteúdo mais denso e ficam fortemente coradas em azul de astra. Os tricomas glandulares, que ocorrem em baixa frequência na face adaxial, são peltados e foram observados em pequenas depressões na região da epiderme que recobre a nervura central (Figura 6D), enquanto na lâmina foliar essa depressão não foi aparente (Figura 6E). Eles são formados por uma célula basal, um pedúnculo curto e uma cabeça multicelular.

As bolsas secretoras, que ocorrem na lâmina foliar estão associadas aos feixes da margem foliar (Figura 6F), aos feixes de maior calibre da lâmina (Figura 6G) e na nervura central (Figura 6H). No pecíolo também estão associados aos feixes vasculares (Figura 6I). Essas bolsas secretoras possuem epitélio secretor e bainha formada por duas camadas de células. Os ductos secretores no caule possuem diferentes diâmetros: os ductos de maior diâmetro são formados por uma bainha com duas a três camadas de células (Figura 6J), enquanto os menor diâmetro com uma a duas camadas de bainha (Figura 6K). No epitélio do ducto secretor foi possível observar uma secreção amarelada. Nos secções longitudinais do caule é possível observar que essas bolsas possuem lúmen alongado e, por isso, podem ser consideradas ductos secretores (Figura 6L).

As análises em microscopia eletrônica de varredura (MEV) reforçaram a informação de que os hidatódios estão localizados em depressão. Foi possível observar também o material secretado na superfície da estrutura (Figura 7A). Em um maior aumento, observa-se, dentro da depressão, os poros do hidatódio (Figura 7B e 7C). Na face adaxial da epiderme, foi possível observar a cabeça secretora dos tricomas peltados (Figura 7D), além de estômatos, porções superficiais de litocistos e as paredes anticliniais retas das células epidérmicas propriamente ditas (Figura 7D). Na face abaxial, observou-se um tricoma com a cutícula danificada, visível exclusivamente em MEV (Figura 7E).

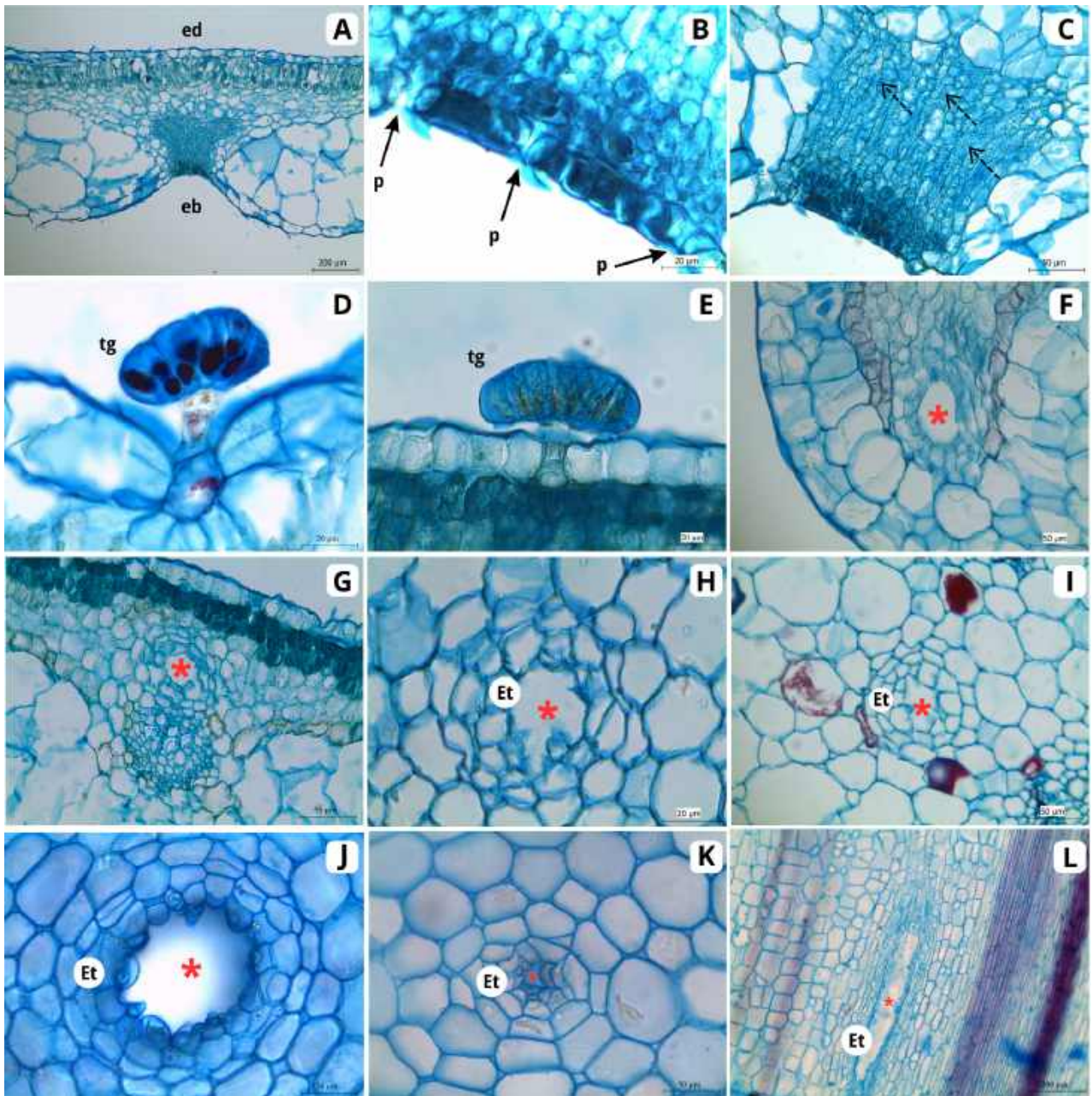


Figura 6 - Fotomicrografias das estruturas secretoras presentes na folha e no caule de *Pilea peperomioides*. Hidatódio (A, B e C), tricomas (D e E) e bolsas secretoras (F, G, H, I, J, K e L); A) Corte transversal da lâmina foliar evidenciando um hidatódio na face abaxial. B) Poros do hidatódio indicado pelas setas. C) Elementos traqueais indicado pelas setas tracejadas. D) tricoma peltado na face adaxial da nervura central. E) Tricoma peltado na região intervernura. F) Bolsa secretora na margem foliar. G) bolsa secretora associada aos feixes de maior calibre. H) Bolsa secretora na nervura central. I) Bolsa secretora no pecíolo. J) Ducto secretor de maior diâmetro no caule. K) Ducto secretor de menor diâmetro no caule. L) Secção longitudinal evidenciando a estrutura alongada dos ductos secretores presentes no caule. Face adaxial (ed); face abaxial (eb); poros (p); epitélio secretor (Et); tricoma glandular (tg), asteriscos indicam lúmen da bolsa secretora.

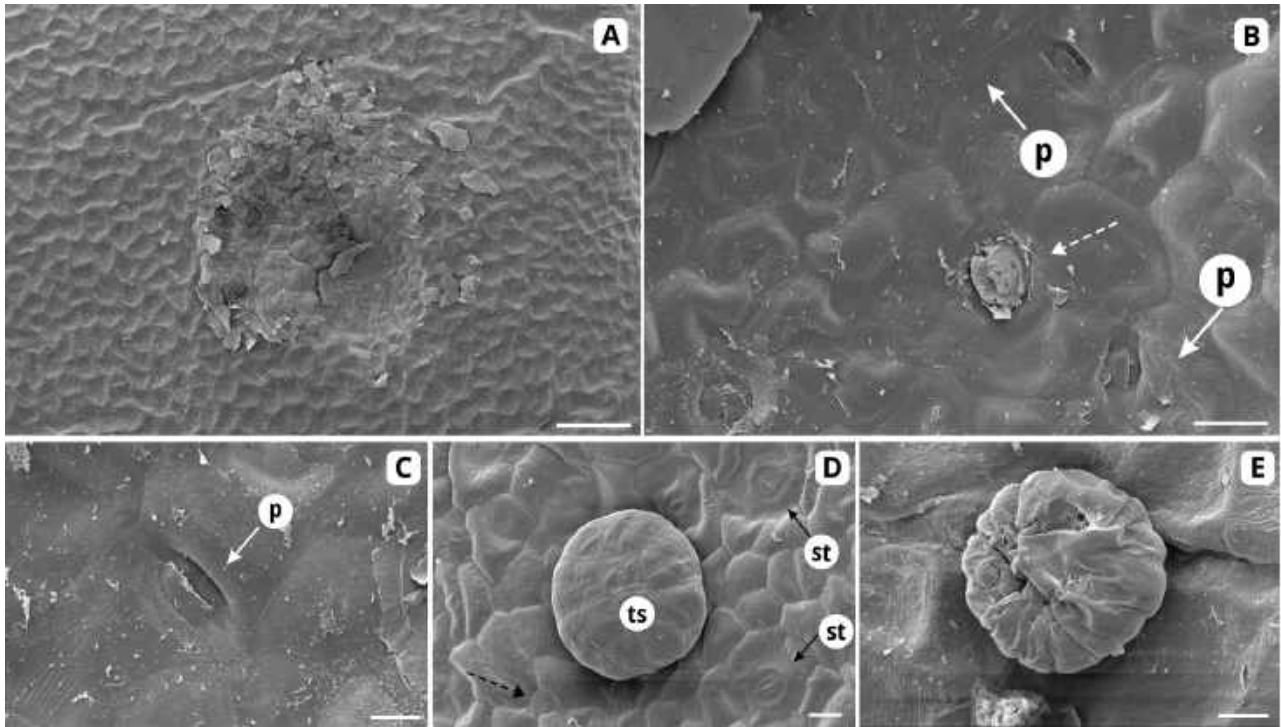


Figura 7 - Eletromicrografias de varredura da superfície foliar de *Pilea peperomioides*. A) Face abaxial da lâmina foliar evidenciando um hidatódio. B) Poros de água do hidatódio indicados pelas setas brancas e seta tracejada branca mostrando secreção. C) Poro de água do hidatódio indicado pela seta branca. D) Face adaxial da lâmina foliar com tricoma glandular peltado, estômatos indicados pelas setas pretas e seta tracejada indicando a porção superficial de um litocisto. E) Tricoma na face abaxial com cutícula danificada. Poro do hidatódio (p); estômatos (st); tricoma secretor (ts). (Escala de barra: A = 100 μ m; B = 10 μ m; C = 5 μ m; D = 10 μ m).

4. DISCUSSÃO

Os estômatos anisocíticos ocorre também em outras espécies de *Pilea*, bem como em espécies de *Boehmeria*, *Elatostema* e *Pellionia*, mas algumas espécies de *Urtica* e *Pilea* os estômatos não possuem células subsidiárias (Benecke, 1982 apud Solereder, 1908). Entretanto, os tipos de estômatos relatados para as folhas de *Urticaceae* são variados (Metcalf & Chalk, 1950; Solereder, 1908; Gangadhara *et al.*, 1977; Metcalfe & Chalk, 1979). Os estômatos anisocíticos ocorrem juntos com outros tipos de estômatos em algumas espécies de *Urticaceae*. Em *Pilea microphylla*, estômatos anomocíticos ocorrem na face abaxial, enquanto na face adaxial há estômatos paracíticos, anisocíticos, heliocíticos e tipos transicionais (Gangadhara *et al.*, 1977). Em *Pilea cadierei*, estômatos anomocíticos predominam inicialmente, mas posteriormente os novos estômatos tendem a se desenvolver como anisocíticos (Smith & Watt, 1986). No caso de *P. peperomioides*, a presença de estômatos anisocíticos restritos à face adaxial é uma característica distinta, ainda que o tipo anisocítico já tenha sido descrito para outras espécies de *Pilea* e *Urticaceae*. Essa particularidade de estômatos anisocíticos na face adaxial já foi relatada também para *Pilea serpyllifolia* (Solereder, 1908).

Características como ocorrência de folhas epiestomáticas, hipoderme aquífera bem desenvolvida e hidatódios na face abaxial já haviam sido descritas para *P. peperomioides* e para outras espécies suculentas do gênero como *Pilea microphylla*, *Pilea herniarioides* e *Pilea fairchildiana* (Jestrow *et al.*, 2012). De acordo com os autores, a localização da hipoderme na face abaxial do mesofilo é incomum e não é conhecida em nenhum outro gênero. Esse mesmo padrão foi descrito para as folhas suculentas de *Pilea serpyllifolia* com estômatos na face adaxial e células de armazenamento de água de grande altura e com lúmens amplos na superfície abaxial (Solereider, 1908). Essas semelhanças compartilhadas de adaptação ao armazenamento de água sugerem que, dentro do gênero *Pilea*, as espécies suculentas desenvolvem estratégias semelhantes sob condições que limitam a disponibilidade de água. Os autores empregaram o termo “hidrênquima” ou “células de armazenamento de água” para se referir ao tecido responsável pela retenção de água; no entanto, neste estudo, optamos pelo termo hipoderme aquífera, pois esse tecido se localiza imediatamente abaixo da epiderme.

A presença de cristólitos alongados e em ambas as faces da epiderme, observadas em *P. peperomioides*, também foi relatada para *P. involucrata*, *P. nummulariifolia*, *P. pumila* e *P. repens*, sendo restritos à face adaxial apenas em *P. microphylla* (Lersten & Curtis, 1991). O mesmo padrão de distribuição bilateral e formato alongado dos cristólitos foram descritos para *Pilea cadierei* (Smith & Watt, 1986). Entretanto, formas diferenciadas dos cristólitos como os curvos em *Pilea grandifolia* e *Pilea fairchildiana* (Jestrow *et al.*, 2012) e os cristólitos estrelados em *Pilea stelluligera* (Solereider, 1908) sugerem uma maior diversidade dentro do gênero. Os cristólitos tem valor taxonômico e sistemático em Urticaceae. Groult (1999) utilizou os cristólitos para a identificação de espécies em um complexo neotropical de *P. microphylla* e espécies afins que apresentam características morfológicas semelhantes, o que dificulta a identificação. Além disso, estabeleceu dezenove grupos de táxons para esse complexo, baseando-se nas características morfológicas e na distribuição foliar dos cristólitos.

Embora a maior porção dos litocistos esteja posicionada para dentro das células comuns da epiderme, é possível observar que a sua parede periclinal externa está no mesmo nível das células epidérmicas. Isso ocorre porque durante o seu desenvolvimento, a porção interna do litocisto se expande para o tecido subjacente e a parte mais externa é comprimida pelas células epidérmicas comuns (Watt *et al.*, 1987). O desenvolvimento dos cristólitos ocorre a partir de uma haste conectada à parede do litocisto, onde há deposição de camadas concêntricas composta por celulose, carbonato de cálcio e outros minerais como a sílica, e em secções paradérmicas as protuberâncias superficiais observadas são características dessa estrutura, tornando-se mais visíveis à medida que a folha amadurece (Watt *et al.*, 1987; Weddell, 1854).

Os tricomas em Urticaceae podem ser glandulares, não glandulares ou urticantes (Metcalf & Chalk, 1950). Os tricomas glandulares possuem estrutura variada, com registros de tricomas glandulares do tipo capitado, possuindo pedúnculo unicelular e cabeça variando de unicelular, bicelular a multicelular, além de glândulas de pérolas e tricomas urticantes (Metcalf & Chalk, 1950; Gangadhara *et al.*, 1977; Fu *et al.* 2003; Fernandez *et al.* 2011). Embora haja poucos relatos sobre tricomas peltados na família, sua ocorrência foi registrada para *Pellionia* (Metcalf & Chalk, 1950). O padrão de tricomas glandulares com distribuição aleatória e pequeno número presente em *P. peperomioides* também foi observado para *Pilea cadierei*, onde os tricomas ocorrem em ambas as faces da epiderme, com pedúnculo unicelular e uma cabeça plana com oito a dezesseis células. No estudo de Galatis (1988) há uma fotomicrografia onde esse tricoma peltado em *Pilea cadierei* é visualizado. Os tricomas em *P. peperomioides* foram visualizados apenas na face adaxial nas secções paradérmicas e transversais. Na face abaxial, entretanto, não foi visualizada a ocorrência de tricomas. Contudo, em amostras analisadas por MEV um tricoma isolado foi identificado nesta face.

Os ductos/canais secretores que ocorrem na periferia da medula de *P. peperomioides* também são citados por Guerin (1923) para seis espécies de *Pilea*: *P. grandis*, *P. bracteosa*, *P. ciliaris*, *P. anisophylla*, *P. nummularifolia* e *P. spruceana*. Em todas as espécies analisadas a distribuição é a mesma, mas há uma variação na quantidade de canais secretores. Em *Pilea grandis*, ocorrem cerca de vinte ductos na periferia da medula. Nas outras espécies o número de ductos é menor, apenas oito a nove foram observados em *Pilea elegans* e *Pilea bracteosa*, sendo ainda mais raros e com diâmetro reduzido em *Pilea nummularifolia* e *Pilea spruceana*. A quantidade de ductos em *P. peperomioides* pode chegar em torno de cinquenta e a presença desses ductos/canais no córtex do caule foi registrada apenas para essa espécie. Guerin (1923) identificou que o conteúdo de secreção pode ser considerado uma resina ou oleoresina, uma vez que, é solúvel em álcool, éter e clorofórmio.

A ocorrência de hidatódios laminares na face abaxial da epiderme em *P. peperomioides* corrobora com um levantamento realizado por Lersten & Curtis (1991) que identificaram a ocorrência de hidatódios laminares na face abaxial em outras espécies de *Pilea*, com exceção de *Pilea cadierei*, onde os hidatódios ocorrem em ambas as faces da epiderme, sendo que na face abaxial é observado apenas uma fileira de hidatódios na região submarginal. Os hidatódios também ocorrem na face abaxial da lâmina em *Pilea serpyllifolia*, mas essas estruturas são encontradas na margem foliar, compostas por grupos de poros aquíferos com um epitema subjacente, ligados à terminação de uma nervura; um padrão semelhante foi descrito para *Pilea elegans*, mas nessa espécie os hidatódios estão espalhados pela lâmina foliar (Solereder, 1908). Jestrow *et al.* (2012) também relataram a ocorrência de hidatódios laminares em *P. peperomioides* e em *P. alsinifolia*,

enquanto *P. fairchildiana*, *P. foliosa*, *P. herniarioides*, *P. microphylla* e *P. serpyllacea* possui hidatódios restritos a zona submarginal.

Lersten & Curtis (1991) forneceram descrições anatômicas dos hidatódios para *Pilea involucrata* e *Pilea pumila*. Duas variações foram observadas: em *Pilea involucrata*, os elementos traqueais entremeiam as células do epitema, enquanto em *Pilea pumila*, o epitema não possui elementos traqueais. Comparando as características, *P. peperomioides* possui uma disposição dos tecidos do hidatódio semelhante à *Pilea involucrata*. Essas variações também foram observadas para os hidatódios adaxiais em *Urtica dioica*, *Laportea canadensis* e *Elatostema laxum*, mas com uma variação adicional nesta última, onde as células do epitema são alternadas com células de parênquima alongado, separando o epitema do tecido vascular.

A estrutura descrita para os hidatódios inclui, além de poros, epitema e elementos traqueais, a presença de espaços intercelulares no epitema, que medeiam o transporte de água até os poros (Castro & Machado, 2006; Fahn, 1979; Haberlandt, 1914). Entretanto, esses espaços intercelulares não são aparentes em *P. peperomioides*. Galatis (1988), ao investigar a morfogênese de células do epitema dos hidatódios de *P. cadierei*, observou que os espessamentos locais dessas células, compostos por feixes de microfibrilas de celulose, restringe a expansão em determinadas direções. Em contrapartida, as áreas sem restrição se expandem para várias direções, isso gera um crescimento desigual. Esse fenômeno resulta na formação de células lobuladas e ao mesmo tempo na criação de espaços intercelulares de forma esquizógena. Galatis (1988) acredita que a forma lobulada das células do epitema aumenta a área superfície de contato com os espaços intercelulares, o que melhora a eficiência no transporte de água. Os hidatódios em depressões epidérmicas não foram visualizados nas espécies de *Pilea* mencionadas.

A anatomia das plantas pode fornecer dados sobre as estratégias anatômicas e respostas adaptativas que permitem o desenvolvimento da planta em habitats específicos (Dickison, 2000). A suculência é uma característica típica de plantas xeromórficas, possibilitando o armazenamento de água em um tecido especializado que auxilia a planta a otimizar o uso de água. A espécie estudada é encontrada em florestas úmidas, mas, possivelmente, a altitude elevada e o crescimento sobre rochas ou encostas podem limitar a disponibilidade de água. Uma evidência de que *P. peperomioides* está submetida a condições que limitam a disponibilidade de água é a ocorrência do metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) de baixo nível (Winter *et al*, 2020), sugerindo que a planta desenvolveu adaptações fisiológicas para lidar com a limitação de água em condições adversas.

As plantas alpinas e espécies que crescem em montanhas frequentemente possuem características xeromórficas (Dickison, 2000). As adaptações xeromórficas observadas em *P. peperomioides* incluem uma hipoderme aquífera e fotossíntese CAM (Winter *et al*, 2020). As

espécies suculentas de *Pilea*, com hipoderme aquífera, folha epiestomática e hidatódios localizados na face abaxial, também são encontradas em condições similares em regiões úmidas, com algumas exceções, sobre montanhas, rochas, encostas, valas, fendas de parede, isto é, habitats rochosos. Os fragmentos de rocha no solo influenciam as propriedades hídricas do solo e podem limitar a disponibilidade de água (Baetens *et al.*, 2009; Novák & Kňava, 2011), a capacidade de retenção hídrica das rochas depende do tipo e tamanho dos fragmentos (Poesen & Lavee, 1994).

Os hidatódios estão presentes em plantas com diversas formas de vida e habitats ecológicos (Fahn, 1979). A capacidade de gutação, mediada pelos hidatódios, pode estar correlacionada ao seu habitat natural nas florestas úmidas da China. A pressão radicular é favorecida em ambientes úmidos, facilitando a exsudação da água através dessas estruturas. A gutação é essencial em florestas úmidas onde a umidade do ar pode restringir a evapotranspiração, tornando a pressão positiva da raiz o principal mecanismo de excreção do excesso de água (Singh, 2016; Kerbauy, 2008).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas observações realizadas neste estudo, *P. peperomioides* possui caracteres comuns aos representantes da família Urticaceae e do gênero *Pilea*. A folha e o caule de *P. peperomioides* possuem vários tipos de estruturas secretoras: hidatódios, tricomas e bolsas/ductos secretores. Os hidatódios de *P. peperomioides*, mencionados superficialmente em outros trabalhos, foram caracterizados anatomicamente no presente trabalho. *P. peperomioides* possui características anatômicas relacionadas à adaptação ao ambiente montanhoso e úmido em que vive na natureza: folhas epiestomáticas, hidatódios e hipoderme aquífera.

Investigações futuras sobre aspectos morfofisiológicos, considerando o microclima, são importantes para uma melhor compreensão da adaptação dessa espécie ao habitat natural.

6. REFERÊNCIAS

BAETENS, J. M.; VERBIST, K.; CORNELIS, W. M.; GABRIELS, D.; SOTO, G.. On the influence of coarse fragments on soil water retention. **Water Resources Research**, [S.L.], v. 45, n. 7, 2009.

BELIN-DEPOUX, M. Des hydathodes aux nectaires foliaires chez les plantes tropicales. Bulletin de La Société **Botanique de France. Actualités Botaniques**, v. 136, n. 3-4, p. 151-168, 1989.

BURGER, W. **Flora Costaricensis**. Chicago: Fieldiana Botany, 1997.

BUKATSCH, F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, n.8, p. 255, 1972.

CASTRO, M. M.; MACHADO, S. R. Células e Tecidos Secretores. *In*: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Eds.). **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 182.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Academic Press, 2000. 533 p.

DIELS, L. Plantae Chinenses Forrestianae. **Notas do Royal Botanic Garden**, Edinburgh. Edimburgo, v.5, p. 292-293, 1912.

FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. London: Academic Press, 1979.

FERNANDEZ, R. D.; CABRERA, C. N.; ALBORNOZ, P. L.; ARIAS, M. E. Anatomía foliar de *Boehmeria caudata* (Urticaceae) en la provincia de Tucumán, Argentina. **Lilloa**, v. 48, n. 1, p. 53-59, 2011.

FU, H. Y., CHEN S.J. Chen, HUANG L. L. K. Comparative Study on the Stinging Trichomes and Some Related Epidermal Structures in the Leaves of *Dendrocnide meyeniana*, *Girardinia diversifolia*, and *Urtica thunbergiana*. **Taiwania**, v. 48, n. 4, p. 213-223, 2003.

FRIIS, I. Urticaceae. *In*: KUBITZKI, K. (ed.). **The Families and Genera of Vascular Plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p. 612-630.

GAGLIOTI, A.L.; RIBEIRO, J.E.L.S.; AGUIAR, D.P.P.; SUCHORONCZEK, A.; RODRIGUES, C.M.; VIVIURKA, F.; ARAÚJO, F.M.; BATISTA, M.M.I. Urticaceae. *In* **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB243>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

GALATIS, B. Microtubules and epithem-cell morphogenesis in hydathodes of *Pilea cadierei*. **Planta**, v. 176, n. 3, p. 287-297, 1988. S

GANGADHARA, M.; INAMDAR, J. A. Trichomes and stomata, and their taxonomic significance in the Urticales. **Plant Systematics And Evolution**, v. 127, n. 2-3, p. 121-137, 1977.

GUÉRIN, M. P. Les Urticées: cellules à mucilage, laticifères et canaux sécréteurs. **Bulletin de La Société Botanique de France**, v. 70, n. 1, p. 125-136, 1923.

GROULT, M. Apport de l'étude des cystolithes foliaires à la taxinomie du complexe néotropical *Pilea microphylla* (L.) Liebm. et espèces affines. **Comptes Rendus de L'Académie Des Sciences - Series III - Sciences de La Vie**, v. 322, n. 9, p. 817-823, 1999.

HABERLANDT, G. **Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das tropische Laubblatt**: II. Über wassersecernierende und -absorbierende Organe. Viena: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien CIV, 1895.

- HABERLANDT, G. **Physiological Plant Anatomy**. London: Macmillan and Co.limited, 1914.
- HAUPT. A.W. A gelatin fixative for paraffin sections. **Stain Technol.** v. 5, n. 3, p. 97-98. 1930.
- JESTROW, B.; VALDÉS, J. J.; RODRÍGUEZ, F. J.; FRANCISCO-ORTEGA, J. Phylogenetic placement of the Dominican Republic endemic genus *Sarcopilea* (Urticaceae). **Taxon**, v. 61, n. 3, p. 592-600, 2012.
- JOHNSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: MacGrawHill Book Company, Inc., 1940. 523 p.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: EDUR, 1997. 198 p.
- KROPP, U. Letbündel. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 11, p. 342-345, 1972.
- LANGER, M.; HEGGE, E.; SPECK, T.; SPECK, O.. Acclimation to wind loads and/or contact stimuli? A biomechanical study of peltate leaves of *Pilea peperomioides*. **Journal Of Experimental Botany**, v. 73, n. 4, p. 1236-1252, 2021.
- LERSTEN, N. R.; CURTIS, J. D. Laminar hydathodes in Urticaceae: survey of tribes and anatomical observations on *Pilea pumila* and *Urtica dioica*. **Plant Systematics And Evolution**, v. 176, n. 3/4, p. 179-203, 1991.
- LUQUE, R.; SOUSA, H. C. de; KRAUS, J. E. Métodos de coloração de Roeser (1972): modificado - e kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alciano 8gs ou 8gx. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, n. 2, p. 199-212, 1996.
- METCALF, C.R.; CHALCK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, 1950.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L.. **Anatomy of the Dicotyledons: systematic anatomy of the leaf and stem, with a brief history of the subject**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1979.
- MONRO, A. K.. Three New Species, and Three New Names in *Pilea* (Urticaceae) from New Guinea. Contributions to the Flora of Mt Jaya XV. **Kew Bulletin**, v. 59, n. 4, p. 573, 2004.
- NOVÁK, V.; KňAVA, K. The influence of stoniness and canopy properties on soil water content distribution: simulation of water movement in forest stony soil. **European Journal Of Forest Research**, v. 131, n. 6, p. 1727-1735, 2011.

- PAIVA, J. G. A. de; CARVALHO, S. M. F. de; MAGALHÃES, M. P.; RIBEIRO, D. G. Verniz vitral incolor 500â: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 257-264, 2006.
- POESEN, J.; LAVEE, H. Rock fragments in top soils: significance and processes. **Catena**, v. 23, n. 1-2, p. 1-28, 1994.
- PURVIS M. J.; COLLIER D. C.; WALL D. **Laboratory Techniques in Botany**. London: Butterworths, 1964. 371 p.
- RADCLIFFE-SMITH, A. PILEA PEPEROMIOIDES: Urticaceae. **The Kew Magazine**, v. 1, n. 1, p. 14-19, 1984.
- ROESER, K.R. Die Nadel der Schwarzkiefer - Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos**, v. 61, n. 2, p. 33-36, 1972.
- SINGH, S. Guttation: mechanism, momentum and modulation. **The Botanical Review**, v. 82, n. 2, p. 149-182, 2016.
- SMITH, D. L.; WATT, W. M. Distribution of Lithocysts, Trichomes, Hydathodes and Stomata in Leaves of *Pilea cadierei* Gagnep. & Guill. (Urticaceae). **Annals Of Botany**, v. 58, n. 2, p. 155-166, 1986.
- SOLEREDER, H. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons**: a handbook for laboratories of pure and applied botany. Oxford: Clarendon Press, 1908.
- WATT, W. M.; MORRELL, C. K.; SMITH, D. L.; STEER, M. W.. Cystolith Development and Structure in *Pilea cadierei* (Urticaceae). **Annals Of Botany**, v. 60, n. 1, p. 71-84, jul. 1987.
- WEDDELL, M. Sur Les Cystolithes Ou Concrétions Calcaires Des Urticées Et D'autres Plantes. **Bulletin de La Société Botanique de France**, v. 1, n. 5, p. 217-218, 1854.
- WINTER, K.; GARCIA, M.; VIRGO, A.; SMITH, J. A. C. Low-level CAM photosynthesis in a succulent-leaved member of the Urticaceae, *Pilea peperomioides*. **Functional Plant Biology**, v. 48, p. 683-690, 08 out. 2020.