



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Instituto de Biologia**

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal**



**Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de  
*Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Microlicieae, Melastomataceae)**

Mestrando: Kleber Resende Silva

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Guimarães Simão

UBERLÂNDIA – MG

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Instituto de Biologia**



Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

**Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de  
*Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Microlicieae, Melastomataceae)**

Mestrando: Kleber Resende Silva

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Guimarães Simão

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

UBERLÂNDIA – MG

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S586c  
2014      Silva, Kleber Resende, 1989-  
            Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de  
            *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Microlicieae, Melastomataceae) /  
            Kleber Resende Silva. - 2014.  
            63 f. : il.

            Orientadora: Daniela Guimarães Simão.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
            Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.  
            Inclui bibliografia.

            1. Botânica - Teses. 2. Morfologia vegetal - Teses. 3. Myrtales -  
            Teses. 4. Melastomataceae - Teses. I. Simão, Daniela Guimarães. II.  
            Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em  
            Biologia Vegetal. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia



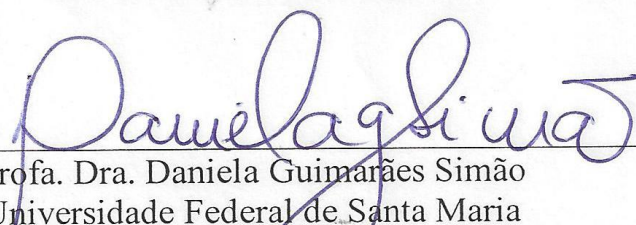
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

**Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de  
*Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Microlicieae, Melastomataceae)**

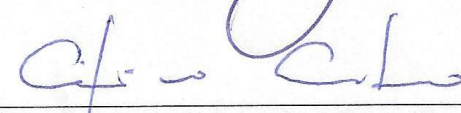
Mestrando: Kleber Resende Silva

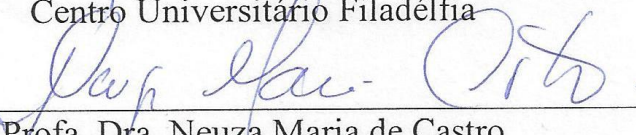
**COMISSÃO EXAMINADORA**

Presidente (Orientador):

  
Prof.ª. Dra. Daniela Guimarães Simão  
Universidade Federal de Santa Maria

Examinadores:

  
Prof. Dr. Cristiano Marcelo Viana Cardoso  
Centro Universitário Filadélfia

  
Prof.ª. Dra. Neuza Maria de Castro  
Universidade Federal de Uberlândia

Dissertação aprovada em: 24/02/2014

UBERLÂNDIA – MG

2014

Aos meus pais Cleiton e Jucilane  
e aos meus irmãos Luana e  
Murilo.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade e recursos fornecidos a minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida.

À minha orientadora professora Dra. Daniela Guimarães Simão pelo aceite, pelo conhecimento compartilhado, orientação, amizade, paciência e confiança. Agradeço também por ter me apresentado e despertado o interesse pela Botânica.

À professora Dra. Rosana Romero pela atenção, disponibilidade, paciência, pelo auxílio nas coletas, identificação das espécies e, claro, pela enorme contribuição ao trabalho.

À professora Dra. Neuza Maria de Castro gostaria de agradecer pela disponibilidade e aceite como membro da banca, além do conhecimento, dicas e sugestões em Anatomia Vegetal.

Ao professor Dr. Cristiano Marcelo Viana Cardoso pelas correções e discussões como membro da banca, contribuindo à qualidade do trabalho.

À coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, professora Dra. Maria Cristina Sanches pelo ambiente de ensino e apoio nas atividades de pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal pelo conhecimento compartilhado, especialmente aos professores Denis Coelho de Oliveira e Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Nívia Maria Silva Rodrigues, e as demais secretárias do Instituto de Biologia pelo serviço prestado.

Aos funcionários do Instituto de Biologia, especialmente a Lílían Flávia Araújo Oliveira, funcionária do HUFU, e a Márcia Abadia da Silva Martins, técnica de laboratório, pelo auxílio prestado.

Aos meus pais e heróis Cleiton da Cunha Silva e Jucilane Guimarães Resende pelo amor incondicional, incentivo, dedicação e suporte.

Aos melhores irmãos: Luana Resende Silva e Murilo Resende Silva, pela confiança, união e amor.

Aos meus familiares, especialmente aos meus avós Sílvio Guimarães Resende e Ursulina Teresinha Resende; e Sebastião Lopo da Silva e Celina Candido da Cunha pelo carinho e atenção.

Aos amigos Deicy Lorrane Rodrigues, Laíza Brumano, Wattson Estevão Ferreira e Rodolfo Fernandes por todos os momentos compartilhados e que sempre deixam a vida mais feliz.

Ao Luís Augusto Silva e Souza pelo companheirismo, amizade, atenção e paciência.

Ao Wesley Peixoto Fernandes pelo auxílio nas disciplinas, em laboratório e em campo.

À Izabela Moreira Franco, Danilo Marques e Inara Montini Araújo pelos laços de amizade, auxílio e pelos momentos mais divertidos em campo.

À Ana Flávia Alves Versiane pelos vários momentos compartilhados, amizade, auxílio em campo, fotos e dicas.

Aos colegas de laboratório, que tornaram o ambiente mais divertido, especialmente à Angélica, Lígia, Lívia, Ludimila, Mariana Alves, Mariana Duarte, Nayara, Pamella, Paula, Rafael e Stéphanie.

À Jamile Fernandes Lima pelos momentos de companhia em laboratório, durante coletas e pelo auxílio.

À Kaire Nardi pela grande amizade, confiança, atenção e pelos vários momentos em que esteve presente.

Aos companheiros de apartamento durante o mestrado, especialmente ao Júlio Henrique Magalhães, pela boa convivência, amizade e auxílio com as análises de similaridade.

Aos companheiros de apartamento após o mestrado: Ana Carolina e Eliézer Lucas, pela amizade e pelos ótimos momentos compartilhados.

À Alaísma Pereira e Laríssa Borges Costa pela hospedagem em Diamantina durante expedições de coleta.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal que compartilharam as emoções e tensões do mestrado.

Aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho, o meu obrigado.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
INTRODUÇÃO GERAL.....	05
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	07
CAPÍTULO 1. Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de <i>Lavoisiera</i> DC., <i>Microlicia</i> D.Don e <i>Trembleya</i> DC. (Microlicieae, Melastomataceae).....	09
Resumo.....	11
Introdução.....	12
Material e métodos.....	13
Resultados.....	14
Discussão.....	18
Referências bibliográficas.....	28
Tabelas.....	33
Figuras.....	41
CAPÍTULO 2. Caracteres anatômicos foliares diagnósticos em novas espécies de <i>Microlicia</i> D.Don (Melastomataceae) .....	49
Resumo.....	51
Introdução.....	41
Material e métodos.....	52
Resultados.....	52
Discussão.....	54
Referências bibliográficas.....	55
Tabela.....	57
Figuras.....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63

## RESUMO

Os representantes de Melastomataceae são facilmente reconhecidos pelas folhas com nervuras acródromas; flores bissexuais, actinomorfas e diplostêmones; e estames com conectivos alongados ou com apêndices. No Brasil, a família é bem representada, ocorrendo em diversas formações vegetacionais desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul. Das 11 tribos existentes na família, Melastomeae, Miconieae e Microlicieae são as mais representativas neste país. Esta última, em especial, é considerada a maior tribo com frutos capsulares na família, apresentando seis gêneros: *Chaetostoma* DC., *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D.Don, *Rhynchanthera* DC., *Stenodon* Naudin e *Trembleya* DC.. A tribo Microlicieae, embora monofilética, apresenta uma politomia entre os gêneros, desta forma, estudos adicionais são necessários para elucidar as relações intergenéricas, especialmente entre gêneros próximos, como *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, cujas características morfológicas reprodutivas, utilizadas em suas delimitações, são passíveis de sobreposição. Mais especificamente para *Microlicia*, observa-se ainda que as características diagnósticas são, em geral, muito tênues, dificultando o reconhecimento de espécies próximas. Diante deste contexto e da importância de estudos morfológicos e anatômicos da folha para o reconhecimento de diferentes táxons em Melastomataceae, este estudo pretende definir os caracteres estruturais foliares que possam caracterizar *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, bem como a tribo Microlicieae (Capítulo 1), além de apontar caracteres anatômicos foliares diagnósticos em quatro espécies novas de *Microlicia* (Capítulo 2). Os resultados morfológicos e anatômicos indicam características úteis ao reconhecimento dos três gêneros estudados, como por exemplo: folhas sésseis com mesófilo isobilateral conspicuo e tecido de sustentação na margem foliar em *Lavoisiera*; depressões foliares e mesófilo homogêneo em *Microlicia*; e folhas pecioladas, micrófilas e hipoestomáticas em *Trembleya*. Em relação à tribo, algumas características são frequentes, tais como, epiderme unisseriada com células, em geral, de paredes retas a levemente sinuosas em ambas as faces, recoberta por cutícula delgada; estômatos levemente elevados nas duas faces; tricomas glandulares de pedúnculo curto e parênquima paliádico nas duas faces da lâmina. Nossos resultados indicam ainda aspectos adaptativos nas folhas de Microlicieae, como a redução foliar a partir da diminuição ou mesmo ausência do pecíolo e lâminas foliares de tamanho reduzido; e evolutivos, como as nervuras mais desenvolvidas, com feixes bicolaterais em forma de arco pronunciado nas espécies de *Trembleya*, possivelmente basais dentre as Microlicieae. A similaridade apresentada entre as espécies de

*Lavoisiera* e *Trembleya* corrobora o fato destes dois grupos serem melhor definidos, no aspecto taxonômico, do que *Microlicia*. Este último gênero exibe um padrão morfológico e anatômico heterogêneo, organizado em dois grandes grupos, com valores distintos de similaridade. Acredita-se que esta complexidade exibida por *Microlicia* esteja relacionada ao processo de redução foliar, assim, nossos resultados corroboram seu status parafilético, já apontado por estudos filogenéticos. Ainda em relação à *Microlicia*, várias características podem ser utilizadas para a distinção das novas espécies, tanto morfológicas, como a presença de pecíolo e depressões foliares na lâmina; quanto anatômicas, como a forma e tamanho das células epidérmicas; organização do mesofilo; distribuição das nervuras e feixes vasculares; e distribuição de substâncias fenólicas. Desta forma, nosso estudo aponta características que contribuem ao reconhecimento dos gêneros e tribo estudados, corroborando a importância dos caracteres foliares no reconhecimento de diferentes grupos da família.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, campos rupestres, morfologia foliar, Myrtales, vereda

## ABSTRACT

Members of Melastomataceae are easily recognized by the leaves with acrodomous venation; bisexual, actinomorphic and diplostemonous flowers; and stamens with elongated connective or appendices. The family is well represented in Brazil, occurring in different vegetation formations from Amazônia to Rio Grande do Sul. From the 11 tribes of the family, Melastomeae, Miconieae and Microlicieae are the most representative of Brazil. The latter, in particular, is considered the largest tribe of Melastomataceae with capsular fruits, with six genera: *Chaetostoma* DC., *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D.Don, *Rhynchanthera* DC., *Stenodon* Naudin and *Trembleya* DC. The tribe, although monophyletic, presents a polytomy between genera, thus, further studies are needed to elucidate the intergeneric relationships, especially among the related ones, as *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya*, in which the reproductive features used to define them, usually overlap. More specifically in *Microlicia*, the diagnostic features are usually tenuous, making difficult the recognition of closely related species. Due to this context and the importance of morphological and anatomical foliar studies to the recognition of different taxa in Melastomataceae, this study defines the foliar structural features that may characterize *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* and also the Microlicieae (Chapter 1), also including the diagnostical anatomical characters in leaves of four new *Microlicia* species (Chapter 2). The morphological and anatomical results indicate useful characteristics to the recognition of the three studied genera, such as: sessile leaves with conspicuous isobilateral mesophyll and supporting tissue in the leaf margin of *Lavoisiera*; foliar depressions and homogeneous mesophyll in *Microlicia*; and petiolated, microphyll and hypostomatic leaves in *Trembleya*. Concerning to the tribe some features seem to be common, such as uniseriate epidermis with cells walls generally straight to slightly sinuous, covered with a thin cuticle; slightly elevated stomata; short stalk trichome and palisade parenchyma on both sides. Our results also indicate adaptive aspects of Microlicieae leaves, as the leaf reduction from the short or absent petioles and leaf blades of small size, and even evolutionary, as the most developed veins with bicollateral bundles shaped pronounced arch in *Trembleya*, which is possibly basal among Microlicieae. The characteristics and similarity between *Lavoisiera* and *Trembleya* species corroborate the fact that these two groups are more defined than *Microlicia*. The latter genus displays a heterogeneous morphological and anatomical pattern, organized into two major groups with distinct similarity values. This complexity in *Microlicia* appears to be related to leaf reduction process, and thus our results

confirm its parafiletic status, as reported by other studies. Still regarding to *Microlicia*, several features can be used to distinguish the new species, such morphological, as the presence of petiole and depressions in foliar blade, such anatomic as the size and shape of epidermal cells, mesophyll organization, organization of veins and vascular bundles, and the distribution of phenolic substances. Thus, our study indicates characteristics that contribute to the recognition of genera and tribe studied, corroborating the importance of foliar characters in the recognition of different family groups.

**Keywords:** “campos rupestres”, leaf anatomy, leaf morphology, Myrtales, “vereda”

## INTRODUÇÃO GERAL

Melastomataceae apresenta distribuição pantropical e ca. de 4.500 espécies e 166 gêneros (Renner 1993), sendo bem representada no Brasil com 68 gêneros (Goldenberg et al. 2012) e aproximadamente 1330 espécies (Baumgratz et al. 2014), que ocupam diversas formações vegetacionais, desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (Romero e Martins 2002). Seus representantes são reconhecidos pelas folhas com nervuras acródromas; flores bissexuais, actinomorfas e diplostêmones; e estames com conectivos alongados ou com apêndices (Clausing e Renner 2001).

A família apresenta 11 tribos (Clausing e Renner 2001), sendo Melastomeae, Miconieae e Microlicieae as mais representativas para o Brasil (Romero 2003). Destas três, Microlicieae, eminentemente brasileira (Martins 1991), é considerada a maior tribo com frutos capsulares na família, apresentando cerca de 250 espécies distribuídas nos gêneros: *Chaetostoma* DC., *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D. Don, *Rhynchanthera* DC., *Stenodon* Naudin e *Trembleya* DC. (Almeda e Martins 2001; Fritsch et al. 2004). A tribo é diagnosticada principalmente pelos caracteres reprodutivos, tais como, estames geralmente dimórficos, com conectivos prolongados, ou não, abaixo das tecas; ápice do ovário glabro; e sementes alongadas com superfície em geral foveolada (Romero 2003). Caracteres vegetativos como hábito arbustivo com folhas reduzidas também auxiliam na identificação dos representantes da tribo (Renner 1993).

Dentre os gêneros que compõem a tribo, *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* estão intimamente relacionados, pois além de apresentarem uma grande diversidade de indivíduos, frequentemente, associada aos campos rupestres (Goldenberg et al. 2012), compartilham características morfológicas, bioquímicas e moleculares, estabelecendo assim afinidades filogenéticas (Almeda e Martins 2001; Bomfim-Patrício et al. 2001; Clausing e Renner 2001; Fritsch et al. 2004). Estes gêneros podem ser delimitados a partir de algumas características reprodutivas, tais como, posição de ovário, deiscência dos frutos, disposição das flores e número de pétalas, mas que nem sempre são constantes entre as espécies, havendo sobreposição entre os gêneros (Almeda e Martins 2001).

Neste contexto, já se sabe da importância da morfologia foliar para a delimitação de *Chaetostoma* e *Microlicia*, gêneros com grandes afinidades (Koschnitzke e Martins 2006). Quanto à anatomia, caracteres foliares comuns à Melastomataceae e mesmo à Myrtales, ordem a qual pertence, já foram apontadas, tais como, células epidérmicas de tamanhos

semelhantes nas duas faces ou maiores na face adaxial; folhas anfiestomáticas ou hipoestomáticas, com estômatos, geralmente, anomocíticos; cutícula delgada ou espessada e feixes vasculares colaterais ou bicolaterais, imersos no mesofilo ou diferenciados deste (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984). Contudo, alguns trabalhos também têm apontado que as características anatômicas foliares têm seu papel frente ao reconhecimento de diferentes taxa na família (Baas 1981; Mentink e Baas 1992; Reis et al. 2005). Nesta perspectiva, a anatomia de órgãos vegetativos é relevante (Metcalf e Chalk 1950), podendo ser utilizada em análises taxonômicas e filogenéticas em Melastomataceae, como já demonstrado para Myrtaceae (Gomes et al. 2009), que também pertence à Myrtales (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984).

Sabendo da importância da anatomia foliar em diversos grupos de Melastomataceae, a caracterização anatômica pode ainda dar suporte para o reconhecimento de novas espécies em *Microlicia*, o maior gênero da tribo, uma vez que as características que o definem são, em geral, muito tênues (Romero 2013).

Diante do exposto, este estudo apresenta os seguintes objetivos principais, que são apresentados, em dois capítulos:

- Definir os caracteres foliares e suas implicações na circunscrição de *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D.Don e *Trembleya* DC. (Capítulo 1).
- Identificar caracteres anatômicos foliares que contribuam para a identificação de novas espécies de *Microlicia* D.Don (Capítulo 2).

## Referências bibliográficas

- Almeda F, Martins AB (2001) New combinations and new names in some Brazilian Microlicieae (Melastomataceae), with notes on the delimitation of *Lavoisiera*, *Microlicia*, and *Trembleya*. Novon 11: 1-7.
- Baas P (1981) A note on stomatal types and crystals in the leaves of Melastomataceae. Blumea 27: 475-479.
- Baumgratz JFA, Rodrigues KF, Chiavegatto B, Goldenberg R, Guimarães PJF, Kriebel R, Martins AB, Michelangeli FA, Reginato M, Romero R, Souza MLDR, Woodgyer E (2014) Melastomataceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB161>)
- Bomfim-Patrício MC, Salatino A, Martins AB, Wurdack JJ, Salatino MLF (2001) Flavonoids of *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* (Melastomataceae) and their taxonomic meaning. Biochem Syst Ecol 29: 711-726.
- Clausing G, Renner SS (2001) Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: implications for character evolution. Am J Bot 88: 486-498.
- Dahlgren R, Thorne RF (1984) The order Myrtales: circumscription, variation, and relationships. Ann Mo Bot Gard 71: 633-699.
- Fritsch WP, Almeda F, Renner SS, Martins AB, Cruz CB (2004) Phylogeny and circumscription of the near endemic Brazilian tribe Microlicieae (Melastomataceae). Am J Bot 91: 1105-1114.
- Goldenberg R, Baumgratz JFA, D'el Rei Souza ML (2012) Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectivas, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. Rodriguésia 63: 145-161.
- Gomes SM, Somavilla NSDN, Gomes-Bezerra KM, Miranda SC, De-Carvalho PS, Graciano-Ribeiro D (2009) Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. Acta Bot Bras 23: 223-238.
- Keating RC (1984) Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. Ann Mo Bot Gard 71: 801-823.
- Koschnitzke C, Martins AB (2006) Revisão taxonômica de *Chaetostoma* DC. (Melastomataceae, Microlicieae). Arq Mus Nac 64: 95-119.



- Martins E (1991) A tribo Microlicieae (Melastomataceae) no estado de São Paulo. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas.
- Mentink H, Baas P (1992) Leaf anatomy of the Melastomataceae, Memecylaceae, and Crypteroniaceae. *Blumea* 37: 189-225.
- Metcalfe CR, Chalk L (1950) Anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. v. I. pp. 637-649.
- Reis C, Bieras AC, Sajo MG (2005) Anatomia foliar de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo. *Rev Bras Bot* 28: 451-466.
- Renner SS (1993) Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nord J Bot* 13: 519-540.
- Romero R, Martins AB (2002) Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Rev Bras Bot* 25: 19-24.
- Romero R (2003) Revisão taxonômica de *Microlicia* sect. *Chaetostomoides* (Melastomataceae). *Rev Bras Bot* 26: 429-435.
- Romero R (2013) Taxonomic notes in *Microlicia* (Melastomataceae, Microlicieae). *Phytotaxa* 110: 48-54.

## CAPÍTULO 1

**Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de  
*Lavoisiera* DC., *Microlicia* D.Don e *Trembleya* DC. (Microlicieae,  
Melastomataceae)<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> O capítulo foi elaborado de acordo com as normas do periódico Plant Systematics and Evolution.

**Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D.Don e *Trembleya* DC. (Microlicieae, Melastomataceae)**

Kleber Resende Silva<sup>a</sup>, Rosana Romero<sup>a</sup> e Daniela Guimarães Simão<sup>a, b\*</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, 38402-020, Uberlândia, MG, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Avenida Roraima, 1000, Cidade Universitária, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

\*Autora para correspondência:

e-mail: dgsimao@gmail.com (D.G. Simão).

**Resumo.** Os representantes de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* estão entre os mais numerosos da tribo Microlicieae, sendo bastante diversos e frequentes em áreas de campos rupestres. Além disso, por compartilharem várias características morfológicas, bioquímicas e moleculares, apresentam uma relação bem próxima, do ponto de vista filogenético. Desta forma, nós acreditamos que os caracteres foliares, ainda pouco explorados, possam fornecer também indícios relevantes ao reconhecimento dos gêneros e da tribo, uma vez que já existem relatos da importância morfológica da folha para alguns representantes de Melastomataceae. Assim, este estudo tem como objetivos avaliar e apontar características foliares úteis ao reconhecimento de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, como também à tribo Microlicieae. Os resultados indicam características diagnósticas para o reconhecimento dos gêneros, como por exemplo, folhas sésseis com mesofilo isobilateral conspícuo e tecido de sustentação na margem foliar de *Lavoisiera*; depressões foliares e mesofilo homogêneo em *Microlicia*; e folhas pecioladas, micrófilas e hipostomáticas em *Trembleya*. Em relação à tribo algumas características parecem ser frequentes, tais como: epiderme unisseriada com células, em geral, de paredes retas a levemente sinuosas em ambas as faces, recoberta por cutícula delgada; estômatos levemente elevados nas duas faces; tricomas glandulares de pedúnculo curto; e parênquima paliádico nas duas faces da lâmina. Nossos resultados indicam ainda aspectos adaptativos nas folhas de Microlicieae, como a redução foliar a partir da diminuição, ou mesmo, ausência do pecíolo e lâminas foliares de tamanho reduzido; e mesmo evolutivas, como as nervuras mais desenvolvidas, com feixes bicolaterais em forma de arco pronunciado em *Trembleya*, possivelmente basais dentre as Microlicieae. As características apresentadas pelas espécies de *Lavoisiera* e *Trembleya* sustentam o fato destes dois grupos serem mais definidos quando comparados com *Microlicia*. Este último gênero exibe um padrão morfológico e anatômico heterogêneo, organizado em dois grandes grupos, com valores distintos de similaridade. Acredita-se que esta maior complexidade exibida por *Microlicia* esteja relacionada ao processo de redução foliar, assim, nossos resultados corroboram o status parafilético do gênero apontado por estudos filogenéticos.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, campos rupestres, Myrtales, similaridade

## Introdução

Microlicieae, considerada a maior tribo com frutos capsulares de Melastomataceae, apresenta ca. de 250 espécies distribuídas nos gêneros: *Chaetostoma* DC., *Lavoisiera* DC., *Microlicia* D. Don, *Rhynchanthera* DC., *Stenodon* Naudin e *Trembleya* DC. (Almeda e Martins 2001; Fritsch et al. 2004). A tribo é diagnosticada principalmente por caracteres reprodutivos, tais como, estames geralmente dimórficos, com conectivos prolongados, ou não, abaixo das tecas e sementes alongadas com superfície foveolada (Romero 2003), embora alguns caracteres vegetativos, como, hábito arbustivo e folhas reduzidas, também possam auxiliar na identificação dos representantes da tribo (Renner 1993).

Apesar de monofilética, Microlicieae apresenta uma politomia entre seus gêneros (Fritsch et al. 2004), o que indica a necessidade de estudos que possam esclarecer suas relações intergenéricas, especialmente entre *Microlicia*, *Lavoisiera* e *Trembleya*, gêneros intimamente relacionados (Almeda e Martins 2001). Estes três gêneros, que estão entre os mais numerosos da tribo, com 117, 32 e 23 espécies, respectivamente, ocorrentes no Brasil (Fidanza et al. 2013; Martins e Rodrigues 2014a,b; Romero e Woodgyer 2014), apresentam uma grande diversidade de indivíduos, frequentemente, associada aos campos rupestres (Goldenberg et al. 2012). Além disto, compartilham características morfológicas, moleculares (Almeda e Martins 2001; Clausing e Renner 2001; Fritsch et al. 2004) e bioquímicas (Bomfim-Patrício et al. 2001).

A semelhança entre estes gêneros pode ser compreendida pelo fato dos representantes de Microlicieae compartilharem, possivelmente, um ancestral cujas características seriam semelhantes às espécies atuais de *Trembleya* (Almeda e Martins 2001). Ainda, características reprodutivas, tais como, disposição das flores nos ramos, número de pétalas, posição de ovário e deiscência dos frutos, utilizadas na identificação de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, nem sempre são constantes entre as espécies, havendo sobreposição entre os gêneros (Almeda e Martins 2001).

Em Melastomataceae, caracteres foliares, por sua vez, são úteis na delimitação entre gêneros próximos como, por exemplo, *Chaetostoma* e *Microlicia*, nos quais a morfologia apresenta grande importância na identificação dos mesmos (Koschnitzke e Martins 2006). Quanto à anatomia, caracteres foliares comuns à família e mesmo à Myrtales, ordem a qual Melastomataceae pertence, já foram apontadas, tais como: células epidérmicas de tamanhos semelhantes nas duas faces ou maiores na face adaxial; folhas anfiestomáticas ou

hipoestomáticas, com estômatos, geralmente, anomocíticos; cutícula delgada ou espessada; e feixes vasculares colaterais ou bicolaterais, imersos no mesofilo ou diferenciados deste (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984). Alguns trabalhos também têm demonstrado que características anatômicas foliares têm seu papel frente ao reconhecimento de diferentes taxa na família (Baas 1981; Mentink e Baas 1992; Reis et al. 2005). Nesta perspectiva, a anatomia de órgãos vegetativos é relevante (Metcalf e Chalk 1950), podendo ser utilizada em análises taxonômicas e filogenéticas em Melastomataceae, como já demonstrado para Myrtaceae (Gomes et al. 2009), que também pertence à Myrtales (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984).

Assim, visto a importância dos caracteres foliares nos representantes de Melastomataceae, definimos como objeto de estudo, espécies pertencentes aos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, buscando responder as seguintes perguntas: Quais caracteres foliares são diagnósticos para cada gênero e tribo estudados? O que eles podem representar para a sistemática da tribo Microlicieae em relação às demais Melastomataceae?

## Material e métodos

As espécies deste estudo foram coletadas em áreas de preservação com vegetação nativa nos estados de Goiás e Minas Gerais, tendo parte dos seus ramos herborizados e depositados no *Herbarium Uberlandense* (HUFU) da Universidade Federal de Uberlândia (Tabela 1). O número de espécies foi definido buscando representar ca. de 10% daquelas pertencentes aos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Fidanza et al. 2013; Martins e Rodrigues 2014a,b; Romero e Woodgyer 2014).

Para o estudo anatômico, ramos vegetativos foram fixados em FAA 50 (Johansen 1940) e conservados em álcool etílico 70%. Três a cinco folhas maduras, de um a três indivíduos de cada espécie, foram incluídas em historresina, de acordo com as indicações do fabricante (Leica®). Cortes de 6-8 µm, transversais, longitudinais (radiais e paradérmicos), foram realizados em micrótomo rotativo, com navalhas de tungstênio, no terço mediano da lâmina foliar e do pecíolo em folhas expandidas. Para a análise do indumento complementou-se a análise com a inclusão de ápices caulinares e folhas jovens, além de cortes feitos à mão e observação em estereomicroscópio. Devido à dificuldade de encontrar *Microlicia isophylla* nas áreas de coleta, amostras desta espécie foram obtidas a partir de material herborizado,

hidratado em NaOH 5% (Anderson 1963), por doze horas, processadas posteriormente de acordo com as demais amostras.

Os cortes realizados ao micrótomo foram corados com azul de toluidina em tampão acetato e pH 4,7 (O'Brien et al. 1964, modificado) e montados em lâminas histológicas permanentes com Entellan<sup>®</sup>. Já para os cortes à mão utilizou-se dupla coloração com safranina 1% aquosa e azul de Astra 1% aquoso (conforme Kraus e Arduin 1997), montando-se as lâminas com gelatina glicerizada 50% (conforme Kraus e Arduin 1997). As imagens anatômicas foram obtidas em fotomicroscópio Zeiss<sup>®</sup>, com o programa DPController (ver. 2.1.1.183, Olympus<sup>®</sup>).

Testes histoquímicos foram realizados, nas lâminas obtidas das amostras incluídas em historresina, para análise de lipídios com Sudan III (Sass 1951) e de substâncias fenólicas com cloreto férrico (Johansen 1940).

As descrições da morfologia da folha, em relação à presença de pecíolo, à área da lâmina foliar e filotaxia, foram baseadas em Leaf Architecture Working Group (1999).

Buscando estabelecer as relações entre os gêneros estudados, as características morfológicas e anatômicas foram submetidas à análise de similaridade utilizando o índice de Morisita, com o programa Fitopac FileVersion 2.1.2.85 (Shepherd 2010).

## Resultados

### *Morfologia foliar*

As espécies estudadas apresentam folhas simples, decussadas (Fig. 1), sésseis na maioria (Fig. 2, 3) e pecioladas apenas em quatro espécies de *Microlicia* (Fig. 4) e nas duas de *Trembleya* (Fig. 5, Tabela 2). A maioria das espécies pode ser considerada leptófila (Fig. 3) ou nanófila (Fig. 2, 4), enquanto que apenas *L. grandiflora* e as duas *Trembleya* são micrófilas (Fig. 5, Tabela 2).

Dentre as espécies estudadas, apenas *Trembleya* apresenta nervuras de primeira a terceira ordens conspicuas na face abaxial, formando uma reticulação evidente (Fig. 5, Tabela 2).

### *Anatomia foliar*

Depressões foliares são observadas nas duas faces da lâmina na maioria das espécies de *Microlicia* (Fig. 9), exceto em *M. agrestis*, *M. nervosa*, *M. petiolulata*, *M. sp. nov.* e nos gêneros *Lavoisiera* e *Trembleya* (Fig. 6-8, 10 e 11). Nas espécies em que são encontradas, estas são mais pronunciadas em *M. confertiflora*, *M. inquinans*, *M. isophylla*, *M. longipedicellata*, *M. maximowicziana*, *M. naudiniana* e *M. regeliana* (Fig. 9).

A epiderme, em vista frontal, na maioria das espécies, possui células de paredes celulares retas à levemente sinuosas (Fig. 15), em ambas as faces. Entretanto, em *L. grandiflora*, *M. petiolulata* e em *Trembleya* as paredes são retas a levemente sinuosas na face adaxial (Fig. 14) e bastante sinuosas na face abaxial (Fig. 16). Já em *L. crassifolia*, *M. cogniauxiana*, *M. maximowicziana*, *M. regeliana*, *M. sp. nov.* e *M. vernicosa* as paredes celulares são bastantes sinuosas em ambas as faces (Fig. 17). Estômatos anomocíticos são observados nas duas faces (Fig. 15 e 17), exceto em *L. grandiflora*, *M. petiolulata* e nas *Trembleya*, por apresentarem folhas hipoestomáticas (Fig. 14 e 16).

Em secção transversal, observa-se a epiderme unisseriada com células de tamanho semelhante nas duas faces ou maiores na face adaxial (Tabela 2), recoberta por cutícula delgada nas duas faces (Fig. 7-9 e 11), exceto em *T. laniflora*, que é fortemente espessada na face adaxial (Fig. 10). A parede periclinal externa das células epidérmicas, nas espécies estudadas, é espessada (Fig. 7-11). Estômatos levemente elevados em relação às demais células epidérmicas são observados em todas as espécies, embora estômatos nivelados também ocorram em algumas (Tabela 2). Os estômatos podem apresentar cristas (Fig. 18 e 19).

Todas as espécies apresentam tricomas glandulares de pedúnculo curto (Fig. 20 e 23), exceto *M. sp. nov.* (Tabela 2). Em alguns dos tricomas encontrados em *M. agrestis*, *M. cogniauxiana*, *M. confertiflora*, *M. inquinans*, *M. maculata*, *M. maximowicziana*, *M. naudiniana*, *M. petiolulata*, *M. pusilla*, *M. regeliana*, *M. stricta* e *M. vernicosa* é evidente a cutícula distendida na região da cabeça glandular, conforme se observa em *M. regeliana* (Fig. 20). Os tricomas de pedúnculo curto são frequentes nas depressões foliares de *Microlicia* (Fig. 9 e 20). Além destes, outros, de pedúnculo longo (Fig. 21 e 22), também ocorrem em *M. agrestis*, *M. cogniauxiana*, *M. nervosa*, *M. passerina*, *M. vernicosa* e *T. neopyrenaica*. Em *L. crassifolia*, os tricomas glandulares (Fig. 23) são observados apenas nos primórdios foliares e nas folhas jovens, apresentando cabeça alongada, diferentemente dos demais, cuja cabeça é esférica (Fig. 20-22). Tricomas tectores lanosos, na face abaxial da lâmina e no pecíolo, foram observados apenas em *T. laniflora* (Fig. 34).



Além dos tricomas, as folhas de *L. mucorifera*, *M. cogniauxiana*, *M. maximowicziana*, *M. naudiniana*, *M. petiolulata*, *M. regeliana*, *M. sp. nov.*, *M. stricta*, *M. vernicosa* e *T. neopyrenaica* apresentam emergências tectoras (Fig. 24) e/ou glandulares (Fig. 25, Tabela 2). Estas estruturas são encontradas por toda a lâmina, exceto em *M. naudiniana*, com emergências presentes apenas na margem foliar. Nas folhas maduras, nota-se que as emergências possuem esclereídes no seu interior (Fig. 24 e 25).

O mesofilo das espécies estudadas apresenta, em geral, aspecto compacto com poucos espaços intercelulares (Fig. 6-11). O mesofilo do tipo homogêneo, formado apenas por parênquima paliçádico, ocorre na maior parte das espécies de *Microlicia* (Fig. 8), enquanto que o tipo isobilateral ocorre nos três gêneros (Fig. 6 e 9-11, Tabela 2). Entretanto, para *Lavoisiera*, este último tipo, se destaca pelo parênquima lacunoso, com células isodiamétricas (Fig. 6), quando comparado com *Microlicia* (Fig. 9) e *Trembleya* (Fig. 10-11), cujas células apresentam formato irregular. Em *L. crassifolia*, observa-se ainda, no parênquima lacunoso, células com paredes primárias espessadas, assumindo um aspecto colenquimatoso (Fig. 6). Já o parênquima paliçádico, na maioria das espécies, apresenta-se mais desenvolvido na face adaxial, com células alongadas anticlinalmente, especialmente em *Trembleya* (Fig. 10 e 11). Este tecido pode ainda estar organizado de forma semelhante em ambas as faces, em algumas espécies, como se observa em *L. crassifolia* (Fig. 6) e *M. regeliana* (Fig. 9). Esclereídes dispersas no mesofilo, geralmente associadas aos feixes vasculares, são observadas em *M. inquinans* e *M. longipedicellata* (Fig. 12).

A margem foliar apresenta parênquima paliçádico, sob a epiderme, em praticamente todas as espécies, como em *M. regeliana* (Fig. 9). Porém, observa-se, nesta região, colênquima angular nas lâminas de *L. grandiflora* e *L. crassifolia* (Fig. 6), além de esclereídes colunares em *L. chamaepitys* (Fig. 7 e 13).

A posição da nervura, em relação ao mesofilo, varia entre as espécies, podendo ser nivelada (Fig. 26) ou deslocada deste (Fig. 27 e 28, Tabela 2). Os feixes vasculares, na maioria das espécies, possuem o formato circular à ovalado (Fig. 26, 29 e 30), embora o formato levemente arqueado também ocorra (Fig. 27) em seis espécies de *Microlicia* (Tabela 2). Já nas duas espécies de *Trembleya* o feixe apresenta forma de arco pronunciado (Fig. 28). Os feixes vasculares são colaterais em *Lavoisiera* (Fig. 29) e na maioria das espécies em *Microlicia* (Tabela 2). Feixes bicolaterais são encontrados em *Trembleya* e em cinco espécies de *Microlicia* (Fig. 30). Colênquima do tipo angular ocorre em ambas as faces na maioria das espécies (Fig. 26-28), voltado à uma das faces em *L. chamaepitys*, *M. crassa*, *M. maculata* e

*M. nervosa* ou mesmo pode estar ausente em *M. isophylla* (Tabela 2). Esclereídes colunares, isoladas ou em grupos (Fig. 26, 27 e 30), estão presentes em apenas uma ou nas duas faces em *Lavoisiera* e em seis *Microlicia* (Tabela 2).

Quanto às nervuras laterais, os feixes vasculares são colaterais, circundados por bainha parenquimática, sendo que as nervuras de maior calibre de *L. grandiflora*, *L. mucorifera*, *M. agrestis*, *M. cogniauxiana*, *M. inquinans*, *M. longipedicellata*, *M. maximowicziana*, *M. nervosa*, *M. passerina*, *M. regeliana*, *M. sp. nov.*, *M. vernicosa* e *Trembleya* apresentam extensões voltadas à uma ou as duas faces foliares (Fig. 31, Tabela 2).

Das seis espécies com folhas pecioladas (Tabela 2), o pecíolo é mais desenvolvido nas duas *Trembleya*, com feixes vasculares bicolaterais (Fig. 37) de formato arqueado (Fig. 34, 35 e 37), enquanto que nas quatro *Microlicia*, os feixes são colaterais (Fig. 36) de formato circular à ovalado (Fig. 32, 33 e 36). Em relação ao número, o pecíolo apresenta três feixes em *M. petiolulata* e *T. laniflora* (Fig. 32 e 34) ou cinco nas demais espécies (Fig. 33 e 35). Esclereídes, isoladas ou em grupos, também são observadas em *M. nervosa* e *M. petiolulata* (Fig. 32 e 33).

Apesar das substâncias fenólicas ocorrerem com maior frequência no parênquima paliádico voltado à face adaxial, estes compostos estão distribuídos em diferentes regiões e tecidos foliares, tais como, na epiderme, em outras camadas do mesófilo, na bainha parenquimática e no colênquima (Tabela 2). As drusas de oxalato de cálcio são observadas em quase todas as espécies, sendo frequentes nas camadas superficiais do mesófilo e/ou associadas aos feixes vasculares (Fig. 9 e 26).

### *Análise de similaridade*

No dendograma observa-se a formação de quatro grupos a partir das características compartilhadas entre *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Fig. 38, Tabela 2). A similaridade de ca. de 80% entre *T. laniflora* e *T. neopyrenaica* indica a formação de um grupo consistente, com uma posição externa no dendograma, juntamente com *M. petiolulata*. Entre as espécies de *Lavoisiera*, percebe-se que o grupo formado pelas quatro espécies é sustentado por aproximadamente 70% de similaridade. Este agrupamento está posicionado entre as *Microlicia* estudadas, cujas espécies, formam dois grandes grupos, com índices de similaridade em torno de 65% e 80%, respectivamente com oito e nove espécies.

## Discussão

Os representantes de Melastomataceae são facilmente reconhecidos pelas folhas com nervação acródroma (Clausing e Renner 2001), simples, decussadas, sésseis ou pecioladas (Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984; Renner 1993), como observadas neste estudo. Entretanto, algumas características encontradas nas folhas como o tamanho, a forma e a textura, podem variar, assim como os caracteres anatômicos nelas encontrados (Metcalf e Chalk 1950; Baas 1981; Mentink e Baas 1992; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984). Desta forma, nós acreditamos que a anatomia e mesmo alguns caracteres morfológicos possam contribuir para a circunscrição de táxons próximos, como *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, cujos caracteres diagnósticos são pouco variáveis, fornecendo dados que complementem suas descrições.

Em relação à morfologia foliar, a presença de pecíolo é comum nas espécies de *Trembleya* aqui estudadas, o que sugere o uso desta característica na delimitação do gênero, embora folhas sésseis sejam encontradas em ca. de cinco espécies (Martins 1997; Fidanza et al. 2013). Tais espécies de *Trembleya* com folhas sésseis estão associadas a locais mais abertos dos campos rupestres (Martins 1997; Fidanza et al. 2013). As espécies de *Lavoisiera*, por sua vez, apresentam folhas sésseis, assim a ausência do pecíolo é característica do gênero, como já relatado na literatura (Cogniaux 1883-1885). Já para *Microlicia*, a presença ou não do pecíolo não é indicada como diagnóstica para o reconhecimento do gênero. Com isto, observa-se uma tendência à redução no comprimento do pecíolo até sua completa ausência nas espécies estudadas, o que poderia representar uma capacidade adaptativa ao ambiente.

Neste sentido, pecíolos mais curtos minimizariam os danos provenientes de torções e tensões na folha (Medri e Lleras 1980). A redução do pecíolo, acompanhada ainda pela diminuição da área foliar nas espécies estudadas, poderia proporcionar uma melhor inserção das folhas no caule, reduzindo os efeitos nocivos do vento e da insolação frequentes em áreas abertas (Larcher 2000), tais como os campos rupestres, onde os representantes da tribo são tão frequentes e diversos (Almeda e Martins 2001; Romero 2003; Goldenberg et al. 2012). O tamanho reduzido da lâmina foliar, quando comparado com outras Melastomataceae, é esperado, sendo relatado para as espécies da tribo Microlicieae (Renner 1993, Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011). Em ambientes ensolarados e com alta radiação, uma área foliar menor minimizaria a perda excessiva de água por transpiração (Larcher 2000). Ainda,

segundo este autor, as folhas de tamanho reduzido são comuns em plantas de hábito arbustivo ocorrentes em solos pobres em nutrientes.

A reticulação evidente na face abaxial nas folhas de *Trembleya* pode representar potencial valor diagnóstico, podendo ser utilizada na identificação deste gênero, como mencionado por Martins (1997). Entretanto, *T. inversa* K. Fidanza, A. B. Martins & Almeda, recentemente descrita, possui a nervação proeminente na face adaxial, sendo uma característica típica desta espécie frente às demais do gênero e mesmo da família (Fidanza et al. 2013). Embora um sistema de nervuras desenvolvido seja atribuído a ambientes sujeitos a uma alta luminosidade (Larcher 2000), neste gênero, a reticulação evidente e proeminente também poderia estar relacionada ao maior tamanho de suas folhas.

Considerando os caracteres anatômicos foliares epidérmicos, a maior sinuosidade da parede das células na face abaxial de *Trembleya* é uma característica diagnóstica. Mentink e Baas (1992) relatam esse padrão como o mais comum entre as Melastomataceae, embora a sinuosidade da parede das células possa variar em ambas as faces da folha, dependendo da espécie. Em grande parte das espécies estudadas, a parede das células epidérmicas apresenta contorno reto a levemente sinuoso, o que pode ser compartilhado pelos demais gêneros de Microlicieae. Segundo Simon et al. (2009), os representantes desta tribo possivelmente se diversificaram a partir de um ambiente com solos mais úmidos, assim, a menor sinuosidade da parede celular, observada na maioria dos representantes aqui estudados, pode ser entendida como uma adaptação à perda excessiva de água, como apontado por Medri e Lleras (1980) para *Hevea brasiliensis* Muell. (Euphorbiaceae).

A epiderme unisseriada também foi observada nas folhas de outros representantes da tribo já estudados, como *L. imbricata* (Thunb.) DC., *T. parviflora* (D. Don) Cogn. (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011), *M. polystemma* Naudin (Reis et al. 2005), *M. hatschbachii* Wurdack (Cassiano et al. 2010) e *M. longicalycina* R. Romero (Romero e Castro 2014). Embora existam relatos de epiderme eventualmente bisseriada em *Comolia* DC. (Melastomeae) e *Miconia* Ruiz & Pav. (Miconieae), a epiderme unisseriada é frequente também em outros gêneros e tribos de Melastomataceae (Metcalf e Chalk 1950; Reis et al. 2005), indicando que esta é a condição anatômica foliar mais comum na família. O tamanho similar das células epidérmicas nas duas faces ou maior na face adaxial, recobertas por cutícula delgada ou espessada, também são características relatadas frequentemente para a família (Keating 1984), entretanto, a cutícula delgada parece ser constante em Microlicieae (Reis et al. 2005; Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011; Romero e Castro 2014). A presença de

cutícula espessada em *Trembleya laniflora*, a única espécie estudada com esta característica, pode ser decorrente do seu hábito arbóreo, no qual as folhas estão mais expostas à intensidade luminosa.

Folhas anfiestomáticas predominam nas espécies deste estudo, não ocorrendo apenas em *L. grandiflora*, *M. petiolulata* e nas duas espécies de *Trembleya*. Embora amostragens quanto à densidade estomática não tenham sido desenvolvidas neste estudo, observa-se, nas folhas anfiestomáticas, um maior número de estômatos na face abaxial, quando comparado com a face adaxial. Já as folhas hipoestomáticas frequentes nas *Trembleya*, aqui estudadas, e em *T. parviflora* (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011), podem ser consideradas diagnósticas para o gênero, caso se confirme nas demais espécies do gênero. A presença de folhas hipoestomáticas ou anfiestomáticas, mas com maior quantidade de estômatos na face abaxial, pode ser entendida como adaptações ao estresse hídrico, como relatado para *Lavoisiera campos-portoana* Barreto, com maior densidade estomática na face abaxial de suas folhas pubescentes (França et al. 2012). Além disto, estômatos nas duas faces foliares, frequentes em plantas sob condições de alta luminosidade e estresse hídrico (Larcher 2000), podem permitir trocas gasosas mais eficientes em plantas de ambientes xéricos, aproveitando os momentos escassos de alta umidade, como sugerido por Medri e Lleras (1980).

Quanto à morfologia dos estômatos, o tipo anomocítico, comum em todas as espécies estudadas, é considerado basal dentro das Melastomataceae (Baas 1981), sendo geralmente frequente na família e na ordem, embora outros tipos, tais como anisocíticos e diacíticos, também sejam relatados (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984; Mentink e Baas 1992; Renner 1993). Em relação à posição, percebe-se uma tendência à elevação dos estômatos quando comparados com as demais células epidérmicas, também relatada em outros gêneros da família, como *Acisanthera* P. Browne, *Leandra* Raddi e *Miconia* (Reis et al. 2005). Esta elevação dos estômatos poderia aumentar as câmaras estomáticas, favorecendo as trocas gasosas em ambientes com alta insolação, chuvas sazonais, além de solos secos e pobres em nutrientes, nos quais os gêneros deste estudo são encontrados (Almeda e Martins 2001).

Os tricomas glandulares de pedúnculo curto, observados em todas as espécies, exceto em *M. sp. nov.*, representam uma característica frequente para a tribo, bem como para Melastomataceae, em geral (Mentink e Baas 1992). Conforme a caracterização proposta por Wurdack (1986), estas estruturas se assemelhariam àquelas caracterizadas como “unfurrowed sessile glands”. Entretanto, nossos resultados, bem como outros poucos estudos anatômicos

revelam a presença de um pedúnculo curto (Mentink e Baas 1992; Reis et al. 2005; Cassiano et al. 2010; Romero e Castro 2014), com uma a três células, e, portanto, uma definição mais precisa seria a já proposta por Mentink e Baas (1992), como “short-stalked glandular hairs” ou ainda “bladder-like glandular hairs”. Estes últimos são semelhantes aos observados em Lamiaceae (Mentink e Baas 1992), possivelmente pela distensão da cutícula na região da cabeça secretora, evidente em onze *Microlicia* estudadas aqui, causada pela deposição de algum composto, como óleo essencial, já relatado em *M. graveolens* DC. (Toudahl et al. 2012). Em muitas espécies de *Microlicia*, os tricomas de pedúnculo curto estão associados às depressões o que permite a visualização das pontoações glandulares nas folhas deste gênero. Depressões menos profundas contribuem para uma maior exposição dos tricomas, pois estes são encontrados com menor frequência e/ou mais danificados nas folhas mais velhas. Embora nem todas as espécies de *Microlicia* aqui estudadas apresentem tais pontoações, esta característica já foi relatada anteriormente para o gênero (Dahlgren e Thorne 1984), e pode ser considerada diagnóstica.

Além destes, foram observados tricomas glandulares de pedúnculo longo, tricomas tectores e emergências, confirmando a diversidade típica do indumento de Melastomataceae (Metcalf e Chalk 1950; Wurdack 1986; Mentink e Baas 1992; Guimarães et al. 1999). É interessante mencionar que os tricomas encontrados apenas nas folhas jovens de *L. crassifolia* podem estar relacionados ao processo de expansão foliar reduzindo o atrito entre as mesmas. *Trembleya laniflora* é a única espécie que apresenta tricomas tectores lanosos, já relatado em um trabalho taxonômico por Martins (1997). De acordo com a autora, estes tricomas recobrem toda a parte aérea da planta, exceto a face adaxial da folha, o que pode explicar o maior espessamento da cutícula observado nesta face.

As emergências tectoras e/ou glandulares distribuídas por toda a lâmina foliar de *L. mucorifera*, *M. cogniauxiana*, *M. maximowicziana*, *M. petiolulata*, *M. regeliana*, *M. stricta*, *M. sp. nov.*, *M. vernicosa* e *T. neopyrenaica* ou apenas na margem de *M. naudiniana*, são importantes na circunscrição em nível específico. Já na tribo Miconieae, a presença das emergências foi relevante à caracterização de gêneros filogeneticamente próximos, como por exemplo, *Leandra* e *Miconia* (Reis et al. 2005), enquanto que a distribuição e o tipo destas estruturas foram importantes para caracterizar gêneros da tribo Melastomeae, a saber *Pleroma* D. Don e *Tibouchina* Aubl. (Reis et al. 2005). Assim, observa-se que a presença, distribuição e mesmo os diferentes tipos de emergências podem apresentar valor taxonômico para os representantes de Melastomataceae.

A redução dos espaços intercelulares no mesofilo das folhas de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* parece ser uma característica frequente de Microlicieae, observada em outros representantes da tribo (Reis et al. 2005; Cassiano et al. 2010; Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011; Romero e Castro 2014). De acordo com Ocampo e Almeda (2013), que determinaram o mecanismo fotossintético em 67 espécies neotropicais de Melastomataceae, incluindo representantes dos gêneros *Chaetostoma*, *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Rhynchanthera*, os espaços intercelulares reduzidos nas folhas de indivíduos da família podem ser considerados adaptações para minimizar o estresse hídrico.

O mesofilo do tipo isobilateral já foi relatado em representantes de Microlicieae, a saber, *L. pulcherrima* Mart. & Schrank ex DC. (Mentink e Baas 1992), *M. polystemma* (Reis et al. 2005), *M. hatschbachii* (Cassiano et al. 2010), *L. imbricata* e *T. parviflora* (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011), o que corrobora nossos resultados e reforça a idéia de que esta característica é comum na tribo. Entretanto, o tipo isobilateral, com células do parênquima lacunoso de formato isodiamétrico, em *Lavoisiera*, e o tipo homogêneo, formado apenas pelo parênquima paliádico, em onze das *Microlicia* estudadas, além de *M. longicalycina* (Romero e Castro 2014), são resultados importantes à identificação destes gêneros. Em outras tribos da família, como por exemplo, Miconieae e Melastomeae, o mesofilo é do tipo dorsiventral (Reis et al. 2005) e corrobora o padrão encontrado nas folhas da maioria dos representantes de Melastomataceae estudados até o momento (Metcalf e Chalk 1950; Keating 1984; Mentink e Baas 1992).

Independente do tipo de mesofilo encontrado, as células do parênquima paliádico são bem desenvolvidas no sentido anticlinal e ocupam grande parte do mesofilo na maioria das espécies. Assim, este tecido apresentando células mais alongadas na face adaxial na maioria das espécies com mesofilo isobilateral, indica que esta face tende à receber uma maior quantidade de luz, em comparação com a face abaxial. Desta forma, acredita-se que esta condição possa ser uma adaptação em resposta à alta luminosidade (Esau 1898; Dickison 2000; Larcher 2000), frequente nos habitats destas plantas, como os campos rupestres nos estados de Minas Gerais e Goiás, configurando um carácter xeromórfico em plantas de diferentes fitofisionomias do Cerrado (Menezes et al. 2012).

O parênquima lacunoso com células de paredes primárias espessadas, semelhantes ao colênquima, nas folhas de *L. crassifolia* pode caracterizá-lo como “parênquima colenquimatoso” ou “parênquima de espessamento colenquimatoso” (Evert 2006). Este espessamento celulósico da parede celular permitiria o armazenamento de água no tecido

(Jarvis e Apperley 1990; Evert 2006), contribuindo com a resistência, típica das folhas desta espécie.

O tipo de tecido encontrado na margem foliar também parece ser relevante para a identificação dos gêneros, já que diferentes tecidos foram encontrados: colênquima ou esclerênquima em *Lavoisiera*, exceto *L. mucorifera*, e parênquima paliçádico em *Microlicia* e *Trembleya*. Em *L. imbricata* também são encontrados tecidos de sustentação nesta região (Ribeiro et al. 2010; Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011), e, apesar de poucos estudos no grupo, sugere-se que a presença destes tecidos pode ser útil no reconhecimento de outras espécies do gênero. Em relação à funcionalidade dos tecidos esclerenquimáticos nesta região, Ribeiro et al. (2010) relatam que a esclerificação observada em *L. imbricata* apresenta um efeito significativo contra a herbivoria, ao dificultar o acesso aos tecidos condutores no interior da lâmina. De acordo com estes autores, características defensivas observadas em espécies de ambientes com baixas condições nutricionais, como cerrado e campos de altas altitudes, não podem se abster de forças evolutivas relacionadas a herbivoria.

A presença de esclereídes nas folhas já era esperada, uma vez que são frequentes em diferentes famílias de Myrtales, além de Melastomataceae, como por exemplo, Alzateaceae, Lythraceae, Memecylaceae, Myrtaceae e Penaeaceae (Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984). As esclereídes dispersas no mesofilo e associadas aos feixes vasculares encontradas em duas espécies do presente estudo, a saber, *M. inquinans* e *M. longipedicellata*, parecem ter surgido independentemente em diversos grupos de Angiospermas, sendo caracterizados como esclereídes terminais (Esau 1898; Evert 2006). Estas células aparentemente estariam envolvidas com o transporte de solutos no interior da folha, atuando como extensões das nervuras, como proposto por Heide-Jørgensen (1990). Já a presença de esclereídes na região da nervura central e/ou no pecíolo de *Microlicia* e *Lavoisiera* poderia estar relacionada à redução do pecíolo, já comentada anteriormente, contribuindo assim para uma melhor sustentação das folhas sésseis ou curtamente pecioladas. O colênquima encontrado nestas regiões também pode reforçar a sustentação das folhas (Esau 1898; Evert 2006; Scatena et al. 2012). Entretanto, como o tecido de sustentação é reduzido ou mesmo ausente em algumas espécies, o suporte poderia ser garantido por outras características, como a área foliar reduzida, organização compacta dos tecidos do mesofilo e a distribuição dos feixes vasculares.

A variação na posição da nervura central, observada neste estudo, já era esperada, uma vez que na família, e mesmo na ordem, a lâmina foliar pode ser abruptamente ou



gradualmente deslocada desta região, com feixes imersos ou deslocados em relação ao mesófilo (Keating 1984). Além disto, observa-se que as 14 espécies, pertencentes aos três gêneros, que apresentam extensões de bainha em nervuras laterais possuem área foliar maior, nanófilas ou micrófilas, ressaltando a importância destas extensões no suporte das folhas (Dickison 2000).

Quanto aos feixes vasculares, nota-se que o tipo colateral é predominante tanto nas nervuras como no pecíolo, sendo observados em *Lavoisiera* e em 13 das 18 espécies de *Microlicia*. Este tipo de feixe já foi relatado em outros representantes destes gêneros, como em *L. imbricata* (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011), *M. polystemma* (Reis et al. 2005) e *M. longicalycina* (Romero e Castro 2014). O tipo bicolateral, observado em *Trembleya* e no restante das espécies de *Microlicia*, também foi descrito para *T. parviflora* (Somavilla e Graciano-Ribeiro 2011) e *M. hatschbachii* (Cassiano et al. 2010). Portanto, os tipos de feixe vascular, colateral e bicolateral, parecem úteis no reconhecimento de *Lavoisiera* e *Trembleya*, respectivamente, enquanto que em *Microlicia* encontram-se os dois tipos de feixes.

Na maioria das espécies analisadas, o formato do feixe vascular é circular à ovalado, sendo que o formato arqueado, conspícuo ou não, é observado em *Trembleya* e em seis espécies de *Microlicia*, respectivamente. Nota-se, portanto, principalmente em *Lavoisiera* e *Microlicia*, uma tendência a feixes vasculares menores, do tipo colateral, com formato circular. Neste contexto, Keating (1984) menciona que a redução e a simplificação da estrutura da nervura central observada nas folhas de Melastomataceae sugerem tendências paralelas de especialização, que neste estudo, podem ser atribuídas como adaptações destes gêneros, resultantes da redução da área foliar. Assim, partindo do pressuposto de que os representantes de Microlicieae tenham derivado de um ancestral semelhante às espécies atuais de *Trembleya* (Almeda e Martins 2001), os caracteres específicos observados neste gênero, tais como as nervuras proeminentes com feixes vasculares, do tipo bicolateral, mais desenvolvidos em forma de arco pronunciado poderiam ser considerados basais dentro da tribo. Nossos resultados permitem o reconhecimento de características possivelmente ancestrais para Microlicieae, somando a outros indícios, como a ocorrência destas espécies em ambientes com solos mais úmidos e saturados, segundo Simon et al. (2009). Tais indícios podem estar relacionados também ao fato de que algumas espécies de *Trembleya* e *Rhynchanthera*, em geral, que ocupam posições basais na tribo, sejam encontradas com frequência em veredas, matas ciliares e outros locais alagados (Renner 1990; Fritsch et al. 2004; Simon et al. 2009). Neste contexto é importante relatar para *L. grandiflora*, única

espécie coletada em vereda, que as seguintes características podem ser consideradas basais no grupo: lâminas micrófilas, folhas hipoestomáticas e parede celular da epiderme com maior sinuosidade na face abaxial, decorrentes de um ambiente paludoso, típico dessa espécie (Cogniaux 1883-1885). Tais características assemelham-se ao observado para as folhas de *Trembleya*, aqui estudadas. O gênero *Microlicia* também é encontrado em áreas de vereda, como por exemplo *M. euphorbioides* Mart., *M. fasciculata* Mart. ex Naudin, *M. helvola* (Spreng.) Triana, além de *M. polystemma* (Araújo et al. 2002), a única deste ambiente estudada sob o ponto de vista anatômico (Reis et al. 2005). Assim, mais estudos são necessários com espécies ocorrentes em solos úmidos, buscando representar a complexidade anatômica das folhas dos representantes de Microlicieae, bem como as influências decorrentes deste ambiente.

Apesar das substâncias fenólicas serem mais frequentes no parênquima paliçádico voltado à face adaxial, a presença destes compostos também em diversas regiões e tecidos foliares, já foi relatada por Somavilla e Graciano-Ribeiro (2011). A presença de compostos fenólicos é comum nas folhas dos representantes de Melastomataceae, sendo frequentes os taninos e os flavonóides (Dahlgren e Thorne 1984), existindo, inclusive, 116 diferentes tipos de flavonóides, entre flavonóis e flavonas glicosiladas, em representantes dos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (Bomfim-Patrício et al. 2001). Segundo estes autores, os flavonóis e flavonas com compostos 6-oxidenados predominam, respectivamente, nas folhas de *Microlicia* e *Lavoisiera*, enquanto que algumas espécies de *Trembleya* apresentam composição semelhantes tanto as *Microlicia* quanto as *Lavoisiera*. Sabe-se também que a regulação da síntese de substâncias fenólicas é parte integrante do desenvolvimento da folha (Matsuki 1996) que por sua vez, pode ser influenciado por fatores ecológicos, como os herbívoros; ou ambientais, como a disponibilidade de nutrientes no solo e a luminosidade, que exercem participação na síntese e deposição destes metabólitos nos diferentes tecidos, contribuindo à defesa vegetal (Herms e Mattson 1992; Matsuki 1996; Larcher 2000).

Os cristais de oxalato de cálcio do tipo drusa, observados em praticamente todas as espécies deste estudo, são frequentes em Melastomataceae (Dahlgren e Thorne 1984, Renner 1993), distinguindo-a de outras famílias da ordem, tais como, Lythraceae e Onagraceae, que possuem os cristais do tipo ráfides (Dahlgren e Thorne 1984). Diferentes hipóteses acerca das funções dos cristais de oxalato de cálcio vêm sendo atribuídas, entre elas, regulação de cálcio, proteção contra herbivoria, balanço iônico, suporte, obtenção e reflexão de luz (Franceschi e Nakata 2005). Para alguns autores, a presença destes cristais próxima às nervuras pode estar

relacionada ao transporte de cálcio pelo xilema, evitando a deposição do mesmo entre as células do clorênquima, e assim, impedindo o comprometimento funcional deste tecido (Macnish et al. 2003).

Pode-se inferir algumas relações de proximidade, considerando as características estruturais foliares nos representantes da tribo estudados. Em *Lavoisiera*, as quatro espécies apresentam ca. de 70% de similaridade, formando um grupo bem delimitado pela presença de folhas sésseis, mesófilo isobilateral com parênquima lacunoso com células de formato isodiamétrico, além do tecido de sustentação na região da margem foliar em três espécies (*L. chamaepitys*, *L. crassifolia* e *L. grandiflora*). Estas características, facilmente reconhecidas entre os representantes aqui estudados, podem ser utilizadas na circunscrição de *Lavoisiera*, e corroboram os dados de alguns autores de que este grupo é consistente (Almeda e Martins 2001) e monofilético (Fritsch et al. 2004).

O posicionamento de *Microlicia* se mostra como o mais intrigante do estudo, uma vez que suas espécies formam dois grupos, além de estabelecerem proximidade com *Lavoisiera* e *Trembleya*, corroborando o status parafilético deste gênero (Fritsch et al. 2004; Simon et al. 2009; Ribeiro 2012). Entretanto, apesar do estabelecimento dos dois grupos, podemos observar caracteres foliares importantes para a delimitação de *Microlicia*, como por exemplo, depressões foliares pela lâmina, mesófilo homogêneo, nervura central nivelada ao mesófilo, feixes vasculares colaterais com formato circular à ovalado e substâncias fenólicas entre as células do colênquima. A formação dos grupos em *Microlicia*, com valores distintos de similaridade, poderia ser reflexo de uma distribuição geográfica mais ampla de suas espécies, o que pode ter levado a uma maior complexidade morfológica e anatômica, em grande parte, resultantes da redução foliar. Desta forma, fica evidente que apesar das espécies de *Microlicia* compartilharem uma série de caracteres foliares, estes não sustentam a posição do gênero como um grupo natural. Acredita-se que, para um melhor entendimento sobre as relações filogenéticas entre seus representantes e com os demais gêneros afins, estudos que abordem estruturas conservativas na tribo possam ser relevantes. A morfologia e anatomia das sementes de Microlicieae, por exemplo, embora não tenha esclarecido todas as questões acerca da sistemática da tribo, foi importante para a compreensão taxonômica de alguns de seus gêneros, como em *Rhynchanthera* (Ribeiro 2012).

O grupo formado pelas duas espécies de *Trembleya*, sustentado por ca. de 80%, corrobora a monofilia do mesmo já demonstrada nos trabalhos filogenéticos, realizados a partir de diferentes dados, como hábito de vida, distribuição geográfica, além dos

moleculares, (Fritsch et al. 2004; Simon et al. 2009). Os seguintes caracteres contribuem para a identificação de *Trembleya*: folhas micrófilas, reticulação evidente na face abaxial da lâmina e feixes vasculares do tipo bicolateral em arco pronunciado. Estas duas espécies podem inclusive ser consideradas como um grupo irmão das demais espécies estudadas, assim como se observa nas análises filogenéticas realizadas anteriormente (Fritsch et al. 2004; Simon et al. 2009). A proximidade, embora menor, ca. de 60%, entre *M. petiolulata* e *Trembleya* pode ocorrer, principalmente, pelas folhas pecioladas; ausência de depressões foliares; sinuosidade da parede celular das células epidérmicas; folhas hipostomáticas e pecíolo com três feixes vasculares.

Nossos resultados apontam características diagnósticas para cada um dos gêneros estudados que podem ser utilizados na delimitação dos mesmos, em conjunto com outros caracteres, na sua maioria reprodutivos, como a disposição das flores, número de pétalas e deiscência dos frutos (Almeda e Martins 2001). As características mais comuns à *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, são: epiderme unisseriada com células, em geral, de paredes retas a levemente sinuosas em ambas as faces, recoberta por cutícula delgada; estômatos levemente elevados nas duas faces; tricomas glandulares de pedúnculo curto e parênquima paliçádico nas duas faces da lâmina, que podem caracterizar Microlicieae, caso confirmadas nos demais gêneros da tribo.

Acredita-se que a tribo Microlicieae, que divergiu entre quatro (Fritsch et al. 2004) e dez milhões de anos atrás (Simon et al. 2009), seja particularmente mais recente que outras tribos em Melastomataceae e apresenta plantas bem adaptadas a regiões savânicas, frequentemente sujeitas a queimadas (Simon et al. 2009). Assim, alguns caracteres, se considerados em conjunto, como a sinuosidade da parede celular, distribuição e organização dos estômatos e parênquima paliçádico desenvolvido, permitiriam o estabelecimento e a sobrevivência de seus representantes em locais preferencialmente abertos e sujeitos à alta luminosidade, representando indícios de tolerância à seca entre as demais Melastomataceae (Fritsch et al. 2004). Tais características ainda se somam a outras já apontadas para a tribo, como, estames geralmente dimórficos com conectivos prolongados, ou não, abaixo das tecas, ápice do ovário glabro, sementes alongadas com superfície em geral foveolada (Almeda e Martins 2001; Romero 2003) com compostos fenólicos no tegumento seminal (Ribeiro 2012) e parede da antera apresentando endotécio persistente com células espessadas (Lima 2013).

Apesar de *Lavoisiera* e *Trembleya* serem bem definidos quanto aos caracteres morfológicos e anatômicos foliares, quando comparados à *Microlicia* que apresenta um

padrão mais heterogêneo, nossos resultados fornecem ainda indícios relevantes quanto às questões adaptativas e evolutivas dos três gêneros e da tribo, que em conjunto à outras abordagens filogenéticas (Bomfim-Patrício et al. 2001; Clausen e Renner 2001; Fritsch et al. 2004; Simon et al. 2009; Ribeiro 2012; Lima 2013), demonstram a complexidade para a sistemática de Microlicieae.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Uberlândia, pela bolsa de mestrado e auxílio financeiro para coletas de material botânico, concedidos, respectivamente, ao primeiro autor.

## Referências bibliográficas

- Almeda F, Martins AB (2001) New combinations and new names in some Brazilian Microlicieae (Melastomataceae), with notes on the delimitation of *Lavoisiera*, *Microlicia*, and *Trembleya*. Novon 11: 1-7.
- Anderson LC (1963) Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. Trans Kans Acad Sci 66: 632-684.
- Araújo GM, Barbosa AAA, Arantes AA, Amaral AF (2002) Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. Rev Bras Bot 25: 475-493.
- Baas P (1981) A note on stomatal types and crystals in the leaves of Melastomataceae. Blumea 27: 475-479.
- Bomfim-Patrício MC, Salatino A, Martins AB, Wurdack JJ, Salatino MLF (2001) Flavonoids of *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* (Melastomataceae) and their taxonomic meaning. Biochem Syst Ecol 29: 711-726.
- Cassiano DSA, Branco A, Silva TRS, Santos AKA (2010) Caracterização morfoanatômica de folhas e caules de *Microlicia hatschbachii* Wurdack, Melastomataceae. Rev Bras Farmacogn 20: 529-535.
- Clausen G, Renner SS (2001) Molecular phylogenetics of Melastomataceae and Memecylaceae: implications for character evolution. Am J Bot 88: 486-498.

- Cogniaux A (1883-1885) Melastomataceae. Tribus Microlicieae e Tibouchinieae. In: Martius, C. F. P.; Eichler, A. G. (Ed.). Flora brasiliensis. F. Fleischer, Lipsiae, v. 14, pars 3, p. 5-480.
- Dahlgren R, Thorne RF (1984) The order Myrtales: circumscription, variation, and relationships. *Ann Mo Bot Gard* 71: 633-699.
- Dickison WC (2000) Integrative Plant Anatomy. Academic Press, 533p.
- Esau K (1898) Anatomia das plantas com sementes. Trad. B.L. Morretes. São Paulo, Edgard Blücher, 293p.
- Evert RF (2006) Esau's plant anatomy. Meristems, cells and tissues of the plant body – their structure function and development. 3<sup>a</sup> Ed. New Jersey, Wiley-Interscience, 624p.
- Fidanza K, Martins AB, Almeda F (2013) Four new species of *Trembleya* (Melastomataceae: Microlicieae) from Serra do Cabral, Minas Gerais, Brazil. *Brittonia* 65: 280-291.
- França MGC, Prados LMZ, Lemos-Filhos JP, Ranieri BD, Vale FHA (2012) Morphophysiological differences in leaves of *Lavoisiera campos-portoana* (Melastomataceae) enhance higher drought tolerance in water shortage events. *J Pl Res* 125: 85-92.
- Franceschi VR, Nakata PA (2005) Calcium oxalate in plants: formation and function. *Ann Rev Plant Biol* 56: 41-71.
- Fritsch WP, Almeda F, Renner SS, Martins AB, Cruz CB (2004) Phylogeny and circumscription of the near endemic Brazilian tribe Microlicieae (Melastomataceae). *Am J Bot* 91: 1105-1114.
- Goldenberg R, Baumgratz JFA, D'el Rei Souza ML (2012) Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. *Rodriguésia*, 63: 145-161.
- Gomes SM, Somavilla NSDN, Gomes-Bezerra KM, Miranda SC, De-Carvalho PS, Graciano-Ribeiro D (2009) Anatomia foliar de species de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. *Acta Bot Bras* 23: 223-238.
- Guimarães PJF, Ranga NT, Martins AB (1999) Morfologia dos tricomas em *Tibouchina* sect. *Pleroma* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae). *Braz Arch Biol Technol* 42: 485-493.
- Heide-Jørgensen HS (1990) Xeromorphic leaves of *Hakea suaveolens* R. Br. IV. Ontogeny, structure and function of the sclereids. *Aust J Bot* 38: 25-43.

- Hermes DA, Mattson WJ (1992) The dilemma of plants: to grow or defend. *Q Rev Biol* 67: 283-335.
- Jarvis MC, Apperley DC (1990) Direct observation of cell wall structure in living plant tissues by solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy. *Plant Physiol.* 92: 61-65.
- Johansen DA (1940) *Plant microtechnique*. New York: McGraw Hill Book, p. 523.
- Keating RC (1984) Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. *Ann Mo Bot Gard* 71: 801-823.
- Koschnitzke C, Martins AB (2006) Revisão taxonômica de *Chaetostoma* DC. (Melastomataceae, Microlicieae). *Arq Mus Nac* 64: 95-119.
- Kraus JE, Arduim M (1997) *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Seropédica: EDUR. 198p.
- Larcher W (2000). *Ecofisiologia vegetal*. RiMa, São Carlos, 531p.
- Leaf Architecture Working Group (1999) *Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms*. Washington, Smithsonian Institution.
- Lima JF (2013) Padrões do desenvolvimento da antera em espécies de Microlicieae (Melastomataceae). Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia.
- Macnish AJ, Irving DE, Joyce DC, Vithanage V, Wearing AH, Webb RI, Frost RL (2003) Identification of intracellular calcium oxalate crystals in *Chamelaucium uncinatum* (Myrtaceae). *Aust J Bot* 51: 565–572.
- Martins E (1997). Revisão taxonômica do gênero *Trembleya* DC. (Melastomataceae). Tese de Doutorado em Ciências (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas.
- Martins AB, Rodrigues KF (2014a) *Lavoisiera*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9492>)
- Martins AB, Rodrigues KF (2014b) *Trembleya*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9979>)
- Matsuki M (1996) Regulation of plant phenolic synthesis: from biochemistry to ecology and evolution. *Aust J Bot* 44: 613-634.
- Medri ME, Lleras E (1980) Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Acta Amaz* 10: 463-493.

- Menezes NL, Silva DC, Pinna GFAM (2012) Folha. In: Appezzato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM (Ed.). Anatomia vegetal. 3. Ed. Rev. e ampl. – Viçosa: Ed. UFV, p. 105-113.
- Mentink H, Baas P (1992) Leaf anatomy of the Melastomataceae, Memecylaceae, and Crypteroniaceae. *Blumea* 37: 189-225.
- Metcalf CR, Chalk L (1950) Anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. v. I. pp. 637-649.
- O'Brien TP, Feder N, McCully ME (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Ocampo G, Almeda F (2013) Do Melastomataceae perform CAM photosynthesis? A survey of neotropical species using carbon isotope ratios. *J Trop Ecol* 29: 265-269.
- Reis C, Bieras AC, Sajo MG (2005) Anatomia foliar de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo. *Rev Bras Bot* 28: 451-466.
- Renner SS (1990) A revision of *Rhynchanthera* (Melastomataceae). *Nord J Bot* 9: 601-630.
- Renner SS (1993) Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. *Nord J Bot* 13: 519-540.
- Ribeiro RC (2012) Morfoanatomia de sementes de *Microlicieae* Triana (Melastomataceae): abordagem cladística e ecofisiológica. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Ribeiro SP, Corrêa TL, Sousa HD (2010) Microscopic variability in mechanical defense and herbivory response in microphyllous leaves of tropical herb species from Serra do Cipó, Brazil. *Rev Bras Bot* 33: 237-246.
- Romero R (2003) Revisão taxonômica de *Microlicia* sect. *Chaetostomoides* (Melastomataceae). *Rev Bras Bot* 26: 429-435.
- Romero R, Castro NM (2014) *Microlicia longicalycina* (Melastomataceae), a new species from the state of Minas Gerais, Brazil, with notes on leaf anatomy. *Syst Bot* 39:
- Romero R, Woodgyer E (2014) *Microlicia*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9782>)
- Sass JE (1951) Botanical microtechnique. 2ª ed. Ames, The Iowa State College Press.
- Scatena VL, Scremin-Dias E (2012) Parênquima, colênquima e esclerênquima. In: Appezzato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM (Ed.). Anatomia vegetal. 3. Ed. Rev. e ampl. – Viçosa: Ed. UFV, p. 105-113.



- Shepherd GJ (2010) Fitopac FileVersion 2.1.2.85. Departamento de Botânica. Universidade Estadual de São Paulo.
- Simon MF, Grether R, Queiroz LP, Skema C, Pennington RT, Hughes CE (2009) Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proc Natl Acad Sci USA* 106: 20359-20364.
- Somavilla NS, Graciano-Ribeiro D (2011) Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado *sensu stricto*. *Acta Bot Bras* 25: 764-775.
- Toudahl AB, Filho SAV, Souza GHB, Morais LD, Santos ODH, Jäger AK (2012) Chemical composition of the essential oil from *Mirolicia graveolens* growing wild in Minas Gerais. *Rev Bras Farmacogn* 22: 680-681.
- Wurdack JJ (1986) Atlas of hairs for neotropical Melastomataceae. *Smithsonian Contr Bot* 63: 1-80

## **Tabelas**

**Tabela 1.** Espécies estudadas nos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* com seus respectivos locais, ambiente de coleta e número de registro em herbário. \*nomes provisórios de novas espécies

Espécies	Local de coleta	Ambiente	Nº de coleta
<i>Lavoisiera chamaepitys</i> A.St.-Hil. ex Naudin	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 366
<i>Lavoisiera crassifolia</i> Mart. & Schrank ex DC.	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 309
<i>Lavoisiera grandiflora</i> A.St.-Hil. ex Naudin	Uberlândia, MG	Vereda	L.F. Bacci 17
<i>Lavoisiera mucrifera</i> Mart. & Schrank ex DC.	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 308
<i>Microlicia agrestis</i> Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	D. Marques et al. 195
<i>Microlicia cogniauxiana</i> *	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 389
<i>Microlicia confertiflora</i> Naudin	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 327
<i>Microlicia crassa</i> *	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 381
<i>Microlicia inquinans</i> Naudin	São Roque de Minas, MG	Campo rupestre	R. Romero et al. 4068
<i>Microlicia isophylla</i> DC.	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.P.M. Santos et al. 414
<i>Microlicia longipedicellata</i> (Cogn.) Almeda & A.B.Martins	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 366
<i>Microlicia maculata</i> *	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo et al. 301
<i>Microlicia maximowicziana</i> Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo et al. 311
<i>Microlicia naudiniana</i> *	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 379
<i>Microlicia nervosa</i> R.Romero	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo et al. 252
<i>Microlicia passerina</i> Naudin	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 389
<i>Microlicia petiolulata</i> Cogn. ex Romero & Woodgyer	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 296
<i>Microlicia pusilla</i> Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 316
<i>Microlicia regeliana</i> Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	R. Romero et al. 8482
<i>Microlicia stricta</i> Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	A.F.A. Versiane & K.R. Silva 371
<i>Microlicia sp. nov.</i>	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo et al. 339
<i>Microlicia vernicosa</i> (Barreto ex Pedersoli) A.B.Martins & Almeda	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo et al. 355
<i>Trembleya laniflora</i> (D.Don) Cogn.	Diamantina, MG	Campo rupestre	I.M. Araújo 357
<i>Trembleya neopyrenaica</i> Naudin	Cocalzinho de Goiás, GO	Cerrado rupestre	A.F.A. Versiane & R.A. Pacheco 606

**Tabela 2.** Presença (1) e ausência (0) de caracteres estruturais foliares em espécies dos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya* (*Lch*: *L. chamaepitys*; *Lcr*: *L. crassifolia*; *Lg*: *L. grandiflora*; *Lm*: *L. mucorifera*; *Ma*: *M. agrestis*; *Mcog*: *M. cogniauxiana*\*; *Mcon*: *M. confertiflora*; *Mcr*: *M. crassa*\*; *Min*: *M. inquinans*; *Mis*: *M. isophylla*; *Ml*: *M. longipedicellata*; *Mmac*: *M. maculata*\*; *Mmax*: *M. maximowicziana*; *Mna*: *M. naudiniana*\*; *Mne*: *M. nervosa*; *Mpa*: *M. passerina*; *Mpe*: *M. petiolulata*; *Mpu*: *M. pusilla*; *Mr*: *M. regeliana*; *Ms*: *M. stricta*; *Msp*: *Microlicia sp. nov.*; *Mv*: *M. vernicosa*; *Tl*: *T. laniflora*; *Tn*: *T. neopyrenaica*; \* nomes provisórios de novas espécies; dados ausentes são referentes a espécies com folhas sésseis).

Características analisadas	<i>Lavoisiera</i>										<i>Microlicia</i>										<i>Trembleya</i>			
	<i>Lch</i>	<i>Lcr</i>	<i>Lg</i>	<i>Lm</i>	<i>Ma</i>	<i>Mcog</i>	<i>Mcon</i>	<i>Mcr</i>	<i>Min</i>	<i>Mis</i>	<i>Ml</i>	<i>Mmac</i>	<i>Mmax</i>	<i>Mna</i>	<i>Mne</i>	<i>Mpa</i>	<i>Mpe</i>	<i>Mpu</i>	<i>Mr</i>	<i>Ms</i>	<i>Msp</i>	<i>Mv</i>	<i>Tl</i>	<i>Tn</i>
Folha séssil	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Folha peciolada	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Lâminas foliares leptófilas	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Lâminas foliares nanófilas	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Lâminas foliares micrófilas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Reticulação evidente na face abaxial da lâmina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Depressões foliares em ambas as faces da lâmina	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Epiderme com células de paredes retas a levemente sinuosas em ambas as faces (vista frontal)	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Epiderme com células de paredes retas a levemente sinuosas na face adaxial e paredes	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1



Características analisadas	Lavoisiera										Microlicia										Trembleya			
	Lch	Lcr	Lg	Lm	Ma	Mcog	Mcon	Mcr	Min	Mis	MI	Mmac	Mmax	Mna	Mne	Mpa	Mpe	Mpu	Mr	Ms	Msp	Mv	Tl	Tn
Tricomas glandulares com pedúnculo curto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Tricomas glandulares com pedúnculo longo	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Emergências tectoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Emergências glandulares	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Mesofilo isobilateral com parênquima lacunoso conspicuo	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesofilo isobilateral com parênquima lacunoso inconspicuo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
Mesofilo homogêneo	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Margem com parênquima paliçádico	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Margem com tecido de sustentação	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nervura central imersa no mesofilo	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Nervura central deslocada	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Feixe vascular de formato circular a ovalado na nervura central	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Feixe vascular	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0

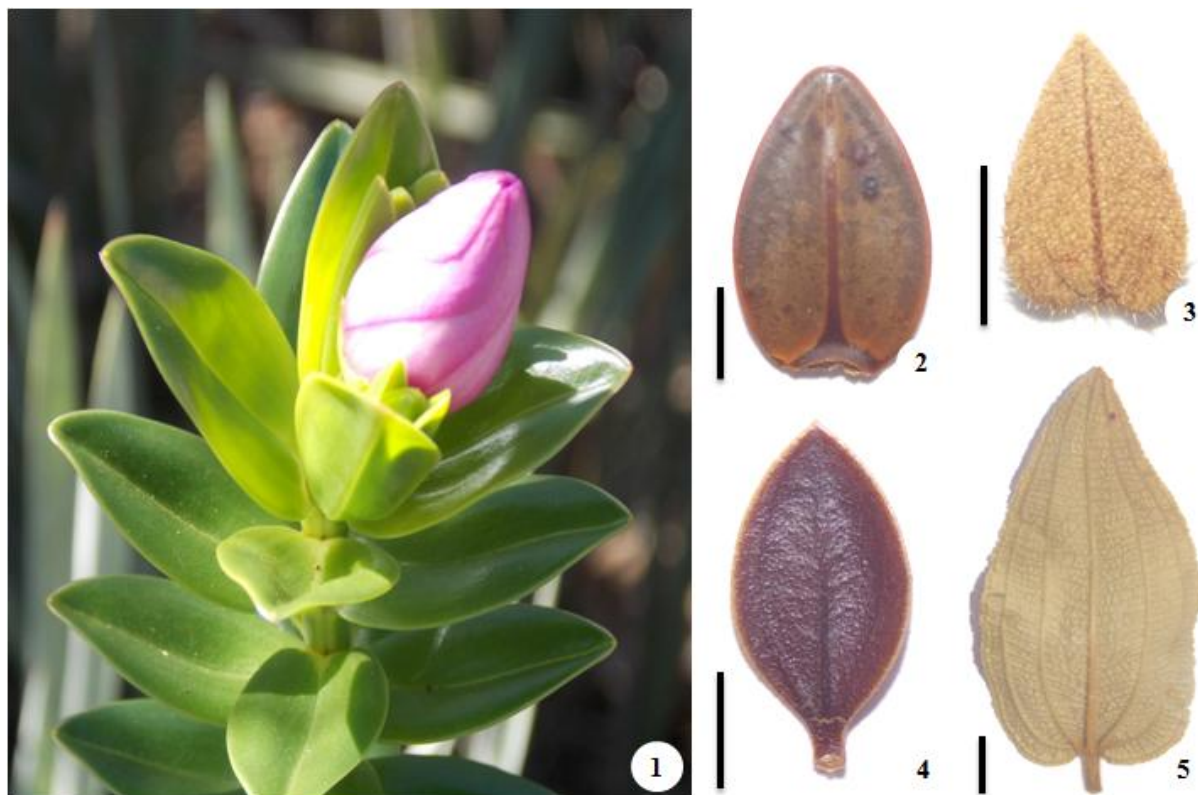
Características analisadas	Lavoisiera												Microlicia										Trembleya	
	Lch	Lcr	Lg	Lm	Ma	Mcog	Mcon	Mcr	Min	Mis	MI	Mmac	Mmax	Mna	Mne	Mpa	Mpe	Mpu	Mr	Ms	Msp	Mv	Tl	Tn
levemente arqueado na nervura central																								
Feixe vascular em forma de arco pronunciado na nervura central	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Feixe vascular colateral na nervura central	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Feixe vascular bicolateral na nervura central	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Colênquima na nervura central voltado à face abaxial	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Colênquima na nervura central voltado à face adaxial	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Esclereídes na nervura central voltados à face abaxial	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Esclereídes na nervura central voltados à face adaxial	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Esclereídes associados aos feixes vasculares	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nervuras laterais de maior calibre com extensão de bainha voltada à face abaxial	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1

[illegible]

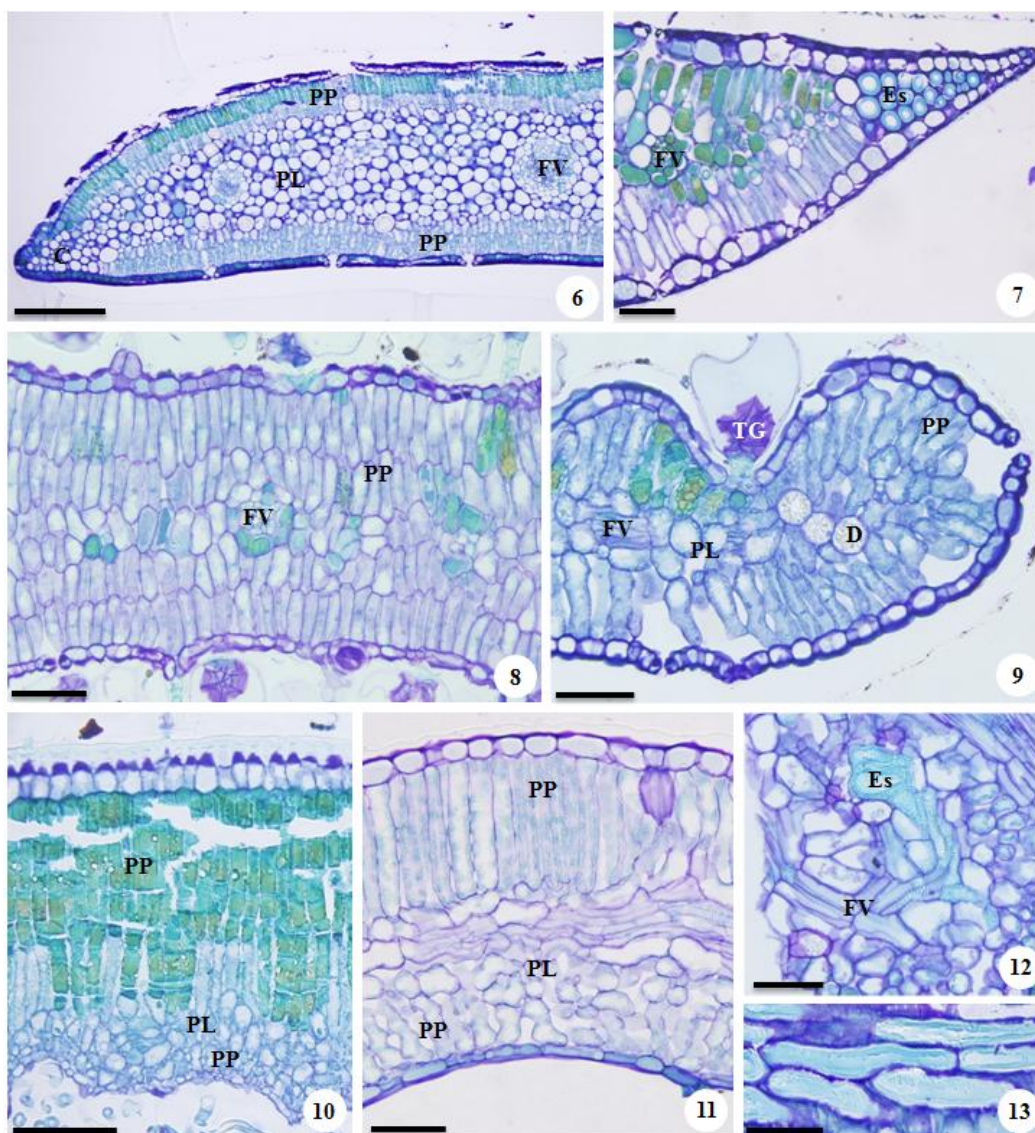




## **Figuras**

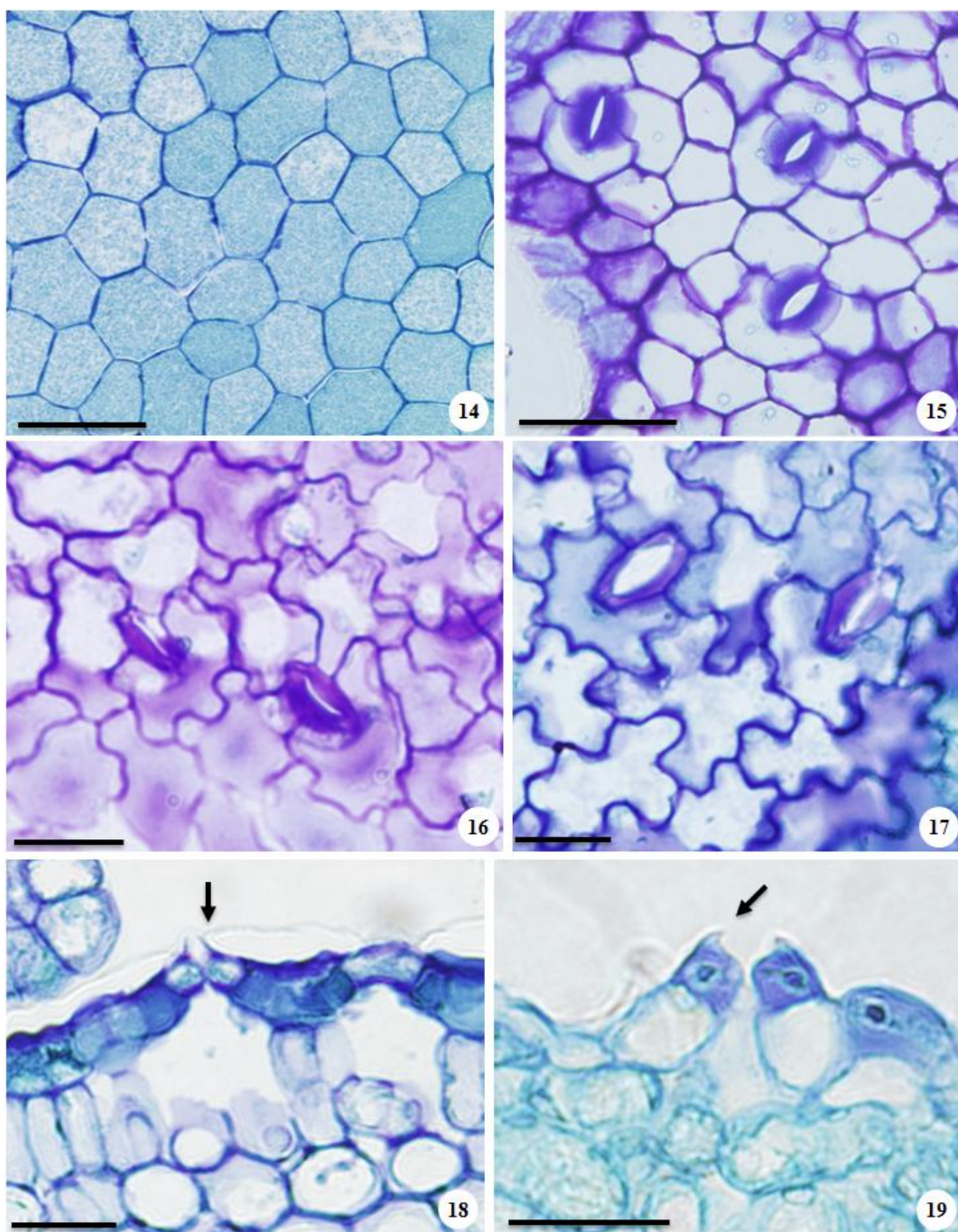


**Figuras 1-5.** Disposição e morfologia foliar em espécies de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*. **1.** Folhas decussadas em *Lavoisiera crassifolia*. **2.** Face abaxial da folha séssil de *Lavoisiera crassifolia*. **3.** Face adaxial da folha séssil de *Microlicia stricta*. **4.** Face adaxial da folha peciolada de *Microlicia nervosa*. **5.** Face abaxial da folha peciolada de *Trembleya neopyrenaica*. Barras: 1 cm (5); 0,5 cm (2-4).

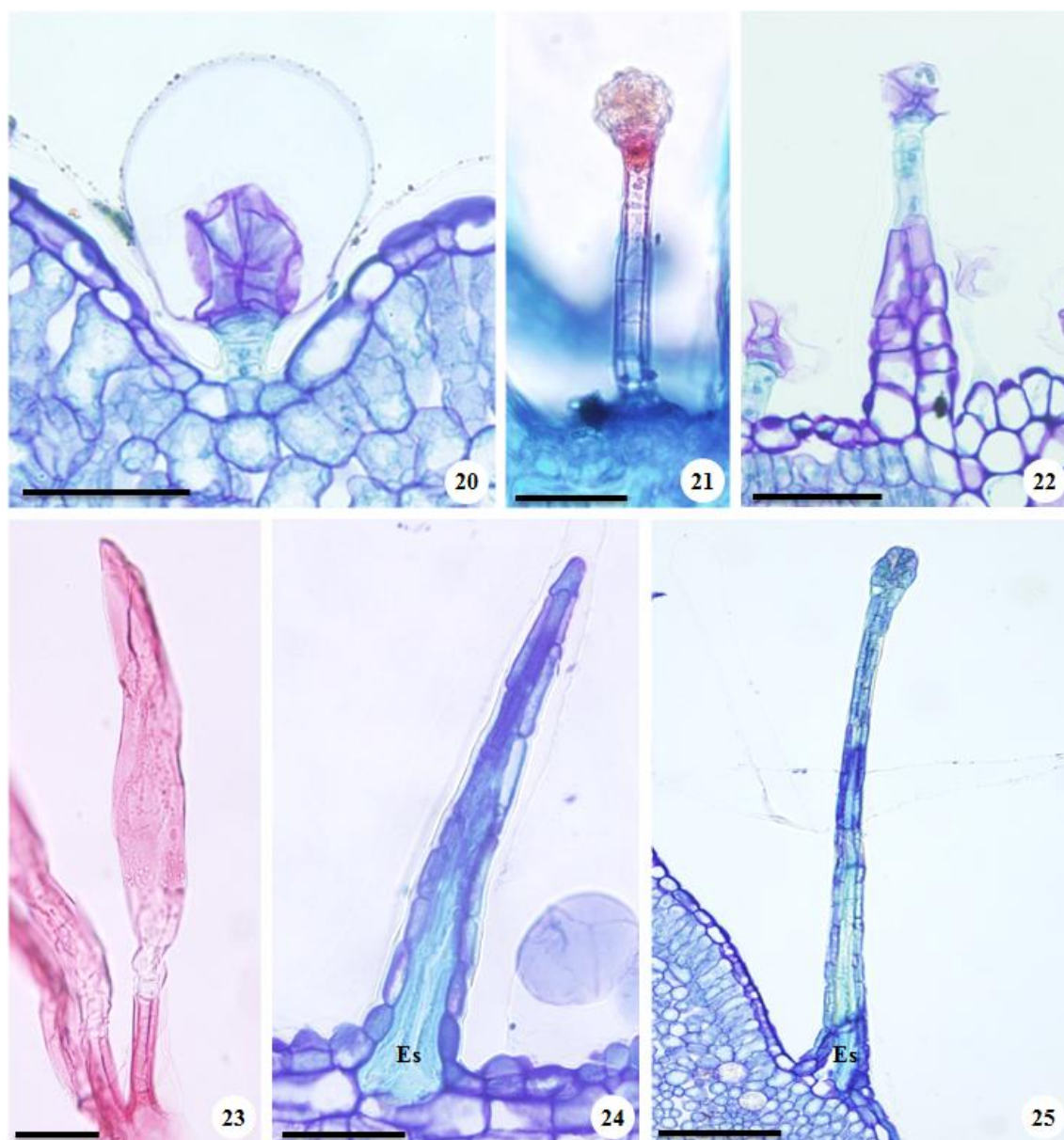


**Figuras 6-12.** Lâminas foliares nos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*. **6.** Margem e região da nervura central em *Lavoisiera crassifolia*, em secção transversal. **7.** Margem e região da nervura central em *Lavoisiera chamaepitys*, em secção transversal. **8.** Detalhe da lâmina, na região da nervura central, em *Microlicia agrestis*, em secção transversal. **9.** Região da margem em *Microlicia regeliana*, em secção transversal. **10.** Detalhe da lâmina (região entre margem e nervura central) em *Trembleya laniflora*, em secção transversal. **11.** Detalhe da lâmina (região entre margem e nervura central) em *Trembleya neopyrenaica*, em secção transversal. **12.** Esclereídes dispersos no mesofilo de *Microlicia longipedicellata*, em secção longitudinal. **13.** Esclereídes na margem foliar de *Lavoisiera chamaepitys*, em secção longitudinal. (D, Drusa; Es, Esclereídes; FV, Feixe vascular; PL, Parênquima lacunoso; PP, Parênquima paliçádico; TG, Tricoma glandular). Barras: 200  $\mu\text{m}$  (6); 100  $\mu\text{m}$  (7, 10, 13); 50  $\mu\text{m}$  (8, 9, 11, 12).



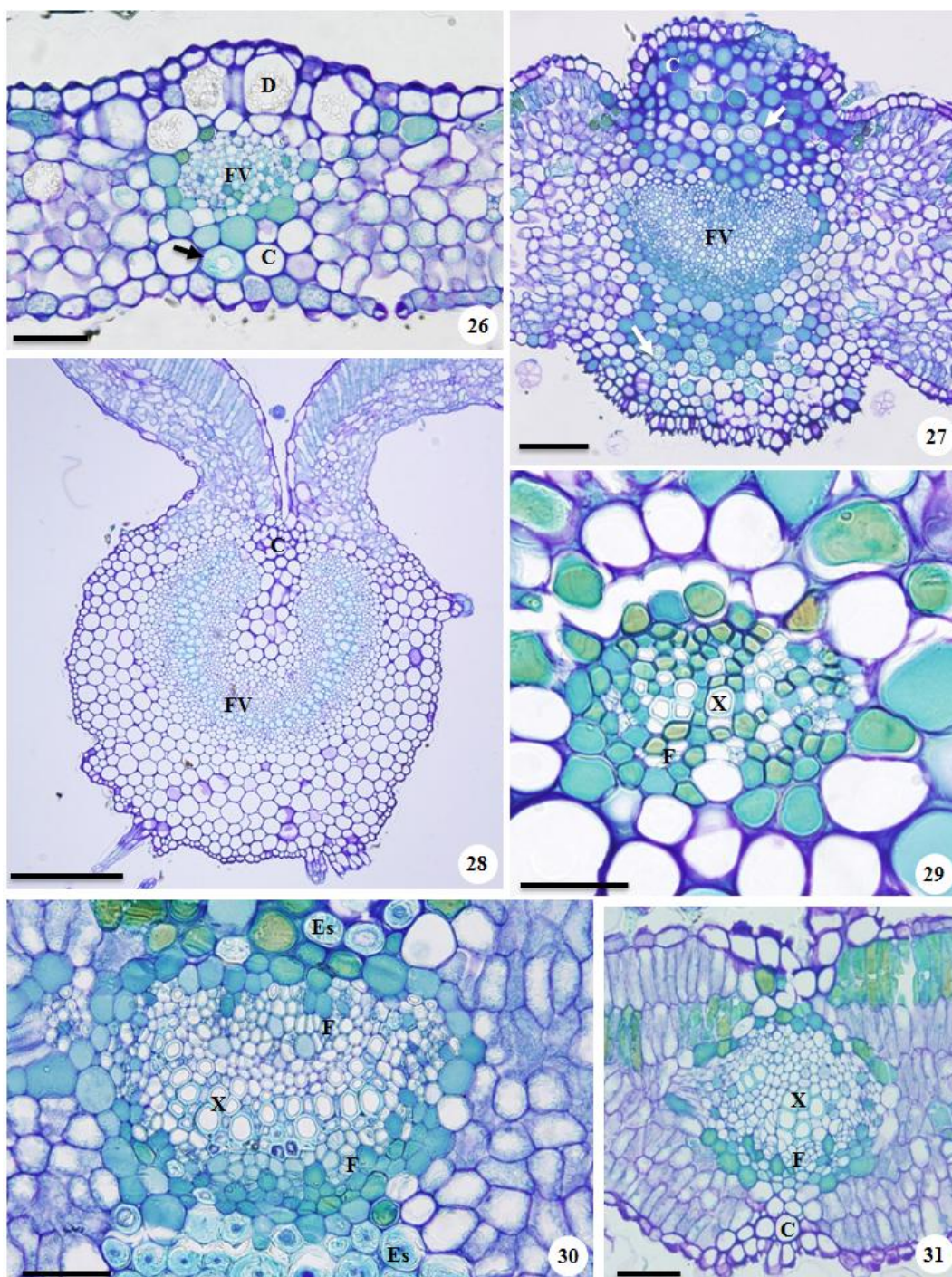


**Figuras 14-19.** Epiderme em espécies de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*. **14.** Face adaxial da lâmina foliar de *Lavoisiera grandiflora*, em vista frontal. **15.** Face adaxial de *Microlicia longipedicellata*, em vista frontal. **16.** Face abaxial de *Microlicia petiolulata*, em vista frontal. **17.** Face adaxial de *Microlicia regeliana*, em vista frontal. **18.** Detalhe do estômato levemente elevado na face adaxial foliar em *Lavoisiera grandiflora*, em secção transversal. **19.** Detalhe do estômato levemente elevado na face abaxial em *Trembleya laniflora*, em secção transversal (Seta, Crista estomática). Barras: 50  $\mu$ m (13, 14); 25  $\mu$ m (17); 20  $\mu$ m (15, 16, 18).



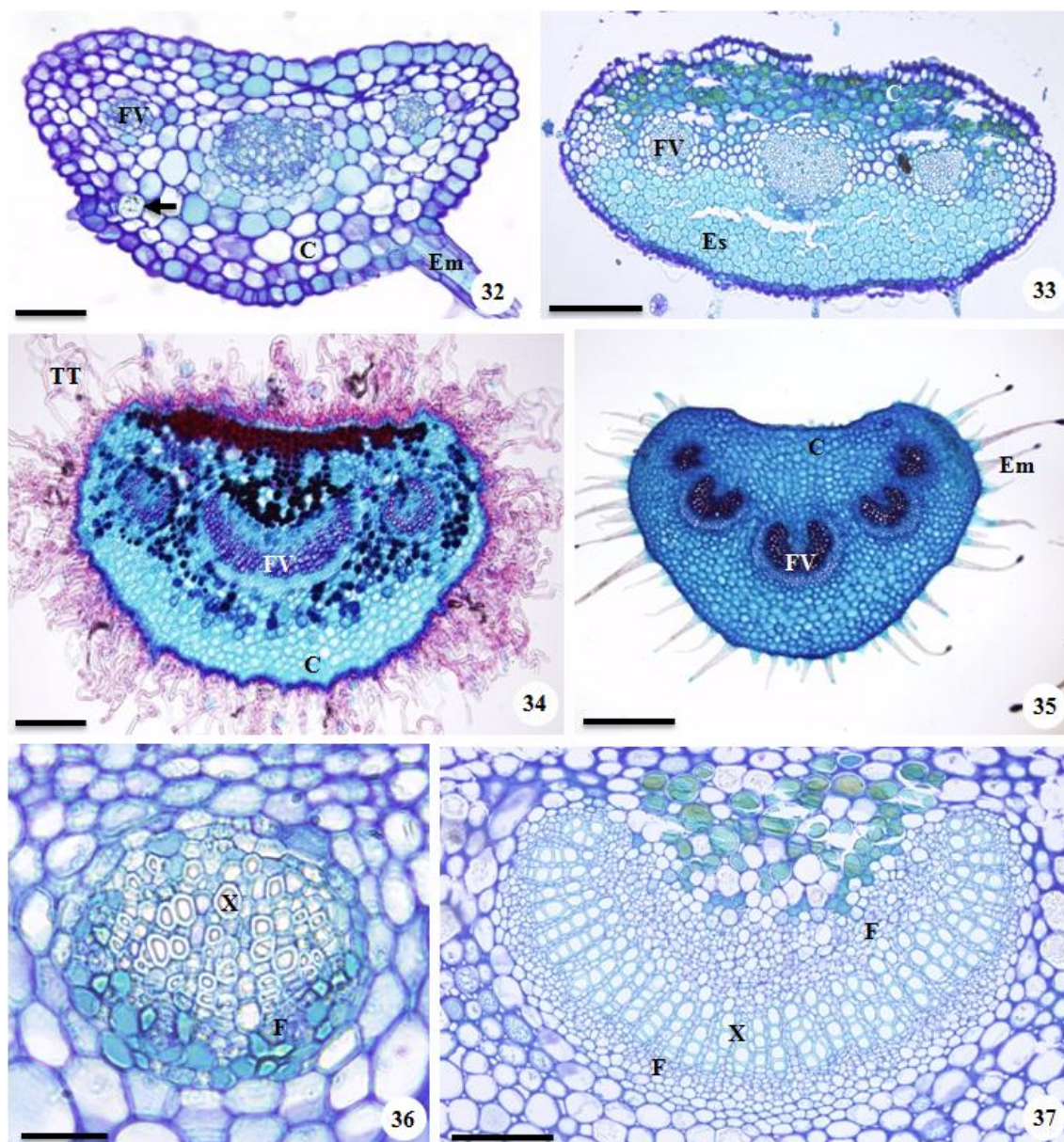
**Figuras 20-25.** Indumento em espécies de *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*. **20.** Detalhe de tricoma glandular de pedúnculo curto em *Microlicia regeliana*. **21.** Detalhe de tricoma glandular de pedúnculo longo em *Trembleya neopyrenaica*. **22.** Detalhe de tricoma glandular de pedúnculo longo em *Microlicia agrestis*. **23.** Detalhe de tricoma glandular com cabeça alongada observado em folhas jovens de *Lavoisiera crassifolia*. **24.** Emergência tectora em *Microlicia stricta*. **25.** Emergência glandular em *Microlicia regeliana*. (Es, Escleréides). Barras: 100  $\mu$ m (24); 50  $\mu$ m (19-23).





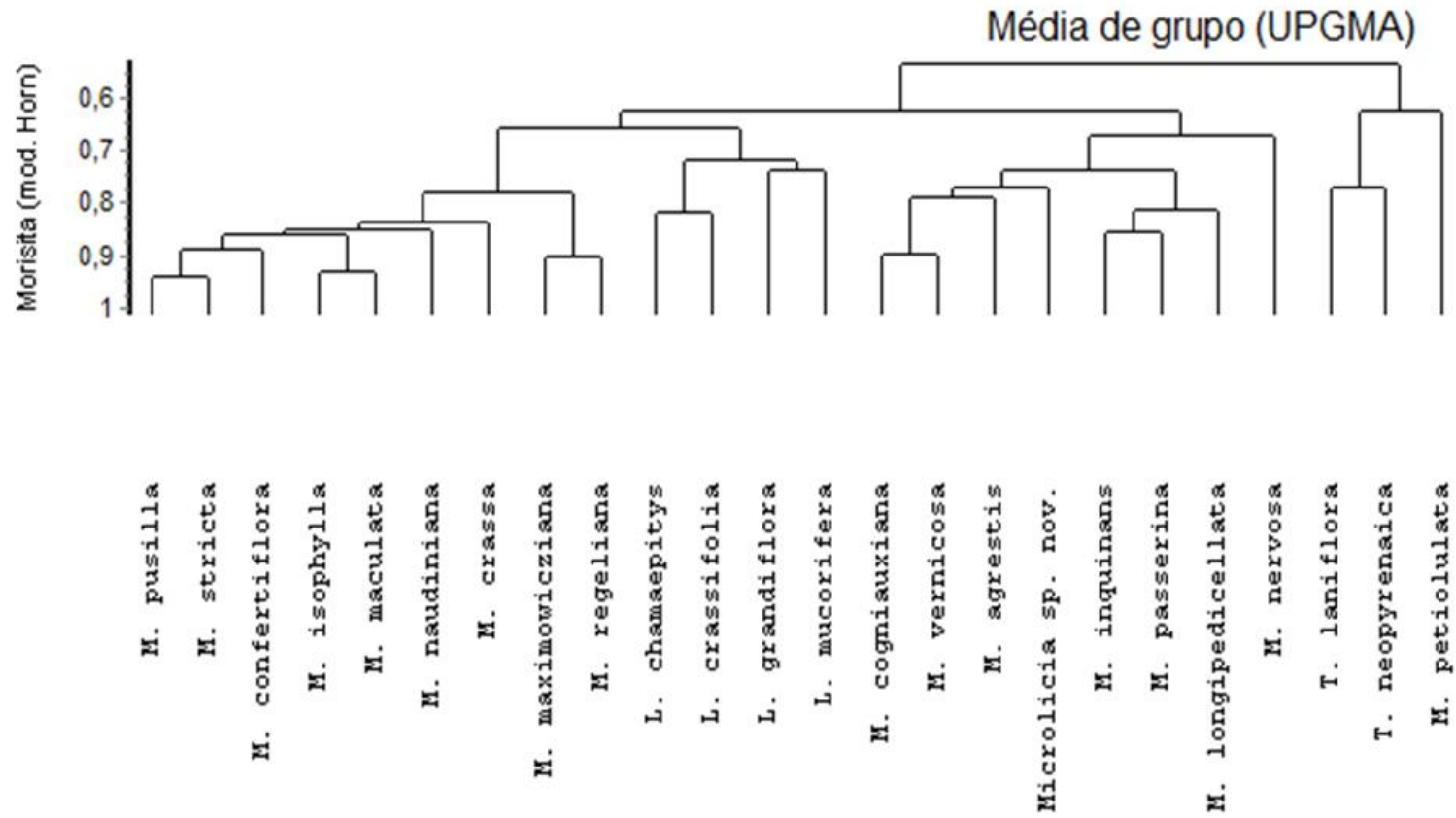
**Figuras 26-31.** Nervuras em espécies dos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, em secção transversal. **26-28.** Nervura central em *Microlicia pusilla*, *Microlicia longipedicellata* e *Trembleya neopyrenaica*, respectivamente. **29.** Detalhe do feixe vascular do tipo colateral na nervura central de *Lavoisiera chamaepitys*. **30.** Detalhe do feixe vascular do tipo bicolateral na nervura central de *Microlicia nervosa*. **31.** Detalhe de nervura lateral em *Microlicia agrestis*. (C, Colênquima; D, Drusa; Es, Esclereídes; F, Floema; FV, Feixe vascular; X, Xilema; Seta, Esclereídes). Barras: 200 µm (27); 50 µm (25, 26, 28-30).





**Figuras 32-37.** Pecíolo em espécies dos gêneros *Microlicia* e *Trembleya*, em secção transversal. **32-35.** Aspecto geral em *Microlicia petiolulata*, *Microlicia nervosa*, *Trembleya laniflora* e *Trembleya neopyrenaica*, respectivamente. **36 e 37.** Detalhes dos feixes vasculares dos tipos colateral e biclateral em *Microlicia confertiflora* e *Trembleya laniflora*, respectivamente. (C, Colênquima; Em, Emergência; Es, Esclereídes; F, Floema; FV, Feixe vascular; TT, Tricoma tector; X, Xilema; Seta, Esclereídes). Barras: 500  $\mu\text{m}$  (34); 200  $\mu\text{m}$  (32, 33); 100  $\mu\text{m}$  (36); 50  $\mu\text{m}$  (31); 25  $\mu\text{m}$  (35).





**Figura 38.** Dendrograma da análise de similaridades entre espécies dos gêneros *Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*, utilizando o índice de Morisita (Shepherd 2010).

## CAPÍTULO 2

### **Caracteres anatômicos foliares diagnósticos em novas espécies de *Microlicia* D.Don (Melastomataceae) <sup>2</sup>**

---

<sup>2</sup> Está escrito de acordo com as normas do periódico Plant Systematics and Evolution.

**Caracteres anatômicos foliares diagnósticos em novas espécies de *Microlicia*  
D.Don (Melastomataceae)**

Kleber Resende Silva<sup>a</sup>, Daniela Guimarães Simão<sup>a, b</sup> e Rosana Romero<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, 38402-020, Uberlândia, MG, Brasil.

<sup>b</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

**Resumo.** Apesar da circunscrição de *Microlicia* (Melastomataceae) ser definida basicamente por caracteres reprodutivos, em algumas espécies estas delimitações não são tão precisas. Desta forma, a caracterização anatômica foliar pode dar suporte para o reconhecimento de novas espécies. Assim, este estudo descreve a anatomia foliar de quatro novas espécies de *Microlicia*, apontando as características diagnósticas entre as mesmas. Folhas das espécies estudadas, coletadas em áreas de campos rupestres, no município de Diamantina, MG, foram processadas conforme técnicas usuais de anatomia vegetal. Várias características contribuem para a distinção entre as espécies, tanto morfológicas, como a presença de pecíolo e depressões foliares na lâmina; quanto anatômicas, como a forma e tamanho das células epidérmicas; organização do mesofilo; organização das nervuras e feixes vasculares; e distribuição de substâncias fenólicas. Por outro lado, características anatômicas, como: folhas anfiestomáticas, estômatos anomocíticos e drusas no mesofilo, não variaram e podem ser consideradas como características comuns ao do gênero.

**Palavras-chave:** Campos rupestres, Diamantina, Microlicieae

## Introdução

*Microlicia*, um gênero de Melastomataceae com cerca de 130 espécies (Romero 2013), é estabelecido por caracteres reprodutivos, tais como flores solitárias, geralmente pentâmeras; com ovário súpero com três ou ocasionalmente cinco lóculos e cápsulas deiscentes longitudinalmente do ápice para a base (Almeda e Martins 2001). Entretanto, as características que definem as espécies em *Microlicia* são geralmente muito tênues, dificultando a delimitação de espécies relacionadas (Romero 2013).

Em Melastomataceae, caracteres anatômicos foliares, como por exemplo, a espessura da cutícula, tipo de tricomas e estômatos, presença ou não de emergências, posição do parênquima paliádico e forma dos feixes vasculares, são úteis na caracterização de diferentes gêneros e tribos, a saber: *Leandra* Raddi, *Miconia* Ruiz & Pav. (Miconieae), *Acisanthera* P. Browne, *Microlepis* (DC.) Miq., *Tibouchina* Aubl. (Melastomeae) e *Microlicia* D. Don (Microlicieae) (Reis et al. 2005). Desta forma, a caracterização anatômica foliar pode dar suporte para o estabelecimento de novas espécies em *Microlicia*, além de complementar os poucos estudos realizados para seus representantes (Reis et al. 2005; Cassiano et al. 2010).

Diante das circunstâncias, o presente estudo tem como objetivo descrever anatomicamente as folhas de quatro novas espécies de *Microlicia*, apontando as características diagnósticas que possam auxiliar na circunscrição das mesmas, bem como apontar aquelas que parecem ser frequentes ao gênero.

## Material e métodos

Para o estudo anatômico, ramos vegetativos de *M. crassa*, *M. maculata*, *M. naudiniana*, coletados em Diamantina, Minas Gerais, foram fixados em FAA 50 (Johansen 1940) e conservados em álcool etílico 70%. Folhas maduras foram incluídas em historresina, de acordo com as indicações do fabricante (Leica®). Cortes transversais, longitudinais e paradérmicos de 6-8 µm de espessura foram realizados, em micrótomo rotativo, com navalha de tungstênio, no terço mediano da lâmina foliar. Para *M. cogniauxiana* amostras foliares foram obtidas a partir de material herborizado, hidratado em NaOH 5% (Anderson 1963), por doze horas, processadas posteriormente de acordo com as demais espécies.. Os cortes foram corados com azul de toluidina em tampão acetato e pH 4,7 (O'Brien et al. 1964, modificado) e montados em lâminas histológicas permanentes com Entellan®. Após a análise das lâminas, as imagens anatômicas foram obtidas em fotomicroscópio Zeiss®, com o programa DPController (ver. 2.1.1.183, Olympus®).

Testes histoquímicos foram realizados para análise de lipídios com Sudan III (Sass 1951) e compostos fenólicos com cloreto férrico (Johansen 1940) a partir de material incluído em historresina.

## Resultados

Nas espécies estudadas, depressões foliares são observadas em ambas as faces da lâmina (Fig. 1-3, 6 e 9), sendo mais proeminentes em *M. naudiniana* (Fig. 3 e 9).

A epiderme, em vista frontal, possui estômatos anomocíticos (Fig. 5 e 5) e células comuns de paredes retas a levemente sinuosas (Fig. 4) ou sinuosas em *M. cogniauxiana*, em ambas as faces. A epiderme é unisseriada e apresenta células de tamanhos semelhantes nas duas faces (Fig. 1-3), recoberta por cutícula delgada com parede celular periclinal externa espessada, especialmente em *M. naudiniana* (Fig. 9, 12 e 16). Os estômatos, levemente projetados em relação às demais células epidérmicas, são observados em todas as espécies,

embora estômatos nivelados também sejam vistos em *M. cogniauxiana* e *M. naudiniana* (Tabela 1).

Todas as espécies estudadas apresentam tricomas glandulares com cabeça esférica e pedúnculo curto unisseriado (Fig. 6 e 9). Além destes, observam-se ainda, com menor frequência, tricomas curtos bisseriados em *M. cogniauxiana* e *M. naudiniana* (Fig. 9), além de tricomas com pedúnculo longo apresentando uma a três séries em *M. cogniauxiana* (Fig. 7 e 8). Os tricomas de pedúnculo curto ocorrem, com frequência, associados às depressões das folhas (Fig. 6 e 9). Além dos tricomas, emergências glandulares (Fig. 10) também estão presentes, distribuídas nas duas faces da lâmina em *M. cogniauxiana* ou apenas na margem foliar de *M. naudiniana* (Tabela 1).

O mesofilo é homogêneo, com parênquima paliçádico (Fig. 9) em todas as espécies, exceto em *M. cogniauxiana*, que apresenta mesofilo isobilateral (Fig. 6). Nesta última espécie, a camada de parênquima paliçádico voltado à face adaxial apresenta células mais longas do que aquelas da camada voltada à face abaxial. Já o parênquima lacunoso se mostra menos desenvolvido que o paliçádico, apresentando células com formato pouco definido. Nas quatro espécies, observa-se ainda que o parênquima paliçádico é encontrado sob a epiderme na margem foliar (Fig. 9).

A nervura central é nivelada ao mesofilo (Fig. 1-3, 11 e 12) em *M. crassa*, *M. maculata* e *M. naudiniana* ou deslocada deste, apresentando contorno convexo na face abaxial e sulcado na face adaxial em *M. cogniauxiana* (Fig. 13). O feixe vascular é do tipo colateral e apresenta formato circular em todas as espécies (Fig. 11-13). Nesta região observa-se também colênquima angular, voltado à face adaxial (Fig. 11) em *M. crassa* e *M. maculata* ou para as duas faces da lâmina em *M. cogniauxiana* (Fig. 13) e *M. naudiniana* (Fig. 12). Esclereídes colunares foram observadas associadas ao colênquima de *M. crassa* (Fig. 11) e voltadas à face abaxial, em grupos ou isoladas, em *M. maculata* (Fig. 14) e *M. naudiniana* (Fig. 12), respectivamente. Nas nervuras secundárias observa-se feixes vasculares colaterais de formato circular (Fig. 15 e 16), sendo que em *M. cogniauxiana* a bainha parenquimática apresenta extensões em direção às duas faces da folha (Fig. 15).

Substâncias fenólicas ocorrem com maior frequência no mesofilo, quando comparado com os tecidos de revestimento e colênquima, diferindo na posição encontrada nas camadas de parênquima paliçádico. Estas substâncias também são observadas na epiderme de *M. maculata*, na bainha dos feixes vasculares e no colênquima de *M. crassa* (Tabela 1). Drusas

de oxalato de cálcio (Fig. 9) ocorrem dispersas no mesofilo das espécies analisadas, exceto em *M. cogniauxiana* (Tabela 1).

## Discussão

Os dados anatômicos foliares apontam características que diferem entre as novas espécies estudadas, indicando valor taxonômico às mesmas, tais como: sinuosidade das células epidérmicas; estômatos nivelados; morfologia dos tricomas, distribuição das emergências; tipo de mesofilo, posicionamento das nervuras, colênquima e esclereídes; presença de extensão da bainha do feixe vascular; e distribuição das substâncias fenólicas em diferentes regiões. Das quatro espécies estudadas, *M. cogniauxiana* difere das demais, por apresentar um menor número de características em comum (Tabela 1), provavelmente por causa do maior tamanho da lâmina foliar (Capítulo 1). Este tamanho está relacionado às características únicas da espécie, como mesofilo isobilateral e nervura central deslocada, provavelmente basais em Microlicieae, e geralmente encontradas nas espécies de *Trembleya*, um gênero próximo (Capítulo 1).

Por outro lado, as quatro espécies compartilham algumas características, contribuindo à caracterização do gênero, a saber: depressões foliares nas duas faces; folhas anfiestomáticas com estômatos levemente projetados; tricomas glandulares de pedúnculo curto unisseriados e parênquima paliádico sob a epiderme na margem foliar. Vale ressaltar que estas características também são observadas em grande parte das *Microlicia* estudadas anteriormente (Reis et al. 2005; Cassiano et al. 2010; Capítulo 1). Nas folhas de *Microlicia* é comum ainda a presença de pontoações glandulares, de acordo com uma compilação de dados para a ordem Myrtales, a qual Melastomataceae pertence, proposta por Dahlgren e Thorne (1984). Estas pontoações, conforme observado neste estudo, especialmente nas lâminas de *M. naudiniana*, são na realidade os tricomas de pedúnculo curto associados às depressões.

Apesar dos tipos de mesofilo encontrados nas folhas de *Microlicia*, o parênquima paliádico se mostra bem desenvolvido, podendo ser entendido como uma adaptação à alta luminosidade (Esau 1898; Dickison 2000; Larcher 2000) presente nos campos rupestres de Diamantina. Enquanto o tipo isobilateral parece ser basal na tribo Microlicieae, o homogêneo é apontado como uma inovação, auxiliando na caracterização das folhas de *Microlicia* (Capítulo 1).

Outras características como os estômatos anomocíticos e a presença de idioblastos com substâncias fenólicas, encontrados nas espécies aqui estudadas, estão de acordo com o

padrão descrito para Melastomataceae (Metcalf e Chalk 1950; Dahlgren e Thorne 1984; Keating 1984). Embora o número de espécies estudadas em *Microlicia* seja pequeno até o momento, nossos resultados se somam a outros, nos quais a anatomia foliar se mostra como uma importante ferramenta para a taxonomia em diferentes taxa de Melastomataceae (Metcalf e Chalk 1950; Baas 1981; Mentink e Baas 1992; Reis et al. 2005).

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Uberlândia, pela bolsa de mestrado e auxílio financeiro para coletas de material botânico, concedidos, respectivamente, ao primeiro autor.

### Referências bibliográficas

- Almeda F, Martins AB (2001) New combinations and new names in some Brazilian Microlicieae (Melastomataceae), with notes on the delimitation of *Lavoisiera*, *Microlicia*, and *Trembleya*. Novon 11: 1-7.
- Anderson LC (1963) Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. Trans Kans Acad Sci 66: 632-684.
- Baas P (1981) A note on stomatal types and crystals in the leaves of Melastomataceae. Blumea 27: 475-479.
- Cassiano DSA, Branco A, Silva TRS, Santos AKA (2010) Caracterização morfoanatômica de folhas e caules de *Microlicia hatschbachii* Wurdack, Melastomataceae. Rev Bras Farmacogn 20: 529-535.
- Dahlgren R, Thorne RF (1984) The order Myrtales: circumscription, variation, and relationships. Ann Mo Bot Gard 71: 633-699.
- Dickison WC (2000) Integrative Plant Anatomy. Academic Press, 533p.
- Esau K (1898) Anatomia das plantas com sementes. Trad. B.L. Morretes. São Paulo, Edgard Blücher, 293p.
- Johansen DA (1940) Plant microtechnique. New York: McGraw Hill Book, p. 523.
- Keating RC (1984) Leaf histology and its contribution to relationships in the Myrtales. Ann Mo Bot Gard 71: 801-823.



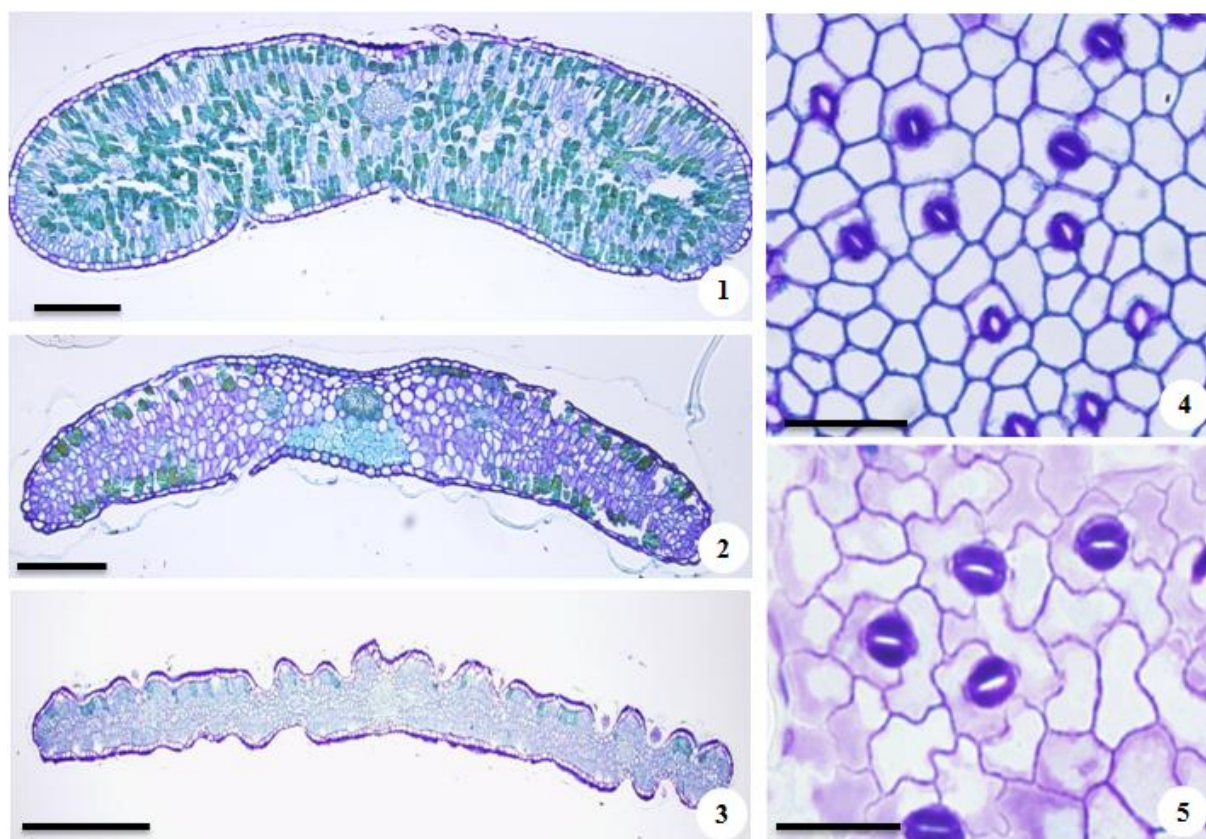
- Larcher W (2000). *Ecofisiologia vegetal*. RiMa, São Carlos, 531p.
- Mentink H, Baas P (1992) Leaf anatomy of the Melastomataceae, Memecylaceae, and Crypteroniaceae. *Blumea* 37: 189-225.
- Metcalf CR, Chalk L (1950) *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford. v. I. pp. 637-649.
- O'Brien TP, Feder N, McCully ME (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Reis C, Bieras AC, Sajo MG (2005) Anatomia foliar de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo. *Rev Bras Bot* 28: 451-466.
- Romero R (2013) Taxonomic notes in *Microlicia* (Melastomataceae, Microlicieae). *Phytotaxa* 110: 48-54.
- Sass JE (1951) *Botanical microtechnique*. 2<sup>a</sup> ed. Ames, The Iowa State College Press.

## **Tabela**

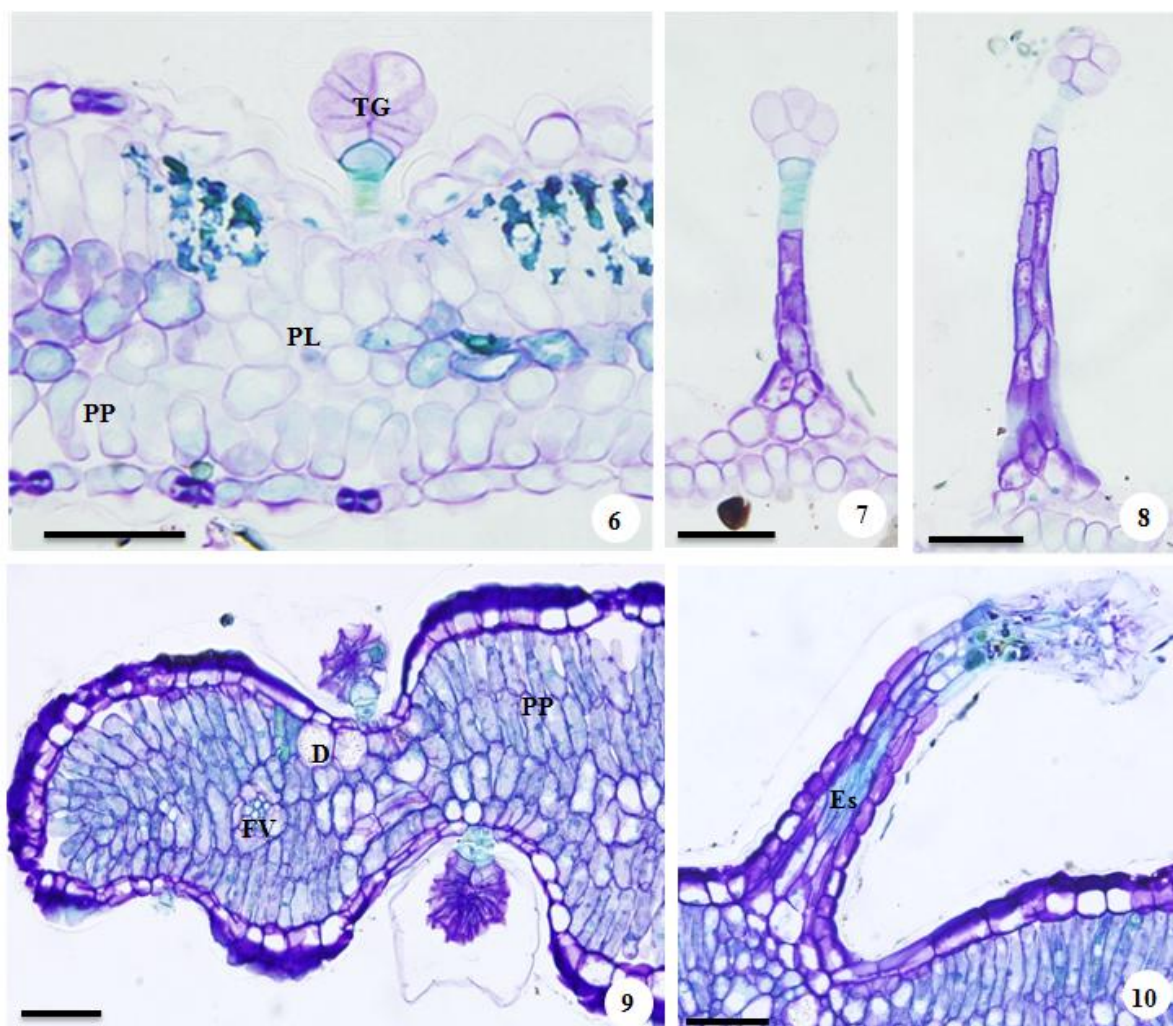
**Tabela 1:** Presença (1) ou ausência (0) de caracteres anatômicos foliares em quatro novas espécies de *Microlicia*.

Características analisadas	<i>M. cogniauxiana</i>	<i>M. crassa</i>	<i>M. maculata</i>	<i>M. naudiniana</i>
Folha com depressões em ambas as faces	1	1	1	1
Epiderme com células de paredes retas a levemente sinuosas em ambas as faces (vista frontal)	0	1	1	1
Epiderme com células de paredes sinuosas em ambas as faces (vista frontal)	1	0	0	0
Epiderme unisseriada com células de tamanho semelhante nas duas faces	1	1	1	1
Cutícula delgada	1	1	1	1
Folhas anfiestomáticas	1	1	1	1
Estômatos anomocíticos levemente elevados	1	1	1	1
Estômatos anomocíticos nivelados	1	0	0	1
Tricomas glandulares unisseriados com pedúnculo curto	1	1	1	1
Tricomas glandulares bisseriados com pedúnculo curto	1	0	0	1
Tricomas glandulares com pedúnculo longo	1	0	0	0
Emergências glandulares apenas na margem foliar	0	0	0	1
Emergências glandulares dispersas nas duas faces da lâmina foliar	1	0	0	0
Mesofilo homogêneo	0	1	1	1
Mesofilo isobilateral	1	0	0	0
Parênquima paliçádico circundando a margem foliar	1	1	1	1
Nervura central imersa ao mesofilo	0	1	1	1
Nervura central deslocada	1	0	0	0
Feixe vascular colateral de formato circular na nervura central	1	1	1	1
Colênquima angular na face adaxial na nervura central	1	1	1	1
Colênquima angular na face abaxial na nervura central	1	0	0	1
Esclereídes na face adaxial da nervura central	0	1	0	0
Esclereídes na face abaxial da nervura central	0	0	1	1
Extensões de bainha em nervuras laterais de maior calibre	1	0	0	0
Substâncias fenólicas na epiderme	0	0	1	0
Mesofilo com substâncias fenólicas na camada adaxial do parênquima paliçádico	1	0	1	1
Mesofilo com substâncias fenólicas na camada abaxial do parênquima paliçádico	0	0	1	0
Substâncias fenólicas em todas as camadas do mesofilo	0	1	0	0
Substâncias fenólicas na bainha dos feixes vasculares	1	1	1	0
Substâncias fenólicas no colênquima da nervura central	0	1	0	0
Drusas dispersas no mesofilo	0	1	1	1

# Figuras

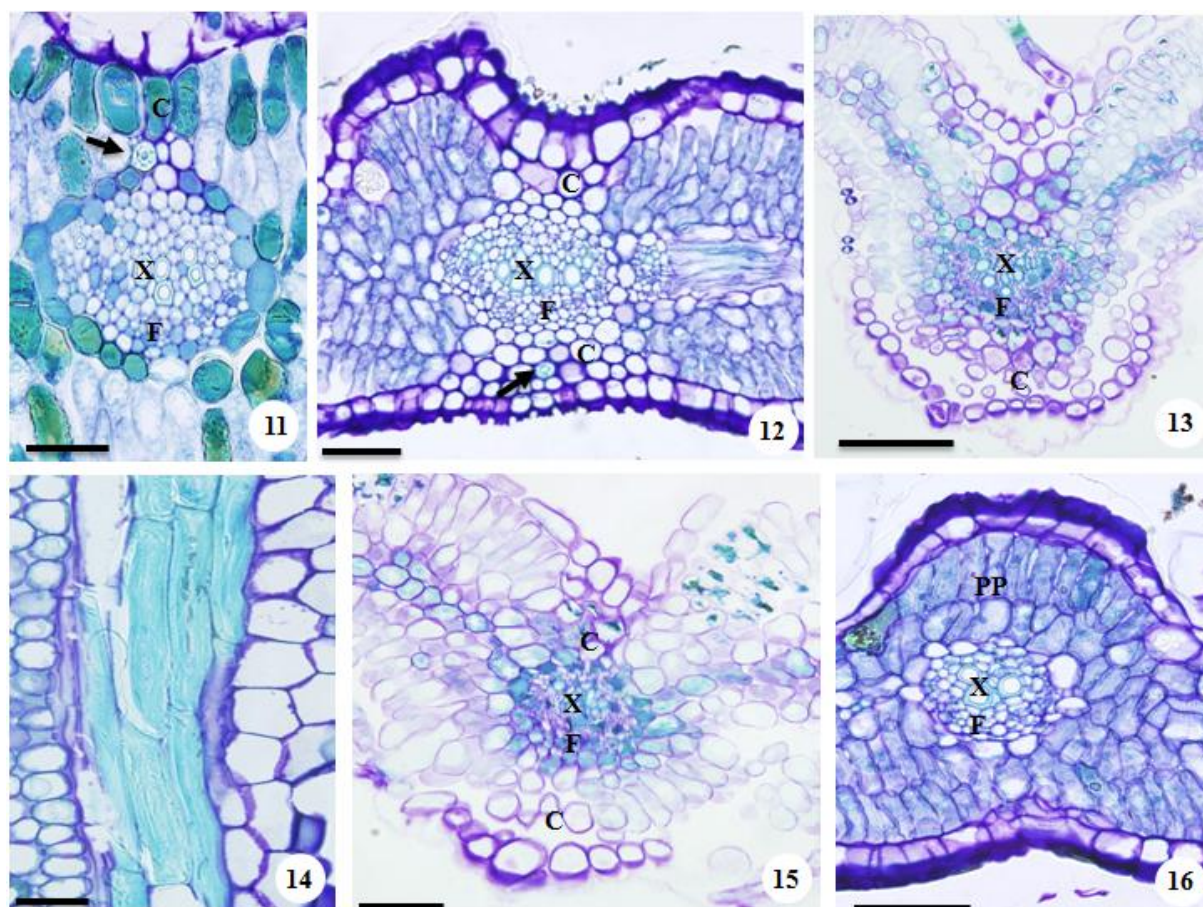


**Figuras 1-5.** Aspecto geral da folha e detalhes da epiderme em quatro novas espécies de *Microlicia*. **1 e 4.** *Microlicia crassa*. **2.** *Microlicia maculata*. **3.** *Microlicia naudiniana*. **5.** *Microlicia cogniauxiana*. **1-3.** Aspecto geral da lâmina foliar, em secção transversal. **4 e 5.** Células epidérmicas comuns e estômatos anomocíticos em vista frontal, nas faces abaxial e adaxial, respectivamente. Barras: 500  $\mu\text{m}$  (3); 200  $\mu\text{m}$  (1, 2); 50  $\mu\text{m}$  (4, 5).



**Figuras 6-10.** Lâmina foliar em quatro novas espécies de *Microlicia*. **6, 7 e 8.** *Microlicia cogniauxiana*. **9 e 10.** *Microlicia naudiniana*. **6.** Detalhe da lâmina foliar, em secção transversal. **7.** Tricoma glandular de pedúnculo longo com uma a duas séries. **8.** Tricoma glandular de pedúnculo longo com uma a duas séries. **9.** Detalhe da lâmina na região da margem, em secção transversal. **10.** Emergência glandular. (D, drusa; Es, esclereídes; FV, feixe vascular; PL, parênquima lacunoso; PP, parênquima paliçádico). Barras: 100 µm.





**Figuras 11-16.** Nervuras em quatro novas espécies de *Microlicia*. **11.** *Microlicia crassa*. **12 e 16.** *Microlicia naudiniana*. **13 e 15.** *Microlicia cogniauxiana*. **14.** *Microlicia maculata*. **11-13.** Detalhe da nervura central, em secção transversal. **14.** Esclereídes da nervura central, em secção longitudinal. **15 e 16.** Nervura lateral, em secção transversal. (C, colênquima; F, floema; X, xilema; Seta, esclereíde). Barras: 100 µm (13); 50 µm (11, 14, 15, 16).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto aos caracteres estruturais foliares, observamos algumas características, a saber, a sinuosidade da parede celular, distribuição e organização dos estômatos, tricoma glandular de pedúnculo curto e mesofilo desenvolvido, que parecem ser frequentes para Microlicieae, contribuindo ao conhecimento anatômico para a tribo, além de possivelmente desempenharem papel importante ao estabelecimento e sobrevivência de suas espécies em ambientes com pouca disponibilidade de água, quando comparado com outros representantes de Melastomataceae.

Ainda em relação aos processos adaptativos encontrados na tribo, percebe-se uma tendência à redução foliar a partir de pecíolos curtos ou ausentes, lâminas foliares reduzidas e feixes vasculares colaterais de formato circular à ovalado. Assim, as nervuras mais desenvolvidas, como observado em *Trembleya*, parecem ser basais dentro da tribo. Outras inovações seriam o mesofilo isobilateral com células do parênquima lacunoso com formato isodiamétrico em *Lavoisiera* e o homogêneo em *Microlicia*, diagnósticos a estes gêneros, respectivamente.

Embora existam caracteres foliares úteis ao reconhecimento dos três gêneros estudados, concluímos a partir das características compartilhadas que *Lavoisiera* e *Trembleya* são gêneros bem definidos em comparação à *Microlicia*. Neste último gênero, o padrão morfológico e anatômico heterogêneo é reflexo do processo de redução foliar e, portanto, pouco contribui ao seu posicionamento intergenérico na tribo.

Quanto as espécies novas de *Microlicia*, várias características contribuem para a distinção das mesmas, tanto morfológicas, como a presença de pecíolo e depressões foliares na lâmina; quanto anatômicas, como a forma e tamanho das células epidérmicas; organização do mesofilo; organização das nervuras e feixes vasculares; e distribuição de substâncias fenólicas. Por outro lado, características anatômicas, como, folhas anfiestomáticas e estômatos anomocíticos não variaram, sendo encontradas em outras espécies deste gênero.

Desta forma, nosso estudo contribui ao conhecimento anatômico e morfológico foliar dos representantes da tribo Microlicieae, até o momento pouco estudada, ressaltando a importância dos caracteres foliares na delimitação de diferentes grupos de Melastomataceae.