

**RAFAEL RIBEIRO DE MATOS**

**CONTRIBUIÇÕES DA ANATOMIA À TAXONOMIA DE *Tetrapterys* CAV.  
(MALPIGHIACEAE) E GÊNEROS SEGREGADOS**

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

Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira

Coorientadora: Josiane Silva Araújo

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2021**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

M433c  
2021 Matos, Rafael Ribeiro de, 1996-  
Contribuições da anatomia à taxonomia de *Tetrapterys* Cav.  
(Malpighiaceae) e gêneros segregados / Rafael Ribeiro de Matos. -  
Viçosa, MG, 2021.

1 dissertação eletrônica (43 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Renata Maria Strozi Alves Meira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Biologia Vegetal, 2021.

Referências bibliográficas: f. 36-40.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.252>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Malpighiaceae - América Latina. 2. *Tetrapterys* - Anatomia. 3.  
*Tetrapterys* - Classificação. 4. Análise foliar. 5. Análise cladística. I.  
Meira, Renata Maria Strozi Alves, 1964-. II. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal. Programa de Pós-  
Graduação em Botânica. III. Título.

CDD 22. ed. 583.79

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523

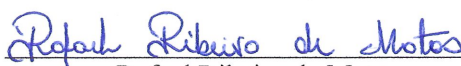
**RAFAEL RIBEIRO DE MATOS**

**CONTRIBUIÇÕES DA ANATOMIA À TAXONOMIA DE *Tetrapterys* CAV.  
(MALPIGHIACEAE) E GÊNEROS SEGREGADOS**

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

APROVADA: 14 de setembro de 2021.

Assentimento:



---

Rafael Ribeiro de Matos

Autor



---

Renata Maria Strozi Alves Meira

Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares e em especial aos meus pais.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação e minha orientadora e coorientadora que sempre me acolheram e incentivaram.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

MATOS, Rafael Ribeiro de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2021. **Contribuições da anatomia à taxonomia de *Tetrapteryx* Cav. (Malpighiaceae) e gêneros segregados.** Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira. Coorientadora: Josiane Silva Araújo.

Malpighiaceae A. Juss é uma família monofilética que compreende cerca de 77 gêneros e 1300 espécies. Entretanto, a semelhança na morfologia floral, dos frutos e do pólen, além de mesmo número de cromossomos tem dificultado os arranjos taxonômicos e o entendimento das relações de parentesco em níveis inferiores como subfamílias, tribos e gêneros. Alguns táxons também emergiram como grupos polifiléticos em hipóteses filogenéticas baseadas em dados moleculares e morfológicos. *Tetrapteryx* e *Mascagnia* sofreram mudanças drásticas em sua circunscrição taxonômica, com a proposição de desmembramento de novos gêneros e elevação de seções à gênero. Assim, o presente estudo objetivou encontrar caracteres anatômicos foliares e micromorfológicos que possam contribuir para a resolução dos problemas taxonômicos no clado Tetrapteroide, em especial quanto ao tratamento taxonômico proposto por Almeida e Van den Berg (2021), no qual *Aenigmatanthera* é sinonimizado a *Niedenzuella* e *Tetrapteryx* é redefinido com a exclusão de parte das espécies que foram alocadas no novo gênero *Glicophyllum*. O presente estudo realizou pela primeira vez a descrição anatômica e micromorfológica de *Tetrapteryx*, bem como dos seus gêneros segregados e/ou proximamente relacionados, apontando novos caracteres diagnósticos capazes de identificar os três gêneros estudados. Corroborando com a circunscrição genérica proposta por Almeida e Van den Berg (2021). Através da utilização de caracteres anatômicos é possível identificar 33 das 35 espécies utilizadas na chave de identificação, englobando cerca de metade das espécies totais de *Niedenzuella* e  $\frac{2}{3}$  das espécies de *Glicophyllum* e *Tetrapteryx* ocorrentes no Brasil, além de seis espécies de *Tetrapteryx* não nativas do país. Propomos ainda, baseados em nossos dados, a realocação ou reposicionamento de *G. fimbripetalum* no gênero *Tetrapteryx*. Apontamos valor taxonômico no uso de novos caracteres anatômicos, bem como uma metodologia padrão e clara para a análise de margem. Contudo, reforçamos a importância do uso da anatomia para a interpretação de relações filogenéticas entre grupos, sobretudo aliados a dados morfológicos e moleculares.

**Palavras-chave:** Malpighiaceae neotropicais. Clado Tetrapterioide. Glândula Foliar. Morfologia Foliar.

## ABSTRACT

MATOS, Rafael Ribeiro de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2021. **Anatomy contributions to the taxonomy of *Tetrapteryx* Cav. (Malpighiaceae) and segregated genera.** Adviser: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-adviser: Josiane Silva Araújo.

Malpighiaceae A. Juss is a monophyletic family comprising about 77 genera and 1300 species. However, the similarity in floral, fruit and pollen morphology, in addition to the same number of chromosomes, has hampered taxonomic arrangements and the understanding of kinship relationships at lower levels such as subfamilies, tribes and genera. Some taxa also emerged as polyphyletic groups in phylogenetic hypotheses based on molecular and morphological data. *Tetrapteryx* and *Mascagnia* underwent drastic changes in their taxonomic circumscription, with the proposal to dismember new genera and elevate sections to the genus. Thus, the present study aimed to find leaf anatomical and micromorphological characters that can contribute to the resolution of taxonomic problems in the Tetrapteroid clade, especially regarding the taxonomic treatment proposed by Almeida and Van den Berg (2021), in which *Aenigmatanthera* is synonymized with *Niedenzuella* and *Tetrapteryx* is redefined with the exclusion of part of the species that were allocated to the new genus *Glicophyllum*. The present study performed for the first time the anatomical and micromorphological description of *Tetrapteryx*, as well as its segregated and/or closely related genera, pointing out new diagnostic characters capable of identifying the three studied genera. Corroborating the generic circumscription proposed by Almeida and Van den Berg (2021). We were able to identify 33 of the 35 species used in the identification key, encompassing about half of the total *Niedenzuella* species and  $\frac{2}{3}$  of the *Glicophyllum* and *Tetrapteryx* species occurring in Brazil, in addition to six species of *Tetrapteryx* not native to the country. We also propose, based on our data, the replacement of *G. fimbripetalum* in the genus *Tetrapteryx*. We point out taxonomic value in the use of new anatomical characters, as well as a standard and clear methodology for margin analysis. However, we emphasize the importance of using anatomy to interpret phylogenetic relationships between groups, especially allied to morphological and molecular data.

**Keywords:** Neotropical Malpighiaceae. Tetrapteroid clade. Leaf Gland. Leaf Morphology.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
<b>3. RESULTADOS</b> .....	12
3.1. <i>Morfologia</i> .....	12
3.2. <i>Descrição Anatômica do pecíolo e lâmina foliar</i> .....	12
3.3. <i>Caracterização anatômica das glândulas</i> .....	15
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	20
4.1. <i>Contribuições da anatomia foliar para a taxonomia</i> .....	21
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36
<b>APÊNDICE</b> .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Malpighiaceae A. Juss. é uma família monofilética que compreende cerca de 77 gêneros e 1300 espécies, no Brasil são reconhecidos 46 gêneros e 588 espécies com ocorrência em todo o território nacional. A semelhança na morfologia floral, dos frutos e do pólen, além de mesmo número de cromossomos (Anderson 1979; Davis & Anderson 2010; Almeida 2020) têm dificultado os arranjos taxonômicos e o entendimento das relações de parentesco em níveis inferiores como subfamílias, tribos e gêneros. Alguns táxons também emergiram como grupos polifiléticos em hipóteses filogenéticas baseadas em dados moleculares e morfológicos, como no caso de *Banisteriopsis* C.B. Rob. ex Small., *Heteropterys* Kunth., *Mascagnia* Bertero., *Stigmaphyllon* A. Juss. e *Tetrapteryx* Cav. (Cameron *et al.* 2001; Davis *et al.* 2001; Davis & Anderson 2010). *Tetrapteryx* e *Mascagnia* sofreram mudanças drásticas em sua circunscrição taxonômica, com a proposição de desmembramento de novos gêneros e elevação de seções à gênero. Foram descritos dez gêneros os quais foram segregados de *Mascagnia* e/ou *Tetrapteryx*, dentre eles *Aenigmatanthera* W. R. Anderson e *Niedenzuella* W. R. Anderson (Anderson 2006; Davis & Anderson 2010). Nessa nova circunscrição, *Tetrapteryx* destaca-se como um dos mais diversos gêneros Neotropicais de Malpighiaceae, com ca. 80 espécies de lianas, arbustos e subarbustos, distribuídas por florestas secas, úmidas e cerrados das Américas Central e do Sul, cerca de 32 destas espécies são registradas em todos os domínios fitogeográficos do Brasil (Almeida & Mamede 2016; Almeida 2020).

Frutos esquizocárpicos constituídos por mericarpos alados, cuja ala dorsal é reduzida e as laterais são posicionadas em forma de “X”, geralmente com glândulas foliares, eram as características morfológicas que definiam as espécies de *Tetrapteryx* (Mamede 1987; Anderson 2006; Francener *et al.* 2015; Almeida *et al.* 2016). Entretanto, em uma nova hipótese filogenética baseada em dados moleculares, *Tetrapteryx* emergiu em dois ramos não relacionados no cladograma, posicionados no grande clado Tetrapteroide. Neste, *Tetrapteryx* p.p. (*pro-parte*) tem como grupo irmão os gêneros *Niedenzuella* W.R. Anderson e *Aenigmatanthera* W.R. Anderson, que divergem no primeiro nó do cladograma. Já *Tetrapteryx* s.s. (*stricto-sensu*) está posicionado no segundo nó do cladograma e tem como grupo irmão as demais linhagens do clado Tetrapteroide (Davis & Anderson 2010).

Recentemente, Almeida e Van den Berg (2021) propuseram o novo gênero *Glicophyllum* R.F.Almeida para acomodar as espécies pertencentes a *Tetrapterys* p.p e sinonimizaram *Aenigmatanthera* a *Niedenzuella*, dando suporte ao monofiletismo de *Niedenzuella*. Esses autores também interpretaram que mericarpos com quatro alas laterais livres deveriam ser considerados como uma simplesiomorfia do clado Tetrapteroide, que foi mantido nas primeiras linhagens divergentes (*Niedenzuella* e *Tetrapterys*). De acordo com esse tratamento taxonômico, *Glicophyllum* R.F.Almeida compreende 27 espécies, *Niedenzuella* W.R.Anderson 18 espécies e *Tetrapterys* Cav. 50 espécies. Além dos dados moleculares que permitiram a formulação da hipótese filogenética, a arquitetura da inflorescência, o tamanho da bráctea e bractéola, a presença de glândulas na bráctea e bractéola, o tamanho e espessura do estilete, a razão do comprimento das alas lateral anterior e superior do mericarpo foram os principais caracteres utilizados para distinguir os gêneros.

Apesar dos avanços advindos das análises de dados moleculares que permitiram o reconhecimento de afinidades taxonômicas em Malpighiaceae, o clado Tetrapteroide permanece problemático necessitando de uma melhor resolução filogenética (Davis & Anderson 2010). A escassez de caracteres capazes de distinguir táxons em nível específico decorrente da semelhança morfológica e sobreposições geográficas entre as espécies, e principalmente a falta de caracteres vegetativos diagnósticos, o que torna a identificação genérica e específica totalmente dependente do estágio do ciclo de vida reprodutivo dessas plantas, essas são limitações para a resolução destes problemas.

A anatomia foliar tem sido utilizada como uma ferramenta útil à taxonomia de Malpighiaceae, fornecendo caracteres diagnósticos em vários trabalhos (Almeida *et al.* 2017; Guesdon *et al.* 2018; Almeida *et al.* 2019; Guesdon *et al.* 2019; Mello *et al.* 2019; Araújo *et al.* 2020; Câmara *et al.* 2020; Santos *et al.* 2020; Silva *et al.* 2020; Lima *et al.* 2021; Matos & Araújo 2021). Assim, o presente estudo objetivou encontrar caracteres anatômicos foliares e micromorfológicos que possam contribuir para a resolução dos problemas taxonômicos no clado Tetrapteroide, em especial quanto ao tratamento taxonômico proposto por Almeida e Van den Berg (2021), no qual *Aenigmatanthera* é sinonimizado a *Niedenzuella* e *Tetrapterys* é redefinido com a exclusão de parte das espécies que foram alocadas no novo gênero *Glicophyllum*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para as análises tomamos como base a árvore filogenética e nomenclatura dos grupos publicada por Almeida e Van den Berg (2021). Ao todo foram analisadas 36 espécies (Tab. 1) do gênero *Glicophyllum*, *Niedenzuella* e *Tetrapterys* (Davis & Anderson 2010; Almeida & Van den Berg 2021).

Foram obtidas amostras herborizadas em exsicatas depositadas em herbários nacionais e internacionais (ALCB, BHCN, MBML, SP, VIC, UB, US). As amostras foram submetidas ao processo de reversão da herborização segundo metodologia de Smith & Smith (1942, modificado). Destas amostras foram retirados fragmentos da porção apical do pecíolo e da porção mediana da lâmina foliar, incluindo a margem e a nervura central, os quais foram submetidos à microtomia. Para a produção de lâminas semipermanentes foram realizadas seções transversais à mão livre, obtidas com o auxílio de lâmina de barbear. Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio a 20%, e corados com fucsina básica e azul de astra. As lâminas foram montadas em gelatina glicerinada e lutadas com esmalte incolor (Kraus & Arduin 1997).

Para produção das lâminas permanentes, os fragmentos da folha foram submetidos ao processo de inclusão em historesina (Historesin, Leica). Seções transversais com 5µm de espessura foram obtidas com o auxílio de um micrótomo rotativo de avanço automático (Leica RM2265 Deerfield, IL, USA), coradas com azul de toluidina pH 4.74 (O'Brien & McCully 1981) e as lâminas montadas com resina sintética tipo Permount (Fisher ®Alemanha).

Parte das amostras foi submetida ao processo de diafanização, que consiste em mergulhar os fragmentos em uma solução de hidróxido de sódio por 2 horas, posteriormente o material foi lavado várias vezes em água destilada e em seguida colocado em hipoclorito de sódio 20% por 18 horas ou até atingir transparência. Depois de muito bem lavadas (3-4 vezes), as amostras foram desidratadas em série etílica de etanol 10% até etanol 50% e coradas com fucsina básica diluída em etanol 50% (Foster 1950, modificado). A análise e a descrição da venação foliar e vascularização das pétalas seguiu a classificação de Ellis *et al.* (2009), foram utilizadas quatro espécies para a análise de vascularização das pétalas (*G. microphyllum*, *G. ramiflorum*, *N. acutifolia* e *T. mucronata*).

Na análise da forma das margens utilizamos metodologia própria, sendo: folha de margem reta as que a margem forma um ângulo de 180° em relação ao restante da lâmina foliar;

folhas de margem levemente revoluta em que a margem foliar possui um ângulo de inclinação  $>180^\circ$  e  $<270^\circ$  em relação ao restante da lâmina foliar; folha de margem revoluta são as que possuem um ângulo de inclinação  $\geq 270^\circ$  e  $<360^\circ$  e por fim folhas de margem ericóide as que apresentam ângulo  $\geq$  que  $360^\circ$  em relação ao restante da lâmina foliar.

Para a obtenção das imagens utilizamos um microscópio Olympus AX70, com sistema Uphoto e câmera de captura acoplada. Os dados foram comparados através de uma matriz multiestado (Apêndice A) e por fim foi elaborada uma chave de identificação para os gêneros e as espécies visando delimitar caracteres informativos ao nível específico dos táxons. *Tetrapteryx heterophylla* não foi incluída na chave de identificação por não haver sido possível obter amostras do pecíolo e, portanto, os caracteres dessa estrutura não foram analisados.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Morfologia

Foram identificados três padrões de vascularização de pétalas nas espécies analisadas (Fig. 1a-c). Em *Niedenzuella acutifolia* (Fig. 1a) observa-se uma única veia primária no centro da pétala, o qual sofre duas ramificações laterais na base e uma no ápice, a partir das quais ramificações em feixes de pequeno calibre se estendem até a região submarginal da pétala. Nas duas espécies de *Glicophyllum* analisadas, uma única veia primária sofre ramificações em feixes de menor calibre desde a base, formando um padrão semelhante ao reticulínervia com veias primárias, secundárias e terciárias que se estendem até próximo à margem (Fig. 1b). Nas pétalas de *Tetrapterys mucronata* múltiplas veias primárias se ramificam desde a base da pétala, com nervuras secundárias que se ramificam dicotomicamente nas extremidades que atingem a região submarginal (Fig. 1c).

Uma outra diferença notada foi a presença de tricomas do tipo T observados nas pétalas de *N. acutifolia* (Fig. 1a), enquanto nas demais espécies as pétalas eram glabras ou glabrescentes (Fig. 1b-c).

Todas as 36 espécies analisadas apresentam glândulas na folha, que podem variar quanto a posição e formato (Tab. 2). Dois tipos de glândulas foram observados nos pecíolos. Um par de glândulas acropetiolares, ambas de tamanho semelhante, sésseis, de formato globoso e superfície côncava (Tab. 2, item 1; Fig. 1d), e múltiplas glândulas dispersas pelo pecíolo, elas apresentam tamanho distinto, formato globoso e superfície côncava (Fig. Tab. 2, item 2; Fig. 1e).

Quanto às glândulas presentes na lâmina foliar, elas são sésseis, mas variando quanto à distribuição e morfologia da superfície secretora. As glândulas laminares possuem formato discóide (Fig. 1f), enquanto as presentes na margem foliar são globosas (Fig. 1g-h), podem ser glândulas basilaminares com superfície côncava (Tab. 2, item 3; Fig. 1f), glândulas no terço basal da margem foliar com superfície côncava (Tab. 2, item 4; Fig. 1g), e glândulas no terço basal da margem foliar com superfície convexa (Tab. 2, item 5; Fig. 1h). Ainda observamos a presença de glândulas dispersas ao longo de toda a lâmina foliar com superfície côncava (Tab. 2, item 6), e glândulas ao longo de toda a margem foliar com superfície côncava (Tab. 2, item 7).

#### 3.2. Descrição Anatômica do pecíolo e lâmina foliar

O contorno do pecíolo em seção transversal na maioria das espécies é do tipo côncavo convexo (Fig. 2a), exceto em *G. microphyllum* e *T. cordifolia* que é biconvexo (Fig. 2b), e em *T.*

*acapulcensis* e *T. buxifolia* cujo contorno é plano convexo (Fig. 2c). Epiderme uniestratificada foi comum no pecíolo de todas as espécies analisadas (Fig. 2a-d). Estômatos não estavam presentes no pecíolo e os tricomas foram observados na maioria das espécies, mas não foi possível identificá-los, pois estavam caducos ou quebrados devido ao processamento. Em *G. maranhense*, *N. lasiandra*, *N. lucida*, *N. mogoriifolia*, *T. aequalis*, *T. citrifolia*, *T. cordifolia*, *T. crispa*, *T. discolor* e *T. mucronata* os pecíolos são glabros ou glabrescentes.

O córtex do pecíolo é comumente parenquimático (2a-d), apresentando idioblastos contendo drusas e cristais prismáticos (Fig. 2a-d) em todos os espécimes analisados. Fibras circundando o sistema vascular (2a-b) foram observadas em *N. lucida*, *N. poeppigiana*, *T. acapulcensis*, *T. cordifolia*, *T. crispa*, *T. mollis* e *T. phlomoides*, estando ausentes nas demais espécies (Fig. 2c).

A conformação do sistema vascular no pecíolo apresentou três arranjos distintos: o tipo arco aberto sem extremidades convolutas (Fig. 2a-b), que foi comum na maioria das espécies; o arco aberto com extremidades convolutas (Fig. 2c) observado em *N. lasiandra*, *N. lucida*, *N. multiglandulosa*, *N. poeppigiana*, *N. stannea*, *T. acapulcensis*, *T. aequalis*, *T. citrifolia*, *T. discolor* e *T. mucronata*; e o arco fechado (Fig. 2d) em *N. acutifolia*, *N. leucosepala*, *N. mogoriifolia* e *N. sericea*. Observa-se ainda um par de feixes acessórios (Fig. 2d) presentes em todas as espécies de *Niedenzuella*. A maioria das espécies de *Glicophyllum* e *Tetrapterys* não apresentou feixes acessórios (Fig. 2a-c), exceto *G. fimbripetalum*, *T. buxifolia* e *T. cordifolia*.

O contorno da nervura central na lâmina foliar variou de côncavo convexo (Fig. 2e) em *G. fimbripetalum* e *N. leucosepala*; plano convexo (Fig. 2f) em *N. mogoriifolia*, *N. multiglandulosa*, *N. poeppigiana*, *T. aequalis*, *T. anomala*, *T. mollis* e *T. phlomoides*, e biconvexo (Fig. 2g-h) nas demais espécies. É importante destacar que, o parênquima paliçádico se mantém contínuo na nervura central (Fig. 2e) na maioria das espécies de *Niedenzuella*, salvo *N. sericea*, em que o parênquima paliçádico se apresenta interrompido (Fig. 2f). Já nas espécies de *Tetrapterys*, o parênquima paliçádico é contínuo na nervura central em *T. acapulcensis*, *T. aequalis*, *T. anomala*, *T. citrifolia*, *T. crispa*, *T. discolor*, *T. mortonii*, *T. mucronata* e *T. xylostefolia*. A maioria das espécies de *Glicophyllum* não apresentou parênquima paliçádico na nervura central, exceto *G. fimbripetalum*.

Foram observados três arranjos na conformação do sistema vascular da nervura central: o tipo arco aberto (Fig. 2e-f) é o mais comum; o tipo biconvexo (Fig. 2g) em *N. lasiandra* e plano convexo (Fig. 2h) ocorre em *N. stannea* e *T. mucronata*.

Laticíferos foram observados no pecíolo e na lâmina foliar em todas as espécies de *Tetrapterys* (Fig. 2a, c, e-f, h), ocorrendo associados ao floema e de forma dispersa no córtex (Fig. 2a) na maioria das espécies e exclusivamente associados ao floema (Fig. 2c) em *T. acapulcensis*, *T. buxifolia*, *T. cordifolia*, *T. heterophylla* e *T. mollis*. Estas estruturas estão ausentes em todas as espécies de *Niedenzuella* e na maioria das espécies de *Glicophyllum*, exceto *G. fimbripetalum*.

O mesofilo é isobilateral (Fig. 3a) na maioria das espécies e dorsiventral (Fig. 3b) em *G. fimbripetalum*, *G. longibracteatum*, *N. lasiandra*, *N. stannea*, *N. sericea*, *T. aequalis*, *T. citrifolia*, *T. cordifolia*, *T. crispa*, *T. discolor*, *T. mollis*, *T. mucronata* e *T. xylosteifolia*.

Em todas as espécies a epiderme em ambas as faces na lâmina foliar é uniestratificada (Fig. 3a-b), exceto em *N. mogoriifolia* que apresenta a epiderme biestratificada em algumas regiões, especialmente na margem (Fig. 3c).

Conteúdo mucilaginoso corado de roxo pelo azul de toluidina (Fig. 3d) foi observado nas células da epiderme em *G. microphyllum*, *T. anisoptera*, *T. anomala*, *T. buxifolia*, *T. cordifolia* e *T. xylosteifolia*. A epiderme é papilosa (Fig. 3e) na face abaxial da lâmina foliar somente em *T. anomala* e *T. mertonii*.

Uma ou mais camadas de células volumosas e aclorofiladas foram observadas abaixo da epiderme na face adaxial, topograficamente correspondendo a uma hipoderme (Fig. 3b, d). A hipoderme foi observada em *G. microphyllum*, *N. poeppigiana*, *T. anisoptera* e *T. phlomoides*, sendo que em *G. microphyllum* estas células são volumosas e possuem paredes em concertina (Fig. 3d).

Dois tipos de tricomas foram observados, onde a maioria das espécies possui apenas tricomas em T (Fig. 3f). *Glicophyllum paludosum*, *G. salicifolium*, *T. mertonii* e *N. multiglandulosa* possuem tricomas do tipo T e Y (Fig. 3f-g) e *T. mollis*, *T. phlomoides* e *T. xylosteifolia* apenas Y (Fig. 3g). Em *G. maranhense*, *N. lasiandra*, *N. lucida*, *N. mogoriifolia*, *T. aequalis*, *T. citrifolia*, *T. cordifolia*, *T. crispa*, *T. discolor*, *T. heterophylla* e *T. mucronata* as folhas são glabras ou glabrescentes.

A maioria das espécies de *Glicophyllum* apresenta extensão de bainha com parede celulósica e delgada (Fig. 3a, d), ausente apenas em *G. fimbripetalum*. Já em *Niedenzuella* e

*Tetrapterys* a maioria das espécies não apresenta nenhum tipo de extensão de bainha, exceto *N. sericea*, *T. mollis*, *T. phlomoides* e *T. xylosteifolia* que possuem extensão de bainha com parede celulósica e delgada, como em *Glicophyllum*, e *N. lasiandra*, *N. stannea*, *T. acapulcensis* e *T. buxifolia* que possuem extensão de bainha lignificada (Fig. 3h).

A forma da margem das folhas difere entre as espécies. A maioria das espécies apresenta folha levemente revoluta (Fig. 4a-b). *Glicophyllum ambiguum*, *G. cardiophyllum*, *G. chamaecerasifolium*, *G. jussieuanum*, *G. maranhense*, *G. paludosum*, *T. acapulcensis*, *T. citrifolia*, *T. cordifolia*, *T. heterophylla* e *T. mollis* possuem folhas com margem reta (Fig. 4c). Folhas com margem revoluta (Fig. 4d) estão presentes em *G. fimbripetalum*, *G. latibracteolatum*, *T. phlomoides* e *T. xylosteifolia*. Apenas *G. salicifolium* apresenta folhas ericóides (Fig. 4e).

Na maioria das espécies foi observado que a composição da margem foliar possui uma ou mais camadas de células subepidérmicas, volumosas e aclorofiladas, restritas à margem, semelhante a uma hipoderme, e abaixo delas um parênquima paliçádico que se estende entre a face adaxial e abaxial da folha (Fig. 4a). Em *G. microphyllum*, *N. poeppigiana*, *T. anisoptera* e *T. phlomoides* é possível observar que a margem é composta pela hipoderme presente ao longo da própria lâmina foliar que é contínua até a margem e abaixo dela um parênquima paliçádico que se estende entre a face adaxial e abaxial da folha (Fig. 4b). Em *G. cardiophyllum*, *N. lasiandra*, *T. acapulcensis*, *T. buxifolia*, *T. cordifolia* e *T. mucronata* observa-se células subepidérmicas, volumosas e aclorofiladas (hipoderme restrita à margem) e um cordão volumoso de fibras pericíclicas (Fig. 4c) na extremidade da margem. Somente células subepidérmicas, volumosas e aclorofiladas (hipoderme restrita à margem) são evidentes (Fig. 4f) na extremidade da margem de *G. fimbripetalum*, *G. latibracteolatum*, *G. longibracteatum*, *N. mogoriifolia*, *N. sericea*, *N. stannea*, *T. anomala*, *T. citrifolia*, *T. crispa*, *T. discolor* e *T. mollis*; e somente o parênquima paliçádico (Fig. 4g) é evidente em *G. paludosum*, *G. salicifolium*, *N. leucosepala*, *N. lucida*, *N. multiglandulosa* e *T. xylosteifolia*.

Idioblastos contendo drusas e cristais prismáticos (Fig. 2f, 3a-b, d-e) foram observados na lâmina foliar em todos os espécimes analisados.

### 3.3. Caracterização anatômica das glândulas

Em geral as glândulas possuem anatomia bem semelhante, apresentando uma cutícula espessa (Fig. 5a-c), que pode ou não estar desassociada da epiderme formando um espaço subcuticular (Fig. 5c), uma superfície secretora com epiderme em paliçada (Fig. 5a-c), parênquima

secretor subepidérmico com células de menor diâmetro e protoplasto denso (Fig. 1a-c, e-f), um parênquima subjacente não secretor (Fig. 5a-b), e uma vascularização que se estende até o parênquima subepidérmico (Fig. 1a-f). Poucas diferenças são observadas, como: a superfície lateral das glândulas globosas do pecíolo e das margens foliares que apresentam uma epiderme não secretora e com células de formato isodiamétrico (Fig 5a-b), as glândulas discóides presentes ao longo da lâmina foliar não possuem superfície lateral, a borda da estrutura é levemente elevada em relação às demais células epidérmicas, mas ainda contínua à epiderme foliar (Fig. 5c-d). Laticíferos foram observados somente nas glândulas globosas das espécies de *Tetrapterys* (Fig. 5a).

***Chave de identificação para os gêneros:***

1. Laticíferos ausentes glândulas peciolares presentes..... 2
2. Feixes acessórios ausentes; sistema vascular no pecíolo do tipo arco aberto sem extremidades convolutas; presença de extensão de bainha celulósica; margem plana ou ericóide; ausência de múltiplas glândulas peciolares ..... *Glicophyllum*
- 2'. Um par de feixes acessórios; sistema vascular no pecíolo do tipo arco aberto com extremidades convolutas ou arco fechado; contorno do pecíolo sempre côncavo; margem levemente revoluta; presença de múltiplas glândulas peciolares..... *Niedenzuella*
- 1'. Laticíferos sempre presentes e glândulas peciolares ausentes ..... *Tetrapterys*

***Chave de identificação para as espécies de Glicophyllum:***

1. Feixes acessórios no pecíolo presentes; contorno da nervura côncavo convexo; parênquima contínuo na nervura; extensão de bainha celulósica ausente; laticíferos presentes..... *G. fimbripetalum*
- 1'. Feixes acessórios no pecíolo ausentes; contorno da nervura biconvexa; parênquima interrompido na nervura; extensão de bainha celulósica presente; laticíferos ausentes ..... 2

2. Glândulas acropeciulares presentes .....	3
2'. Glândulas acropeciulares ausentes .....	6
3. Glândulas côncavas, basilaminares, presentes; hipoderme com paredes em concertina, presentes.....	<i>G. microphyllum</i>
3'. Glândulas côncavas, basilaminares, ausentes; hipoderme com paredes em concertina, ausentes.....	4
4. Glândulas côncavas, terço basal da margem, ausentes .....	<i>G. maranhamense</i>
4'. Glândulas côncavas, terço basal da margem, presentes .....	5
5. Margem foliar reta .....	<i>G. ambiguum, G. jussieuanum</i>
5'. Margem foliar levemente revoluta .....	<i>G. ramiflorum</i>
6. Glândulas côncavas, basilaminares, presentes .....	7
6'. Glândulas côncavas, basilaminares, ausentes .....	9
7. Glândulas côncavas no terço basal da margem, presentes .....	8
7'. Glândulas côncavas no terço basal da margem, ausentes .....	<i>G. latibracteolatum</i>
8. Fibras pericíclicas na extremidade da .....	margem
.....	<i>G. chamaecerasifolium</i>
8'. Parênquima paliádico na extremidade da margem .....	<i>G. cardiophyllum</i>
.....	
9. Glândulas côncavas, terço basal da margem, presentes; margem ericóide.....	<i>G. salicifolium</i>
9'. Glândulas côncavas, terço basal da margem, ausentes; margem reta ou levemente revoluta.....	10
10. Glândulas côncavas, marginais, presentes .....	<i>G. paludosum</i>
10'. Glândulas côncavas, marginais, ausentes .....	<i>G. longibracteatum</i>

***Chave de identificação para as espécies de Niedenzuella:***

1. Glândulas acropeciulares presentes.....	2
2. Glândulas côncavas, laminares, presentes.....	3
2'. Glândulas côncavas, laminares, ausentes.....	5
3. Glândulas côncavas, marginais, presentes.....	4

- 3'. Glândulas côncavas, marginais, ausentes.....6
4. Conformação do sistema vascular em arco aberto com extremidades convolutas; nervura plana.....*N. multiglandulosa*
- 4'. Conformação do sistema vascular em arco fechado; nervura biconvexa.....*N. acutifolia*
5. Folhas com Tricomas em T presentes.....*N. leucosepala*
- 5'. Folhas glabras ou glabrescentes.....*N. lucida*
6. Folha glabra ou glabrescente; feixe vascular da nervura biconvexo.....*N. lasiandra*
- 6'. Tricomas presentes; feixe vascular da nervura em arco aberto.....*N. sericea*
- 1'. Glândulas acropiolas ausentes.....7
7. Glândulas peciolares presentes; feixe vascular da nervura principal em arco aberto.....8
- 7'. Glândulas peciolares ausentes; feixe vascular da nervura principal plano convexo.....*N. stannea*
8. Glândulas côncavas, laminares, presentes; folha glabra ou glabrescente.....*N. mogoriifolia*
- 8'. Glândulas côncavas, marginais, presentes; tricoma em T.....*N. poeppigiana*

***Chave de identificação para as espécies de Tetrapteryx:***

1. Glândulas acropiolas presentes.....2
2. Glândulas côncavas, marginais, presentes; contorno da nervura principal biconvexa.....*T. anisoptera*
- 2'. Glândulas côncavas, marginais, ausentes; contorno da nervura principal plana.....*T. phlomoides*
- 1'. Glândulas acropiolas ausentes ..... 3
3. Glândulas côncavas, basilaminares, presentes.....4
- 3'. Glândulas côncavas, basilaminares, ausentes.....6
4. Glândulas côncavas, terço basal da margem, presentes.....*T. xylosteifolia*
- 4'. Glândulas côncavas, terço basal da margem, ausentes.....5

5. Contorno do pecíolo plano convexo; feixes acessórios no pecíolo presentes.....*T. buxifolia*
- 5'. Contorno côncavo convexo; feixes acessórios no pecíolo ausentes.....*T. aequalis*
6. Glândulas convexas, terço basal da margem, presentes.....*T. mollis*
- 6'. Glândulas convexas, terço basal da margem, ausentes.....7
7. Glândulas côncavas, laminares, presentes.....8
- 7'. Glândulas côncavas, laminares, ausentes.....*T. cordifolia*
8. Glândulas côncavas, marginais, presentes.....*T. acapulcensis*
- 8'. Glândulas côncavas, marginais, ausentes.....9
9. Folhas glabras ou glabrescentes; papilas ausentes.....10
- 9'. Tricomas presentes; papilas presentes na face abaxial.....13
10. Feixe vascular do pecíolo arco aberto sem extremidades convolutas.....*T. crispa*
- 10'. Feixe vascular do pecíolo arco aberto com extremidades convolutas.....11
11. Feixe vascular da nervura central plano convexo.....*T. mucronata*
- 11'. Feixe vascular da nervura central arco aberto.....12
12. Margem foliar reta.....*T. citrifolia*
- 12'. Margem foliar levemente revoluta.....*T. discolor*
13. Nervura principal plana convexa; tricoma T.....*T. anomala*
- 13'. Nervura principal biconvexa; tricoma T e Y.....*T. mortonii*

#### 4. DISCUSSÃO

Há mais de dois séculos os grupos e espécies dentro do clado Tetrapterioide têm sofrido grandes mudanças. Desde sua circunscrição caracteres puramente macromorfológicos se mostraram insuficientes na delimitação dos táxons no clado Tetrapterioide, portanto novos dados são necessários para apontar características capazes de sustentar o monofiletismo dos grupos (Cavanilles 1790; Anderson 2006; Davis & Anderson 2010; Davis *et al.* 2020; Almeida e Van den Berg 2021). Diante disso, o presente estudo realiza pela primeira vez a caracterização anatômica e micromorfológica foliar de *Tetrapterys* e seus gêneros segregados (*Glicophyllum* e *Niedenzuella*), apontando novos caracteres de valor taxonômico para esses gêneros.

No presente estudo foram avaliadas as pétalas de *G. microphyllum*, *G. ramiflorum*, *N. acutifolia* e *T. mucronata*, como representativas de cada gênero do clado Tetrapterioide. Foram reconhecidos 3 padrões de vascularização das pétalas, que permitiram distinguir os três gêneros, o que representa uma característica diagnóstica promissora, já que a homogeneidade na estrutura floral é um atributo enfatizado em Malpighiaceae (Anderson & Davis 2010). Trabalhos que utilizam caracteres relacionados às pétalas ainda são escassos, mas esse tipo de dado já se mostra útil a nível genérico e específico em Malpighiaceae (Guesdon *et al.* 2018; Almeida *et al.* 2019). A presença de glândulas e margem fimbriada nas pétalas nos gêneros do clado Mcvaughioide foram consideradas características derivadas somente nas espécies neotropicais de Malpighioideae s.l. (Reis 2017), corroborando a transferência dos gêneros *Mcvaughia*, *Burdachia* e *Glandonia* de Byrsonimoideae s.l. para Malpighioideae (Anderson and Davis 2010).

A presença e diversidade morfológica das glândulas foliares são reportadas em diversos gêneros de Malpighiaceae (Guimarães *et al.* 2016; Almeida *et al.* 2019; Araújo *et al.* 2019; Davis *et al.* 2020; Câmara *et al.* 2020). Para os gêneros amostrados no presente trabalho, apenas a presença destas estruturas é utilizada nas descrições e tratamentos taxonômicos (Davis e Anderson 2010; Almeida e Van den Berg 2021; Alves *et al.* 2021). Nossos resultados demonstram que a distribuição e morfoanatomia das glândulas foliares também apresentam valor taxonômico e foram utilizados para delimitar e distinguir espécies e gêneros.

A pouca variação anatômica das glândulas em Malpighiaceae foi enfatizada por outros autores (Araújo & Meira 2016; Possobom & Machado 2017; Almeida *et al.* 2019), sendo destacado que tal semelhança reflete o alto grau de conservação nas glândulas de Malpighiaceae e a sua

relação com os animais visitantes (Anderson 1979, Vogel 1990, Sousa *et al.* 2021). A presença de um espaço subcuticular está associada ao acúmulo de substâncias secretadas por estas glândulas, promovendo assim a expansão da cutícula, tais substâncias podem ser ricas em lipídios, açúcares, proteínas, compostos fenólicos e estão relacionadas à recompensa dada aos seus polinizadores/visitantes que atuam na polinização e defesa contra herbivoria (Anderson 1979; Paiva & Machado 2006; Nicolson & Thornburg 2007; Torezan-Silingardi 2007; Rosa 2009; Araújo & Meira 2016).

#### 4.1. Contribuições da anatomia foliar para a taxonomia

Trabalhos recentes apontam que caracteres peciolares são importantes em nível genérico em Malpighiaceae (Araújo *et al.* 2020; Santos *et al.* 2020). Fato similar é visto nos gêneros estudados no presente trabalho, onde o contorno do pecíolo côncavo convexo se apresenta como um caráter conservado dentro dos grupos, presente em todas as espécies de *Niedenzuella*, e na maioria das espécies de *Glicophyllum* e *Tetrapteryx*. O pecíolo do tipo biconvexo (*G. microphyllum* e *T. cordifolia*) e plano convexo (*T. acapulcensis* e *T. buxifolia*) é menos comum e se mostrou útil na distinção de espécies.

A conformação do sistema vascular no pecíolo também é conhecida como outra característica útil para outros táxons de Malpighiaceae (Almeida *et al.* 2017; Guesdon *et al.* 2018; Araújo *et al.* 2020; Lima *et al.* 2021). No presente estudo vimos que feixe do tipo arco aberto sem extremidades convolutas está presente em todas as espécies do gênero *Glicophyllum*, e variável dentro de *Tetrapteryx*, onde a maioria das espécies possui esse tipo de conformação, mas outras (*T. acapulcensis*, *T. aequalis*, *T. citrifolia*, *T. cordifolia* e *T. discolor*) apresentam extremidades convolutas. O sistema vascular do tipo arco fechado observado em algumas espécies de *Niedenzuella* pode ser uma variação do tipo arco aberto com extremidades convolutas, possivelmente devido a ativação do câmbio vascular comum nas espécies estudadas, futuros estudos ontogenéticos são necessários para confirmar essa hipótese.

Feixes acessórios no pecíolo estão sempre presentes nas espécies de *Niedenzuella*, e ausentes na maioria das espécies de *Glicophyllum* e *Tetrapteryx*. A presença de feixes acessórios em *G. fimbripetalum*, *T. buxifolia* e *T. cordifolia* foi relevante para distinguir essas espécies, semelhante à abordagem realizada em outros táxons de Malpighiaceae (Araújo *et al.* 2010; Guesdon *et al.* 2018; Mello *et al.* 2019; Araújo *et al.* 2020; Câmara *et al.* 2020; Santos *et al.* 2020).

A nervura central tem se mostrado útil na taxonomia de diversos gêneros em Malpighiaceae como *Amorimia*, *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Glandonia* (Almeida *et al.* 2017; Guesdon *et al.* 2018; Mello *et al.* 2019; Araújo *et al.* 2020; Santos *et al.* 2020). Nossos resultados corroboram a importância taxonômica dessa característica, apontando que caracteres como a variação no contorno da nervura central é importante na distinção dos táxons. O contorno biconvexo na nervura central é típico do gênero *Glicophyllum*, não sendo observado apenas em *G. fimbripetalum*. Entretanto, em *Niedenzuella* e *Tetrapteryx* essa característica não é constante.

A ausência ou presença de parênquima paliçádico contínuo na nervura central também foi uma característica útil taxonomicamente nas espécies estudadas. Em *Glicophyllum* a ausência dessa estrutura é um caráter comum, não encontrado apenas em *G. fimbripetalum*. Enquanto em *Niedenzuella* o parênquima paliçádico se apresenta geralmente contínuo na nervura central, exceto *N. sericea*, e em *Tetrapteryx* foi bastante variada. Não encontramos nenhum registro desta característica na literatura anatômica de Malpighiaceae, e ressaltamos a importância taxonômica no uso deste caráter em futuros estudos.

A conformação do sistema vascular na nervura central foi outra característica altamente conservada nos gêneros estudados, sendo o tipo arco aberto o mais comum, a pouca variação presente em *N. lasiandra* (biconvexo) e *N. stannea* e *T. mucronata* (plano convexo) se apresentou útil na distinção dessas espécies. A conservação ao nível genérico no arranjo do sistema vascular da nervura central também foi apontada por Araújo *et al.* (2010, 2020) em *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropteryx* e por Mello *et al.* (2019) em *Amorimia*.

A organização do mesofilo apresenta grande valor taxonômico nas espécies estudadas e pôde auxiliar na distinção dos táxons. A organização do mesofilo é um caráter que já vem sendo usado e se mostrado vantajoso na anatomia aplicada de diversos gêneros de Malpighiaceae, tais como *Amorimia*, *Byrsonima*, *Banisteriopsis* e *Heteropteryx* e *Malpighia* L. (Araújo *et al.* 2010; Bárcenas-López *et al.* 2019; Mello *et al.* 2019; Araújo *et al.* 2020).

A presença de laticíferos apresenta valor taxonômico e é um caractere importante na distinção das espécies estudadas, os mesmos já são relatados em Malpighiaceae (Vega *et al.* 2002; Pace *et al.* 2019), e apesar de estarem presentes em poucos gêneros, são importantes na taxonomia não só de Malpighiaceae, mas de outras famílias botânicas (Vega *et al.* 2002; Almeida-Jr *et al.* 2012; Pace *et al.* 2019; Ferreira *et al.* 2020; Medina *et al.* 2021).

A presença de laticíferos em todas as espécies de *Tetrapteryx* e a ausência em todas as espécies de *Niedenzuella* e em *Glicophyllum* (exceto *G. fimbripetalum*) é um dado importante, pois pode representar possíveis sinapomorfias e indicam a necessidade de reavaliação da circunscrição de *G. fimbripetalum*, principalmente porque a presença ou ausência de laticíferos é um caráter constante nos gêneros de Malpighiaceae (Vega *et al.* 2002; Pace *et al.* 2019). Além de ser uma exceção por não possuir laticíferos, *Glicophyllum fimbripetalum* apresenta outras características incomuns quando comparada com as outras espécies do gênero, o que deve ser considerado em futuros trabalhos que visem a adequação da transferência desta espécie para outro gênero.

Caracteres epidérmicos são úteis na distinção de diversos grupos, como os tricomas malpighiáceos que são característicos da família e possuem importância para a taxonomia do grupo (Metcalf & Chalk 1979; Anderson 2011; Almeida & Mamede 2016; Guimarães *et al.* 2016). A ausência/presença e tipo de tricomas foram importantes na delimitação dos táxons analisados e utilizados na chave de identificação, bem como os tipos de epiderme que já vem sendo utilizados por outros autores para delimitar táxons ao nível específico (Araújo *et al.* 2010; Araújo *et al.* 2020).

A presença de papilas também foi um caráter importante na distinção das espécies. Apesar da presença de papilas ser frequentemente relatada nas peças florais de Malpighiaceae como os osmóforos que ocorrem em estigmas, anteras e sépalas (Possobom & Machado 2017; Aliscioni *et al.* 2018; Arévalo-Rodrigues *et al.* 2020), a presença dessa estrutura é aparentemente rara nas folhas de Malpighiaceae, pois até o momento epiderme foliar papilosa só era descrita na família em *Glandonia williamsii* (Guesdon *et al.* 2018). As papilas observadas na epiderme da face abaxial da folha não são secretoras e podem estar relacionadas a uma adaptação ambiental, visto que ambas as espécies (*T. anomala* e *T. mortonii*) ocorrem no domínio fitogeográfico da Floresta Amazônica, em estratos inferiores de ambiente fechado, elas podem atuar no aumento da eficiência da captação de luz para o mesófilo.

Hipoderme é um termo utilizado para descrever a camada abaixo da epiderme cujas células são destituídas de cloroplastos (Appezato-Da-Gloria & Carmello-Guerreiro 2012; Raven *et al.* 2014). Entretanto, anatomicamente, hipoderme também é utilizada para descrever a camada semelhante a epiderme que é produzida pela atividade do meristema fundamental (Appezato-Da-Gloria & Carmello-Guerreiro 2012; Raven *et al.* 2014). No presente estudo, foi adotado o termo hipoderme no sentido etimológico, sem qualquer implicação quanto ao meristema que originou a camada. Essa característica foi útil taxonomicamente na distinção dos táxons estudados. Cabe

ressaltar que em *G. microphyllum*, uma espécie endêmica dos Campos Rupestres brasileiros, a hipoderme possui paredes delgadas em concertina e células alongadas, muito semelhante a uma hipoderme aquífera presente em plantas de ambiente xéricos (Apezzato-Da-Gloria e Carmello-Guerreiro 2012; Raven *et al.* 2014; Almeida 2020).

Caracteres relacionados à margem são pouco explorados nos estudos anatômicos em Malpighiaceae. Almeida *et al.* (2017) e Mello *et al.* (2019) citam que a presença de blocos de fibras é um caráter comum nas margens da maioria das espécies de *Amorimia*, além da presença de uma camada subepidérmica semelhante ao que vimos nas espécies estudadas. Nossos resultados apontam que não só a anatomia das margens, mas também a sua forma são características importantes de um ponto de vista taxonômico, sendo um caráter útil ao nível específico nos gêneros estudados. A presença de folha ericóide em *Glicophyllum salicifolium* pode ser uma característica selecionada em resposta ao ambiente, pois esta espécie possui hábito subarborescente e é endêmica do Cerrado brasileiro, ambiente com déficit hídrico, semelhante ao descrito para espécies de *Camarea* St.-Hil (Mamede 1993; Almeida 2020).

Cabe ressaltar a ausência de clara metodologia na literatura para descrever as formas das margens foliares, pois existem divergências entre os autores, em especial quanto a diversidade de tipos e o método de classificação para cada uma. É importante que as análises sigam uma padronização, facilitando assim a interpretação e utilização dos dados por outros autores, e o acesso à uma ciência colaborativa, portanto adotamos uma metodologia própria na descrição da forma das margens, englobando uma ampla diversidade de tipos e elaboramos uma metodologia para sua classificação, dessa forma sugerimos o uso desta metodologia em futuros estudos.

Nossos resultados trazem novidades que corroboram a sinonimização de *Aenigmatanthera* e *Niedenzuella* proposta por Almeida e Van den Berg (2021), bem como a segregação de *Glicophyllum* a partir de *Tetrapterys* *p.p.*. Caracteres como: o padrão de vascularização das pétalas, seu indumento, forma do pecíolo, conformação do sistema vascular do pecíolo e da nervura central, organização do mesofilo, forma e composição da margem, presença ou ausência de parênquima paliçádico na nervura central, de extensão de bainha, tipos específicos de glândulas foliares, e a presença ou ausência de laticíferos são os principais caracteres diagnósticos para os gêneros e espécies estudados.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo realizou pela primeira vez a descrição anatômica e micromorfológica de *Tetrapterys*, bem como dos seus gêneros segregados e/ou proximamente relacionados, apontando novos caracteres diagnósticos capazes de identificar os três gêneros estudados. Corroborando com a circunscrição genérica proposta por Almeida e Van den Berg (2021). Conseguimos identificar 33 das 35 espécies utilizadas na chave de identificação, englobando ca. de metade das espécies totais *Niedenzuella* e dois terços das espécies de *Glicophyllum* e *Tetrapterys* ocorrentes no Brasil, além de seis espécies de *Tetrapterys* não nativas do país.

Propomos ainda, baseados em nossos dados o reposicionamento de *G. fimbripetalum* no gênero *Tetrapterys*. Apontamos valor taxonômico no uso de novos caracteres anatômicos, como a presença de parênquima paliçádico contínuo na nervura principal. A análise de forma da margem também apresentou grande importância, desde que seguidos critérios uniformes para essas análises, assim sugerimos uma metodologia padrão e clara para a análise de margem. Contudo, reforçamos a importância do uso da anatomia para a interpretação de relações filogenéticas entre grupos, sobretudo aliados a dados morfológicos e moleculares.

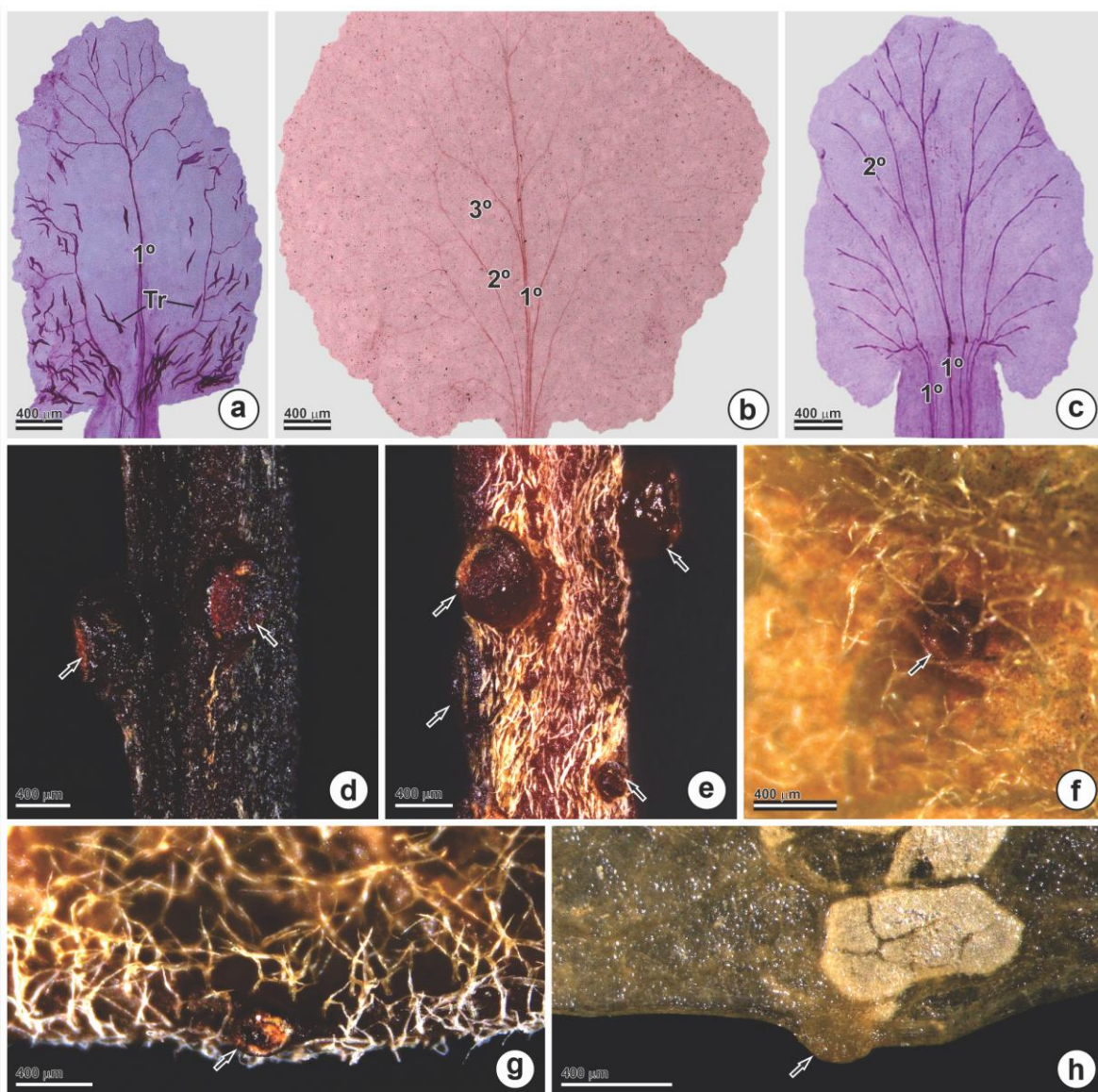
<b>Espécies</b>	<b>Coletor/Herbário</b>
<i>Glicophyllum ambiguum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	J. Roveratti et al. 432 (UB) J.G.A. Paiva 65 (UB) TCUB 1277 (183848 UB)
<i>Glicophyllum cardiophyllum</i> (Nied.) R.F.Almeida	M. Alves et al. 113 (ALCB) M.L. Guedes 25444 (ALCB) A. Francener et al. 1401 (c)
<i>Glicophyllum chamaecerasifolium</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	M.T.S. Stradmam 531 (ALCB)
<i>Glicophyllum fimbripetalum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	M.J. Jansen-Jacobs et al. 1469 (UB)
<i>Glicophyllum jussieuanum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	R. Goodland s.n (41247 VIC) R. Goodland s.n (41228 VIC) P.S. Carvalho 346 (UB) P.S. Carvalho 345 (UB)
<i>Glicophyllum latibracteolatum</i> (Nied.) R.F.Almeida	M.L. Guedes 23976 (ALCB)
<i>Glicophyllum longibracteatum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	M.L. Guedes 21047 (ALCB)
<i>Glicophyllum maranhamense</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	C.V. Vidal 523 A. Vicentini 1213 (UB)
<i>Glicophyllum microphyllum</i> (Nied.) R.F.Almeida	J.C.L. Amado s.n (48655 VIC) C. Proença 3119 (VIC) C.C. Paula et al. 107 (VIC) L.S. Moura 317 (VIC)
<i>Glicophyllum paludosum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	L.C. Marinho 594 (ALCB) H.S.I. Irwin et al. 31235 (UB)
<i>Glicophyllum ramiflorum</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	C. Proença et al. 2704 (UB) C.R. Fernandes 32 (UB)
<i>Glicophyllum salicifolium</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	V.C. Souza 7108 (BHCB) J. Cordeiro 3658 (ALCB) M.L. Pereira 150 (VIC)
<i>Niedenzuella acutifolia</i> (Cav.) W.R.Anderson	M.L. Guedes 21890 (ALCB) R.L.C. Bortoluzt et al. 428 (VIC) J.G. Kuhlmann s.n (1603 VIC) J.G. Kuhlmann s.n (2303 VIC) J.G. Kuhlmann s.n (2298 VIC)
<i>Niedenzuella lasiandra</i> (A.Juss.) R.F.Almeida	D.R Hunt 5867 (UB) J.H. Kirkbride Jr 4937 (UB) J.M. Pires 16301 (UB)
<i>Niedenzuella leucosepala</i> (Griseb.) W.R.Anderson	R.P Belém 2727 (UB)
<i>Niedenzuella lucida</i> (A.Juss.) W.R.Anderson	G. Esten 6978 (VIC) M. Magalhães 1138 (UB) V. Demuner 1214 (MBML)
<i>Niedenzuella mogoriifolia</i> (A.Juss.) W.R.Anderson	H.S. Irwin 2228 (VIC) Dobereiner 185 (UB)
<i>Niedenzuella multiglandulosa</i> (A.Juss.) W.R.Anderson	S.Atkins 4701 (ALCB) M.L. Guedes 1437 (ALCB) M.M. Arbo et al. 5755 (UB)

<i>Niedenzuella poeppigiana</i> (A.Juss.) W.R.Anderson	P. Occhioni 7978 (UB) Kollmann 6319 (MBML)
<i>Niedenzuella sericea</i> (A.Juss.) W.R.Anderson	H.S. Irwin et al. 14996 (UB)
<i>Niedenzuella stannea</i> (Griseb.) W.R.Anderson	A. Ducke 8335 (UB)
<i>Tetrapteryx acapulcensis</i> Kunth	A.S. Barclay et al. 3477 (US)
<i>Tetrapteryx aequalis</i> C. Wright in Sauvalle	E.L Ekman 1356
<i>Tetrapteryx anisoptera</i> A.Juss.	W.W. Thomas 10931 (ALCB) S.C. Sant'Ana 1118 (SP)
<i>Tetrapteryx anomala</i> W.R.Anderson	K.M. Redden et al. 2510 (US)
<i>Tetrapteryx buxifolia</i> Cav.	P. Acevedo Rdz 14110
<i>Tetrapteryx citrifolia</i> (Sw.) Pers.	W.E. Broodway 4302
<i>Tetrapteryx cordifolia</i> W.R.Anderson	I.L. Amaral 1550 (UB)
<i>Tetrapteryx crispa</i> A.Juss.	A.M. Amorim 2919 (SP)
<i>Tetrapteryx discolor</i> (G.Mey.) DC.	J.A. Steyermark 89086 (UB)
<i>Tetrapteryx heterophylla</i> (Griseb.) W.R.Anderson	W.R. Ernst 2808
<i>Tetrapteryx mollis</i> Griseb.	S.A. Nicolau 3203 (SP)
<i>Tetrapteryx mortonii</i> (J.F.Macbr.) Cuatrec.	F. Woythowski 5636 (US)
<i>Tetrapteryx mucronata</i> Cav.	F.F Carmo 149 (BHCB) M.L. Guedes 121284 (ALCB) J.G. Kuhlmann s.n (2304 VIC) V. Gomes 2408 (VIC) E.P. Heringer 732 (13145 VIC) G.A. Black 51-13310 (UB)
<i>Tetrapteryx phlomoides</i> (Spreng.) Nied.	P. Fiaschi 185 (BHCB) F. Hoehne sn. (11408 SP) M.L. Guedes 11782 (ALCB) R.P. Lyra Lemos 5695 (ALCB)
<i>Tetrapteryx xylosteifolia</i> A.Juss.	G. Hatschbach 18531 (UB)

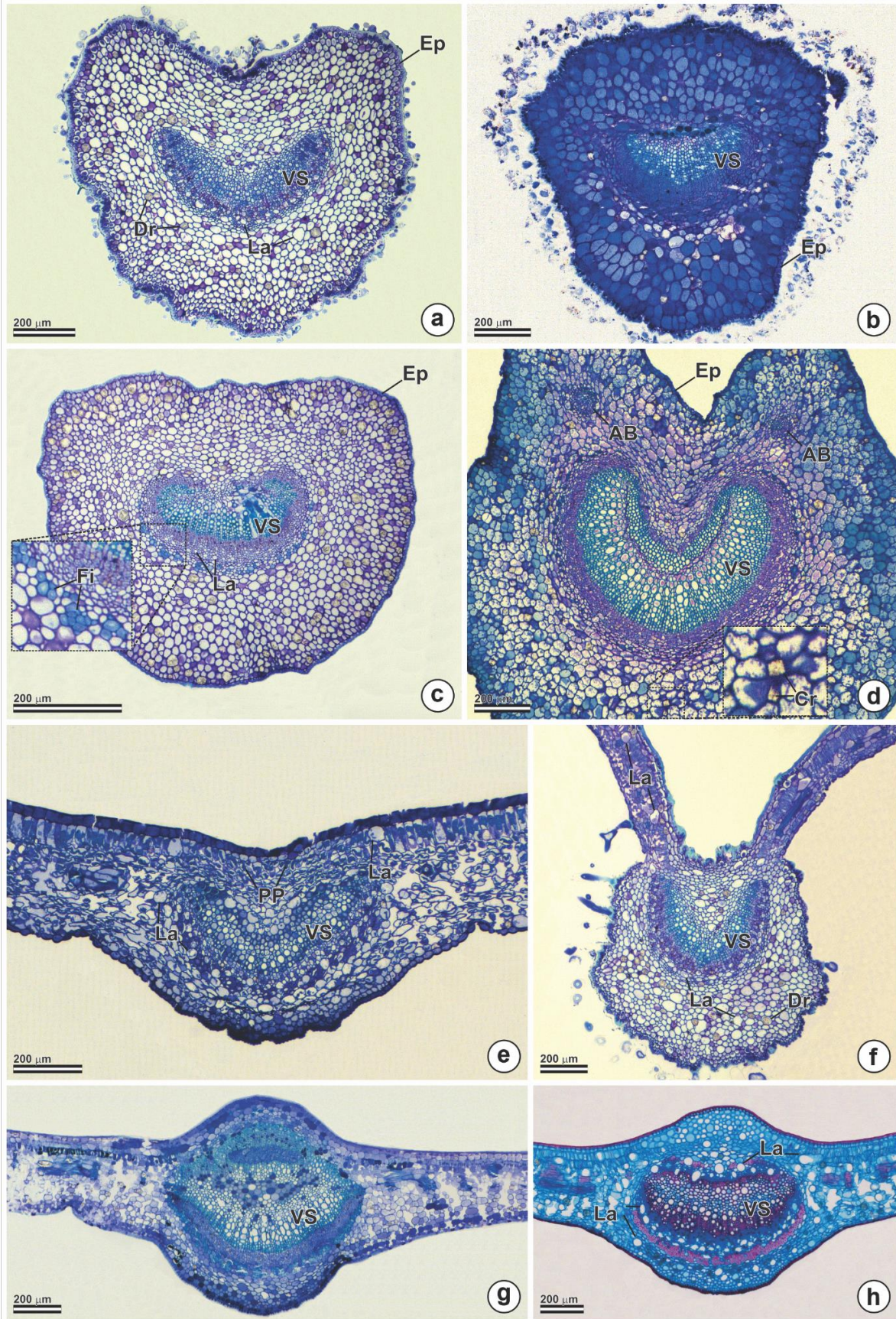
**Tabela 1.** Lista de espécies analisadas e *vouchers*.

Táxon/Caráter	1	2	3	4	5	6	7
<i>G. ambiguum</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>G. jussieuanum</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>G. cardiophyllum</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>G. chamaecerasifolium</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>G. fimbripetalum</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>G. latibracteolatum</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>G. longibracteatum</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>G. maranhamense</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>G. microphyllum</i>	+	-	+	+	-	-	-
<i>G. paludosum</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>G. ramiflorum</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>G. salicifolium</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>N. acutifolia</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>N. lasiandra</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>N. leucosepala</i>	+	-	-	-	-	+	-
<i>N. lucida</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>N. mogoriifolia</i>	-	+	-	-	-	+	-
<i>N. multiglandulosa</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>N. poeppigiana</i>	-	+	-	-	-	-	+
<i>N. sericea</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>N. stannea</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>T. acapulcensis</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>T. aequalis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>T. anisoptera</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>T. anomala</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. buxifolia</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>T. citrifolia</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. cordifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>T. crispa</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. discolor</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. heterophylla</i>	*	*	-	-	+	-	-
<i>T. mollis</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>T. mortonii</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. mucronata</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>T. phlomoides</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>T. xylosteifolia</i>	-	-	+	+	-	-	-

**Tabela 2.** Presença (+), ausência (-) e diversidade morfológica das glândulas foliares analisadas: **1.** Um par de glândulas acropetiolares, superfície côncava; **2.** Múltiplas glândulas dispersas pelo pecíolo, superfície côncava; **3.** Glândulas basilaminares, superfície côncava; **4.** Glândulas no terço basal da margem foliar, superfície côncava; **5.** Glândulas no terço basal da margem foliar, superfície convexa; **6.** Glândulas dispersas na lâmina foliar, superfície côncava; **7.** Glândulas marginais, superfície côncava. \*: carácter não analisado.



**Fig. 1:** Vascularização das pétalas e morfologia das glândulas. **a.** Pétala de *N. acutifolia*; **b.** Pétala de *G. ramiflorum*; **c.** Pétala de *T. mucronata*; **d.** Par de glândulas acropetolar, superfície côncava *N. leucosepala*; **e.** Múltiplas glândulas peciolares, superfície côncava *N. mogoriifolia*; **f.** Glândula laminar, superfície côncava *T. mortonii*; **g.** Glândula marginal, superfície côncava *T. phlomoides*; **h.** Glândula marginal, superfície convexa *T. heterophylla*. **Tr:** tricomas; **1°:** veias primárias; **2°:** veias secundárias; **3°:** veias terciárias; **Setas:** glândulas.



**Fig. 2:** Forma dos pecíolos e da nervura central. **a.** Pecíolo côncavo *T. anisoptera*; **b.** Pecíolo biconvexo *G. microphyllum*; **c.** Pecíolo plano convexo *T. acapulcensis*; **d.** Sistema vascular em arco fechado e feixes acessórios *N. leucosepala*; **e.** Nervura côncava convexa *G. fimbripetalum*; **f.** Nervura plana convexa *T. phlomoides*; **g.** Nervura biconvexa *N. lasiandra*; **h.** Sistema vascular plano convexo *T. mucronata*. **Ep:** epiderme; **La:** laticíferos; **VS:** Sistema vascular; **Dr:** drusas; **AB:** feixes acessórios; **Fi:** fibras; **Cr:** cristal prismático; **PP:** parênquima paliçádico.

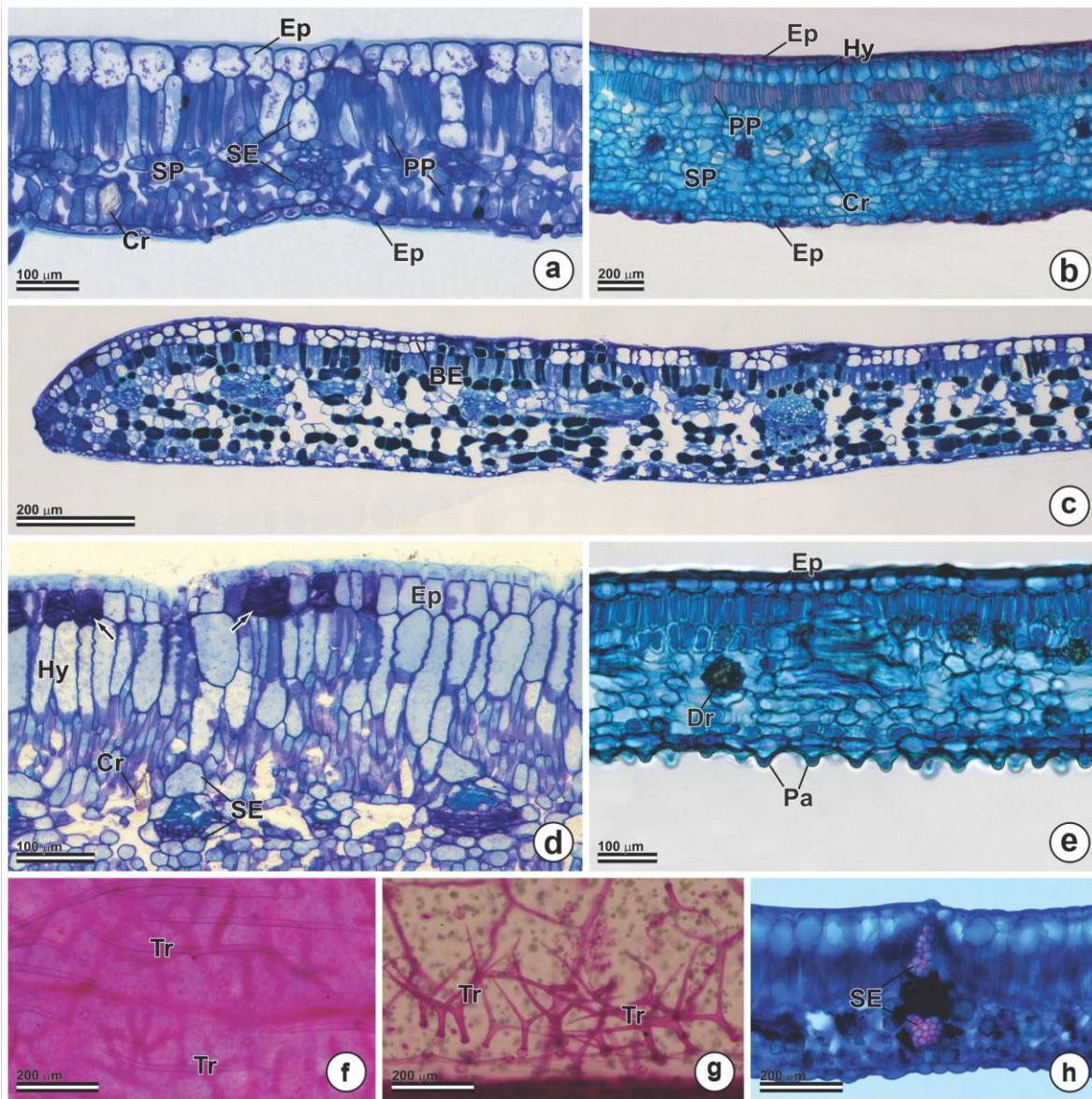
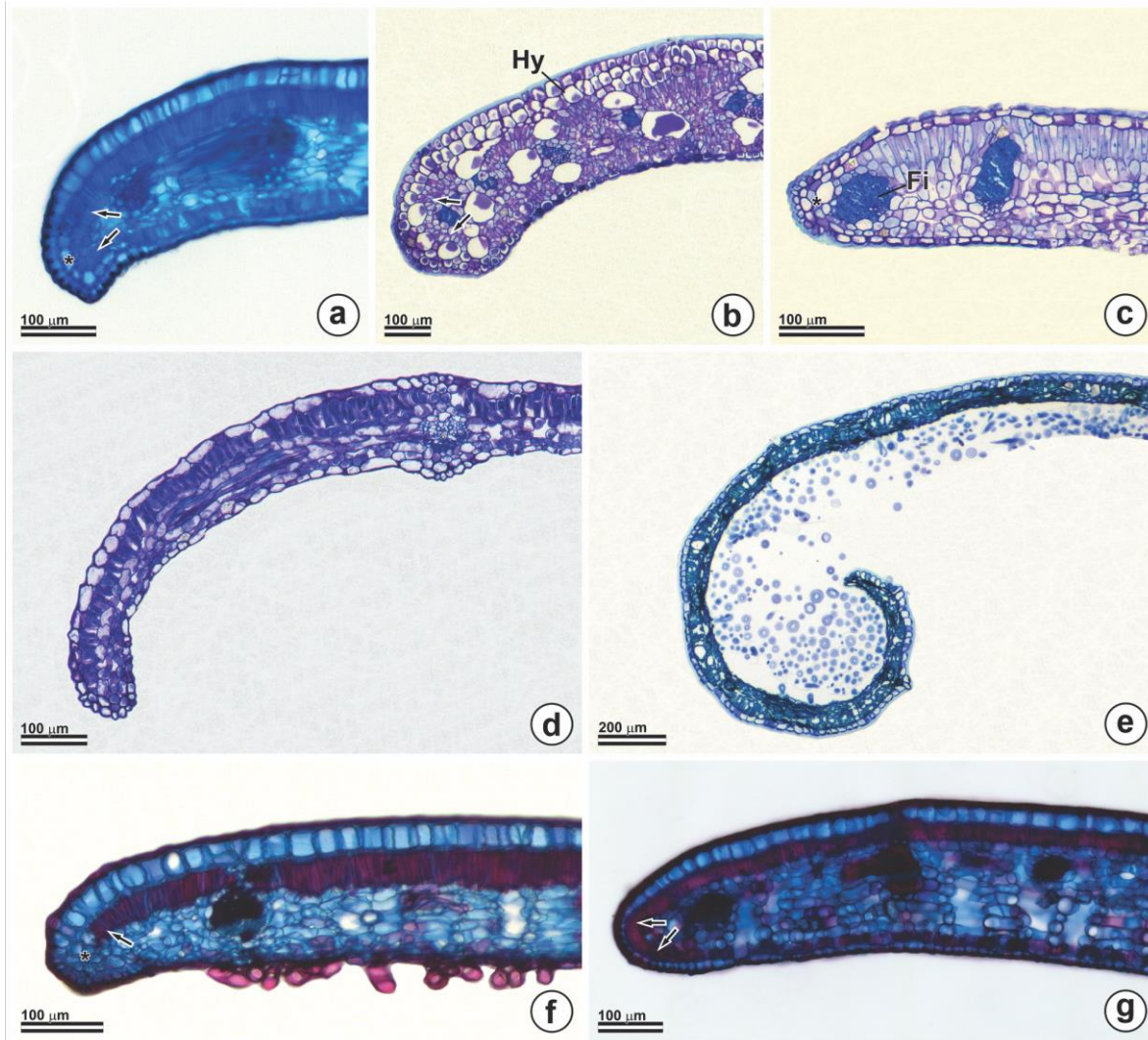
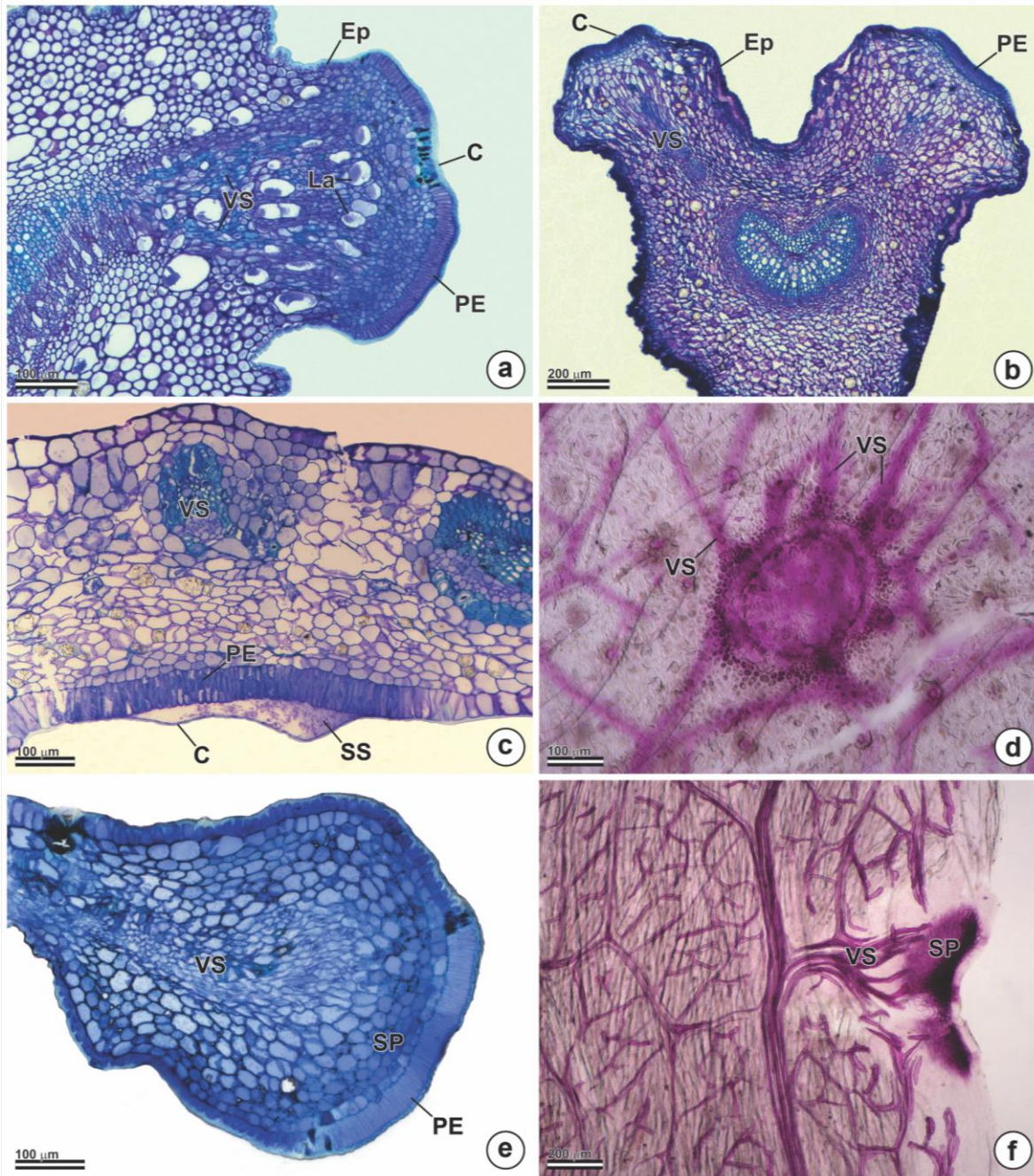


Fig.

**3:** Mesofilos, epidermes e apêndices epidérmicos. **a.** Mesofilo isobilateral *G. ramiflorum*; **b.** Mesofilo dorsiventral *N. poeppigiana*; **c.** Epiderme biestratificada *N. mogoriifolia*; **d.** Epiderme mucilaginosa e hipoderme *G. microphyllum*; **e.** Papilas na face abaxial *T. mortonii*; **f.** Tricomas em *T. multiglandulosa*; **g.** Tricomas em *T. mollis*; **h.** Extensão de bainha liguinificada *T. buxifolia*. **Ep:** Epiderme; **PP:** Parênquima paliádico; **SP:** Parênquima lacunoso; **SE:** extensão de bainha; **Cr:** cristal prismático; **Hy:** hipoderme; **BE:** epiderme biestratificada; **Cr:** cristal prismático; **Setas:** mucilagem na epiderme; **Dr:** drusa; **Pa:** papila; **Tr:** tricomas.



**Fig. 4:** Forma e composição das margens. **a.** Margem levemente revoluta *N. acutifolia*; **b.** Margem levemente revoluta *T. anisoptera*; **c.** Margem reta *T. acapulcensis*; **d.** Margem revoluta *T. xylosteifolia*; **e.** Margem ericóide *G. salicifolium*; **f.** Margem levemente revoluta *N. sericea*; **g.** Margem levemente revoluta *N. lucida*. **Hy:** hipoderme \*: hipoderme restrita à margem; **Setas:** parênquima paliçádico; **Fi:** fibras.



**Fig. 5:** Anatomia das glândulas. **a.** Glândula acropetal, superfície côncava *T. phlomoides*; **b.** Glândula acropetal, superfície côncava *N. sericea*; **c.** Glândula laminar superfície côncava *G. cardiophyllum*; **d.** Glândula laminar superfície côncava *T. anomala*; **e.** Glândula marginal, superfície côncava *G. jussieuanum*; **f.** Glândula marginal, superfície côncava *G. jussieuanum*. **Ep:** epiderme; **PE.** epiderme em paliçada; **C.** cutícula; **SS.** espaço subcuticular; **SP.** parênquima subepidêmico; **La:** laticíferos; **VS.** sistema vascular;

## REFERÊNCIAS

- ALISCIONI, S.S., GOTELLI, M.; TORRETTA, J.P. **Structure of the stigma and style of *Callaeum psilophyllum* (Malpighiaceae) and its relation with potential pollinators.** *Protoplasma* 255: 1433–1442. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00709-018-1245-x>.
- ALMEIDA-JR, E.B; ARAÚJO, J.S; SANTOS-FILHO, F.S; ZICKEI, C.S. **Leaf Morphology and anatomy of *Manilkara Adans.* (Sapotaceae) from Brazil.** *Plant Systematics and Evolution* 299: 1–9. 2012. doi: 10.1007/s00606-012-0697-2.
- ALMEIDA, R.F. *Tetrapterys* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB8967>>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- ALMEIDA, R.F.; GUESDON I.R.; PACE, M.R.; MEIRA, R.M.S. **Taxonomic revision of *Mcvaughia* W.R. Anderson (Malpighiaceae): notes on vegetative and reproductive anatomy and the description of a new species.** *PhytoKeys* 117: 45–72. 2019. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.117.32207>.
- ALMEIDA, R.F.; MAMEDE, M.C.H. **Sinopse de Malpighiaceae no Estado do Espírito Santo, Brasil: *Stigmaphyllon* A. Juss.** *Hoehnea* 43: 601–633. 2016. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-22/2016>.
- ALMEIDA, R.F.; MELLO, A.C.M.P.; OLIVEIRA, D.M.T.O; AMORIM, A.M.A. **Leaf anatomy and macro-morphology uncover a new species of *Amorimia* (Malpighiaceae) from Southeastern Brazil.** *Phytotaxa* 305: 179–190. 2017. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.305.3.5>.
- ALMEIDA, R.F; VAN DEN BERG, C. **Molecular phylogeny and character mapping support generic adjustments in the Tetrapteroid clade (Malpighiaceae).** *Nordic Journal of Botany* 39: 1-25. 20121. doi: 10.1111/njb.02876.
- ALVES, LL.; SOBRAL, M.; COSTA, M.T.R.; ALMEIDA, R.F.D. **Malpighiaceae from Lenheiro Mountain Range, Minas Gerais, Brazil.** *Rodriguésia* 72: 1-21. 2021. <http://doi.org/10.1590/2175-7860202172046>.
- ANDERSON, W.R. **Floral Conservatism in Neotropical Malpighiaceae.** *Biotropica* 11: 219–223. 1979. <https://doi.org/10.2307/2388042>.

- ANDERSON, W.R. **Eight segregates from the neotropical genus *Mascagnia* (Malpighiaceae).** Novon: A J. for Botanical Nomenclature 16: 168–204. 2006. [https://doi.org/10.3417/1055-3177\(2006\)16\[168:ESFTNG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3417/1055-3177(2006)16[168:ESFTNG]2.0.CO;2).
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia Vegetal.** Editora UFV, 3º ed. 2012. ISBN: 85-7269-240-1
- ARAÚJO, J.S.; AZEVEDO, A.A.; SILVA, L.C.; MEIRA, R.M.S.A. **Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil).** Plant Systematic and Evolution 286: 117–131. 2010. <https://doi.org/10.1007/s00606-010-0268-3>.
- ARAÚJO, J.S.; ALMEIDA, R.F.; MEIRA, M.S.A. **Taxonomic relevance of leaf anatomy in *Banisteriopsis* C.B. Rob. (Malpighiaceae).** Acta Botanica Brasilica 34: 214-228. 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0276>.
- ARAÚJO, J.S.M.; MEIRA, R.M.S.A. **Comparative anatomy of calyx and foliar glands of *Banisteriopsis* C. B. Rob. (Malpighiaceae).** Acta Botanica Brasilica 30: 112–123. 2016. <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0248>.
- ARÉVALO-RODRIGUES, G.; ALMEIDA, R.F.; CARDOSO-GUSTAVSON, P. **Anatomy of staminal glands in the Stigmaphylloide clade sheds light into new morphotypes of elaiophores and osmophores in Malpighiaceae.** Plant Systematics and Evolution 306: 1-9. 2020. doi:10.1007/s00606-020-01680-w.
- CÂMARA, A.R.; VILARINHO, M.P.; ARAÚJO, J.S. **Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia do gênero *Camarea* St.-Hil (Malpighiaceae).** Research, Society and Development 9 (10): 1-29. 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8525>.
- CAMERON, K.M.; CHASE, M.W.; ANDERSON, W.R.; HILLS, H.G. **Molecular systematics of Malpighiaceae: Evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences.** American Journal of Botany 88: 1847–1862. 2001. <https://doi.org/10.2307/3558361>.
- CAVANILLES, A.J. **Monadelphiae Classis Dissertationes Decem.** - Diss. 9: 434. 1790.
- BÁRCENAS-LÓPEZ, L.; MONTAÑO-ARIAS, S.A.; LÓPEZ-SANDOVAL, J.A.; HUERTA, A.G.; RUBÍ-ARRIAGA, M.; SIMÓN, G.V. **Foliar anatomy of *Malpighia mexicana* (Malpighiaceae).** Acta Botanica Brasilica. 126: 1-12. 1790. 2019. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1404>.
- DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R.; DONOGHUE, M.J. **Phylogeny of Malpighiaceae: Evidence from chloroplast *ndhF* and *trnL-F* nucleotide sequences.** American Journal of Botany 88: 1830–1846. PMID: 21669617. 2001.

- DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R. **A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology.** American Journal of Botany 97: 2031–2048. 2010. DOI: [10.3732/ajb.1000146](https://doi.org/10.3732/ajb.1000146)
- ELLIS, B; DALY, D.C.; HICKEY, L.J.; MITCHELL, J.D.; WILF, P.; WING, S.L. **Manual of Leaf Architecture.** New York Botanical Garden Press. 2009. ISBN 978-0-8014-7518-4.
- FERREIRA, A.C; ARAÚJO, J.S; ALMEIDA-JR, E.B; ZICKEL, C.S. **A new synonym for *Micropholis gardneriana* (Sapotaceae) with complete description, anatomy and distribution notes.** Biota Neotropica 20 (1): 1-9. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0815>.
- FOSTER, A.S. **Practical plant anatomy.** New York, D. Van Nostrand Company, 228 p. 1950. <https://www.jstor.org/stable/23491862>.
- FRANCENER, A; DAMASCENO-JÚNIOR; G.A; GOMES-KLEIN, V.L. ***Tetrapterys* Cav. (Malpighiaceae) from Brazilian Midwest.** Acta Botanica Brasilica 29: 143–156. 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3665>
- GUESDON, I.R; AMORIM, A.M.A; MEIRA, R.M.S.A. **The hydrochorous Amazonian genus *Glandonia* (Malpighiaceae): new records, morphoanatomy updates, and taxonomic contributions.** Phytotaxa 345: 13-25. 2018. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.345.1.2>
- GUESDON, I.R; AMORIM, A.M.A; MEIRA, R.M.S.A. **Functional role and evolutionary contributions of floral gland morphoanatomy in the Paleotropical genus *Acridocarpus* (Malpighiaceae).** Plos One 14: 1-20. 2019. doi:10.1371/journal.pone.0222561.
- GUIMARÃES, A.L.A; COSTA, R.P.C; CABRAL, L.M; VIEIRA, A.C.M. **Comparative anatomy and chemical analysis of the vegetative organs of three species of *Stigmaphyllon* (Malpighiaceae).** Flora 224: 30–41. 2016. DOI:[10.1016/j.flora.2016.07.001](https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.07.001)
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal.** Rio de Janeiro, Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 198p. 1997.
- LIMA, C.S; SILVA, A.K; VILARINHO, M.P; SOUSA, L.C.S; SANTOS, J.V.C; ARAÚJO, J.S. **Comparative leaf anatomy in Ptilochaetoids clade (Malpighiaceae): A taxonomic and phylogenetic approach.** Research Society and Development 10: 1-13. 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14756>.
- MEDINA, M.C; SOUSA-BAENA, M.S; PRADO, E; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P; DIAS, P; DEMARCO, D. **Laticifers in Sapindaceae: Structure, Evolution and Phylogenetic Importance.** Frontiers in Plant Science 11: 2247. 2021. DOI=10.3389/fpls.2020.61298.

- MAMEDE, M.C.H. **Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Malpighiaceae**. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 9: 157–198. 1987. <https://www.jstor.org/stable/42871888>.
- MAMEDE, M.C.H. **Anatomia dos órgãos vegetativos de Camarea (Malpighiaceae)**. Acta Botanica Brasilica 7: 3–19. 1993. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061993000100001>.
- MATOS, R.R. **Anatomia de glândulas foliares e calicinais de 20 espécies de *Stigmaphyllon* A. Juss. (Malpighiaceae) ocorrentes no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade Estadual do Piauí, Floriano, Piauí. 15p. 2017.
- MELLO, A.C.M.P; ALMEIDA, R.F; AMORIM, A.M.A; OLIVEIRA, D.M.T. **Leaf structure in *Amorimia* and closely related Neotropical genera and implications for their systematics and leaf evolution in Malpighiaceae**. Botanical Journal of Linnean Society 191: 102–127. 2019. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz028>.
- METCALF, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Systematic anatomy of the leaf and stem. Vol 1. 2<sup>o</sup> ed. Clarendon Press, Oxford. 1979.
- NICOLSON, S.W; THORNBURG, R.W. **Nectar chemistry**. In: Nicolson, M.S.; Nepi, W.; Pacini, E. (Eds.). **Nectaries and Nectar**. Dordrecht: Springer. p. 215–264. 2007. DOI 10.1007/978-1-4020-5937-7.
- PACE, M.R; CUNHA NETO, I.L; SANTOS-SILVA, L.N.N; MELO-DE-PINNA, G.F.A; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P; ALMEIDA, R.F; ... ANGYALOSSY, V. **First report of laticifers in lianas of Malpighiaceae and their phylogenetic implications**. American Journal of Botany 106: 1156-1172. 2019. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1350>.
- PAIVA, E.A.S; MACHADO, S.R. **Ontogenese, anatomia e ultra-estrutura dos nectários extraflorais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae, Caesalpinioideae)**. Acta Botanica Brasilica 20: 471–482. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000200022>.
- POSSOBOM, C.C.F; MACHADO, S.R. **Elaiophores in three Neotropical Malpighiaceae species: a comparative study**. Plant Systematics and Evolution 304: 15–32. 2017. <https://doi.org/10.1007/s00606-017-1443-6>.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHCHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 8<sup>a</sup>. ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 830p. 2004. ISBN 978-85-277-2383-1.
- ROSA, J.F. **Dinâmica Espacial na Diversidade de Abelhas Centridini: Oferta de Óleos Florais como Medida da Qualidade do Habitat**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Bahia. 88p. 2009.

SANTOS; J.V.C; OLIVEIRA, M.F.V; SANTOS-FILHO, S.F; SILVA, L.N.N.S, ARAÚJO, J.S. **The taxonomic value of leaf anatomy for species *Byrsonima*: a difficult genus of Malpighiaceae Juss.** Acta Botanica Brasilica 34: 570-579. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-33062020abb0144>.

SILVA, L.N.N.S; VILARINHO, M.P; ARAÚJO, J.S; SANTOS-FILHO, F.S. **New records of *Bronwenia megaptera* (B. Gates) W. R. Anderson & C. C. Davis for the State of Piauí, Brazil.** Revista Brasileira de Geografia Física 13: 2233-2240. 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2233-2240>.

SMITH, F.H.; SMITH, E.C. **Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*.** American Journal of Botany 29: 464-471. 1942. <https://doi.org/10.2307/2437312>.

SOUSA, L.C.F; ARAÚJO, N.M; SOUSA, L.F; LIRA, A.G.S; ABREU, V.H.R. **Morfologia polínica e visitantes florais de duas espécies simpátricas de Malpighiaceae Juss. no Parque da Cidade em Santarém, Pará.** Paubrasil 4: 1-13. 2021. [doi.org/10.33447/paubrasilia.2021.e0057](https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2021.e0057).

TOREZAN-SILINGARDI, H.M. **A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação de espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais.** Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, São Paulo. 180p. 2007.

VEGA, A.S; CASTRO, M.A; ANDERSON, W. R. **Occurrence and phylogenetic significance of latex in the Malpighiaceae.** American Journal of Botany 89: 1725-1729. 2002. DOI:[10.3732/ajb.89.11.1725](https://doi.org/10.3732/ajb.89.11.1725).

APÊNDICE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<i>G. ambiguum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0/1	2	0	1	0	2	0	2/3
<i>G. jussieuanum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0/1	2	0	1	0	2	0	2/3
<i>G. cardiophyllum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0/1	2	2	0	0	2	0	0/3
<i>G. chamaecerasifolium</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0/1	2	2	0	0	2	0	2/3
<i>G. fimbripetalum</i>	0	0	2	0	1	0	1	0	0/1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0/1	2	2	1	2	0	2	3
<i>G. latibracteolatum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	3	0	0	1	0	1	0/1	2	2	0	2	2	2	3
<i>G. longibracteatum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0/1	2	2	1	2	0	1	3
<i>G. maranhamense</i>	0	3	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	3	0	0	1	0	1	0/1	2	0	1	2	0	0	1/2
<i>G. microphyllum</i>	0	0	0	2	1	0	1	2	0/1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0/1	2	0	0	0	2	1	2/3
<i>G. paludosum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1/2	0	0	1	0	1	0/1	2	2	1	2	0/1	0	2
<i>G. ramiflorum</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0/1	2	0	1	0	2	1	2/3
<i>G. salicifolium</i>	0	0	2	2	1	0	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1/2	0	1	1	0	1	0/1	2	2	1	0	2	3	2
<i>N. acutifolia</i>	0	0	2	0	1	1	1	2	0/1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	2	1	0/1	2	0	1	2	0/1	1	2/3
<i>N. lasiandra</i>	0	3	2	0	0	0	1	2	0/1	0	0	1	0	1	3	3	0	0	1	1	0/1	2	0	1	2	1	1	0/3
<i>N. leucosepala</i>	0	0	2	0	1	1	1	2	0/1	2	0	1	0	1	1	0	0	1	2	1	0/1	2	0	1	2	0	1	2
<i>N. lucida</i>	0	3	2	0	0	0	0	2	0/1	0	0	1	0	1	3	0	0	1	2	1	0/1	2	0	1	2	0/1	1	2
<i>N. mogoriifolia</i>	0	3	2	0	1	1	1	2	0/1	1	0	1	1	1	3	0	0	1	2	1	0/1	2	1	1	2	0	1	3
<i>N. multiglandulosa</i>	0	0	2	0	0	0	1	2	0/1	1	0	1	0	1	1/2	0	0	1	2	1	0/1	2	0	1	2	0/1	1	2
<i>N. poeppigiana</i>	0	0	2	0	0	0	0	2	0/1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	1	0/1	2	1	1	2	1	1	1/2
<i>N. sericea</i>	0	0	2	0	1	1	1	2	0/1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0/1	2	0	1	2	1	1	3
<i>N. stannea</i>	0	0	2	0	0	0	1	2	0/1	0	0	1	0	1	1	2	0	0	1	1	0/1	2	2	1	2	1	1	3
<i>T. acapulcensis</i>	0	0	1	2	0	0	0	1	0/1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0/1	1	2	1	2	0/1	0	0/3

<i>T. aequalis</i>	0	3	2	2	0	0	1	0	0/1	1	0	1	0	1	3	0	0	0	2	1	0/1	0	2	0	2	2	1	2/3
<i>T. anisoptera</i>	0	0	2	2	1	0	1	0	0/1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1	0/1	0	0	1	2	0/1	1	1/2
<i>T. anomala</i>	0	0	2	2	1	0	1	0	0/1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0/1	0	2	1	2	0	1	3
<i>T. buxifolia</i>	0	0	1	0	1	0	1	1	0/1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0/1	1	2	0	2	2	1	0/3
<i>T. citrifolia</i>	0	3	2	2	0	0	1	0	0/1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	2	1	0/1	0	2	1	2	0	0	3
<i>T. cordifolia</i>	0	3	0	0	1	0	0	1	0/1	0	1	0	0	1	3	0	0	0	2	1	0/1	1	2	1	2	1	0	0/3
<i>T. crispa</i>	0	3	2	2	1	0	0	0	0/1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	2	1	0/1	0	2	1	2	0	1	3
<i>T. discolor</i>	0	3	2	2	0	0	1	0	0/1	0	0	1	0	1	3	0	0	0	2	1	0/1	0	2	1	2	0	1	3
<i>T. heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	0	1	3	0	0	1	2	1	0/1	1	2	1	1	2	0	2/3
<i>T. mollis</i>	0	0	2	2	1	0	0	1	0/1	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	1	0/1	1	2	1	1	2	0	3
<i>T. mortonii</i>	0	0	2	2	1	0	1	0	0/1	0	0	1	0	1	1/2	0	0	1	2	0	0/1	0	2	1	2	2	1	2/3
<i>T. mucronata</i>	0	3	2	2	0	0	1	0	0/1	0	0	1	0	1	3	2	0	0	2	1	0/1	0	2	1	2	2	1	0/3
<i>T. phlomoides</i>	0	0	2	2	1	0	0	0	0/1	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0/1	0	0	1	2	1	2	1/2
<i>T. xylosteifolia</i>	0	0	2	2	1	0	1	0	0/1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0/1	0	0	0	0	2	2	2

**Apêndice A.** Tabela multiestado: **1.** Epiderme no pecíolo tipo: (0) uniestratificada (1) biestratificada; **2.** Tricomas no pecíolo: (0) não identificado (1) T (2) Y (3) ausente; **3.** Contorno do pecíolo, tipo: (0) biconvexo (1) plano convexo (2) côncavo convexo; **4.** Feixes acessórios: (0) Um par (1) Dois pares (2) ausentes; **5.** Extremidades dos feixes vasculares: (0) convolutas (1) sem extremidades revolutas; **6.** Conformação dos feixes vasculares do pecíolo tipo: (0) arco aberto (1) arco fechado (2) plano convexo (3) biconvexo; **7.** Esclerênquima ao redor dos feixes vasculares do pecíolo: (0) presença (1) ausência; **8.** Laticíferos no pecíolo: (0) por todo o pecíolo (1) apenas associado ao floema (2) ausente; **9.** Monocristais no pecíolo, (0) drusas (1) cristais prismáticos (2) ausência; **10.** Contorno da nervura principal, tipo: (0) biconvexo (1) plano convexo (2) côncavo convexo; **11.** Parênquima paliçádico na nervura principal: (0) contínua (1) interrompida; **12.** Mucilagem na epiderme: (0) presente (1) ausente; **13.** Epiderme na lâmina foliar tipo: (0) uniestratificada (1) biestratificada; **14.** Hipoderme: (0) ao longo de toda a folha (1) ausente; **15.** Tricomas na lâmina foliar (0) não identificado (1) T (2) Y (3) ausente; **16.** Conformação dos feixes vasculares da nervura central tipo: (0)

arco aberto (1) arco fechado (2) plano convexo (3) biconvexo; **17.** Esclerênquima ao redor dos feixes vasculares na nervura principal: (0) presença (1) ausência; **18.** Mesofilo, tipo: (0) dorsiventral (1) isobilateral; **19.** Extensão de bainha: (0) celulósica (1) lignificada (2) ausente; **20.** Papila: (0) presente (1) ausente; **21.** Monocristais na lâmina foliar: (0) drusas (1) cristais prismáticos (2) ausência; **22.** Laticíferos: (0) por toda a folha (1) apenas associado ao floema (2) ausente; **23.** Glândulas no pecíolo, superfície côncava: (0) um par de acropiolas, (1) múltiplas glândulas dispersas pelo pecíolo (2) ausente; **24.** Glândulas basilaminares, superfície côncava (0) presente (1) ausente; **25.** Glândulas no terço basal da margem foliar: (0) superfície côncava (1) superfície convexa (2) ausente; **26.** Glândulas dispersas na lâmina foliar, superfície côncava (0) restrita a lâmina (1) restrita a margem (2) ausente; **27.** Forma da margem: (0) reta (1) levemente revoluta (2) revoluta (3) ericóide; **28.** Composição da margem: (0) fibras pericíclicas (1) hipoderme foliar (2) parênquima paliçádico (3) hipoderme marginal; -: carácter não analisado.