

JOSIANE SILVA ARAÚJO

ANATOMIA FOLIAR DE 16 ESPÉCIES DE MALPIGHIACEAE
OCORRENTES EM ÁREA DE CERRADO (MG)

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A662a
2008

Araújo, Josiane Silva, 1981-
Anatomia foliar de 16 espécies de Malpighiaceae
ocorrentes em área de cerrado (MG) / Josiane Silva
Araújo. – Viçosa, MG, 2008.
ix, 39f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Renata Maria Strozi Alves Meira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 35-39.

1. Malpighiaceae - Classificação. 2. Folhas - Anatomia.
3. Plantas dos cerrados. 4. Byrsonina. 5. Banisteriopsis.
6. Heteropterys. 7. Cerrados. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 583.79

JOSIANE SILVA ARAÚJO

ANATOMIA FOLIAR DE 16 ESPÉCIES DE MALPIGHIACEAE
OCORRENTES EM ÁREA DE CERRADO (MG)

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

APROVADA: 22 de fevereiro de 2008.

Prof^ª Aristéa Alves Azevedo
(Co-Orientadora)

Prof^ª Luzimar Campos da Silva
(Co-Orientadora)

Prof. João Marcos de Araújo

Prof^ª Marcela Thadeo

Prof^ª Renata Maria Strozi Alves Meira
(Orientadora)

“A felicidade às vezes é uma bênção - mas geralmente é uma conquista. O instante mágico do dia nos ajuda a mudar, nos faz ir em busca de sonhos. Vamos sofrer, vamos ter momentos difíceis, vamos enfrentar muitas decepções. Mas tudo isto é passageiro, e não deixa marcas. E, no futuro, podemos olhar para trás com orgulho e fé.

Mas pobre de quem teve medo de correr os riscos. Porque este talvez não se decepcione nunca, nem tenha decepções, nem sofra como aqueles que têm um sonho a seguir. Mas quando olhar para trás - porque sempre olhamos para trás - vai escutar seu coração dizendo: "O que fizeste com os milagres que Deus semeou por teus dias? O que fizeste com os talentos que teu Mestre te confiou? Enterraste fundo em uma cova, porque tinhas medo de perdê-los. Então, esta é a tua herança: a certeza de que desperdiçastes tua vida."

Pobre de quem escuta estas palavras. Porque então já está velho, e não pode fazer mais nada. Porque então terá fé, mas não terá mais tempo. Porque então acreditará em milagres, mas os instantes mágicos da vida já terão passado.”

Paulo Coelho

Dedico aos meus pais, João Araújo e Maria de Jesus, e minhas irmãs Josmarria e Josciane, que sempre me apoiaram e incentivaram fazendo-me acreditar que essa conquista seria possível. Por compreenderem que a distância física seria necessária e hoje o que era sonho se torna uma realidade de valor imensurável.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora. “Senhor... Nesse momento, quero apenas agradecer... Pois em muitos momentos apenas pedi... Pedi paz ao coração... Deu-me paciência para alcançá-la. Pedi força ao meu corpo cansado... Deu-me disposição para superar-me. Pedi riqueza... Deu-me sabedoria, para reconhecê-la nas coisas simples. Pedi poder... Deu-me perseverança na busca de meus objetivos. Pedi luz... Deu-me visão espiritual para não me perder no caminho da vida. Pedi alegria... Deu-me compreensão das dificuldades, para não cair no abatimento. Senhor... Nesse momento, quero apenas agradecer... Por que me ensinaste que a verdadeira fé pode fazer brotar, mesmo do pó, a mais bela flor... Sabes que sou pequena, mas a Ti me entrego... Faze em mim a Tua vontade, e que eu a compreenda, aceite e realize com devoção...”

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização desta dissertação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

A professora Renata Maria Strozi Alves Meira, pela orientação, confiança, carinho e que mesmo ausente fisicamente soube se fazer presente em todos os momentos para que este trabalho pudesse ser realizado.

As minhas conselheiras Aristéa Alves Azevedo e Luzimar Campos pelo apoio, sugestões, críticas e auxílio no decorrer do trabalho.

A Professora Marília Contin Ventrella, pela agradável convivência no laboratório de anatomia vegetal da UFV.

Aos curadores dos herbários VIC (Universidade Federal de Viçosa), UB (Universidade de Brasília), SPF (Universidade de São Paulo) e RB (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) pelo envio do material botânico.

Aos meus pais, João Araújo e Maria de Jesus, pelo apoio incondicional, pela compreensão, incentivo, carinho. Pelos ensinamentos, pela formação intelectual, enfim por todo amor dispensado a mim.

As minhas irmãs Josmarria e Josciane, pelo amor, apoio, incentivo, carinho e amizade.

A minha amiga e agora praticamente irmã Rosiane Araújo, pela amizade, compreensão, incentivo, pelos momentos de descontração, companheirismo, por ter me apoiado durante os momentos difíceis.

Aos meus amigos Jamilson e Thais pelo auxílio na coleta de material nos herbários.

Ao meu amigo Genilson Alves pelos momentos de descontração, apoio, amizade, pelas referências etc, etc.

Ao Bruno e Dayana Francino pela ajuda na elaboração da dissertação e pela amizade.

Cleber José (Rayovac), Cristina, Jaque Dias, Karina, Larisse, Leonor, Marina e Sebastião pela amizade.

A Dona Edite, técnica do laboratório de Anatomia Vegetal da UFV, pela auxílio durante a preparação do laminário.

Ao Ângelo Valentim por ser muito prestativo e atencioso.

Aos colegas de laboratório Advânio, Alexandre Bittencourt, Alice Pita, Diego, Diogo, Flávia, Josi Bessa, Juliana Lanna, Kellen, Marcela, Patrícia França e Vitor pelos momentos de descontração.

Ao Prof^o Francisco Soares Santos Filho por ter me iniciado na pesquisa durante a minha graduação e pelo incentivo durante o mestrado, obrigada por ter sido mestre e amigo.

A Prof^a Fátima Pires pelo apoio e incentivo.

A Prof^a Divamélia pelo incentivo para seguir este caminho.

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma me auxiliaram na conquista deste objetivo.

BIOGRAFIA

JOSIANE SILVA ARAÚJO, filha de João Araújo da Silva e Maria de Jesus da Silva Araújo, nasceu em 7 de março de 1981, em Teresina, Estado do Piauí.

Em 2005, concluiu o Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), em Teresina, PI.

No período de 2002 a 2004, participou do Programa de Iniciação Científica da UESPI, onde desenvolveu o projeto intitulado Estudos Botânicos sobre o Gênero *Phyllanthus* (Euphorbiaceae).

Em fevereiro de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Botânica da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2008.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Cerrado	3
2.2. Família Malpighiaceae	4
2.2.1. Gênero <i>Banisteriopsis</i>	8
2.2.2. Gênero <i>Byrsonima</i>	9
2.2.3. Gênero <i>Heteropterys</i>	10
2.3. Anatomia como ferramenta para taxonomia	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS	17
4.1. Descrição Anatômica	17
4.2. Análise de Similaridade	20
4.3. Chave de Identificação.....	21
5. DISCUSSÃO	21
REFERÊNCIAS	35

RESUMO

ARAÚJO, Josiane Silva, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008.
Anatomia foliar de 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes em área de cerrado (MG). Orientadoras: Prof^a Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-Orientadoras: Aristéa Alves Azevedo e Luzimar Campos Silva.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a anatomia foliar de 16 espécies incluídas em 3 gêneros da família Malpighiaceae encontradas na FLONA de Paraopeba (MG) indicando caracteres que possam subsidiar a delimitação dos gêneros, contribuindo para identificar as espécies e elaborar uma chave dicotômica para identificação dos táxons utilizando os caracteres anatômicos. O material analisado foi coletado na FLONA de Paraopeba (MG) e estava depositado no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa. Foram também obtidas amostras de espécimes em exsiccatas depositadas nos herbários da Universidade de Brasília (UB), Universidade de São Paulo (SPF) e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Os caracteres considerados mais importantes taxonomicamente e que foram utilizados na chave de identificação das espécies de Malpighiaceae foram: presença e localização de glândulas; presença de floema na região medular na nervura mediana; tipo de mesófilo; presença e tipo de tricomas; presença, quantidade e disposição dos feixes acessórios no pecíolo. Foi possível ainda indicar caracteres promissores para futuros estudos taxonômicos e filogenéticos da família Malpighiaceae, em especial para os representantes de *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys*.

ABSTRACT

ARAÚJO, Josiane Silva, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2008.
Leaf anatomy of 16 species of Malpighiaceae found in the cerrado area (Minas Gerais State, Brazil). Adviser: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-Advisers: Aristéa Alves Azevedo and Luzimar Campos Silva.

This work aimed to characterize the foliar anatomy of 16 species belonging to 3 genera of the Malpighiaceae family found in Paraopeba's FLONA (MG) pointing out characters which may subsidize the genera delimitation, contributing by this way to the identification of species and construction of a dichotomous identification key used to identify taxa which includes the anatomic characters. The analyzed material was collected in the Paraopeba's FLONA and voucher material is kept at the VIC Herbarium at the Federal University of Vicosa – MG, Brazil. Specimen samples from voucher material kept in herbariums at the Federal University of Brasilia (UB), University of Sao Paulo (SPF) and Rio de Janeiro Botanic Garden (RB) were used. The taxonomically characters considered to be the most import and that were used in the identification key for the Malpighiaceae species were: the presence and location of glands; presence of phloem in the medular region of the midvein; type of mesophyll; presence and type of trichomes; presence, quantity and disposition of the accessory bundles in the petiole. It was also possible to indicate promising characters for taxonomic and phylogenetic future studies in the Malpighiaceae family, especially for *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys* which belong to this family.

1. INTRODUÇÃO

A família Malpighiaceae possui aproximadamente 65 gêneros e 1250 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios (Anderson 2001).

O estudo da família Malpighiaceae é dificultado, principalmente, devido ao grande número de representantes, aos problemas nomenclaturais e as complicações encontradas pelos taxonomistas para distinguir alguns gêneros, utilizando-se unicamente caracteres morfológicos. Estas questões decorrem, principalmente, da variabilidade morfológica exibida pelas plantas e das sinonímias das espécies (Gates 1982; Makino-Watanabe *et al.* 1993; Anderson 2001).

A arquitetura floral das Malpighiaceae é muito similar, com isso, geralmente caracteres como a forma, comprimento, largura e pilosidade das folhas, assim como os frutos extremamente diversos são caracteres comumente utilizados para separar espécies dentro dos diversos gêneros (Anderson 1979; Mamede 1981; Davis *et al.* 2001).

Embora a folha seja anatomicamente o órgão mais variável, tanto considerando os diversos níveis hierárquicos (espécie, gênero ou até mesmo família) como a influência dos fatores ambientais, numerosos caracteres anatômicos são valiosos para a sistemática, sendo a epiderme foliar particularmente útil para tal finalidade (Metcalf & Chalk 1979; Dickison 2000). Desta forma, desde o século XIX, os taxonomistas têm buscado caracteres anatômicos que possam auxiliar a identificação das espécies (Solereider 1908; Metcalfe & Chalk 1950; 1979).

A utilização da anatomia como subsídio para a taxonomia tem sido efetiva, inclusive permitindo a identificação de material fragmentar ou o reconhecimento do táxon quando as estruturas reprodutivas não estão disponíveis. Os caracteres estruturais também podem ser utilizados na identificação de produtos provenientes de plantas com valor econômico e para descobrir adulterações e substitutos para tais produtos. Os dados anatômicos também podem ser utilizados para indicar tendências evolutivas e relações filogenéticas entre os táxons (Metcalf & Chalk 1979).

Dentre os trabalhos mais recentes de anatomia aplicada à taxonomia, destacam-se aqueles realizados em espécies da flora brasileira (Gomes *et al.* 2005; Rio *et al.* 2005; FôNSECA *et al.* 2007). Entretanto, na família Malpighiaceae, foram encontradas poucas referências que abordassem anatomia aplicada à taxonomia (Mamede 1993; Attala 1997), o que demonstra a escassez deste tipo de estudo.

É importante ressaltar que, para utilizar caracteres anatômicos como fonte de informações para a Sistemática, é necessário entender a variação do caráter em um único indivíduo, entre os espécimes de uma determinada espécie, grupo ou táxons relacionados. A variação pode acontecer em aspectos quantitativos ou qualitativos da estrutura (Dickison 2000). Daí a necessidade de se avaliar um maior número de exemplares e, quando possível, em coletas provenientes de localidades distintas.

No cerrado brasileiro, as Malpighiaceae destacam-se tanto em relação ao número de espécies lenhosas (Ratter *et al.* 1997) quanto a outros parâmetros fitossociológicos como: densidade, frequência e dominâncias absoluta e relativa, (Saporetti *et al.* 2003; Borges & Shepherd 2005). Deve-se enfatizar a importância de *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys*, gêneros com um elevado número de espécies e taxonomicamente difíceis de serem identificados. O cerrado abrange aproximadamente 181 milhões de hectares, o que representa em torno de 20 a 25% do território brasileiro e distribui-se por 15 estados da federação, destacando-se dentre eles Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Piauí e Bahia, pelas grandes extensões de áreas (CEPRO 1992).

Considerando a importância do cerrado e que os trabalhos de anatomia foliar em espécies de Malpighiaceae são escassos, esse trabalho visa caracterizar a anatomia foliar de 16 espécies incluídas em 3 gêneros da família Malpighiaceae encontradas na FLONA de Paraopeba (MG) indicando caracteres que possam subsidiar a delimitação dos gêneros, contribuindo para identificar as espécies e elaborar uma chave dicotômica para identificação dos táxons utilizando os caracteres anatômicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cerrado

O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central (Klink & Machado 2005). Além do interesse botânico e ecológico, o conhecimento do Cerrado é de grande importância quanto ao desenvolvimento agrícola, pecuário ou florestal de suas terras (Camargo 1963). É uma região de clima estacional, o período chuvoso (de outubro a março) alterna-se com um período seco (de abril a setembro), com uma precipitação média anual de 1.500mm e temperaturas geralmente amenas (entre 22°C e 27°C em média) ao longo do ano (Klink & Machado 2005).

O Cerrado está localizado basicamente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior Bioma da América do Sul, superado apenas pela Floresta Amazônica. Apesar de sua extensão e da grande diversidade de espécies, é pouco conhecido, e mesmo assim em 1990 já apresentava 37% de sua área original degradada (Farias *et al.* 2002). O cálculo da área de ocupação do Cerrado brasileiro varia bastante e depende basicamente da inclusão ou não das regiões de transição existentes nas bordas da porção central do bioma. Essas áreas de tensão ecológica chegam a ser bastante expressivas e a inclusão ou não das mesmas muda radicalmente o tamanho do que poderia ser chamado de “Cerrado”. Além disso, existem enclaves de vegetação de Cerrado em outros domínios de vegetação, como as áreas de Cerrado

no estado de Roraima, Amapá, Amazonas (Campos de Humaitá), Rondônia (Serra dos Pacaás Novos), Pará (Serra do Cachimbo), Bahia (Chapada Diamantina) e sul do estado de São Paulo e Paraná (Machado *et al.* 2004).

Atualmente o Cerrado ocupa cerca de 20-25% do território nacional e é caracterizado pela presença de dois estratos na vegetação: um mais ou menos contínuo e aberto formado por árvores baixas, de troncos e galhos retorcidos e outro descontínuo, constituído por gramíneas, subarbustos e poucas ervas. Sua flora é bastante diversificada e abriga cerca de 6.000 espécies de fanerógamas, distribuídas em 1.100 gêneros e 150 famílias, e 270 espécies de pteridófitas, distribuídas em 50 gêneros e 20 famílias (Machado *et al.* 2004).

No cerrado brasileiro, as famílias mais importantes em número de espécies lenhosas são: Leguminosae (153 spp.), Malpighiaceae (46 spp.), Myrtaceae (43 spp.), Melastomataceae (32 spp.) e Rubiaceae (30 spp.) (Ratter *et al.* 1997). A família Malpighiaceae destaca-se, não só com relação ao número de espécies, mas também em outros parâmetros fitossociológicos, como: densidade, frequência e dominâncias absoluta e relativa, como é possível observar nos trabalhos de Saporetti Jr *et al.* (2003) e Borges & Shepherd (2005), onde foram realizadas avaliações florísticas e fitossociológicas em áreas de cerrado nos municípios de Abaeté – MG e Santo Antônio do Leverger – MT, respectivamente. Ambos os trabalhos apontam que Malpighiaceae está entre as famílias com maior número de espécies enfatizando a importância dos gêneros *Byrsonima* e *Heteropterys*.

Mamede (1987) em estudo realizado na Serra do Cipó (MG), em áreas de campo rupestre, cerrado e mata ciliar, registrou espécies dos seguintes gêneros de Malpighiaceae : *Banisteriopsis* (11 espécies), *Byrsonima* (11 espécies), *Camarea* (4 espécies), *Heteropterys* (5 espécies), *Mascagnia* (1 espécie), *Peixotoa* (4 espécies), *Pterandra* (1 espécie), *Tetrapterys* (5 espécies), *Thryallis* (1 espécie).

2.2. Família Malpighiaceae

O nome Malpighiaceae é derivado do gênero *Malpighia* em homenagem ao botânico italiano Marcelo Malpighi. Malpighiaceae é uma família tropical e subtropical de dicotiledôneas composta de aproximadamente 1250 espécies distribuídas em 65 gêneros. Cerca de 85% das espécies ocorrem no Novo Mundo e os outros 25% no Velho Mundo, não havendo a ocorrência de nenhum gênero ou

espécie em ambos os hemisférios (Anderson 1990). No Brasil são encontrados 32 gêneros com cerca de 300 espécies, distribuídas em diversas formações vegetais (Barroso 1991).

De acordo com Judd *et al.* (1999) os representantes da família Malpighiaceae podem ser árvores, arbustos, lianas ou ocasionalmente ervas perenes. Apresentam tricomas variados, mas sempre unicelulares normalmente ramificados em dois braços em forma de T, V ou Y. Suas folhas são usualmente opostas, simples, inteiras, ocasionalmente lobadas, com venação pinada, sempre com duas ou mais glândulas no pecíolo ou na face abaxial do limbo; estípulas normalmente estão presentes. As inflorescências são determinadas, mas sempre parecendo indeterminadas, de posição terminal ou axilar. Apresentam flores usualmente bissexuais e bilaterais. O cálice tem cinco sépalas, distintas e conadas na base; as espécies neotropicais geralmente apresentam glândulas produtoras de óleo na face abaxial das cinco sépalas ou das quatro sépalas laterais. A corola possui cinco pétalas distintas, usualmente unguiculadas, e ocorrem dez estames com filetes geralmente conados na base; os grãos de pólen são 3-5-colporados ou 4-poliporados. Usualmente ocorrem três carpelos, conados; o ovário é súpero, com placentação axial; ocorrem estiletos distintos e estigmas variados. Encontra-se, apenas, um óvulo por lóculo e o megagametofito é 16-nucleado. Os frutos são samaróides, esquizocárpicos, drupas com três ou várias sementes; o embrião é reto a curvo ou espiralado; endosperma ausente ou presente em pequena quantidade.

A família Malpighiaceae exibe uma considerável variabilidade com relação ao habitat, a morfologia do pólen, a cobertura da folha e, especialmente, a estrutura do fruto (Anderson 1979). Quanto ao habitat, podem ser encontradas desde florestas densas até savanas esparsas como o cerrado ou, também, nas margens de rios e de florestas (Anderson 1979).

As flores dos indivíduos desta família são bastante uniformes, apresentam sempre cinco pétalas unguiculadas, sendo uma delas diferenciada pela espessura da unha e às vezes pela coloração. A maioria dos gêneros também apresenta elaióforos no cálice que funcionam como um excelente caráter diagnóstico para a família nos neotrópicos. Algumas flores parecem ser actinomorfas à primeira vista, no entanto, a diferenciação de uma das pétalas e a ausência de um ou mais elaióforos no cálice, em algumas espécies, lhes dão um caráter zigomórfico. Óleo e pólen são os recursos florais disponíveis para os visitantes e/ou polinizadores das Malpighiaceae

neotropicais, e suas flores atraem visitantes especializados na coleta de óleo, principalmente fêmeas de abelhas da tribo Centridini (Anderson 1979).

Os frutos são extremamente diversos. Por isso desde o tempo de Linnaeus fornecem caracteres importantes para o reconhecimento de gêneros e para se agrupar esses gêneros em tribos e subfamílias (Anderson 1990). No Novo Mundo, observa-se a ocorrência de diversos tipos de frutos, variando de frutos indeiscentes, carnosos ou secos e frutos secos deiscentes, que podem ser alados ou não e glabros ou pilosos (Anderson 1990).

É comum nas espécies de Malpighiaceae a presença de glândulas nos órgãos vegetativos. Estas glândulas são normalmente encontradas nos pecíolos, face abaxial das folhas, em brácteas e bractéolas. Normalmente os botânicos observam em campo, formigas nas folhas jovens e brácteas de Malpighiaceae. Isso se deve à grande quantidade de açúcar existente nas secreções dessas glândulas (Anderson 1990). Foi observado em algumas espécies de Malpighiaceae que embora esses nectários extraflorais sejam muito diversos em tamanho, variando de menos de 0,5mm a 4mm ou mais de diâmetro, eles são bastante semelhantes na anatomia básica (Anderson 1990; Attala 2004).

De acordo com os recentes estudos de cladística, a família Malpighiaceae faz parte do grande clado de Eurosidea I, Malpighiales, juntamente com Violaceae, Passifloraceae, Linaceae, Clusiaceae, Peridiscaceae e Euphorbiaceae, entre outras (APG 1998).

Quando Anderson (1977) propôs a criação da subfamília Byrsonimoideae baseou-se no número de cromossomos $n = 6$ ou múltiplos de 6. A única exceção *Mcvaughia bahiana* que possui $n = 10$. Esse $n = 6$ são os mais baixos para a família Malpighiaceae sendo provavelmente basal (Anderson 1983). Com a criação desta subfamília houve a exclusão dos gêneros *Malpighia*, *Bunchosia*, *Dicella*, *Thryallis*, *Heladena* e *Clonodia* que haviam se unido a *Byrsonima* pela ausência de frutos alados. Anderson (1977) evidenciou que estes tipos de frutos representam exemplos de convergência e foram derivados provavelmente de tipos alados. Além disso, os dados moleculares de Cameron *et al.* (2001) excluem estes gêneros (com exceção de *Clonodia* do qual não obtiveram o DNA) do clado de birsonimóide, colocando-os dentro de ramos da malpighias heraeoide.

Entre os gêneros que fazem parte da subfamília Byrsonimoideae citam-se: *Blepharandra*, *Byrsonima*, *Diacidia*, *Galphimia*, *Lophanthera*, *Mcvaughia*,

Pterandra e *Verrucularia* (Anderson 1993). Segundo Anderson (1977) as plantas da subfamília Byrsonimoideae são nativas dos trópicos e subtropicais do Novo Mundo e esta subfamília divide-se em três tribos: Byrsonimeae, Galphimieae e Acmanthereae. Byrsonimoideae possui frutos indeiscentes ou deiscentes, carnosos ou secos, mas nenhum de seus representantes possui frutos alados ou pilosos. Nesta subfamília, todos os representantes são árvores ou arbustos (Anderson 1990).

Laticíferos foram observados pela primeira vez na família Malpighiaceae em quatro gêneros pertencentes à subfamília Byrsonimoideae tribo Galphimieae e tal fato provê uma sinapomorfia que dá apoio adicional a monofilia da tribo. Em Malpighiaceae, os laticíferos são considerados basais, existindo um simplesiomorfismo compartilhado com um outro grupo, como Euphorbiaceae. Então se pode prever que aqueles laticíferos, até mesmo se não funcionais, podem ter sido conservados em outros gêneros próximos a base filogenética da família (Vega *et al.* 2002).

A maioria dos membros de Byrsonimoideae possui dez glândulas no cálice, duas em cada uma das cinco sépalas e a maioria das espécies do Novo Mundo que não pertencem a esta subfamília possuem oito glândulas no cálice, podendo inclusive estar ausente em uma das sépalas (Anderson 1979). Um número moderado de Malpighiaceae do Novo Mundo não possui glândulas no cálice e presumivelmente são polinizadas por abelhas que possuem como única recompensa o pólen (Anderson 1979).

A subfamília Malpighioideae recebeu este nome porque inclui o gênero *Malpighia* a partir do qual se origina o nome da família. Este grupo é caracterizado pela derivada morfologia do pólen, frutos alados, hábito escandente e um número de cromossomos baseado em $n = 10$. Alguns dos gêneros pertencentes a esta subfamília são: *Banisteriopsis*, *Callaeum*, *Echinopterys*, *Heteropterys*, *Jubelina*, *Mascagnia*, *Peixotoa* e *Stigmaphyllon* (Anderson 1993).

Cameron *et al.* (2001) observaram que as árvores moleculares baseadas em seqüências de nucleotídeos do DNA plastidial de *rbcL* e *matK* não resultam em evidências convincentes de que Malpighiaceae pode ser satisfatoriamente dividida em um pequeno número de subfamílias ou tribos monofiléticas baseadas em sinapomorfias morfológicas óbvias. Neste estudo também foi observado que apenas o grupo banisteriíide é claramente monofilético.

A subfamília Byrsonimoideae é parafilética e irmã de um segundo gênero do clado birsonimóide. Em muitos casos, a relação inter-genérica deste táxon conforma-se a conceitos taxonômicos tradicionais de classificação. A tribo Byrsonimeae é polifilética e divide-se em dois pequenos clados, que se caracterizam pela presença de glândulas foliares (*Baudachia* e *Glandonia*) ou ausência destas estruturas (*Byrsonima*, *Diacidia* e *Blepharandra*) (Cameron *et al.* 2001).

Segundo Metcalfe & Chalk (1979) alguns caracteres são considerados diagnósticos para a família Malpighiaceae, como a presença de tricomas, que podem ser do tipo glandulares ou não glandulares. O valor taxonômico dos tricomas é bem estabelecido, mas os vários tipos nem sempre são claramente definidos.

Outros caracteres considerados importantes para a família estão relacionados à epiderme, como: a ocorrência de papilas, de mucilagem, a epiderme biestratificada, com células altas, estômatos do tipo paracítico. Podem ainda ser encontrados nectários extraflorais e hipoderme (Metcalfe & Chalk 1979).

2.2.1. Gênero *Banisteriopsis*

Banisteriopsis, um dos maiores gêneros de Malpighiaceae com aproximadamente 100 espécies, foi descrito pela primeira vez por Adrien de Jussie em 1832 (Anderson & Gates 1975). O nome *Banisteriopsis* é derivado do nome *Banisteria* L. que foi uma homenagem a John Baptiste Banister, missionário inglês e autor do primeiro catálogo de plantas da Virgínia (Gates 1982). Este gênero é freqüente nos trópicos do Novo Mundo. Suas espécies se estendem ao Norte até o México e ao Sul até a Argentina. Apresenta uma grande representatividade em quase todos os estados brasileiros, em diferentes tipos de vegetação (Gates 1982). No Brasil, das 92 espécies referidas por Gates (1982), 69 tem sua ocorrência confirmada, sendo que destas, mais de um terço ocorrem no Planalto Central.

O gênero *Banisteriopsis* é considerado um dos mais complexos dentro da família Malpighiaceae, apresentando numerosos problemas nomenclaturais, além disso, as espécies são difíceis de serem distinguidas pelos caracteres morfológicos comumente utilizados (Gates 1982). É caracterizado por apresentar fruto com três sâmaras, cada uma com uma ala dorsal bem desenvolvida e espessamento na margem superior, além de estípulas interpeciolares, pedicelos sésseis, dez estames férteis e

três estiletos com estigmas terminais e tricomas em forma de T e em forma de Y (Gates 1982).

Gates (1982) reconheceu três subgêneros em *Banisteriopsis*: *Banisteriopsis*, *Hemiramma* (Griseb.) B. Gates e *Pleiopterys* (Nied.) B. Gates.

Glândulas podem ser encontradas nos órgãos vegetativos de *Banisteriopsis*, sendo que Gates (1982) utilizou caracteres como posição, tipo e tamanho destas glândulas para definir grupos de espécies.

Makino-Watanabe *et al.* (1993) analisaram os grãos de pólen de 42 espécies de *Banisteriopsis* brasileiras e a variabilidade morfológica destes grãos de pólen permitiu a distinção de dois tipos polínicos e 8 subtipos. Houve a predominância de grãos de pólen porados e excepcionalmente colporados em *B. lutea*, *B. praecox* e *B. valvata*, sendo que a exina apresentou uma ornamentação variada. A maior parte dos grãos de pólen do tipo porado apresentou colpóides largos, distribuídos em arranjos quadrangulares. Vale ressaltar que os autores observaram que as características analisadas são difíceis de serem observadas e interpretadas ao microscópio de luz, sendo o uso de tais caracteres limitado para fins taxonômicos.

2.2.2. Gênero *Byrsonima*

O gênero *Byrsonima* foi descrito pela primeira vez por Richard em 1811. Com relação ao número de espécies existentes neste gênero existem controvérsias, variando entre 100 e 150 espécies (Mamede 1981). O nome *Byrsonima* significa fruto de dois carpelos (Pereira 1953). Este gênero, segundo Anderson (1977) é nativo dos trópicos e subtropicais e possui ampla distribuição na América Central e do Sul, México e Flórida. No Brasil, existe uma grande variedade de espécies de *Byrsonima*. As diferentes espécies são popularmente designadas, em suas regiões nativas, pelo nome de murici (Cavalcante 1991).

Beiguelman (1962a; 1962b) descreveu as características anatômicas de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., onde observou estômatos com células-guardas de contorno reniforme e parede espessa na região mediana, células subsidiárias com poucas saliências, epiderme glabra e estômatos presentes apenas na face abaxial. As folhas jovens apresentaram tricomas tectores na face abaxial da folha, que emergem de uma formação caliciforme, no qual os pêlos caducam precocemente; mesofilo

com uma camada de parênquima paliçadico e quatro a cinco camadas de parênquima lacunoso, drusas e parede delgada na camada de transição; nervuras laterais com traqueídes espiralados, e, quando nas folhas maduras são pontoados. Quando adultas, as folhas podem apresentar felogênio na nervura mediana.

2.2.3. Gênero *Heteropterys*

O nome *Heteropterys* significa fruto com asas diferentes (Pereira 1953). É um gênero neotropical com elevado número de espécies, cerca de 130, e taxonomicamente de difícil identificação. É caracterizado primariamente pela presença de sâmara esquizocárpica com ala dorsal predominante e espessamento na margem abaxial e alas laterais reduzidas a cristas, ou ausentes (Anderson 2001; Amorim 2002). Podem ser lianas, raramente arbustos eretos, com folhas opostas e pecioladas, sendo freqüente a presença de glândulas na margem do limbo na face dorsal. As flores são pequenas, amarelas ou avermelhadas com pétalas unguiculadas, glabras, limbo geralmente inteiro, com 10 estames, ovário trilobular, com 3 estiletos livres, sendo comum a presença de papilas laterais no estigma e fruto alado (Pereira 1953). Estudos taxonômicos recentes desde gênero têm proporcionado a descoberta de novas espécies (Amorim 2002; Amorim 2003).

A monofilia de *Heteropterys* ainda não foi confirmada, mas análises recentes através de dados moleculares de 23 espécies mostraram que o gênero parece ser uma linhagem natural (Amorim 2003). Estudos moleculares (Cameron *et al.* 2001; Davis *et al.* 2001) colocam este gênero em um clado com outro gênero no qual a sâmara possui ala lateral proeminente, mas segundo os próprios autores é necessário um número maior de dados para que estes resultados estejam mais fortemente apoiados.

2.3. Anatomia como ferramenta para taxonomia

Com o objetivo de auxiliar na identificação das espécies, os taxonomistas têm buscado apoio em outras áreas da Botânica, principalmente na Anatomia Vegetal (Metcalf & Chalk 1950; 1979) e desde o século XIX, os caracteres anatômicos têm sido aplicados com sucesso à taxonomia vegetal (Solereeder 1908).

A anatomia foliar permaneceu por muito tempo quase que praticamente como uma ferramenta inexplorável para os estudos sistemáticos de dicotiledôneas. Tal fato resultou, em parte, da convicção de que as características anatômicas possuem certa plasticidade com relação ao ambiente (Hickey 1979). Numerosos táxons de dicotiledôneas possuem mais de um padrão básico de arquitetura da folha, tal fato é observado em táxons que são polifiléticos (Hickey 1979).

A epiderme da folha tem se mostrado bastante útil para a sistemática. Este tecido fornece dados importantes como: revestimento de cera, cutícula, a presença de papilas, de estrias, o tamanho das células epidérmicas, a forma e espessura da parede, a diversidade de tipos de estômatos, a morfologia e distribuição dos tricomas (Metcalf & Chalk 1979; Dickison 2000).

Cabe ressaltar também a importância do padrão de venação foliar e da conformação dos feixes vasculares do pecíolo (Metcalf & Chalk 1979; Dickison 2000).

Segundo Metcalf & Chalk (1950), os tricomas podem variar de acordo com as condições ambientais com relação ao tamanho e densidade, mas a presença de um tipo particular de tricoma pode frequentemente delimitar espécie, gêneros ou até mesmo famílias inteiras. Os tricomas são considerados muito importantes em investigações sistemáticas comparativas de angiospermas, pois estão frequentemente presentes e são de fácil observação. O número de espécies de angiospermas completamente destituídas de tricomas é pequeno. Em muitos casos as plantas apresentam-se glabras em certa fase de desenvolvimento porque os tricomas já se degeneraram ou foram perdidos após a maturação (Theobald *et al.* 1979).

Secções transversais do estômato mostram alguns caracteres de importância diagnóstica. Pode-se observar, por exemplo, se os estômatos estão no mesmo nível epidérmico ou não. Também é possível observar se existe ou não proeminências no estômato, a forma das células guarda, entre outros caracteres (Wilkinson 1979).

Considerando o elevado número de espécies, os trabalhos sobre anatomia foliar de Malpighiaceae são escassos. Destacam-se, entretanto os estudos de Mamede (1993), Attala (1997, 2004) e Soares *et al.* (1997).

Mamede (1993) estudou o gênero *Camarea* (Malpighiaceae) observando as características anatômicas e suas implicações na taxonomia e na ecologia, apresentando o gênero subdividido em dois grupos: no primeiro as espécies tinham

folhas pequenas, estreitas e epiestomáticas (*C. ericoides*, *C. linearifolia*, *C. axillaris* e *C. elongata*) e o segundo grupo as folhas eram maiores, mais largas e anfiestomáticas (*C. affinis*, *C. hirsuta*, *C. affinis* X *C. hirsuta* e *C. sericea*).

Attala (1997) realizou um estudo com *Banisteriopsis anisandra* e *B. gardneriana* com o objetivo de estabelecer critérios para facilitar a identificação taxonômica das referidas espécies. A autora analisou a morfologia floral e a morfoanatomia da lâmina foliar das duas espécies, e observou diferenças marcantes em relação ao gineceu. As folhas de ambas as espécies são dorsiventrals, hipoestomáticas, com estômatos paracíticos e com células da epiderme adaxial alongadas no sentido anticlinal. Abaixo da epiderme adaxial de *B. gardneriana*, existe um grupo de fibras esclerênquimáticas, porém estas células estão ausentes em *B. anisandra*. Em *B. anisandra* as células da epiderme abaxial em vista frontal têm a superfície não papilosa e os estômatos estão acima do nível das demais células epidérmicas, enquanto que em *B. gardneriana* as células da epiderme abaxial em vista frontal têm a superfície papilosa e os estômatos estão abaixo do nível das demais células epidérmicas. Em 2004, essa mesma autora avaliou a morfoanatomia da lâmina foliar, a estrutura e a histoquímica das glândulas foliares e calicinais de *Banisteriopsis variabilis*, *B. stellaris*, *Peixotoa reticulata*, *Byrsonima intermedia* e *B. subterranea*. A lâmina foliar das cinco espécies apresentou epiderme unisseriada na face adaxial, sendo que em *B. subterranea* a epiderme apresentou-se biestratificada em algumas regiões. Tricomas malpighiáceos ocorreram na lâmina foliar das cinco espécies. As glândulas foliares e calicinais mostraram uma organização anatômica semelhante. Entretanto, de acordo com os resultados histoquímicos e ultra-estruturais, as glândulas foliares foram caracterizadas como nectários extraflorais e as do cálice como elaióforos (Attala 2004).

Soares *et al.* (1997), descreveu a anatomia foliar de *Malpighia glabra* L. comparando os tipos foliares provenientes de ramos herbáceos formados após a poda cujas folhas possuem coloração clara e consistência membranácea com as folhas de ramos lenhosos que possuem coloração verde escura e consistência coriácea. Foi possível observar que a epiderme é unisseriada com células da face adaxial maiores e mais altas que as da face abaxial da folha. A folha é hipoestomática com estômatos paracíticos e estes são lignificados apenas nas folhas coriáceas. Ocorrem tricomas tectores unicelulares providos de dois braços horizontais ligados à folha por um curto pedúnculo vertical. O mesofilo é dorsiventral, sendo que nas folhas membranáceas o

parênquima paliçádico ocupa 1/4 da espessura total do mesofilo enquanto que nas folhas coriáceas, ocupa 2/4 da espessura total. Grande quantidade de drusas, presença de fibras perivasculares apenas nas folhas coriáceas, ausência de extensões de bainha nos feixes e o mesmo formato do pecíolo em secção transversal para os dois tipos de folhas foram também observados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional de Paraopeba (FLONA), Minas Gerais, é uma unidade de conservação administrada pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) que possui cerca de 200ha. Destes, 150ha são de Cerrado e 50ha foram destinados à experimentação florestal. Situa-se nas coordenadas geográficas de 19°20'S e 44°25'W, com altitude variável de 734m ao sul, 750m ao norte. A área está totalmente cercada e dividida em aceiros que delimitam 59 talhões. Destes, 45 estão cobertos de vegetação nativa de diferentes fitofisionomias de Cerrado e a área restante está destinada à experimentação e outros usos (Neri *et al.* 2005).

O clima predominante nas áreas de Cerrado é o AW pelo sistema de Köppen com uma estação seca e outra chuvosa bem definidas (Ribeiro & Walter 1998). Os solos da FLONA foram classificados como Latossolo Vermelho Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo (Thibau *et al.* 1975).

Foram analisadas folhas de todas as espécies de Malpighiaceae coletadas na FLONA de Paraopeba e que estavam depositadas no herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, totalizando 16 espécies, distribuídas em 3 gêneros: *Banisteriopsis* (7 espécies), *Byrsonima* (5 espécies) e *Heteropterys* (4 espécies). Também foram obtidas amostras destas mesmas espécies em exsicatas depositadas nos herbários da Universidade de Brasília (UB), Universidade de São Paulo (SPF) e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) que foram utilizadas como repetições.

Materiais examinados do gênero *Banisteriopsis*: *B. anisandra* (Juss.) Gates. (VIC 9726, SPF 35657 e RB 227241); *B. argyrophylla* (Juss.) Gates. (VIC 10014,

VIC 10251, UB 3547 e SPF 15643); *B. campestris* (Juss.) Little. (VIC 9934, UB 6738 e UB 7980); *B. gardneriana* (A. Juss.) W. R. Anderson e B. Gates. (VIC 9140, SPF 44593 e UB 34517); *B. laevifolia* (Juss.) Gates. (VIC 9931, UB 31733 e SPF 48780); *B. malifolia* (Nees & Mart.) B.Gates. (VIC 9982, UB 13369 e UB 11588); *B. pubipetala* (A..Juss.) Cuatrec (VIC 10244, SPF 18052 e UB 34795).

Materiais examinados do gênero *Byrsonima*: *B. basiloba* Juss. (VIC 9963, UB 24112 e UB 7545); *B. coccolobifolia* (Spreng.) Kunth. (VIC 9833, VIC 25995 e VIC 9131); *B. crassifolia* (L.) HBK. (VIC 9152, VIC 9153 e RB 211132); *B. lancifolia* Juss. (VIC 9753, UB 6343 e SPF 170071); *B. verbascifolia* Rich. ex. Juss. (VIC 9731, VIC 9157, VIC 9158 e VIC 9159).

Materiais examinados do gênero *Heteropterys*: *H. anoptera* Juss. (VIC 9734, UB 7359 e UB 23771); *H. byrsonimifolia* A. Juss. (VIC 8943, VIC 9763 e VIC 24126); *H. campestris* A. Juss. (VIC 10015, VIC 25775 e VIC 25653); *H. tomentosa* A. Juss. (VIC 10318, UB 17164 e UB 39721).

Os critérios estabelecidos para seleção das folhas foram: 1 – o estado de preservação do material herborizado; 2 – o comprimento atingido pelas folhas para coleta de folhas totalmente expandidas e 3 – identificação confiável.

As folhas foram fervidas em água destilada até que submergissem, tratadas com hidróxido de potássio 2% durante 2 horas a temperatura ambiente (Smith & Smith 1942) e desidratadas em série etílica sendo estocadas em etanol 70%.

Amostras da folha foram seccionadas à mão livre, com auxílio de lâmina de barbear, para obtenção de cortes transversais e longitudinais da lâmina foliar (compreendendo base, meio e ápice) e do pecíolo. No pecíolo foi observada a conformação do feixe vascular conforme caracterização proposta por Howard (1979). Na lâmina foliar foram analisados os tipos de tricomas existentes de acordo com a classificação de Theobald *et al.* (1979). Os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio a 50%, e corados com fucsina básica – azul de astra. As lâminas foram montadas em gelatina glicerinada e lutadas com esmalte incolor (Kraus & Arduin 1997).

Parte do material foi submetida ao processo de diafanização segundo a técnica de Shobe & Lersten (1967 *apud* Kraus & Arduin 1997), para análise do padrão de venação e classificação dos estômatos segundo Metcalfe & Chalk (1979). Amostras de aproximadamente 20 mm² foram colocadas em uma solução de hidróxido de sódio por aproximadamente 2 horas, lavadas com água destilada por

várias vezes, e, em seguida, colocadas em hipoclorito de sódio a 20% por aproximadamente 18 horas ou até que estivessem transparentes. Depois de muito bem lavadas, as amostras foram desidratadas em série etílica até etanol 100% e coradas com safranina alcoólica e as lâminas, montadas em resina sintética (Permout - SP15-500, Fisher Scientific, New Jersey, USA).

A análise do laminário e a documentação fotográfica foram realizadas em fotomicroscópio (modelo Olympus AX70TRF, Olympus Optical, Tokyo, Japão) com sistema de captura de imagem.

O material também foi documentado com a realização de esquemas utilizando-se um microscópio com câmara clara (modelo Olympus CBA, Olympus Optical, Tokyo, Japão).

As dezesseis espécies de Malpighiaceae foram comparadas entre si, de acordo com as características estruturais analisadas, mediante uma matriz de presença/ausência, em que foi utilizado o índice de Sorensen's e a técnica de ligação da média de grupo (UPGMA) usando o programa MVSP 3.13m (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

4. RESULTADOS

4.1. Descrição Anatômica

O contorno do pecíolo em seção transversal em *Banisteriopsis anisandra* (Fig. 1) e *B. pubipetala* mostrou-se côncavo-convexo. *Banisteriopsis argyrophylla*, *B. campestris* (Fig. 2), *B. gardneriana* (Fig. 3), *B. laevifolia*, *B. malifolia*, em todas as espécies de *Byrsonima* (Fig. 4 a 6) e de *Heteropterys* (Fig. 7 e 8) apresentaram pecíolo com contorno plano-convexo. A superfície era levemente sinuosa em *B. gardneriana* (Fig. 1), *B. malifolia*, em todas as espécies de *Byrsonima*, (exceto em *B. crassifolia*) e em *Heteropterys byrsonimifolia* (Fig. 7) e *H. tomentosa* (Fig. 8).

Foram identificados três tipos de configuração no sistema vascular. A forma de arco aberto com extremidades convolutas em *Banisteriopsis anisandra* (Fig. 1), *B. gardneriana* (Fig. 3), *Byrsonima basiloba* (Fig. 4), *B. coccolobifolia*, *B. lancifolia* (Fig. 5) e em todas as espécies de *Heteropterys* (Fig. 7 e 8). A forma de arco aberto e extremidades não convolutas observado em *Banisteriopsis argyrophylla*, *B. campestris* (Fig. 2), *B. pubipetala*, *B. laevifolia* e *B. malifolia*. E a forma de arco aberto com extremidades convolutas, formado por um número elevado de feixes (superior a 15) em *B. verbascifolia* (Fig. 6) e *B. crassifolia*.

Feixes acessórios estavam presentes em todas as espécies de *Banisteriopsis* (Fig. 1 a 3), estando ausentes nas espécies de *Byrsonima lancifolia* (Fig. 5), *Heteropterys anoptera* e *H. tomentosa* (Fig. 8). Foram notadas variações quanto ao número de feixes acessórios entre dois, verificados em *Banisteriopsis anisandra*

(Fig. 1), *B. argyrophylla*, *B. campestris* (Fig. 2), *Byrsonima basiloba* (Fig. 4) e *B. crassifolia* e quatro, observados em *Banisteriopsis gardneriana* (Fig. 3), *B. laevifolia*, *B. malifolia*, *B. pubipetala*, *Byrsonima coccolobifolia*, *B. verbascifolia* (Fig. 6), *Heteropterys byrsonimifolia* (Fig. 7) e *H. campestris*.

Foi comum a presença de esclereídes dispersos pelo parênquima cortical nas espécies de *Byrsonima* (Fig. 4 a 6).

A lâmina foliar apresentou cutícula espessa em 14 espécies (Fig. 10 a 12), exceto em *Heteropterys campestris* e *H. tomentosa*. Flanges cuticulares foram observadas nas espécies que apresentaram cutícula espessa, exceto *Banisteriopsis argyrophylla* e *B. pubipetala*.

As lâminas foliares (Fig. 9 a 14) possuíam epiderme da face abaxial da folha uniestratificada em todas as espécies. Enquanto na face adaxial da folha a epiderme apresentou-se uniestratificada em *Banisteriopsis campestris* (Fig. 10), *B. argyrophylla*, *B. malifolia*, *B. pubipetala*, *Byrsonima basiloba* (Fig. 12), *Heteropterys anoptera* (Fig. 14), *H. byrsonimifolia* e *H. campestris*. E biestratificada não contínua em *Banisteriopsis anisandra* (Fig. 9), *B. gardneriana*, *B. laevifolia*, *Byrsonima coccolobifolia* (Fig. 11), *B. crassifolia*, *B. lancifolia*, *B. verbascifolia* e *Heteropterys tomentosa*.

Os estômatos eram paracíticos (Fig. 15) e em corte transversal apresentaram células-subsidiárias relativamente grandes em relação às células guardas e cristas estomáticas pouco desenvolvidas nas espécies de *Banisteriopsis* e *Heteropterys* (Fig. 16 e 17), enquanto nas espécies de *Byrsonima* as cristas estomáticas eram bastante desenvolvidas nas células-guarda (Fig. 18 e 19).

Três tipos de tricomas tectores unicelulares ramificados com dois braços foram observados, o tipo T (Fig. 20), o tipo Y (Fig. 21) e o tipo V (Fig. 22). O tipo T esteve ausente apenas em *Banisteriopsis pubipetala*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Heteropterys anoptera* e *H. byrsonimifolia*. O tipo Y estava presente nas espécies *Banisteriopsis argyrophylla*, *B. campestris*, *B. laevifolia*, *B. malifolia*, *Byrsonima basiloba* e *B. crassifolia*. E o tipo V foi observado apenas em *Byrsonima basiloba*. Sendo que esses tricomas ocorreram apenas na face abaxial e em grande quantidade nas espécies de *Banisteriopsis*, exceto *B. campestris*, e em *Byrsonima basiloba*. Em *Banisteriopsis campestris* a quantidade dessas estruturas foi visualmente menor. Em *Byrsonima crassifolia*, *B. lancifolia*, *B. verbascifolia*, *Heteropterys campestris* e *H.*

tomentosa os tricomas foram observados em ambas as faces, ocorrendo com maior incidência em *B. verbascifolia*.

O mesofilo era dorsiventral em *Banisteriopsis anisandra* (Fig. 9), *B. argyrophylla*, *B. gardneriana*, *B. laevifolia*, *B. pubipetala*, *Byrsonima basiloba* (Fig. 12), *Heteropterys byrsonimifolia*, *H. campestris* e *H. tomentosa* (Fig. 13). E isobilateral nas espécies *Banisteriopsis campestris* (Fig. 10), *B. malifolia*, *Byrsonima coccolobifolia* (Fig. 11), *B. crassifolia*, *B. lancifolia*, *B. verbascifolia* e *Heteropterys anoptera* (Fig. 14).

A nervura mediana (Fig. 26 a 31) era saliente e formada por feixes colaterais em forma de arco aberto em todas as espécies de *Banisteriopsis* (Fig. 26 e 27) e *Heteropterys* (Fig. 30 e 31). Enquanto em *Byrsonima* a nervura mediana era saliente e formada por feixes colaterais em forma de arco aberto, constituída por dois arcos (Fig. 28 e 29) um com a concavidade voltada para a face adaxial e outro com a concavidade voltada para a face abaxial, sendo este último menor na maioria dos casos. Em *Banisteriopsis anisandra* (Fig. 26) e *B. gardneriana* a nervura mediana apresentou superfície plana na face adaxial. Nas proximidades dos feixes vasculares foram observadas fibras em *Banisteriopsis* (Fig. 26), *Byrsonima* (Fig. 28 e 29) e *Heteropterys* (Fig. 30), exceto em *B. argyrophylla* (Fig. 27), *B. laevifolia* e *H. campestris* (Fig. 31).

Foi verificada a presença de floema na região medular da nervura mediana em todas as espécies de *Byrsonima* (Fig. 28), exceto em *B. coccolobifolia* (Fig. 29).

Drusas e cristais prismáticos ocorriam em todas as espécies de *Banisteriopsis* e *Byrsonima*, tanto na região do mesofilo (Fig. 11 e 12) como na nervura central, exceto em *Banisteriopsis pubipetala* onde os cristais prismáticos estavam ausentes.

Extensões de bainha esclerificadas foram observadas nos feixes vasculares de maior calibre nas espécies *Byrsonima basiloba* (Fig. 23), *Heteropterys anoptera* e *H. byrsonimifolia*, enquanto em *Banisteriopsis argyrophylla*, *B. campestris* (Fig. 24), *B. laevifolia*, *B. malifolia*, *Byrsonima coccolobifolia*, *B. crassifolia*, *B. lancifolia*, *B. verbascifolia* e *Heteropterys tomentosa* eram parenquimáticas.

Glândulas (Fig. 25) foram observadas apenas nas espécies de *Banisteriopsis* em cinco das sete espécies analisadas, a localização de tais estruturas variou entre a porção distal do pecíolo (*B. anisandra*, *B. gardneriana*, *B. laevifolia* e *B. malifolia*), na base da face abaxial da lâmina foliar (*B. campestris*) e próximo à

nervura mediana do terço médio da lâmina foliar (*B. laevifolia*). Anatomicamente estas estruturas são constituídas por uma epiderme secretora em paliçada, por parênquima secretor subepidérmico para onde confluem terminações vasculares xilemáticas e floemáticas (Fig. 25).

O padrão de venação (Fig. 32 a 40) era do tipo pinada camptódromo broquidódromo, exceto *Banisteriopsis anisandra*, *B. laevifolia*, *Byrsonima verbascifolia* onde se apresentou pinada camptódromo eucamptódromo. O curso da nervura de primeira ordem era linear ramificado, com exceção de *Banisteriopsis anisandra*, *Byrsonima crassifolia*, *B. verbascifolia*, *Heteropterys anoptera*, *H. byrsonimifolia*, *H. campestris* e *H. tomentosa* que era curvado e de *Byrsonima lancifolia* onde se apresentou linear não ramificado. As nervuras de terceira ordem eram reticuladas ao acaso em *Banisteriopsis*, *Byrsonima basiloba*, *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia* (Fig. 35, 36 e 37), enquanto em *Byrsonima lancifolia* (Fig. 38), *B. verbascifolia* e *H. campestris* foram ramificadas transversais. As nervuras terminais eram ramificadas em todas as espécies, exceto em *Byrsonima verbascifolia* onde eram simples. As aréolas em *Banisteriopsis argyrophylla* (Fig. 32), *Byrsonima coccolobifolia* (Fig. 36) e *H. campestris* apresentaram anastomose incompletamente fechada, em *Banisteriopsis campestris* (Fig. 33), *Byrsonima crassifolia* (Fig. 37) e *H. byrsonimifolia* (Fig. 40) eram bem desenvolvidas, ramificadas nas outras espécies de *Banisteriopsis* (Fig. 34) e imperfeitas em *Byrsonima basiloba* (Fig. 35), *B. lancifolia* (Fig. 38), *B. verbascifolia*, *H. anoptera* (Fig. 39) e *H. tomentosa*. A forma das aréolas era irregular (Fig. 32, 34, 35, 36, 38 e 39), exceto em *Banisteriopsis campestris* (Fig. 33), *B. anisandra*, *Byrsonima crassifolia* (Fig. 37) e *H. byrsonimifolia* (Fig. 40) onde era quadrangular. Todas as espécies apresentaram venação terminal da margem formando “loops”, que eram fechados por arcos de segunda, de terceira ou de quarta ordem.

4.2. Análise de Similaridade

A análise de similaridade (Fig. 41), que foi realizada com base em uma tabela de presença e ausência (Tab. 01), distinguiu três grupos: um formado por *Byrsonima verbascifolia* e *B. crassifolia*, o outro formado por *Byrsonima coccolobifolia*, *Byrsonima lancifolia* e *Byrsonima basiloba* e o terceiro grupo agrupando as espécies de *Banisteriopsis* e *Heteropterys*. As características que

aproximaram as espécies de *Byrsonima* do primeiro grupo foram a presença de floema na região medular na nervura mediana e de estômatos com cristas estomáticas desenvolvidas nas células-guarda. Com relação ao segundo grupo, a maior similaridade entre as espécies aconteceu pela presença de feixe vascular do pecíolo disposto em arco aberto com extremidades convolutas e aréolas com forma irregular. O terceiro grupo foi formado pelas espécies de *Banisteriopsis* e *Heteropterys*, essa união se deu pela presença de células subsidiárias mais desenvolvidas em relação às células-guarda e pela presença de apenas um feixe vascular da nervura mediana em forma de arco aberto.

4.3. Chave de Identificação

1. Presença de um par de glândulas na folha.....2
2. Um par de glândulas na base da face abaxial da lâmina foliar.....*Banisteriopsis campestris*
- 2'. Um par de glândulas próximo à nervura mediana do terço médio da lâmina foliar.....*Banisteriopsis laevifolia*
- 2''. Um par de glândulas na porção distal do pecíolo.....3
3. Ausência de tricomas em forma de Y*Banisteriopsis anisandra*
- 3'. Presença de tricomas em forma de Y4
4. Folhas isobilaterais.....*Banisteriopsis malifolia*
- 4''. Folhas dorsiventrals.....*Banisteriopsis gardneriana*

- 1'. Glândulas ausentes.....5
5. Presença de floema na região medular na nervura mediana.....6
6. Folhas dorsiventrals.....*Byrsonima basiloba*
- 6'. Folhas isobilaterais.....7
7. Sistema vascular do pecíolo constituído por um único feixe e disposto em arco aberto com extremidades convolutas.....*Byrsonima lancifolia*
- 7'. Sistema vascular do pecíolo formado por vários feixes e disposto em arco aberto com extremidades convolutas.....8
8. Dois feixes acessórios conspicuos no pecíolo.....*Byrsonima crassifolia*
- 8'. Quatro feixes acessórios conspicuos no pecíolo.....*Byrsonima verbascifolia*

5'. Ausência de floema na região medular na nervura mediana.....	9
9. Tricomas presentes.....	10
10. Ausência de feixes acessórios no pecíolo.....	<i>Heteropterys tomentosa</i>
10'. Presença de dois feixes acessórios no pecíolo.....	<i>Banisteriopsis argyrophylla</i>
10". Presença de quatro feixes acessórios no pecíolo.....	<i>H. campestris</i>
9'. Tricomas ausentes.....	11
11. Folhas isobilaterais.....	12
12. Ausência de feixes acessórios no pecíolo.....	<i>H. anoptera</i>
12'. Presença de quatro feixes acessórios no pecíolo.....	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>
11'. Folhas dorsiventrais.....	13
13. Sistema vascular do pecíolo disposto em arco aberto e extremidades não convolutas.....	<i>Banisteriopsis pubipetala</i>
13`. Sistema vascular do pecíolo disposto em arco aberto com extremidades convolutas.....	<i>H. byrsonimifolia</i>

Tabela 1 – Matriz de presença (1) e ausência (0) das 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes na FLONA de Paraopeba - MG.

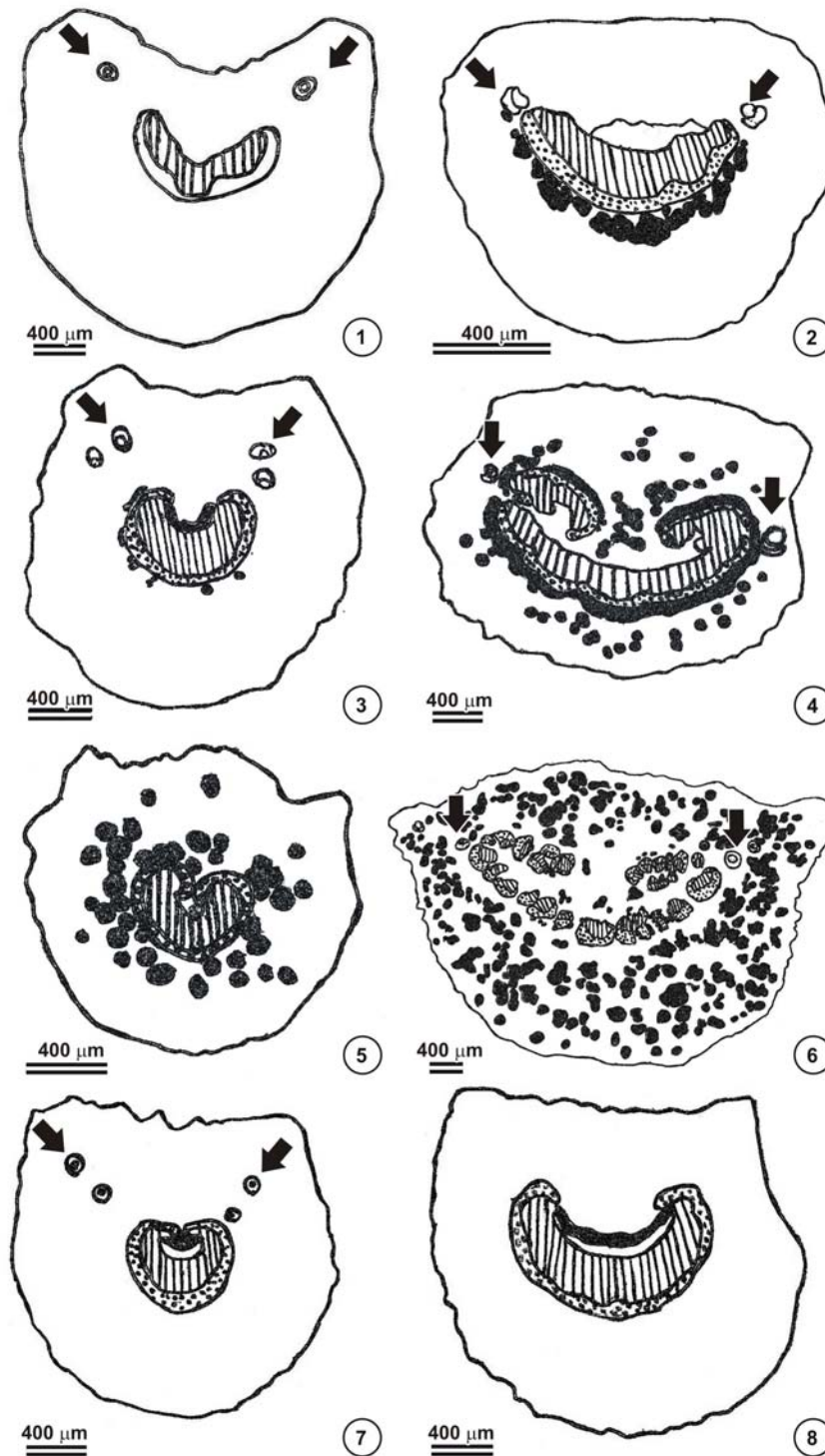
Características avaliadas	BaA	BaAR	BaC	BaG	BaL	BaM	BaP	ByB	ByCO	ByCR	ByLA	ByV	HA	HB	HC	HT
Epiderme uniestratificada em ambas as faces	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
Epiderme biestratificada em algumas regiões na face adaxial	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Células guarda forma crista somente na face externa	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Células subsidiárias projetadas sobre as células guarda	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Um par de glândulas na folha	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glândulas presentes na base do pecíolo	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glândulas presentes na região basal da folha	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glândulas presentes na região mediana da folha	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tricomas tectores em forma de V	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tricomas tectores em forma de Y	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Tricomas tectores em forma de T	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
Folhas isobilaterais	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Folhas dorsiventrals	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Feixe vascular em forma de arco aberto	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Feixe vascular em forma de arco fechado com floema na região medular na nervura mediana	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Feixe vascular em forma de arco fechado sem floema na região medular na nervura mediana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pecíolo em secção transversal com forma côncavo-convexa	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecíolo em secção transversal com forma plano-convexa	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sistema vascular do pecíolo disposto em arco aberto	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema vascular do pecíolo disposto em arco aberto com extremidades convolutas	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Sistema vascular do pecíolo disposto em arco aberto com extremidades convolutas formado por vários feixes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
2 feixes acessórios conspicuos no pecíolo	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4 feixes acessórios conspicuos no pecíolo	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
Venação tipo pinada camptódromo broquidódromo	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Venação tipo pinada camptódromo eucamptódromo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Continua...

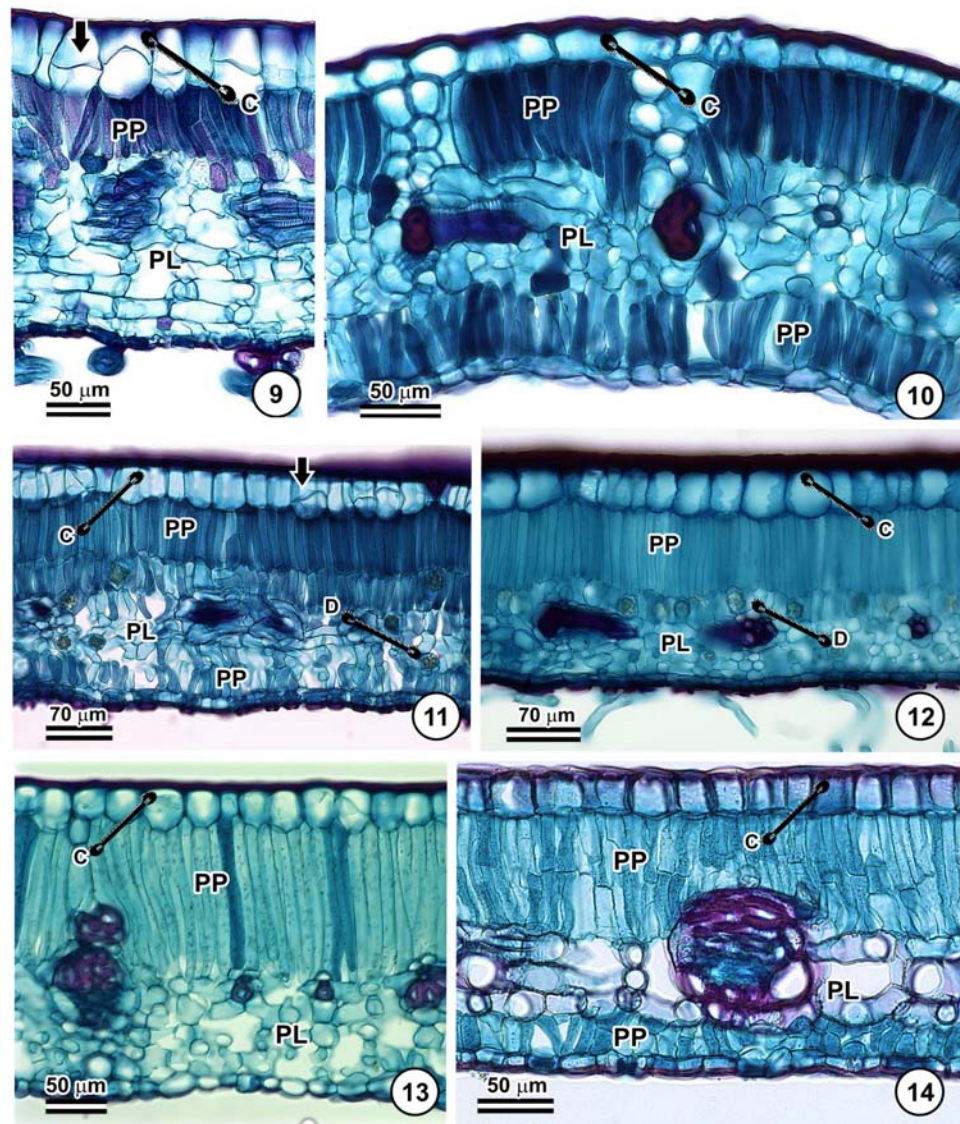
Tabela 1 – Cont.

Características avaliadas	BaA	BaAR	BaC	BaG	BaL	BaM	BaP	ByB	ByCO	ByCR	ByLA	ByV	HA	HB	HC	HT
Nervura primária curso linear ramificada	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
Nervura primária curso linear não ramificada	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Nervura primária curso curvado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Nervuras terciárias reticuladas ao acaso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
Nervuras terciárias ramificadas transversais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Aréolas com forma quadrangular	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Aréolas com forma irregular	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Aréolas ausentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aréolas com arranjo orientado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Aréolas com arranjo ao acaso	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Aréolas bem desenvolvidas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Aréolas com desenvolvimento anastomose incompletamente fechadas	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Aréolas com desenvolvimento imperfeito	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1

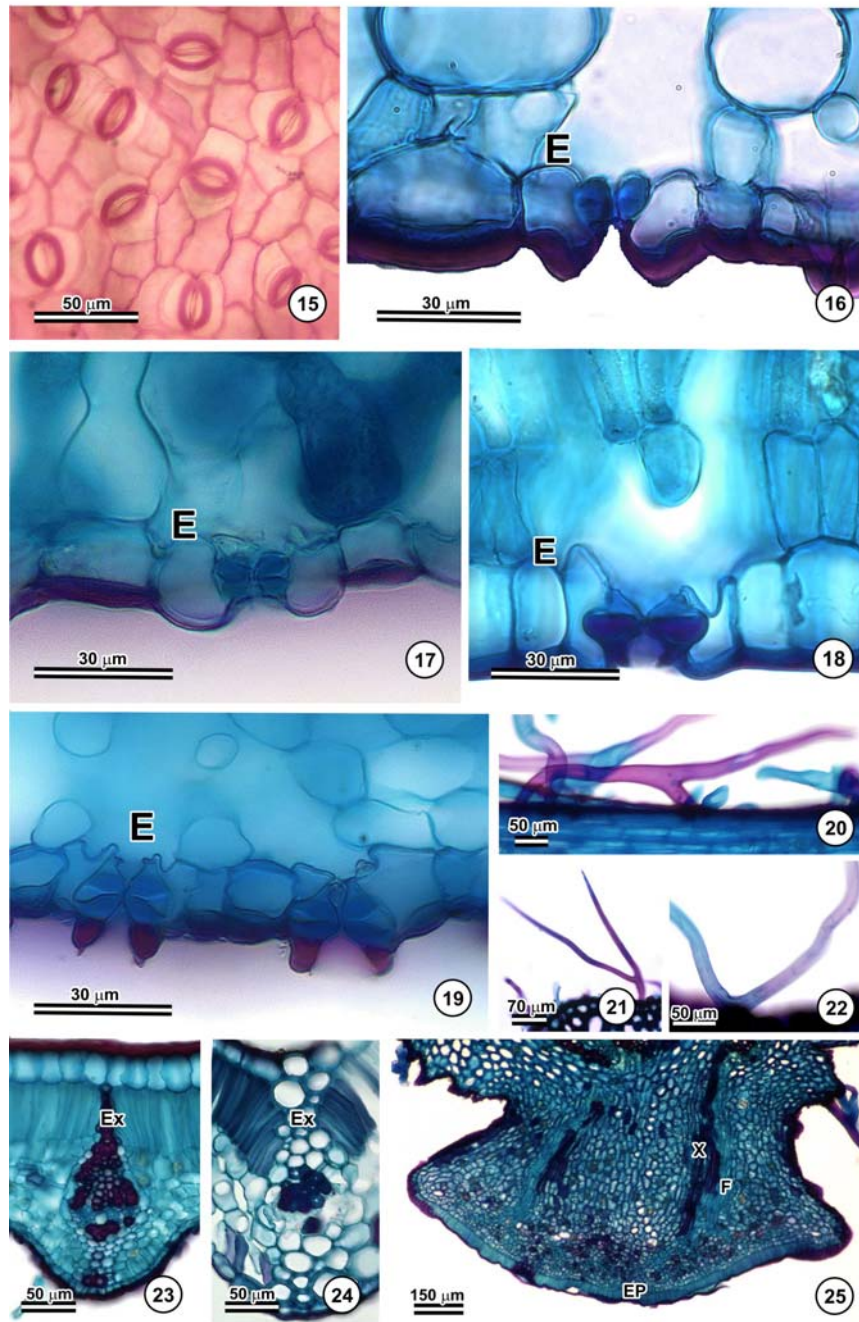
Abreviaturas: BaA – *Banisteriopsis anisandra*; BaAR – *B. argyrophylla*; BaC – *B. campestris*; BaG – *B. gardneriana*; BaL – *B. laevifolia*; BaM; *B. malifolia*; BaP – *B. pubipetala*; ByB – *Byrsonima basiloba*; ByCO – *B. coccolobifolia*; ByCR – *B. crassifolia*; ByLA – *B. lancifolia*; ByV – *B. verbascifolia*; HA - *Heteropterys anoptera*; HB – *H. byrsonimifolia*; HC – *H. campestris* e HT – *H. tomentosa*.



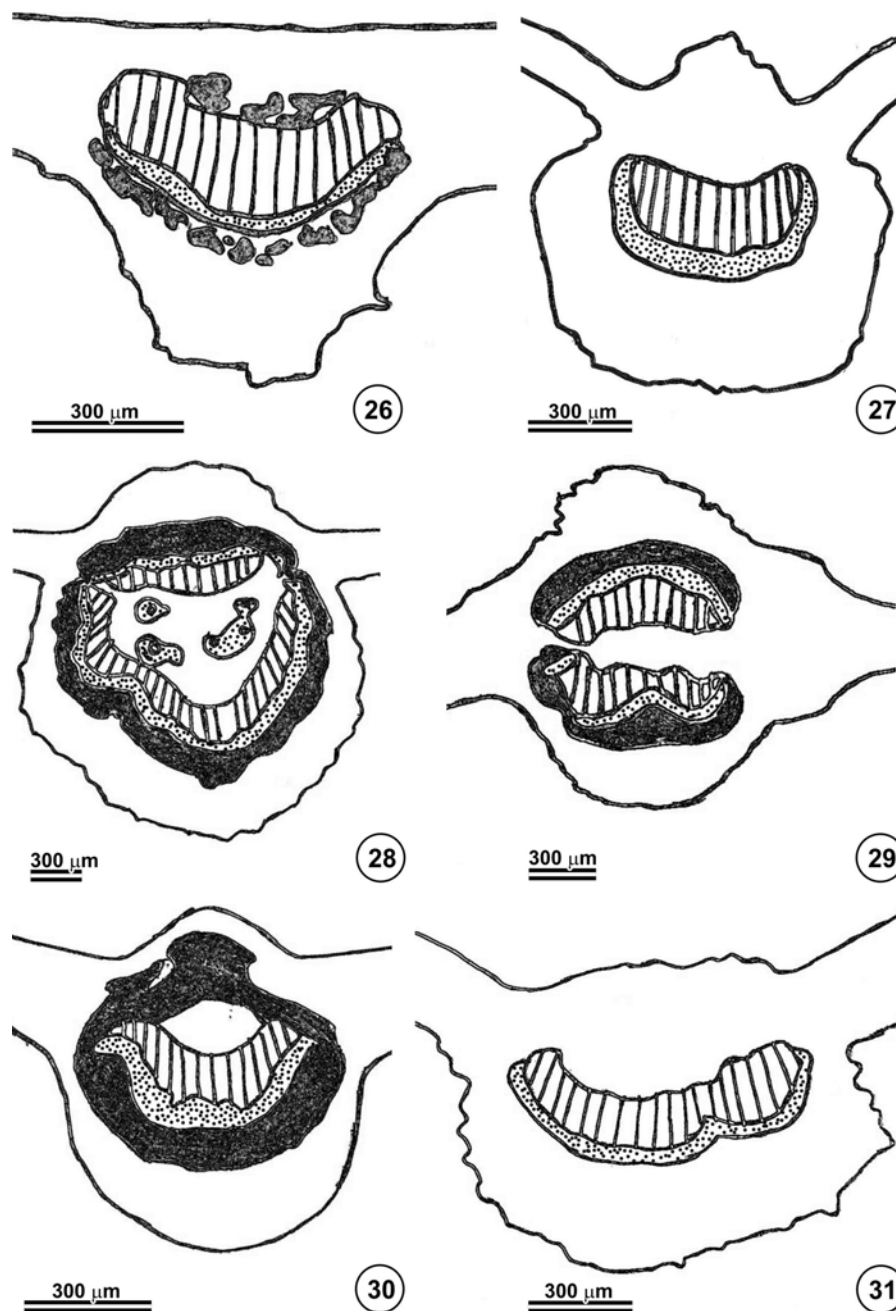
Figuras 1 a 8 – Esquemas diagramáticos dos cortes transversais do pecíolo de espécies de Malpighiaceae. Fig. 1. *Banisteriopsis anisandra* (Juss.) Gates.; Fig. 2. *Banisteriopsis campestris* (Juss.) Little.; Fig. 3. *Banisteriopsis gardneriana* (A. Juss.) W. R. Anderson e B. Gates.; Fig. 4. *Byrsonima basiloba* Juss.; Fig. 5. *Byrsonima lancifolia* Juss.; Fig. 6. *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex. Juss.; Fig. 7. *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss.; Fig. 8. *Heteropterys tomentosa* A. Juss. Abreviaturas: seta = feixes acessórios; áreas preenchida por pontos = floema; áreas preenchida por traços verticais = xilema; áreas negras = fibras.



Figuras 9 a 14 – Cortes transversais da lâmina foliar de espécies de Malpighiaceae. Fig. 9. *Banisteriopsis anisandra* (Juss.) Gates.; Fig. 10. *Banisteriopsis campestris* (Juss.) Little.; Fig. 11. *Byrsonima coccolobifolia* (Spreng) Kunth.; Fig. 12. *Byrsonima basiloba* Juss.; Fig. 13. *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss.; Fig. 14. *Heteropterys anoptera* Juss. Abreviaturas: C – cutícula, D – drusas, PP – parênquima paliçadico e PL – parênquima lacunoso. Seta – epiderme biestratificada.



Figuras 15 a 25 – Lâmina foliar diafanizada (15) e em corte transversal (16 a 21) de espécies de Malpighiaceae. Fig. 15. *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK.: estômato do tipo paracítico; Fig. 16. *Banisteriopsis pubipetala* (A. Juss.) Cuatrec.; Fig. 17. *Banisteriopsis laevifolia* (Juss.) Gates.; Fig. 18. *Byrsonima coccolobifolia* (Spreng.) Kunth.; Fig. 19 e 22. *Byrsonima basiloba* Juss.; Fig. 20. Tricoma tector em forma de T em *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK.; Fig. 21. Tricoma tector em forma de Y em *Banisteriopsis argyrophylla* (Juss.) Little.; Fig. 22 e 23. *Byrsonima basiloba* Juss., enfatizando Tricoma tector em forma de V na Fig. 22; Fig. 24 e 25 – *Banisteriopsis campestris* (Juss.) Little., enfatizando na Fig. 25 a estrutura da glândula na base da lâmina foliar. Abreviatura: E – estômato, Ex - extensão de bainha, EP – epiderme em paliçada, F – floema e X – xilema.



Figuras 26 a 31 – Esquemas dos cortes transversais da lâmina foliar de espécies de Malpighiaceae. Fig. 26. *Banisteriopsis anisandra* (Juss.) Gates. com nervura central saliente e superfície plana na face adaxial; Fig. 27. *Banisteriopsis argyrophylla* (Juss.) Gates. com nervura central saliente e fibras ausentes; Fig. 28. *Byrsonima basiloba* Juss. com nervura central saliente e floema na região medular na nervura mediana; Fig. 29. *Byrsonima coccolobifolia* (Spreng.) Kunth. com nervura central saliente e ausência de floema na região medular na nervura mediana; Fig. 30. *Heteropterys anoptera* Juss. com nervura central saliente e feixes em forma de arco aberto; Fig. 31. *Heteropterys campestris* A. Juss. com nervura central saliente e feixes em forma de arco aberto. Abreviaturas: áreas preenchida por pontos = floema; áreas preenchida por traços verticais = xilema; áreas negras = fibras.



Figuras 32 a 40 – Esquemas diagramáticos dos padrões de venação em lâminas foliares diafanizadas de espécies de Malpighiaceae. Fig. 32. *Banisteriopsis argyrophylla* (Juss.) Gates.: aréolas com anastomose incompletamente fechada e com forma irregular; Fig. 33. *Banisteriopsis campestris* (Juss.) Little.: aréolas bem desenvolvidas, com forma retangular; Fig. 34. *Banisteriopsis gardneriana* (A. Juss.) W. R. Anderson & Gates.: aréolas ramificadas, com forma irregular; Fig. 35. *Byrsonima basiloba* Juss.: nervuras de terceira ordem reticuladas ao acaso, com aréolas imperfeitas e forma irregular; Fig. 36. *Byrsonima coccolobifolia* (Spreng.) Kunth.: nervuras de terceira ordem reticuladas ao acaso, aréolas com anastomose incompletamente fechadas e forma irregular; Fig. 37. *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK.: nervuras de terceira ordem reticuladas ao acaso, aréolas bem desenvolvidas e forma quadrangular; Fig. 38. *Byrsonima lancifolia* Juss.: nervuras de terceira ordem ramificadas transversais, com aréolas imperfeitas e forma irregular; Fig. 39. *Heteropterys anoptera* Juss.: aréolas imperfeitas com forma irregular; Fig. 40. *Heteropterys byrsonimifolia* Juss.: aréolas bem desenvolvidas com forma quadrangular.

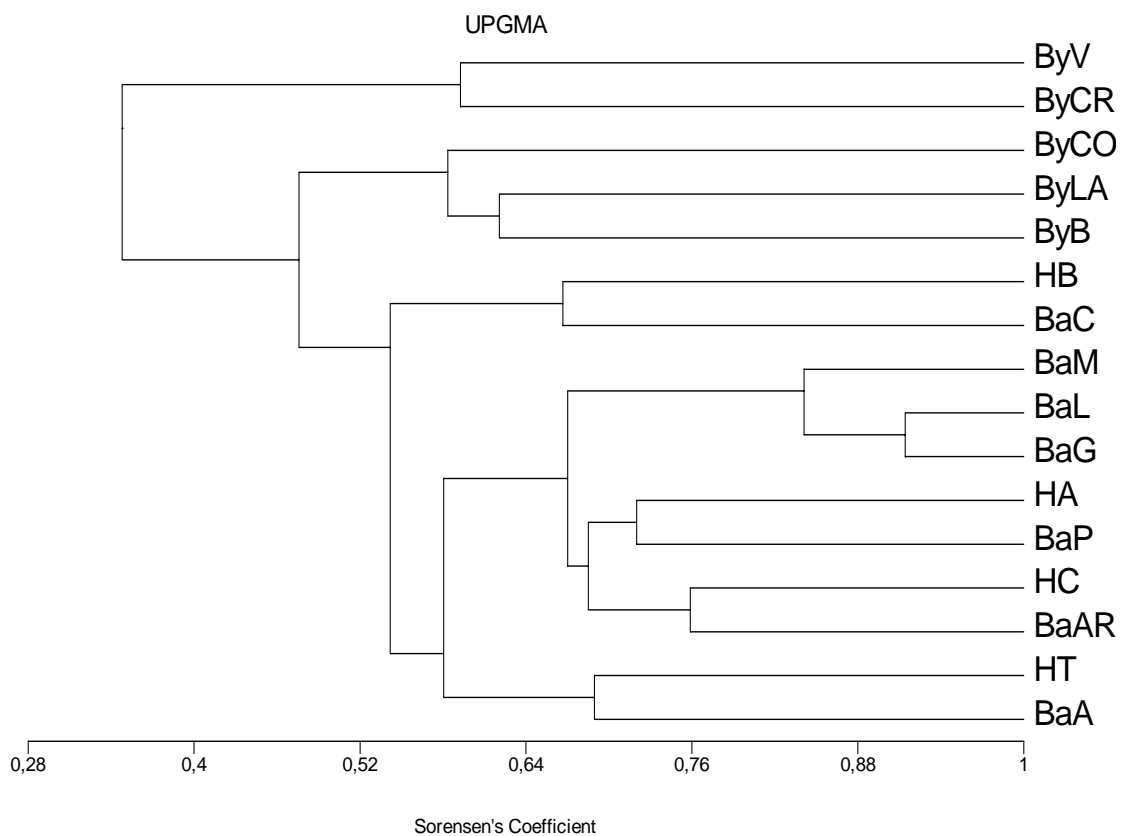


Figura 41 – Análise de agrupamento das espécies de *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys* Abreviaturas – BaA: *Banisteriopsis anisandra*, BaAR: *B. argyrophylla*, BaC: *B. campestris*, BaG: *B. gardneriana*, BaL *B. laevifolia*, BaM: *B. malifolia*, BaP: *B. pubipetala*, ByB: *Byrsonima basiloba*, ByCR: *B. crassifolia*, ByCO: *B. coccolobifolia*, ByLA: *B. lancifolia*, ByV: *B. verbascifolia*, HA: *Heteropterys anoptera*, HB: *H. byrsonimifolia*, HC: *H. campestris*, HT: *H. tomentosa*.

5. DISCUSSÃO

Nas espécies estudadas, foi possível identificar caracteres de valor para a taxonomia da família Malpighiaceae. A anatomia tem sido uma ferramenta útil para a taxonomia e utilizada com sucesso desde o século XIX (Solereder 1908; Metcalfe & Chalk 1979). A importância desta ferramenta é evidente quando se tem interesse na identificação de material fragmentar, ou quando não há disponibilidade de estruturas reprodutivas, ou ainda para indicar tendências evolutivas e relações filogenéticas entre os táxons (Metcalfe & Chalk 1979).

Quanto à conformação do tecido vascular do pecíolo, a forma de arco aberto com extremidades convolutas foi considerada a mais comum dentre as espécies analisadas, pois foi observada em 9 espécies e três gêneros. A forma de arco aberto com extremidades convolutas, formado por um número elevado de feixes foi restrita ao gênero *Byrsonima*. A forma de arco aberto e extremidades não convolutas foi exclusiva e predominante no gênero *Banisteriopsis*. Este caráter é promissor e deve ser considerado em futuras revisões taxonômicas, especialmente quanto à delimitação em nível genérico. Embora não tenham sido encontradas referências quanto à utilização desta característica para a família Malpighiaceae, em outras situações, mostrou-se importante taxonomicamente, como por exemplo, em Melastomataceae, onde tal caráter auxiliou na distinção de 5 gêneros ou ainda como no caso de *Chamaecrista* (Leguminosae/Caesalpinioideae) onde esta característica foi considerada diagnóstica para as espécies (Reis *et al.* 2004; Francino 2006).

A presença e o número de feixes acessórios foram considerados caracteres de valor diagnóstico para as espécies analisadas. A maior parte das espécies apresentou quatro ou dois feixes acessórios. A ausência desta estrutura foi menos comum. Este caráter possui relevância na distinção de espécies, semelhante ao descrito para do gênero *Erythroxyllum* família Erythroxyllaceae (Bieras & Sajo 2004).

Três tipos de tricomas tectores (Tipo V, Y e T) foram observados em doze das dezesseis espécies analisadas. Tricomas destes tipos são característicos das Malpighiaceae e são considerados diagnósticos para a família (Metcalf & Chalk 1979; Gates 1982; Judd *et al.* 1999). *Byrsonima basiloba* foi à única onde foram observados os três tipos de tricomas concomitantemente, sendo de valor diagnóstico. Embora o tipo T tenha sido observado em representantes dos três gêneros analisados, em *Heteropterys* foi o único tipo encontrado. Os tipos de tricomas tectores têm sido utilizados em trabalhos de revisão taxonômica, como no caso de *Banisteriopsis* onde foram observados os tipos Y ou T, ou Y e T em 67 espécies sendo que esta característica foi considerada importante e, por este motivo, utilizada na chave de identificação apresentada para o gênero (Gates 1982). É importante enfatizar que a ausência de tricomas tectores em folhas expandidas deve ser considerada com parcimônia, pois muitas vezes esses tricomas são caducos, como registrado para *Byrsonima coccolobifolia* (Beiguelman 1962a).

Estômatos do tipo paracítico foram observados em todas as espécies, enquanto que, epiderme biestratificada foi encontrada apenas em sete das dezesseis espécies estudadas (*Banisteriopsis anisandra*, *B. gardeneriana*, *B. laevifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *B. lancifolia*, *B. verbascifolia* e *Heteropterys tomentosa*). Estes resultados confirmam os registros de literatura, ampliando o número de espécies e gêneros estudados na flora brasileira (Beiguelman 1962a; Metcalf & Chalk 1979; Attala 1997).

Os tipos de mesofilo encontrados nas diferentes espécies estudadas estão de acordo com os dados da literatura para os representantes da família Malpighiaceae (Beiguelman 1962b; Attala 1997; Pereira 2002). Entretanto, cabe ressaltar que, embora tenha sido registrado mesofilo dorsiventral para *Byrsonima coccolobifolia* (Beiguelman 1962b) acredita-se que seja um problema de interpretação. Como nesta espécie as câmaras subestomáticas são amplas e os estômatos numerosos, o parênquima paliádico voltado para a face abaxial é constantemente interrompido o que poderia dificultar o reconhecimento do mesofilo isobilateral.

A presença de floema na região medular na nervura mediana foi restrita ao gênero *Byrsonima*, o que se constitui em um importante caráter diagnóstico a nível genérico.

Um par de glândulas foi observado em cinco das sete espécies do gênero *Banisteriopsis* em diferentes locais, nos demais gêneros analisados estavam ausentes. Metcalfe & Chalk (1979), Anderson (1990) e Judd *et al.* (1999) afirmam a existência de glândulas nos órgãos vegetativos das espécies de Malpighiaceae, sendo comum à ocorrência nos pecíolos, na face abaxial da folha, em brácteas e bractéolas. Estas estruturas são morfológica e anatomicamente semelhantes nas espécies analisadas. Estrutura anatomicamente semelhante foi relatada para outras espécies de Malpighiaceae (Attala 2004) e caracterizadas como nectários extraflorais (Anderson 1990; Attala 2004). No presente trabalho a confirmação da presença de açúcares na secreção das glândulas em *Banisteriopsis* não foi realizada, por ter sido analisado material de herbário.

O padrão de venação da maioria das espécies foi o broquidódromo. Apenas *Banisteriopsis anisadra*, *B. laevifolia* e *Byrsonima verbascifolia* apresentaram o padrão do tipo eucamptódromo. Segundo Judd *et al.* (1999) uma das características da maioria das espécies da família Malpighiaceae é a presença de venação do tipo broquidódroma, o que confirma as observações realizadas, além de indicar o padrão eucamptódromo como uma característica distintiva para representantes de Malpighiaceae.

A análise de similaridade mostrou que para as espécies de Malpighiaceae encontradas na FLONA de Paraopeba (MG) o gênero *Byrsonima* se encontra bem delimitado, pois espécies analisadas formaram um agrupamento consistente. Quanto a *Banisteriopsis* e *Heteropterys*, verifica-se similaridade em nível genérico, pois eles encontram-se ligados em um único grupo, mas em nível de espécie, não se verificou a formação de agrupamentos. Estes resultados reforçam a necessidade de uma reavaliação taxonômica destes táxons, que têm sido considerados taxonomicamente difíceis de serem distinguidos. A identificação destes gêneros é feita com base na morfologia do fruto. Quando o fruto possui uma ala dorsal com espessamento na margem abaxial trata-se de *Heteropterys*, já quando este espessamento ocorrer na margem superior corresponde a *Banisteriopsis* (Gates 1982; Amorim 2002). Entretanto, os resultados da anatomia foliar demonstram, que em nível específico os

clados encontram-se bem delimitados nas espécies analisadas, tanto que foi possível construir uma chave de identificação para as espécies daquela área.

Anatomicamente, as 16 espécies incluídas em três gêneros de Malpighiaceae analisadas apresentaram diferenças que são de valor para a taxonomia, pois permitiram distinguir os táxons e elaborar uma chave de identificação com base nos caracteres foliares de fácil visualização e reconhecimento, como: presença e posição de glândulas na folha, tipo de tricomas, tipo de mesofilo, presença de floema na região medular na nervura mediana, presença e quantidade de feixes acessórios no pecíolo e conformação do sistema vascular no pecíolo, constituindo-se em uma ferramenta útil para os levantamentos florísticos. Foi possível indicar caracteres promissores para futuros estudos taxonômicos e filogenéticos da família Malpighiaceae, em especial para os representantes de *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys*. Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho são de relevância, uma vez que os trabalhos com anatomia de Malpighiaceae são relativamente escassos, se for considerado o elevado número de espécies tropicais, notadamente aqueles relacionados aos gêneros *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Heteropterys*.

REFERÊNCIAS

- Amorim, A. M. 2002. Five new species of *Heteropterys* (Malpighiaceae) from Central and South America. **Brittonia** **54**: 217-232.
- Amorim, A. M. 2003. The anomalous stemmed species of *Heteropterys* subsec. *Aptychia* (Malpighiaceae). **Brittonia** **55**: 127-145.
- Anderson, C. 2001. The identity of two water-dispersed species of *Heteropterys* (Malpighiaceae): *H. leona* and *H. platyptera*. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** **23**: 35-47.
- Anderson, W. R. 1977. Byrsonimoideae, a new subfamily of the Malpighiaceae. **Leandra** **7**: 5-18.
- Anderson, W. R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** **11**: 219-223.
- Anderson, W. R. 1983. *Lophanthera*, a genus of Malpighiaceae new to Central America. **Brittonia** **35**: 37-41
- Anderson, W. R. 1990. The origin of the Malpighiaceae – The evidence from morphology. **Memoirs of the New York Botanical Garden** **64**: 210-224.
- Anderson, W. R. 1993. Chromosome numbers of neotropical Malpighiaceae. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** **19**: 341-354.
- Anderson, W. R. & Gates, B. 1975. Notes on *Banisteriopsis* from South Central Brazil. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** **11**: 51-55.
- APG [Angiosperm Phylogeny Group]. 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **85**: 531-553.

Attala, N. C. 1997. **Fitografia e morfoanatomia de *Banisteriopsis anisandra* e *B. gardneriana* (Malpighiaceae): Estudo comparativo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Brasília, DF

Attala, N. C. 2004. **Morfoanatomia da lâmina foliar, estrutura e histoquímica das glândulas foliares e calicinais em espécies de Malpighiaceae de cerrado**. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, SP.

Barroso, G. M. 1991. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. II, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Imprensa Universitária.

Beiguelman, B. 1962a. Considerações sobre a morfologia dos estomas de *Annona coriaceae* Mart., *Byrsonima coccolobifolia* Kunth., *Erythroxylum suberosum* St. Hil. e *Ouratea spectabilis* (Mart.) Engl. **Revista Brasileira de Biologia 22**: 115-124.

Beiguelman, B. 1962b. Contribuição para o estudo anatômico das plantas do cerrado: II. Anatomia da folha e do caule de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth. **Revista de Biologia 3**: 111-123.

Bieras, A. C. & Sajo, M. G. 2004. Anatomia foliar de *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) do Cerrado do estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica 18**: 601-612

Borges, H. B. N. & Shepherd, G. J. 2005. Flora e estrutura do estrado lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 28**: 61-74.

Camargo, A. P. 1963. O Clima do Cerrado. In: **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo Editora da Universidade de São Paulo.

Cameron, K. M., Chase, M. W. & Anderson, W. R. 2001. Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* e *matK* sequences. **American Journal of Botany 88**: 1847-1862.

Cavalcante, P. B. 1991. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5ª ed. Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi.

CEPRO. Fundação CEPRO de Pesquisas Econômicas e Sociais, 1992. **Cerrados piauienses**. (Estudo Preliminar). Teresina, PI.

Davis, C. C., Anderson, W. R. & Donoghue, M. J. 2001. Phylogeny of Malpighiaceae: evidence from chloroplast *ndhF* e *trnl-F* nucleotide sequences. **American Journal of Botany 88**: 1830-1846.

Dickison, W. C. 2000. **Integrative plant anatomy**. New York, Academic Press.

Farias, R., Alves, E. R., Martins, R. C., Barboza, M. A., Zanenga-Godoy, R., Silva, J. B. & Silva, R. R. 2002. **Caminhando pelo Cerrado: plantas herbáceo-arbustivas caracteres vegetativos e organolépticos**. Brasília, Editora da Universidade de Brasília.

Fonseca, L. C., Proença, C. E. B. & Gonçalves, E. G. 2007. Descrição do padrão de venação foliar em *Spathicarpa* Hook. (Araceae). **Acta Botanica Brasilica** **21**: 213-221.

Francino, D. M. T. 2006. **Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista* Moench. (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

Gates, B. 1982. *Banisteriopsis*, *Diplopterys* (Malpighiaceae). **Flora Neotropica** **30**: 1-237.

Gomes, S. M. A., Silva, E. A. M., Lombardi, J. A., Azevedo, A. A. & Vale, F. H. A. 2005. Anatomia foliar como subsídio à taxonomia da subfamília Hippocrateoideae (Celastraceae). **Acta Botanica Brasilica** **19**: 945-961.

Hickey, L. J. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Pp. 25-39 In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. 1979. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2^a ed. Oxford, Oxford Clarendon Press.

Howard, R. A. 1979. The petiole. Pp. 88-96 In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2^a ed. Oxford, Oxford Clarendon Press.

Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A. & Stevens, P. F. 1999. **Plant Systematics: a phylogenetic approach**. Sunderland, Sinauer Associates.

Kraus, J. E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro, Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Klink, C. A. & Machado, R. B. 2005. Conservation of the brazilian cerrado. **Conservation Biology** **19**: 707-713.

Machado, R. B., Ramos Neto, M. B., Pereira, P. G. P., Caldas, E. F., Gonçalves, D. A., Santos, N. S., Tabor, K. & Steininger, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional.

Makino-Watanabe, H., Melhem, T. & Barth, O. M. 1993. Morfologia dos grãos de pólen de espécies de *Banisteriopsis* C. B. Robinson ex Small (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **16**: 47-67.

Mamede, M. C. H. 1981. **O gênero *Byrsonima* Rich. Ex A. L. Juss. (Malpighiaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Mamede, M. C. H. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Malpighiaceae. **Boletim de Botânica** **9**: 157-198.
- Mamede, M. C. H. 1993. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Camarea* (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica** **7**: 3-19.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. II. Oxford, Oxford Clarendon Press.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L. 1979. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2^a ed. Oxford, Oxford Clarendon Press.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley e Sons.
- Neri, A. V., Campos, E. P., Duarte, T. G., Meira Neto, J. A. A., Silva, A. F. & Valente, G. E. 2005. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19**: 369-376.
- Pereira, E. 1953. Contribuição ao conhecimento da família Malpighiaceae. Separata dos Arquivos do Serviço Florestal. **Ministério da Agricultura** **7**: 12-66.
- Pereira, K. B. D. 2002. **Micropropagação e estudo morfo-anatômico do endocarpo, semente e plântula de *Byrsonima basiloba* Juss.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- Ratter, J. A., Ribeiro, J. F. & Bridgewater, S. 1997. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** **80**: 223-230.
- Reis, C., Proença, S. L. & Sajo, M. G. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18**: 987-999.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 89-166. In: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. (eds.). **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina, Embrapa-Cerrados.
- Rio, M. C. S., Kinoshita, L. S. & Castro, M. M. 2005. Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia de espécies de *Forsteronia* G. Mey. (Apocynaceae) dos cerrados paulistas. **Revista Brasileira de Botânica** **28**: 713-726.
- Saporetti Jr, A. W., Meira-Neto, J. A. A. & Almado, R. P. 2003. Fitossociologia de cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté-MG. **Revista Árvore** **27**: 413-419.
- Smith, F. H. & Smith, E. C. 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. **American Journal of Botany** **29**: 464-471.

Soares, M. K. M., Servin, L. F. V. & Appezzato-da-Glória, B. 1997. Anatomia foliar de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **40**: 738-746.

Solereeder, H. 1908. **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Oxford, Clarendon Press.

Theobald, W. L., Krahulik, J. L. & Rollins, R. C. 1979. Trichome description and classification. Pp. 40-53. In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. 1979. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2^a ed. Oxford, Oxford Clarendon Press.

Thibau, C. E., Heiseke, D. H., Moura, P. V., Lamas, J. M. & Cesar, R. L. 1975. Inventário preliminar expedito da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba em Minas Gerais **Brasil Florestal** **6**: 34-71.

Vega, S. A., Castro, M. A. & Anderson, W. R. 2002. Occurrence and phylogenetic significance of latex in the Malpighiaceae. **American Journal of Botany** **89**: 1725-1729.

Wilkinson, H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf). Pp. 97-165 In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. I. Systematic anatomy of the leaf and stem. 2^a ed. Oxford, Oxford Clarendon Press.