

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

NAYARA CARREIRA MACHADO

A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae
(Myrtaceae)?

Maringá

2014

NAYARA CARREIRA MACHADO

A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae
(Myrtaceae)?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientadora: Profa. Dra. Káthia Socorro Mathias Mourão

Maringá

2014

DEDICATÓRIA

À minha mãe, pelo amor, apoio e incentivo incondicional. Ao meu irmão, por divertir meus dias. Ao meu namorado, que aguenta de maneira excepcional todos os percalços. Aos meus avós, Mariazinha e Paulo, *in memoriam*, por todo amor que me fez ir sempre mais longe.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Rosangela, por ser meu exemplo, meu espelho, meu apoio e por todo amor e compreensão que me foi dedicado durante toda a vida.

Ao meu irmão, Paulo, pelo simples fato de existir e tornar minha vida mais leve com as conversas mais variadas.

Ao meu namorado e companheiro, Kaká, que nos momentos mais estressantes conseguiu me fazer esquecer dos problemas de um jeito sempre alegre, e também agradeço a forma firme e confiante de me incentivar a sempre ir adiante. Obrigada por acreditar em mim!

À professora e orientadora, Kátia, todo apoio moral, intelectual e pelas conversas corriqueiras durante todo mestrado.

À professora Marta Regina Barroto do Carmo pelo conhecimento, ajuda e acompanhamento nas coletas e colaboração na execução deste trabalho.

À professora Mariza Barion Romagnolo pela ajuda, conhecimento e identificação do material de pesquisa. Ao professor Marcos Eduardo Guerra Sobral (UFSJ) pela confirmação das espécies deste trabalho.

Ao professor Luiz Antônio de Souza pelo incentivo, apoio e brincadeiras.

Ao técnico Nelson pela prontidão em auxiliar sempre.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (PR), pela autorização para coleta nos Parques Estaduais de Guartelá e de Vila Velha, PR, BR.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

Às minhas amigas e parceiras de mestrado, Adrielle e Luana. Sem vocês esse mestrado não seria o mesmo. Agradeço a amizade sincera, a troca de conhecimento, a ajuda, as bagunças e principalmente todo o incentivo, quando as forças estavam acabando e tudo mais parecia desabar.

Aos meus amigos de bagunça Bárbara, Daniel, Danielle, Fernando, Juliana, Louize e Sayuri, que caminharam e choraram comigo, me divertiram e se preocuparam. Vocês tornaram a jornada mais leve e agradável, minha vida não seria a mesma sem cada um de vocês.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório, Michelli, Flávia, Rosimar, Fabiana, Willian, Andressa e Tamara pelos momentos de descontração e angústia compartilhados e por estarem sempre dispostos a ajudar de todas as formas.

Muito obrigada a todos! Sem vocês a jornada não seria a mesma até aqui!

SUMÁRIO

Capítulo 1	6
1 Introdução	7
2 Problemas Taxonômicos	8
3 Órgãos Vegetativos	14
4 Órgãos Reprodutivos.....	14
5 Espécies Estudadas.....	22
5.1 <i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Nied.....	23
5.2 <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess) O. Berg.....	25
5.3 <i>Myrgeuceenia alpigena</i> (DC.) Landrum	26
5.4 <i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC	27
5.5 <i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	28
6 Ambientes de Estudo.....	29
7 Objetivos	31
Referências	32
Capítulo 2	39
A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae (Myrtaceae)?	40
Resumo.....	41
Abstract	41
Introdução	42
Material e métodos	43
Resultados	45
Discussão	47
Agradecimentos.....	52
Referências.....	52
Figuras.....	56
Anexos	61

CAPÍTULO 1

Revisão de Literatura

1. Introdução

Myrtales tem representantes conhecidos na medicina popular, uso ornamental, na fruticultura, temperos e como fonte de madeira. A ordem pode ser reconhecida principalmente por duas características que juntas, não são comumente encontradas em outras ordens: feixes bicolaterais no caule e pontoações areoladas nos elementos de vasos (CONTI et al., 1996). Ela também pode se caracterizar pela presença de hipanto, ovário semi-ínfero e ínfero, folhas simples e geralmente opostas (STEVENS, 2001; JUDD et al. 2009).

O número de famílias e espécies em de Myrtales é controverso. De acordo com Wilson et al. (2001) o número de espécies limita-se em aproximadamente 3.800. Para Judd e colaboradores (2009) a ordem divide-se em 14 famílias, com 9.000 representantes. Na última circunscrição, a ordem apresenta 11.077 espécies distribuídas em nove famílias: Alzateaceae, Combretaceae, Crypteroniaceae, Lythraceae, Melastomataceae (incluindo Memecylaceae), Myrtaceae (incluindo Heteropyxidaceae e Psiloxylaceae), Onagraceae e Penaeaceae (incluindo Oliniaceae e Rhynchocalycaceae) (STEVENS, 2001; APG III, 2009). Deve-se destacar que as famílias de maior riqueza específica são Myrtaceae e Melastomataceae que na última circunscrição (STEVENS, 2001) somam 83% das espécies da ordem.

Myrtaceae tem caracteres marcantes para reconhecimento dentro do clado. É considerada a oitava maior família dentro de Angiospermas (SNOW et al., 2011) e apresenta caule com casca esfoliante, folhas com glândulas secretoras contendo óleos, ovário semi-ínfero ou ínfero e estames numerosos (WILSON et al., 2001). Para os óleos contidos nas glândulas secretoras, a presença mais comum é de terpenos (STEVENS, 2001; MARIN et al., 2008; JUDD et al., 2009). Outras características morfológicas que também podem ser usadas para a identificação da família são: flores bissexuais, hipanto desenvolvido, cálice e corola formado por 4 ou 5 sépalas e pétalas e 2 ou mais óvulos por lóculo (JUDD et al., 2009).

Atualmente, Myrtaceae encontra-se constituída por 5762 espécies arbóreas e arbustivas incluídas em aproximadamente 142 gêneros e 17 tribos distribuídas em regiões tropicais e temperadas dos dois hemisférios (WILSON, 2011; GOAVERTS et al. (2014). Os gêneros com maior número de espécies são: *Eugenia* (3539), *Myrcia* (985), *Psidium* (471) e *Campomanesia* (188) (GOAVERTS et al., 2014). No Brasil, Myrtaceae é considerada uma das maiores famílias da flora, com cerca de 23 gêneros e 1000 espécies e é comum na maioria das formações vegetais aqui encontradas. A família é uma das mais complexas do ponto de

vista taxonômico por serem usados caracteres crípticos na delimitação infrafamiliar, como por exemplo, o tipo de embrião (SOUZA; LORENZI, 2012).

Economicamente a família tem considerável importância, apresentando representantes que são usados na medicina popular (*Eucalyptus* – óleos aromáticos e antisépticos), como fonte de madeira (*Eucalyptus*), como condimentos (*Syzygium aromático* – cravo da Índia, *Pimenta dioica* – pimenta da Jamaica), frutos comestíveis (*Psidium guajava* – goiaba, *Syzygium jambos* – jambo rosa, *Syzygium malaccense* – jambo, *Myrciaria cauliflora* – jabuticaba, *Eugenia uniflora* – pitanga, *Acca sellowiana* – feijoa) entre outros (JUDD et al., 2009).

2. Problemas taxonômicos

A ordem, e especificamente, a família, foram estudadas massivamente ao longo do tempo. Os estudos se propuseram a delinear as relações interfamiliares em Myrtales e infrafamiliares de Myrtaceae (MC VAUGH, 1968; BRIGGS; JOHNSON, 1979; SCHMID, 1980; JOHNSON; BRIGGS, 1984; CONTI et al., 1996, 1997; GADEK et al., 1996; WILSON et al., 2001, 2005; LUCAS et al., 2005, 2007; COSTA, 2009; BIFFIN et al., 2010; MURILLO-A et al., 2013). Grande parte destes estudos apresenta extensas revisões que contam a história da taxonomia e da filogenia dos grupos e, especialmente de Myrtaceae. Estudos morfoanatômicos de estruturas reprodutivas como os desenvolvidos por Lopes (2008), Pimentel (2010, 2013) e Moreira-Coneglian (2007, 2011), também apresentam revisões que destacam os problemas taxonômicos da família.

A maioria das revisões, constantes nos estudos mencionados, considera como marco inicial da classificação em Myrtaceae a proposta de De Candolle (1828), que dividiu a família em cinco tribos, Leptospermeae, Myrteae, Chamaelaucieae, Barringtonieae, e Lecythideae. Entretanto, posteriormente a família recebeu sua divisão mais clássica, baseada na morfologia de frutos e folhas, feita por Niedenzu (1893). Apenas com esses caracteres, ela foi dividida em duas subfamílias, Myrtoideae, com folhas opostas e fruto carnosos, e Leptospermoideae, com frutos secos e folhas alternas. Os espécimes dentro de Myrtoideae tem distribuição pantropical, tendo a América do Sul como um dos principais centros de radiação. Já Leptospermoideae tem ocorrência abrangente na Oceania (SOBRAL, 2003). Essa divisão, até os dias atuais, ainda é a mais aceita por muitos autores (LUCAS et al., 2005).

Contudo, a classificação baseada apenas em caracteres como folhas e frutos mostrou-se artificial. A divisão em apenas duas subfamílias, levando-se em conta tais caracteres, foi

contestada- por Johnson e Briggs (1984). Eles afirmaram que Leptospermoideae é parafilética e Myrtoideae, monofilética. O mesmo foi reforçado por Wilson et al., (2001) que usando análises moleculares (gene *matK*) indicou que os gêneros estudados de Myrtoideae não formam um táxon de classificação subfamiliar. Assim, ele sugeriu que o grupo fosse colocado como tribo Myrteae, e não como subfamília Myrtoideae.

Um dos principais problemas no estudo de Myrtaceae é a delimitação genérica, devido ao uso de caracteres diagnósticos críticos e aos limites pouco compreendidos entre os gêneros. Historicamente, caracteres como a fusão do cálice e o tipo de embrião foram considerados de grande importância na distinção taxonômica (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

Para Sobral (2003), foram três os momentos centrais em relação aos conceitos usados na taxonomia das Myrtaceae. O primeiro deles foi o trabalho de De Candolle, de 1828, em que o autor criou o gênero *Myrcia* e descreveu diversas espécies, inserindo-as nos gêneros já conhecidos. Em segundo, estão os trabalhos publicados entre 1855 e 1859 por Berg, que buscou novos caracteres que pudessem auxiliar na distinção entre os gêneros e propôs mais de 30 novos gêneros. E por fim, o artigo de McVaugh (1968) sobre os gêneros americanos da família todos incluídos em Myrteae, em que foi realizada extensa revisão dos caracteres usados na distinção genérica, reduzindo para 20 o número de gêneros neste continente.

De Candolle (1828) separou os espécimes inseridos em Myrteae em 3 grandes grupos baseando-se na morfologia do embrião. Myrciinae, possui cotilédones delgados, foliáceos, cercados pela radícula alongada e curvada. Eugeniinae, com embrião carnoso geralmente homogêneo com a linha de separação dos cotilédones plano convexos conectados a uma radícula curta. Por fim, Pimentinae, que apresenta embrião espiral, circular, uncinado ou em forma de ferradura, consistente, com radícula longa e dois pequenos cotilédones no final. Posteriormente Berg (1855-1856, 1857-1859) os caracterizou como subtribos.

Berg (1855-1856, 1857-1859) em sua classificação usou número de lóculos e de óvulos por lóculo, combinado com caracteres como cálice e desenvolvimento do hipanto, para estabelecer a estrutura principal para classificação de Myrteae. Perante o novo enquadramento dentro da tribo, ficou estabelecido que todos os gêneros dentro de Myrciinae continham dois óvulos por lóculo, de Eugeniinae diversos óvulos, porém no fruto maduro o comumente encontrado é uma ou duas sementes e de Pimentinae também com muitos óvulos, diferenciando-se no número de sementes no fruto maduro. Mc Vaugh (1968) destacou em seu trabalho que número de óvulos, cálice, hipanto e estames, por exemplo, não poderiam ser usados para apontar linhas evolutivas em Myrteae.

Obedecendo as regras de nomenclatura botânica, posteriormente o grupo Pimentinae foi circunscrito para Myrtilinae, mantendo-se intacto os outros dois grupos (COSTA, 2008).

McVaugh (1968) afirmou que a inflorescência, juntamente com caracteres vegetativos, de flores e de frutos, fornece melhor delimitação para gêneros que antes eram mal compreendidos em Myrteae. Além de reduzir o número de gêneros, ele os separou em seis grupos informais de acordo com as afinidades evolutivas, levando em consideração as características citadas acima, baseando-se principalmente nas reprodutivas (Figura 1).

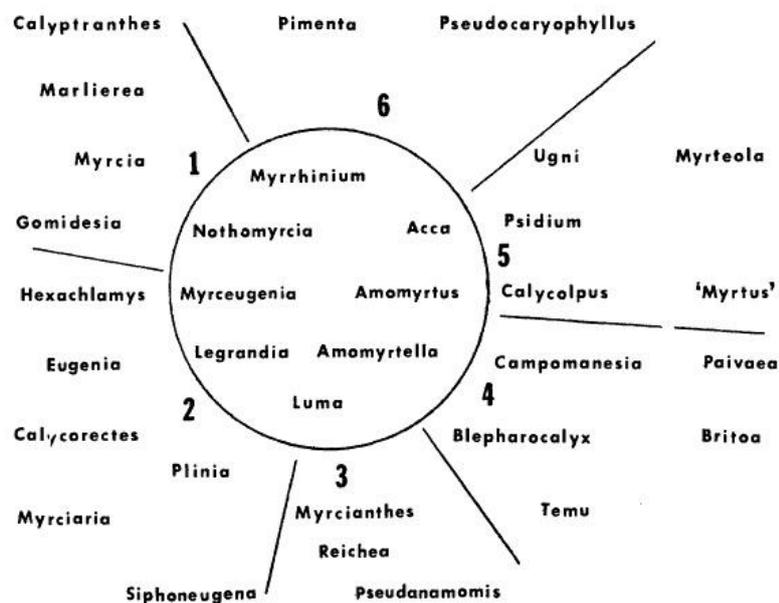


Fig. 1: Os seis grupos informais de Myrteae propostos por McVaugh (1968).

Após o trabalho de McVaugh (1968), pode-se acrescentar aos três momentos destacados por Sobral (2003) mais dois que também podem ser considerados centrais ao histórico da classificação problemática de Myrtaceae e Myrteae. Estes momentos são os estudos da filogenia baseados em dados morfológicos e a utilização de diversos marcadores moleculares combinados aos caracteres morfológicos.

O marco inicial das análises filogenéticas foi o trabalho de Johnson e Briggs (1984). Eles usaram o programa CLAX para interpretação dos dados morfológicos usados para separação entre as famílias dentro de Myrtales, ressaltando as relações entre elas. Destaca-se neste estudo a análise filogenética de Myrtaceae com base na anatomia de madeira, filotaxia, inflorescência, tricomas, vascularização intramarginal e androceu.

Outros trabalhos também se consolidaram na busca por soluções dentro da família. O trabalho de Gadek et al. (1996) deu início aos estudos filogenéticos em Myrtaceae usando

dados moleculares, seguido de Wilson et al. (2001, 2005) que procuraram esclarecer as relações infrafamiliares usando a sequência *matK*. e Lucas et al. (2005, 2007), que analisaram Myrteae por meio de sequências plastidiais *psbA-trnH*, levantando hipóteses para a evolução entre os gêneros da tribo.

Levando em conta características não moleculares descritas por Johnson e Briggs (1984), Wilson et al. (2001) dividiram Myrtaceae s.s. nos grupos Myrtoide, Acmena, Tristania, Eucalypto e um grupo externo. Após a análise de dados moleculares obtidos por estes últimos autores, foram propostos 11 grupos: Acmena, Tristania, Backhousia, Metrosideros, Leptospermum, Tristaniopsis, Myrtoid, Eucalypt, Melaleuca, Lophostemon e Psiloxylon.

Posteriormente, Wilson et al. (2005) reorganizaram Myrtaceae em 15 grupos de Myrtoideae: Syzygieae, Tristanieae, Chamelaucieae, Myrteae, Eucalypteae, Backhousieae, Tristanieae, Melaleuceae, Kanieae, Metrosidereae, Syncarpia, Lophostemoneae, Lindsayomyrteae, Osbornieae e Xanthostemoneae; e dois grupos de Psiloxiloideae: Psiloxyleae e Heteropyxideae. Neste estudo, as espécies com frutos carnosos foram reagrupadas em dois clados ou tribos de Myrtoideae, Myrteae e Syzygieae.

Com base nos estudos feitos até 2005, Pimentel (2010) organizou um quadro sinóptico com a evolução da classificação de Myrtaceae, pontuando as relações infrafamiliares e os caracteres usados para delimitar os agrupamentos (Figura 2).

Em estudo preliminar, Lucas et al. (2005) corroboraram o encontrado por pesquisadores anteriores e afirmaram que em Myrteae, nas três subtribos *sensu* Berg (1855-1856, 1857-1859), Eugeniinae e Myrtinae parecem polifiléticas, mas a monofilia de Myrciinae foi confirmada. Em seguida, Lucas et al. (2007) estudaram mais a fundo a tribo e levaram em consideração marcadores genéticos, juntamente com caracteres morfológico, como o formato do embrião, número de óvulos, placentação e elemento de vaso. A partir da montagem de árvores parcimoniosas seguindo ambos critérios – morfológicos e moleculares, Eugeniinae e Myrtinae foram confirmados como grupos polifiléticos e Myrciinae sem *Myrceogenia*, como monofilético; os autores sugerem que se abandone a classificação infratribal *sensu* Berg e definem sete grupos subtribais, os quais estão descritos na tabela 1.

Apesar das análises em níveis moleculares se mostrarem satisfatórias para a ratificação de Myrteae, a relação entre os clados não está bem suportada. Isso provavelmente é indicativo de que houve uma diversificação evolutiva rápida dentro da tribo (WILSON et al., 2001; LUCAS et al., 2007) em resposta às mudanças ambientais fortemente seletivas.

Alternativamente, essa divergência pode ter sido ocasionada pelo isolamento geográfico de alguns clados da família, os quais sofreram mudança gradual, com alta similaridade genética (WILSON et al., 2001) ou sofreram redução na taxa de divergência entre as espécies (LUCAS et al., 2007).

Autor	Família	Subfamílias	Subdivisão Tribos (t)/Alianças (a)	Caracteres
Candolle (1828)	Myrtaceae		Myrteae (t) Leptospermeae (t) Chamelaucieae (t)	Tipo de fruto
Niedenzu (1898) *	Myrtaceae		Myrteae (t) Leptospermeae (t)	Tipo de fruto
Kausel (1956)	Myrtaceae Leptospermaceae			Tipo de geminação
Johnson & Briggs (1979)	Myrtaceae	Myrtoidea	<i>Myrcia</i> (a) <i>Myrtus</i> (a) <i>Cryptorhiza</i> (a) <i>Osbornia</i> (a)	Anatomia e morfologia do eixo vegetativo e reprodutivo
		Leptospermoideae	<i>Meterosideros</i> (a) <i>Heteropyxis</i> (a) <i>Backhousia</i> (a) <i>Eucalyptopsis</i> (a) <i>Eucalyptus</i> (a) <i>Leptospermum</i> (a) <i>Chamelaucium</i> (a)	
Schmid (1980)	Myrtaceae	Myrtoidea Leptospermoideae Chamaelaucoideae Psiloxiloideae		Principalmente anatomia e morfologia floral
Wilson et al. (2001, 2005)	Myrtaceae	Myrtoideae	Myrteae (t) Xanthostemoneae (t) Lophostemoneae (t) Osbornieae (t) Melaleuceae (t) Kanieae (t) Backhousieae (t) Metrosidereae (t) Tristanieae (t) Syzygieae (t) Eucalypteae (t) Syncarpieae (t) Lindsayomyrteae (t) Leptospermeae (t) Chamelaucieae (t)	Wilson et al.(2001) Moleculares e morfológicos de Johnson & Briggs (1979)
		Psiloxiloideae	Psiloxyleae (t) Heteropyxideae(t)	Wilson et al.(2005) Moleculares de plastídeo

Figura 2: Quadro sinóptico das mudanças na sistemática de Myrtaceae. *divisão tradicionalmente usada por mais de dois séculos (PIMENTEL, 2013).

Com o uso de mais marcadores (ITS, ETS, *psbA-trnH*, *ndhF* e *matK*), Costa (2009) confirma o monofiletismo de Myrteae e sustenta os seis grupos informais *sensu* Lucas et al. (2007) em que se incluem os táxons sul-americanos, por serem clados que apresentaram os melhores suportes nas análises de “bootstrap” e inferência bayesiana.

Grupo informal	Combinação de características
Grupo <i>Plinia</i>	Cotilédones plano-convexos carnosos, não fusionados, testa não lignificada; média de nove óvulos por ovário; óvulos inseridos num único ponto no septo, geralmente abaixo do ponto médio; placas escalariformes ausentes.
Grupo <i>Myrcia</i>	Cotilédones foliáceos; testa não esclerificada; média de cinco óvulos por lóculo; óvulos ligados a um único ponto, geralmente abaixo do ponto médio; placas escalariformes ausentes.
Grupo <i>Myrceugenia</i>	Cotilédones foliáceos ou muito reduzidos, testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por lóculo; óvulos inseridos ao longo do septo; placas escalariformes presentes.
Grupo <i>Myrteola</i>	Embrião em formato de C; testa esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário; placentação subapical e protudente; placas escalariformes presentes.
Grupo <i>Pimenta</i>	Embrião em formato de C ou espiralado; testa esclerificada ou não; média de 20 a 120 óvulos por ovário (exceto <i>Pimenta</i>); placentação protudente ou ao longo do septo; placas escalariformes ausentes.
Grupo <i>Eugenia</i>	Cotilédones plano-convexos ou totalmente fundidos; testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário; óvulos inseridos em um único ponto do septo; placas escalariformes ausentes; inflorescência racemosa (podendo aparecer fasciculada).
Grupo <i>Australasiano</i>	Embrião em forma de C; testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário (exceto <i>Rhodomyrtus</i>); placas escalariformes ausentes; inflorescência racemosa (exceto <i>Gossia</i> e <i>Decaspermum</i>).

Tabela 1: Grupos subtribais informais de Myrteae, com base em dados gerados pelas análises moleculares combinados com características morfológicas úteis para a sua circunscrição (LUCAS et al., 2007).

A filogenia mais recente de Myrteae é a de Murillo-A et al. (2013), que estabeleceram as relações entre *Blepaharocalyx*, *Luma* e *Myrceugenia* e para toda a tribo a partir do uso de

sequências secundárias das regiões ITS (ITS1-5.8S – ITS2) e ETS de 93 táxons pertencentes a 29 gêneros. Novamente, não foi confirmada a monofilia da tribo *sensu* Berg e o posicionamento de certos grupos *sensu* Lucas et al. (2007) foram diferentes. A tribo foi dividida em três clados: clado I (encontra-se *Myrtus communis* como táxon irmão do restante da tribo); clado II (constituído por duas espécies de *Luma*, que são táxons americanos irmãos dos gêneros de Myrteae); clado IIIa (*Gossia* aparece em um clado fortemente suportado e composto pelos gêneros do grupo “*Eugenia*”); clado IIIb (inclui os grupos “*Plinia*”, “*Pimenta*”, “*Myrteola*” sem *Myrteola nummularia* e um subclado constituído por *Myrceugenia fernandeziana* e espécies de *Blepharocalyx*, este último bifilético); o clado IIIc (é formado pelas espécies do grupo “*Myrcia*” e *Algrizea macrochlamys* encontra-se como táxon irmão deste grupo); e o clado IIIId, fracamente suportado (inclui *Myrceugenia*, *M. nummularia*, *Ugni selkirkii* e três gêneros australianos).

3. Órgãos vegetativos

É mais comum encontrarmos na literatura estudos relacionados a caracteres vegetativos, principalmente com folhas ou estruturas relacionadas a elas. Trabalhos sobre a anatomia da madeira, raiz e plântulas são menos comuns (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011).

Quanto a anatomia foliar, destaca-se o trabalho de Gomes et al. (2009), que analisaram espécies de *Myrcia* e uma de *Campomanesia*, comparando com outras 68 espécies de Myrtaceae já descritas. Em seguida os autores montaram um cladograma que os permitiu fazerem algumas inferências sobre a evolução e importância econômica.

A vascularização da folha vem sendo melhor compreendida e tem servido como característica para a distinção específica, como demonstrado por Oliveira e colaboradores (2011) em aprofundado estudo com o gênero *Campomanesia* e por Cardoso e Sajo (2003), com espécies de *Eugenia*.

Ainda com relação aos órgãos vegetativos, destacam-se os trabalhos que procuram aplicar suas características à taxonomia ou filogenia (TANTAWY, 2003; GOMES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; SOH; PARNELL, 2011)

4. Órgãos Reprodutivos

Ao longo do tempo, a morfologia foi um dos principais, se não o principal, fator usado para a delimitação de grupos botânicos. Estudos anatômicos também eram e são importantes ferramentas para sistemática vegetal, ampliando o conhecimento e corroborando outras

análises acerca das espécies. Contudo, os estudos anatômicos e, especialmente os ontogênicos das estruturas, não acompanham as constantes mudanças de classificação oriunda de estudos moleculares, aspecto que com certeza compromete a discussão das atuais propostas filogenéticas.

Para a separação dentro de Myrtaceae, o primeiro caráter considerado importante foi o tipo de fruto (seco deiscente; carnosos indeiscente) (DE CANDOLLE, 1828). E ao longo de toda a história taxonômica da família, a característica que sempre foi usada e se manteve intocada foi a morfologia do embrião (SOBRAL, 2003).

Para a separação do grupo de frutos carnosos em subtribos, Berg (1855-1856, 1857-1859) usou características embrionárias, sendo propostas pelo autor as subtribos Myrciinae, Eugeniinae e Pimentinae, esta última após alterações de nomenclatura passou a se denominar Myrtinae. De forma geral, foram feitas as seguintes considerações sobre as subtribos: em Myrciinae as espécies apresentam cotilédones finos e foliáceos, e um longo hipocótilo em forma de ferradura enrolado em torno dos cotilédones; nas espécies de Eugeniinae os cotilédones são carnosos e espessos, algumas vezes fusionados, com hipocótilo evidente ou não; e nas de Myrtinae apresentam embrião consistindo de hipocótilo fino e longo em forma de ferradura ou gancho ou uncinado, curvado sobre os cotilédones.

Entretanto, o uso apenas da morfologia do embrião como caráter divisor das três subtribos é tido como artificial (LANDRUM 1986; MC VAUGH 1968; WILSON et al., 2001, 2005, LUCAS et al., 2007).

Mc Vaugh (1968) fez várias inferências sobre as estruturas reprodutivas de Myrtaceae. Este autor utilizou características como ovário, óvulos e cotilédones como ferramentas de separação entre os grupos e afirmou que a estrutura da semente madura, até então desprezada na distinção genérica, poderia ser essencial para a disposição adequada dos táxons em Myrteae.

Nic Lughadha e Proença (1996) estudaram a biologia reprodutiva de Myrtoideae. Neste trabalho, os autores apresentaram ampla revisão sobre estudos com órgãos reprodutivos e descreveram os tipos de inflorescência, a estrutura da flor, o desenvolvimento do androceu, do gineceu, os fatores e agentes envolvidos na polinização, a estrutura do embrião e o desenvolvimento da semente.

Craven e Biffin (2010) encorajaram o estudo de alguns caracteres que podem ser importantes para a classificação e na maioria das vezes é negligenciada, como a presença ou ausência de fibras nos feixes da parede do hipanto, a posição da placenta e o modo de arranjo

dos óvulos nela, a presença ou ausência de testa e a natureza dos tecidos envolvidos no desenvolvimento da calaza. Os autores reforçaram que informações sobre essas características podem estar fracamente descritas devido à dificuldade de interpretação das mesmas.

Segundo Pimentel (2013), aproximadamente quinze caracteres estruturais do gineceu foram considerados relevantes e aplicáveis em estudos filogenéticos na família. No entanto, apenas dois, o número de óvulos e a placentação, foram levados em consideração no estudo molecular e filogenético realizado por Lucas e colaboradores (2007). Pimentel (2013), no entanto, ressaltou que há mais variedade de caracteres das estruturas reprodutivas do que a observada até o momento na literatura. O autor enfatizou que atenção especial deve ser dada ao gineceu, por conta do caráter epígino da flor, e faz ressalvas de que há necessidade de estudos que relacionem o número de carpelos, a natureza da placentação, o padrão da vascularização e o tipo de ovário. Afirmou, também, que a análise da evolução destes caracteres pode ser relevante para a compreensão das relações dentro de Myrteae e Myrtaceae.

A morfologia floral de espécies de Myrtaceae foi descrita em vários estudos (BEARDSELL et al., 1993; CARRUCAN, DRINNAN, 2000; LOPES, 2008, PIMENTEL, 2010; PROENÇA, 1990; NIC LUGHDHA, PROENÇA, 1996). Autores como Johnson e Briggs (1984), Wilson et al. (2001) e Lucas et al. (2007) chamaram atenção sobre a importância nas discussões filogenéticas da família de caracteres como número de carpelos, vascularização floral, origem e morfologia da placenta e disposição dos óvulos.

De forma geral, as flores de Myrtaceae apresentam grande variedade estrutural (BEARDSELL et al., 1993). As flores das Myrtoideae são descritas como hermafroditas (raramente bissexuais) e epígenas. O perianto pode se abrir normalmente, se rasgar em lobos ou como caliptra (PROENÇA, 1990). Nos gêneros australianos *Eucalyptus*, *Callistemon* e *Melaleuca*, o perianto é reduzido e a flor apresenta inúmeros estames livres ou diretamente ligados ao hipanto (BEARDSELL et al., 1993). A corola apresenta variação de coloração, podendo ser branca (a mais comum), creme, rosácea ou até vermelha (mais rara) (NIC LUGHDHA; PROENÇA, 1996).

Nic Lughadha e Proença (1996) afirmaram que quando a placentação é axial, é comum a presença de uma estrutura denominada *compitum*. Segundo os autores, se trata de uma passagem que conecta os lóculos. Para Carr e Carr (1961), a estrutura apresenta um poro ou corte vertical no ápice da região mediana e pode aumentar as chances de fertilização quando a polinização é limitada. Tubo polínico já foi observado nessa região por Proença (1991) em

uma espécie de *Myrcia*. A presença do *compitum* foi observada também em espécies de *Blepharocalyx*, *Eugenia*, *Myrcia* e *Psidium* (MOREIRA-CONEGLIAN, 2007, 2011) e em *Eugenia neonitida* o *compitum* foi observado no ápice da região de fusão entre a placenta e o septo (PIMENTEL, 2010).

Há grande variação quanto à estrutura do ovário. Para a tribo, o mais comumente encontrado é o ovário bilocular, com exceção de *Myrceugenia*, *Campomanesia* e *Psidium*, onde o número de lóculos pode chegar a 10 ou mais. De forma geral, pode-se afirmar que o ovário multilocular é um caráter primitivo e o bilocular é a especialização deste estado primitivo (MCVAUGH, 1968). Para Nic Lughdha e Proença (1996) muito raramente há apenas uma semente por lóculo.

O número de óvulos por lóculo é muito variável entre gêneros e até mesmo entre espécies (MCVAUGH, 1968). Os óvulos de Myrtoideae, assim como as Myrtaceae de forma geral, são geralmente descritos como anátropos, crassinucelados e bitegmentados (LUGHDHA; PROENÇA, 1996). Van Wyk e Botha (1984) reportaram a presença de óvulos hemi-campilótopos em espécies de *Eugenia*. Os autores sugeriram que óvulos campilótopos eram anátropos e ao longo do desenvolvimento seminal sofreram essa mudança.

Segundo Van Wyk e Botha (1984), para as *Eugenia*, quando o ovário é ínfero, praticamente todos os representantes apresentam dois lóculos, raramente sendo tri ou unilocular.

Para Moreira-Coneglian (2011), dentre os estudos da anatomia floral, aqueles que envolvem vascularização floral mostram-se promissores para fornecerem informações a respeito das características vasculares das espécies das subtribos de Myrteae. Neste contexto, merecem destaque os estudos de Schmid (1972a, 1972b, 1972c) que sugeriu a aplicação do tipo de distribuição dos feixes mais calibrosos no tubo floral e, também, do tipo de suprimento vascular para os óvulos na problemática circunscrição de alguns gêneros; por exemplo, a vascularização placentária transeptal em espécies de *Eugenia sensu stricto* e axial em espécies de *Syzygium sensu lato*.

Posteriormente, outros estudos envolvendo vascularização foram realizados em Myrtoideae: *Myrtus communis* e *Myrtus macrophylla* (VOLGIN; STEPANOVA, 2001), *Melaleuca fulgens* e *Melaleuca nesophila* (VOLGIN; STEPANOVA, 2002a), *Feijoa sellowiana* e *Psidium cattleianum* (VOLGIN; STEPANOVA, 2002b), *Psidium cuneifolium*, *Psidium littorale* e *Psidium guajava* (VOLGIN; STEPANOVA, 2004). Tantawy (2004) abordou aspectos da vascularização floral de *Eugenia uniflora*, *Psidium guajava* (Myrteae),

Callistemon citrinus, *Eucalyptus camaldulensis* e *Melaleuca leucadendra* (Leptospermae). Ainda com relação a vascularização floral, deve-se citar o trabalho de Volgin e Stepanova (2006) que realizaram o primeiro estudo aprofundado da anatomia vascular floral de um representante de Leptospermoideae, *Angophora intermedia*.

Os estudos ontogênicos mais recentes de flor em Myrteae que enfatizam a vascularização foram realizados com *Eugenia uniflora* (Lopes, 2008), *Eugenia puniceifolia* (Costa et al., 2010), *Eugenia neonitida* (Pimentel, 2010), *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia aurata*, *Eugenia bimarginata*, *Myrcia laruotheana*, *Myrcia bella*, *Psidium australe* var. *argenteum*, *Psidium guineense* (Moreira-Coneglian, 2011), *E. puniceifolia*, *Eugenia sulcata*, *Eugenia selloi*, *Myrciaria floribunda*, *Neomitranthes obscura*, *Myceugenia myrcioides*, *Myrcia racemosa*, *Myrcia selloi*, *Plinia grandifolia*, *Plinia edulis*, *Psidium cattleianum*, *Psidium guineense*, *Syzigium jambos* e *S. malaccense* (Pimentel, 2013).

Em seu trabalho, Lopes (2008) destacou a presença de coléteres e cavidades secretoras e, principalmente, fez a descrição inédita dessas estruturas nos meristemas das inflorescências. Lopes (2008) e Pimentel (2010) em trabalho com *Eugenia uniflora* e *Eugenia neonitida*, respectivamente, mostram que a origem e estrutura dos coléteres são semelhantes entre as espécies.

A muito que Myrtoideae é caracterizada como tribo ou subfamília de frutos carnosos. Além dessa característica, comumente eles apresentam apenas uma semente e coloração laranja ou vermelha. Entretanto, frutos secos são amplamente descritos para o grupo, principalmente em *Eugenia* (NIC LUGHADHA; PROENÇA, 1996).

As espécies de Myrtaceae nativas do Brasil têm fruto do tipo baga (BARROSO et al., 1991; LANDRUM, KAWASAKI, 1997), com variação na morfologia, podendo ser globoso, obovoide, oblongo, piriforme, elipsoide, sulcado (como as “pitangas”), com variação também quanto a coloração do fruto maduro, que vai de amarelo-esverdeado à violáceo (BARROSO et al., 1999).

Para Barroso et al. (1999) o fruto das Myrtaceae sulamericanas é do tipo bacóide (exceto *Tepualia*), com os seguintes subtipos: solanídio, com placentas desenvolvidas e lóculos envolvendo os números óvulos, como é o caso de *Psidium*; campomanesoídeo, que caracteriza o gênero *Campomanesia*; bacídio, com semente envolta em polpa (*Myrciaria*, *Plinia*) e bacáceo (*Myrcia* e *Eugenia*). Frutos drupáceos e subdrupáceos foram descritos para a família por Nic Lughadha e Proença (1996).

Rye e Trudge (2005) descreveram um novo tipo de fruto heterocárpico com lóculo deiscente e indeiscente em dois gêneros de Myrtaceae na Austrália. Segundo os autores, o reconhecimento desse novo tipo de fruto para a família demonstra a plasticidade de adaptação que a família apresenta, já que a dispersão da semente pode se mostrar mais eficiente nas espécies que apresentam essa característica.

Deve-se destacar que praticamente todas as classificações quanto ao tipo de fruto baseiam-se em critérios, muitas vezes, somente morfológicos. Estudos ontogênicos podem alterar este panorama, além de esclarecerem inclusões errôneas de algumas espécies nas diferentes propostas de classificação.

Acerca da anatomia do fruto, estudos ontogênicos do pericarpo são raros, destacando-se os de Esemann-Quadros *et al.* (2008) com *Acca sellowiana*, Landrum (1982) com espécies de *Campomanesia* e Moreira-Coneglian (2007, 2011) que descreveu *Eugenia puniceifolia*, *E. aurata*, *E. bimarginata*, *Myrcia bella*, *M. laurotteana*, *Campomanesia pubescens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense*.

Essemann-Quadros *et al.* (2008) em estudo do crescimento do fruto de *Acca sellowiana* descreveram que os frutos são formados pelo crescimento do hipanto e das paredes do ovário, entretanto não há diferenciação nítida no fruto que permita esta distinção.

Em estudo anatômico ontogenético, Moreira-Coneglian (2007, 2011) descreveu para espécies do gênero *Eugenia*, *Myrcia*, *Campomanesia*, *Blepharocalix* e *Psidium*, ovário ínfero, placentação axial, frutos maduros simples, carnosos e indeiscentes, com cálice marcescente. Os frutos maduros dessas espécies são todos bagas, variando de depresso-globosa, elipsoide, globosa, piriforme e obovoide.

Análises filogenéticas permitiram afirmar que o caráter plesiomórfico na família é o fruto, sendo que o fruto indeiscente surgiu em quatro momentos diferentes na linha evolutiva (WILSON *et al.*, 2001). Para Gadek *et al.* (1996) e Wilson *et al.* (2001) o caráter fruto carnosos é homoplásico e há indícios de que tenham três origens. Biffin *et al.* (2010) acrescentaram novos resultados a inferência de Wilson *et al.* (2001) e afirmaram que o caráter fruto carnosos é homoplásico e teve três origens em Myrtaceae, sugerindo provável parafilia ou polifilia, com *Xanthomyrtus*, gênero de Myrteae predominantemente americano, e Syzigeae, tribo predominantemente australasiana, formando linhagens distintas e bem suportadas. Os resultados do estudo sugeriram que a radiação entre os dois grupos é relativamente recente (Oligoceno-Mioceno). Para Moreira-Coneglian (2011), embora isso dificulte o uso em

comparações, a ontogênese do pericarpo pode evidenciar as peculiaridades de uso potencial nas filogenias da família.

Moreira-Coneglian (2011) destacou, também, que os estudos relacionados com o desenvolvimento dos frutos são com espécies de interesse comercial e ainda muito limitados quando se trata de Myrtoideae.

Quanto a estudos químicos, em ensaios realizados em frutos de espécies de *Myrcianthes*, *Campomanesia*, *Eugenia* e *Psidium* foram encontrados componentes voláteis com propriedade antioxidante (MARIN et al., 2008).

Trabalhos acerca da morfologia do embrião, tegumentos e importância ambiental são comuns ao longo da classificação para a família. Contudo, embora a semente tenha sido um órgão de suma importância para a categorização dos grupos dentro de Myrtaceae, poucos foram os estudos anatômicos e ontogenéticos realizados desde as classificações iniciais.

Em trabalho pioneiro, McVaugh (1968) descreveu ampla variedade na espessura de tegumento para as Myrtoideae tropicais, caracterizando-o como membranoso, cartilaginoso ou pétreo. A testa é descrita como lisa e não esculpada. Segundo o autor, a espessura dos tegumentos varia de grupo para grupo, ou até mesmo, de gênero para gênero. Para Myrciinae, a testa é cartilaginosa, fina e frágil, em Eugeniinae de forma geral, os tegumentos são finos, membranosos e coriáceos, já em Myrtinae eles podem apresentar glândulas ou serem muito espessos, extremamente lustrosos e duros (MCVAUGH, 1968).

Em sua obra sobre sementes de dicotiledôneas, Corner (1976) reuniu vários estudos com anatomia de sementes e descreveu a semente de 20 espécies de Myrtaceae. Desde então pouco tem sido acrescentado com relação a esta estrutura, destacando-se o estudo de *Campomanesia* de Landrum (1982), de Myrtinae americanas de Landrum e Sharp (1989), os estudos ontogenéticos de Van Wyk e Botha (1984) com espécies de *Eugenia* e, mais recentemente os de Moreira-Coneglian (2007, 2011) com *Eugenia puniceifolia*, *E. aurata*, *E. bimarginata*, *Myrcia bella*, *M. laurotteana*, *Campomanesia pubescens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense*.

Em seu estudo, Moreira-Coneglian (2007), encontrou algumas espécies com sementes paquicalazais, como já havia sido descrito por Corner (1976). Sementes paquicalazais foram descritas em *Eugenia puniceifolia*, *E. aurata* e *Eugenia bimarginata*, pericalazal em *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcia bella* e *M. laurotteana* e com calaza ampla chegando até o hilo em *Campomanesia pubescens* (MOREIRA-CONEGLIAN, 2007, 2011). A presença de paquicalaza, pericalaza e sarcotesta ainda são dados pouco estudados em Myrtaceae e

Moreira-Coneglian (2011) enfatizou que os resultados obtidos em seus estudos quanto a estes aspectos ilustraram a variedade morfológica de sementes em Myrteae.

Em estudo mais aprofundado de *Psidium*, Landrum e Sharp (1989) descreveram as sementes de 30 espécies e afirmaram que das quatro características que distinguem *Psidium* e gêneros relacionados, a mais importante é o tegumento seminal áspero envolvido por camada externa de tecido pulposo. Em *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense* esta camada foi relatada pela primeira vez para o gênero como uma sarcotesta (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011).

Ciccarelli et al. (2005) descreveram em *Myrtus communis* a presença de um elaiossomo desenvolvido das células do tegumento externo ovular nas proximidades do funículo e da micrópila, havendo também a participação do tégmen na formação deste apêndice.

Deve-se destacar que Moreira-Coneglian (2007, 2011) em seu trabalho de ontogênese seminal descreveu espécies do grupo “*Eugenia*” (*Eugenia*), “*Pimenta*” (*Campomanesia*, *Psidium*) e “*Myrcia*” (*Myrcia*). Além do supracitado para pericalaza, paquicalaza e sarcotesta, a autora encontrou que os representantes apresentam óvulo campilótropo, bitegumentado e endosperma nuclear, sendo anátropo em *Psidium*. Durante o desenvolvimento da semente, o nucelo é consumido e o tégmen é comprimido se tornando indistinguível. As espécies descritas apresentam feixe rafeal colateral, excetuando-se *Eugenia puniceifolia*, com anficrival.

Em estudo com espécies de Myrtoideae, foi constatado que a micrópila é formada tanto pelo tegumento interno como pelo tegumento externo (NIC LUGHDHA; PROENÇA, 1996, PIMENTEL, 2010).

Rego et al. (2010) descreveram o tegumento de *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrceugenia gertii* como liso, membranáceo, de coloração castanha, semitransparente e permitindo a visualização do embrião, e o embrião é do tipo hipocotilar.

Para a tribo, muita importância é atribuída ao caráter cotilédone. Supõe-se ainda, que os que apresentam cotilédones finos, em comparação com os que são ricos em substâncias armazenadas, são menos especializados (MCVAUGH, 1968).

Segundo Lucas et al. (2007), estudos ontogenéticos sobre as diferenças entre estados de caráter aparentemente idênticos com origens independentes (cotilédones dos grupos “*Plinia*” e “*Eugenia*”), bem como estudos em clados onde mais de um tipo de embrião está presente (por exemplo o grupo “*Myrceugenia*”), seriam úteis para uma classificação natural

dos gêneros de Myrteae. E os autores também afirmaram que aparentemente o embrião eugenióide apareceu de forma independente nos grupos “*Plinia*” e “*Eugenia*”.

Dentre os estudos que registram a ocorrência de poliembrionia em Myrtaceae pode-se citar Gurgel e Soubihe (1951) com *Syzygium cuminii*, *Syzygium jambos*, *Myrciaria cauliflora*, *Myrciaria trunciflora*, *Myrciaria* sp., *Eugenia edulis*. As sementes de *Syzygium* da África Meridional, como em outras partes do Velho Mundo são frequentemente poliembriônicas, mas não há evidências de que ocorra poliembrionia nas espécies de *Eugenia* desta mesma região (VAN WYK; BOTHA, 1984)

Pesquisas embriológicas e de embriogênese na família foram realizados por, Canhoto et al. (1996), Canhoto et al. (1999), Pescador et al. (2009) e Correia e Canhoto (2010). Estudos que se referem à germinação, à plântula e ao fracionamento de semente são relativamente comuns na literatura e realizados em espécies da família que apresentam em sua maioria interesse econômico (BÜLLOW et al., 1994; BORDIGNON, 2000; ANDRADE et al., 2003; MALUF et al., 2003; SILVA et al., 2003; SANTOS et al., 2004; SILVA et al., 2005; JUSTO et al., 2007; LEONHARDT et al., 2010; ANDRADE; FERREIRA, 2010; GOGOSZ et al., 2010)

Estudos ecológicos ou que discutem aspectos ecológicos de sementes de Myrtaceae foram realizados por Pizo (2003), Ciccarelli et al. (2005), Gressler et al. (2006) e Staggemeier et al. (2010), contribuindo para melhor conhecimento das relações ecológicas dentro da família.

Apesar da importância atribuída aos órgãos reprodutivos em Myrtaceae e considerando a diversidade de espécies da família, percebe-se a escassez de estudos ontogênicos que poderiam potencializar o uso destas características nas discussões das atuais propostas de filogenia da família.

5. Espécies Estudadas

Para a análise da anatomia da semente, este trabalho propôs-se a corroborar a circunscrição para a tribo Myrteae de acordo com o proposto por Lucas e colaboradores (2007). Assim, baseando-se nos grupos separados pelo o autor, foram escolhidos cinco gêneros que represente cada um deles.

Eugenia

O gênero está enquadrado na subtribo Eugeniinae (LANDRUM; KAWASAKI, 1997) e no grupo *Eugenia* de acordo com Lucas et al. (2007).

A subtribo aparenta se dividir em dois complexos, um com os gêneros *Myrciaria*, *Plinia*, *Siphoneugena* e *Neomitranthes* e o outro com *Eugenia*, *Calycorectes* e *Hexachlamys*. O complexo onde *Eugenia* está inserido apresenta plantas com hábito de árvores ou arbustos; tricomas simples ou dibranquiado, inflorescência “traitorus” ou raramente dicásio; bráctea com eixo longo com muitas flores; cálice aberto ou fechado; ovário uni ou bilocular com 2 ou mais óvulos por lóculo (LANDRUM; KAWASAKI, 1997); embrião do tipo eugenióide que apresenta cotilédones plano-convexos ou totalmente fundidos; testa não esclerificada; óvulos inseridos em um único ponto do septo (LUCAS et al., 2007).

Segundo Romagnolo e Souza (2006), os representantes de *Eugenia* são encontrados desde arbustos até árvores, com aproximadamente 3 a 12 metros de altura. Suas flores são dispostas em racemos, dicásios ou isoladas, possui antopódio, perfis livres que são persistentes ou caducos, formadas por sépalas (4 geralmente de tamanhos desiguais, sendo 2 maiores e 2 menores) e pétalas (também são 4, porém com tamanhos semelhantes).

5.1 *Eugenia pitanga* (O. Berg) Nied (Fig. 3)

Segundo Lima et al. (2010) esta espécie é conhecida popularmente como pitanga-do-campo, apresentando hábito subarbusivo com até meio metro de altura, de ocorrência em campos e cerrado; são plantas glabras, com folhas variando de oblongas, lanceoladas, elípticas ou ovado-oblongas, discolores, com glândulas evidentes na face abaxial, de ápice foliar obtuso ou largo-agudo, base obtusa, flores solitárias, axilares ou ramifloras, brácteas lanceoladas, decíduas na antese; botões florais piriformes; ovários sulcados; frutos globosos, costados longitudinalmente e vermelhos quando maduros. A espécie apresenta até duas sementes, globosas com testa membranácea, o embrião é globoso escuro e conferruminado (SOARES-SILVA, 2000)

O hábito da espécie pode apresentar variação, que está relacionado com a idade da planta, velocidade de crescimento e/ou habitat. Os frutos maduros geralmente são sulcados (SOARES-SILVA, 2000).

No Brasil ocorre em Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SOARES-SILVA, 2000; SOBRAL, 2003).

Quanto à anatomia vascular foliar, o padrão de nervação secundário é do tipo acródromo-broquidódromo, com arcos para a última marginal (CARDOSO e SAJO, 2004).

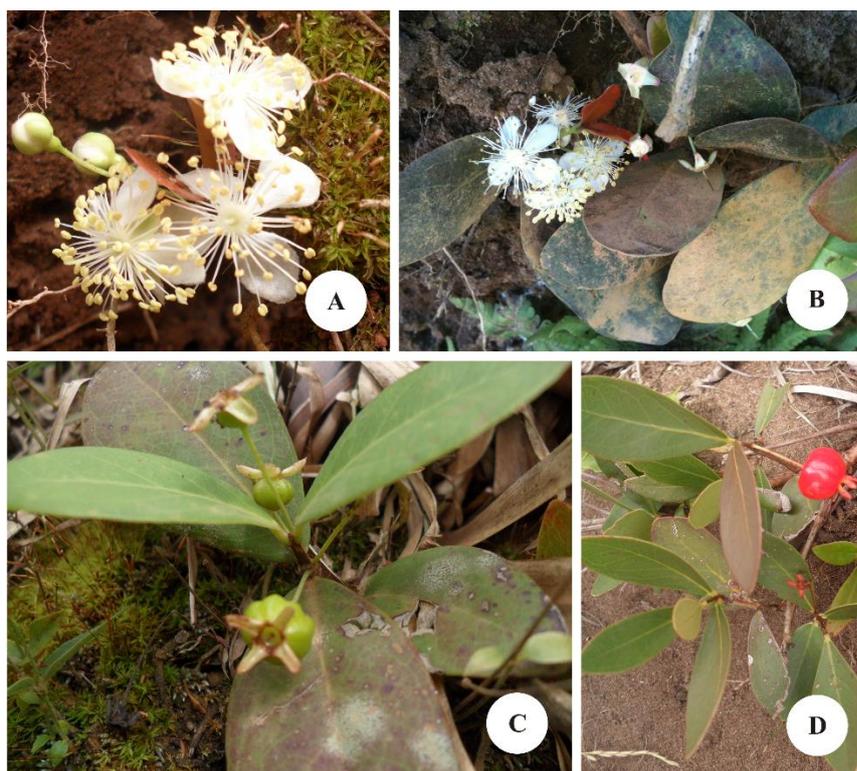


Figura 3. *Eugenia pitanga*. A. Aspecto geral de botões florais e flores em antese. B. Hábito da planta. C. Indivíduo com frutos em desenvolvimento. D. Indivíduo com fruto maduro.

Campomanesia

Segundo a classificação de Landrum e Kawasaki (1997), *Campomanesia* está incluída na subtribo Myrtinae e apresenta embrião do tipo mirtóide, com cotilédones relativamente curtos se comparados ao hipocótilo, o qual às vezes é muito inchado, deixando o embrião em forma de “C”; o tegumento é duro e apresenta opérculo.

Em análise cladística, *Campomanesia* é o gênero irmão de *Psidium* e os dois, juntamente com *Amomirtus*, *Acca* e *Pimenta*, formam o grupo *Pimenta* segundo análise filogenética de Lucas et al. (2007).

Em relação ao ovário, para o gênero é relatado grande número de óvulos (cerca de 20) por lóculo, mas apenas um óvulo por lóculo se desenvolve. No fruto maduro, a parede do lóculo aparentemente forma uma pseudotesta com muitas células secretoras, que quando mastigadas têm sabor amargo e odor de turpetina. Isso provavelmente atua como barreira para larvas de invasores, mantendo o diásporo intacto (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

O fruto denominado campomanesoídio foi observado neste gênero, referindo-se a frutos que apresentam pericarpo carnoso, com cavidade central repleta de tecido polposo, que ainda na fase floral, apresenta ovário com a porção central ocupada por tecido compacto e

lóculos delgados com suas sementes (de número reduzido) inseridas (BARROSO et al., 1999).

5.2 *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg, (Fig. 4)

A literatura traz principalmente relatos da morfologia da espécie. Segundo Lima et al. (2011), são pequenas árvores ou arbustos que tem entre 0,5 até 2 metros de altura; folha glabra, com variação do ápice (elíptica, oblonga, lanceolada ou oboval), discolor, coriácea, margem inteira, glândulas presentes nas faces abaxial e adaxial; flores com hipanto glabro; presença de 80 a 120 estames por flor; ovário com variação de 5 a 9 lóculos; fruto globoso, liso e glabro.

Quanto a anatomia foliar, Gomes et al. (2009) descreveu para a espécie tricomas tectores unicelulares não ramificados, folhas hipoestomáticas com estômatos anomocíticos e paracíticos, cavidades secretoras distribuídas ao longo de toda a extensão da lâmina foliar, epiderme uniestratificada com células associadas as cavidades, sendo denominadas células teto das cavidades secretoras; o mesofilo é dorsiventral, sem drusas e a nervura é biconvexa.



Figura 4. *Campomanesia adamantium*. A. Aspecto geral da planta em floração. B. Ramo com botões florais. C-D. Ramos com frutos em desenvolvimentos e desenvolvidos. E. Ramo com frutos maduros.

Myrceugenia Berg.

O gênero, junto com *Luma* e *Blepharocalyx*, faz parte do grupo *Mirceugenia* (LUCAS et al., 2007). Em classificação subtribal, *Myrceugenia* se encaixa na subtribo Mirciinae,

apresentando embrião mircióide com cotilédones finos dobrados sobre um hipocótilo longo (LAMDRUM; KAWASAKI, 1997).

Myrceugenia é descrito por Soares-Silva (2000) como arbustos ou árvores de até 10 metros de altura; indumento de tricomas simples ou dibranquiados, esparsos ou densos, amarelo claro, ocráceo ou ferrugíneo nos ramos jovem ou florais; a inflorescência é uniflora, aos pares ou em racemos; as flores são tetrâmeras; hipanto não elevado; ovário com 2 a 4 lóculos, com muitos óvulos inseridos em dois pontos diferentes; placenta estendida e dobrada para o interior do lóculo. O fruto é do tipo baga globosa, elipsóide ou piriforme.

De forma geral, os exemplares de *Myrceugenia* são descritos como lenhosos, com ampla variação de altura (de 1 a 10 metros). Os pelos são considerados caracteres de extrema importância taxonômica, de acordo com o formato, densidade e localização. A maioria das espécies deste gênero (exceto *M. fernandeziana*) possui pelos dibranquiados, diferentemente dos que podem ser encontrados em outros gêneros pertencentes à Myrteae (muitas vezes abundantes e conspícuos) (LANDRUM, 1981).

5.3 *Myrceugenia alpigena* (DC.) Landrum (Fig. 5)

Seu nome tem origem do latim “*alpinus*”, que se refere a zona alpina das montanhas, e sufixo “*genus*”, relativo a origem, logo, o nome faz alusão ao local de coleta dessa espécie. Sobral (2003) a descreve como arbustos de até 4 metros de altura; folhas com tricomas rubescentes, dibranquiados, obovadas ou elíptico-obovadas, discolores, ápice obtuso e base cuneada; flores axilares; bractéolas elípticas; botões florais globosos; ovário diferenciado do cálice, as vezes com tricomas rufescentes; frutos elípticos.

Myrcia DC. ex Guillemín

Em sua classificação, Lucas et al. (2007) colocou o gênero enquadrado no grupo *Myrcia*, juntamente com *Calyptanthes*, *Marlierea* e *Gomidesia*. Em separação anterior, Landrum e Kawasaki (1997) enquadraram o gênero na subtribo Myciinae. Neste estudo *Gomidesia* e *Marlierea* eram considerados relativamente próximos, e os autores já previam uma eventual união em um mesmo grupo.

Genericamente é descrito para *Myrcia* hábito desde subarbustos de um metro até árvores de 20 metros de altura; com inflorescência tirsóides, tirsos e panículas as flores são pentâmeras; apresentam hipanto até o topo do ovário ou até mesmo elevado acima dele; as anteras são dorsifixas, rimosas; o ovário apresenta 2 ou 3 lóculos, com 2 óvulos por lóculo; os frutos são bagas globosas ou elipsóides, vermelhas ou negras quando maduras com até 4 sementes; os embriões são do tipo mircióide (SOARES-SILVA, 2000; SOBRAL, 2003).

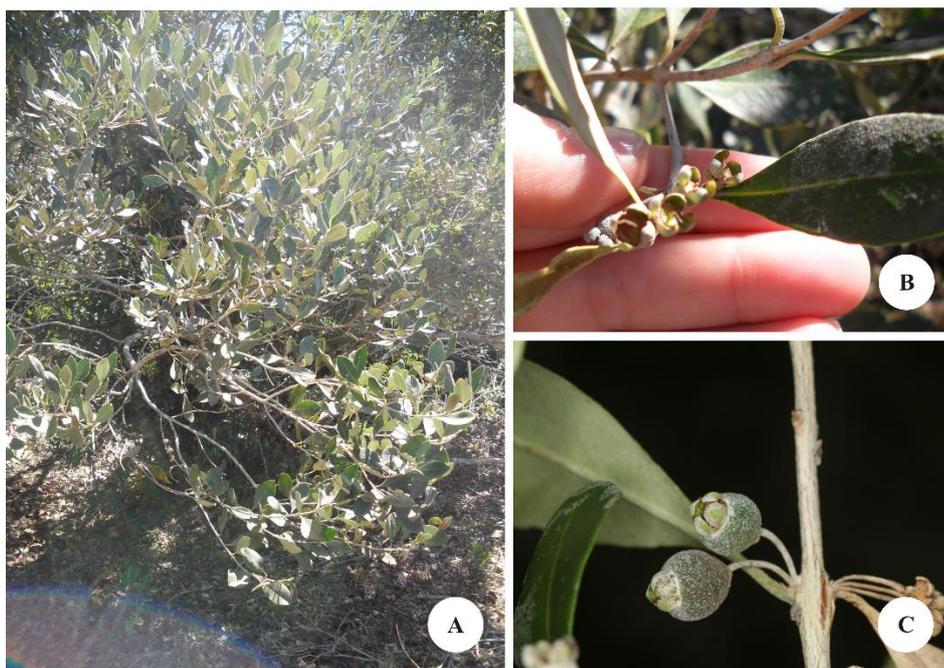


Figura 5. *Myrceugenia alpigena*. A. Hábito da planta. B. Ramos com frutos em desenvolvimento. C. Ramos com frutos em pré-maturação. (Fonte: C: <http://www.aguaraguazu.com.br/portfolio/flora/>).

Exemplares estão presentes desde o México e Caribe, até o Norte da Argentina. No Brasil possui cerca de 400 espécies (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

5.4 *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (Fig. 6)

Seu nome vem do latim, que significa “muitas flores”, e tem o nome popular de camboim e pedra-ume-caá. Quanto à morfologia é descrita como arvoreta de até 7 metros de altura (SOBRAL, 2003) ou como árvores de cerca de 8 metros de altura, com tronco reto; as folhas são de elípticas, oblongas a ovadas, atenuada em ambas as extremidades, base de aguda a arredondada, discolor; inflorescência panícula, com eixo terminado em gema vegetativa; botões florais globosos; hipanto prolongado sobre o ovário, glabro; ovário bilocular; o fruto é uma baga globosa, vermelho quando maduro; presença de uma ou duas sementes com testa resistente (SOARES; SILVA, 2000; SOBRAL, 2003).

Sua distribuição no Brasil começa nos estados do Norte, como Amazonas e Pará, passando para os estados do Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, alcançando o Paraguai (SOARES; SILVA, 2000).



Figuras 6. *Myrcia multiflora*. A-B. Ramos com flores em antese e pós-antese e com frutos em desenvolvimento e desenvolvidos. (Fonte: A: <https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/plantae/magnoliophyta/caixa-de-deposito/myrtaceae---myrcia-sp-1>; B: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=975).

Myrciaria O. Berg.

Enquadrada por Landrum e Kawasaki (1997) na subtribo Eugeniinae, em sua classificação baseado em dados moleculares, Lucas et al. (2007) coloca *Myrciaria* juntamente com *Siphoneugenia*, *Plinia* e *Neomitranthes* no grupo *Plinia*.

Como dito previamente, na subtribo Eugeniinae, *Myrciaria* faz parte do primeiro complexo, juntamente com *Plinia*, *Siphoneugenia* e *Neomitranthes* por possuírem usualmente inflorescência glomérulo; de 2 a 7 óvulos e embrião com 2 cotilédones plano-convexos separados (LANDRUM; KAWASAKI, 1997).

Morfologicamente o gênero apresenta hábito arbóreo e arbustivo; tricomas simples; bractéolas presas a base e persistentes após antese; flores tetrâmeras; pétalas presentes; ovário bilocular com 2 óvulos por lóculo; hipanto presente e decíduo após antese, deixando uma cicatriz circular nos frutos; sementes com embrião eugenioide (SOARES-SILVA, 2000; SOBRAL, 2003).

Segundo Soares-Silva (2000), é possível confundir *Myrciaria* com *Plinia*, sendo a diferenciação feita pela presença ou não de hipanto após a antese.

5.5 *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg (Fig. 7)

A etimologia vem do latim, que significa “delicadinha”, em menção a delicadeza de suas folhas. A espécie tem porte de arvoretas a árvores, com 4 a 10 metros de altura; são plantas glabras, com folhas lanceoladas ou linear-lanceoladas, eventualmente discolores, base cuneada e ápice agudo; flores sésseis; bractéolas arredondadas; botões florais globosos ou obovados; frutos globosos de até 1 cm de diâmetro, quando maduros apresentam cores que

variam de violáceos a negros (SOBRAL, 2003). Para a espécie também é descrito o padrão de venação até a quinta categoria (GONZALEZ, 2011).

A espécie apresenta flores tetrâmeras, cálice com lobos pouco diferenciados, cálice aberto; ovário bilocular com 2 óvulos por lóculo, fruto coroado por uma cicatriz circular feita pelo hipanto que é decíduo após a antese, possui de 1 a 2 sementes, de embrião eugenióide, com cotilédones soldados na maioria das espécies, sem radícula evidente (LANDRUM; KAWASAKI, 1997; BARROSO et al., 1999; SOBRAL, 2003).

No Brasil a espécie tem distribuição relativamente comum na Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra, entre outras formações vegetais (SOBRAL, 2003). Na América do Sul, a literatura cita a presença na Argentina, nas províncias de Salta e Misiones, em campos secos e afloramentos rochosos, e Paraguai (GONZALEZ, 2011).



Figura 7. *Myrciaria delicatula*. A-B. Indivíduo com frutos maduros e desenvolvidos e em maturação, respectivamente (Fonte: A. <http://www.bonsaikai.com.br/Textosparaleitura/GuiadeCuidados/Cambui.htm>; B: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=9477).

6. Ambientes de Estudo

Myrtaceae é ou figura entre as principais famílias mais expressivas em levantamentos florísticos recentes feitos nas formações do estado do Paraná. Dentre os principais, destacam-se os trabalhos de Cervi et al. (2007) e Carmo e Assis (2012), em que a presença da família é marcante.

Em estudo de caracterização florística realizado em um dos locais de coleta de dados do presente trabalho, Carmo e Assis (2012) afirmam que o Parque Estadual do Guartelá, Tibagi – PR, Brasil (Fig. 8), possui fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em contato com

campos gerais e locais que apresentam características de cerrado. O Parque é uma das importantes Unidades de Conservação da região dos Campos Gerais, e está inserido na Área de Preservação Ambiental (APA) da Escarpa Devoniana. Neste ambiente foram levantadas 43 famílias, 85 gêneros e cerca de 140 espécies. As famílias que apresentaram maior riqueza foram Myrtaceae, com 21 espécies, Lauraceae, 15 espécies, Euphorbaceae (12), Fabaceae (12) e Rubiaceae com 7 espécies. Sendo Myrtaceae a família mais importante, com maiores valores de frequência e densidade. O mesmo já havia sido encontrado por Seger et al. (2005), em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. Isso sugere que essa formação segue um padrão florístico.

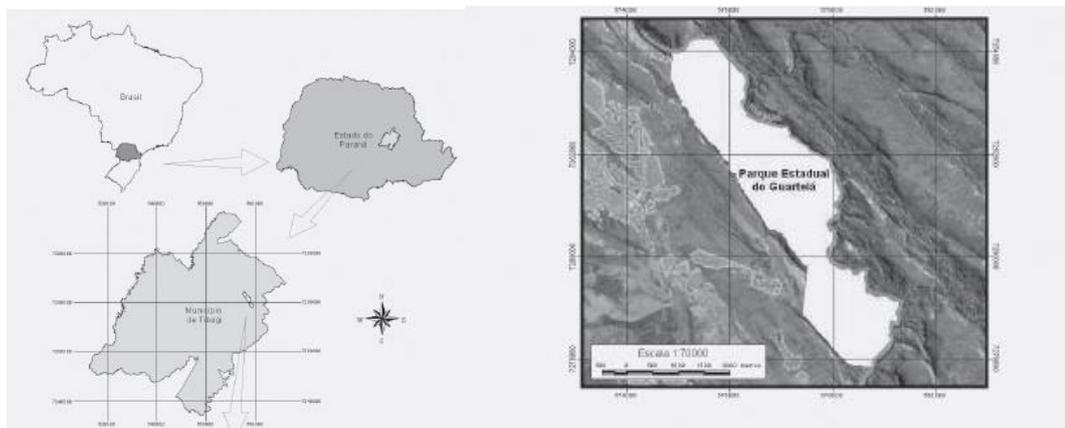


Figura 8. Mapa do Parque Estadual do Guaterlá, localizado no município de Tibagi – PR, Brasil. Adaptado de Cervi et al. (2007).

O Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), outro local de coleta de dados (Fig. 9), de acordo com o Instituto Ambiental do Paraná – IAP (2004), caracteriza-se por apresentar diversas formações como, savana gramíneo lenhosa (campo limpo/sujo), savana higrófila (campo úmido), refúgios vegetacionais rupestres (afloramentos de arenito), formações pioneiras de influência fluvial (várzea), floresta ombrófila mista montana (Floresta de Araucária) e floresta ombrófila mista aluvial (floresta ciliar), além de restritas ocorrências de espécies da savana arbórea aberta.

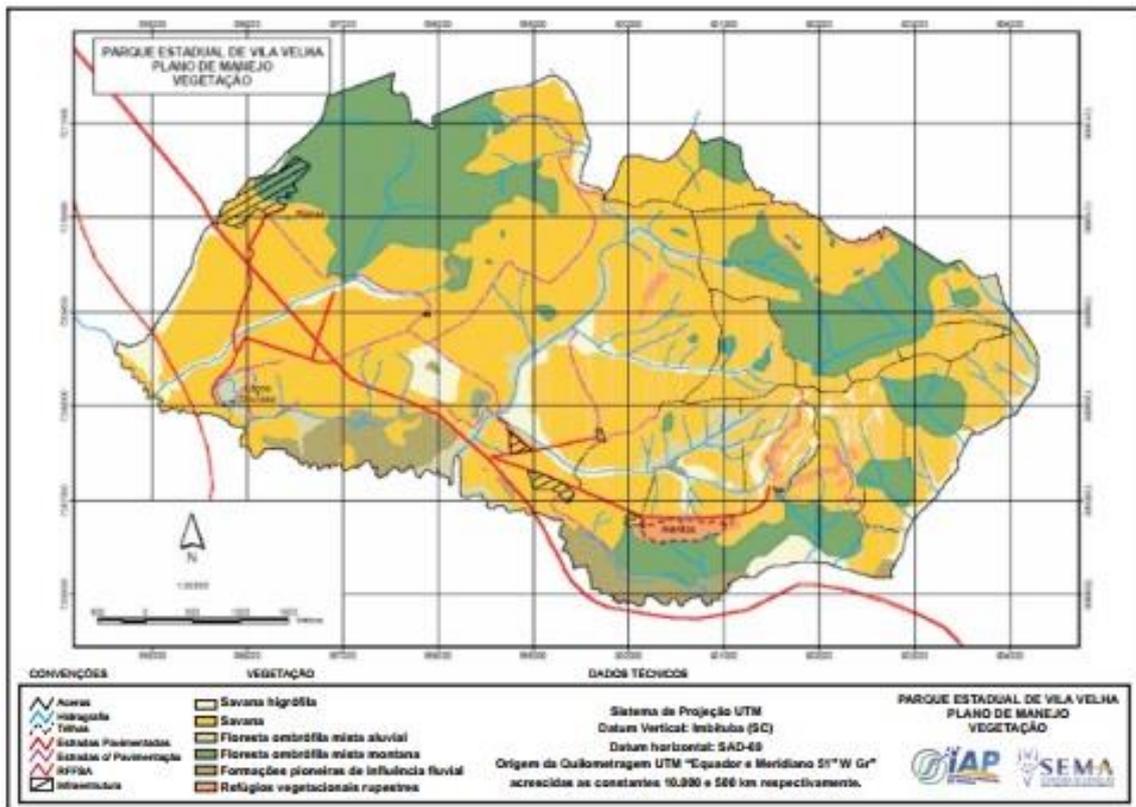


Figura 9. Mapa do Parque Estadual de Vila Velha com os diferentes tipos de vegetação. Fonte: IAP (2004).

Em levantamento florístico realizado por Cervi et al. (2007), foram registrados 1376 fanerógamas, distribuídas em 126 famílias e 516 gêneros, onde as famílias com maior riqueza específicas foram Asteraceae (208 espécies), Poaceae (146 espécies), Orchidaceae (83 espécies), Fabaceae (72 espécies), Myrtaceae (51 espécies), Cyperaceae (46 espécies), Rubiaceae (43 espécies), Euphorbiaceae (36 espécies) e Melastomataceae (35 espécies).

O conhecimento das formações vegetais e da flora são importantes para preservação de áreas representativas de biomas e ressalta a importância da conservação e manejo das mesmas (CERVI et al., 2007).

7. Objetivos

Diante disto, urge a necessidade de estudo dos caracteres anatômicos e morfológicos com o intuito de aumentar o conhecimento dos órgãos reprodutivos para que haja melhor delimitação de grupos e gêneros. Análises de características estruturais também se mostram importantes para ratificar o proposto por estudos exclusivamente moleculares. Além destes objetivos, está o interesse no melhor conhecimento sobre as espécies, para que haja a

conservação e manejo das mesmas, principalmente nas formações vegetais do estado do Paraná. Assim, o nosso trabalho se propôs estudar cinco espécies presentes em grupos diferentes, de acordo com o circunscrito por Lucas et al.(2007) para a tribo Myrteae: *Campomanesia adamantium* (grupo *Pimenta*), *Eugenia pitanga* (grupo *Eugenia*), *Myrcia multiflora* (grupo *Myrcia*), *Myrciaria delicatula* (grupo *Plinia*) e *Myrceugenia alpigena* (grupo *Myrceugenia*). Como objetivo específico planeja-se a descrição ontogênica da semente a fim de reconhecer algum caractere que possa ser utilizado nas propostas filogenéticas.

Referências

- ANDRADE, A.C.S.; CUNHA, R.; SOUZA, A.F.; REIS, R.B.; ALMEIDA, K.J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science and Technology**, v. 31, p. 125-137, 2003.
- ANDRADE, R.N.B.; FERREIRA, A.G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.
- APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV, 1999.
- BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; GUIMARÃES, E.F. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. v.2. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- BEARDSELL, D.V.; O'BRIEN, S.P.; WILLIAMS, E.G.; KNOX, R.B.; CALDER, D.M. Reproductive biology of Australian Myrtaceae. **Australian Journal of Botany**, v.41, p.511-526, 1993.
- BERG, O. Revisio Myrtacearum Americae huc usque cognitarum s. Klotzschii "Flora Americae aequinoctialis" exhibens Myrtaceas. **Linnaea**, v.27, p. 1-472, 1855-1856.
- BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.F.P. (Ed.). **Flora Brasiliensis**, v.14. 1857-1859.
- BIFFIN, E.; LUCAS, E.J.; CRAVEN, L.A.; COSTA, I.R.; HARRINGTON, M.G.; CRISP, M.D. Evolution of exceptional species richness among lineages of flesh-fruited Myrtaceae. **Annals of Botany**, v. 106, p. 79-93, 2010.
- BONSAIKAI. Disponível em: <http://www.bonsaikai.com.br/Textosparaleitura/GuiadeCuidados/Cambui.htm>. Acesso em: 28 jun. 2014.
- BORDIGNON, M.V. **Análise morfo-fisiológica em sementes de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae)**. Tese (Doutorado). 2000. 96 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

- BRIGGS, B.G.; JOHNSON, L.A.S. Evolution in the Myrtaceae-evidence from inflorescence structure. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, v. 102, n. 4, p. 157-256, 1979.
- BÜLOW, J.F.W.; CARMONA, R.; PARENTE, T.V. Armazenamento e tratamento de sementes de pitanga-vermelha-do-cerrado (*Eugenia calycina*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 961-970, 1994.
- CANHOTO, J.M.; LOPES, M.L.; CRUZ, G.S. Somatic embryogenesis and plant regeneration in myrtle (Myrtaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 57, p. 13–21, 1999
- CANHOTO, J.M.; MESQUITA, J.F.; CRUZ, G.S. Ultrastructural changes in cotyledons of pineapple guava (Myrtaceae) during somatic embryogenesis. **Annals of Botany**, v. 78, p. 513-521, 1996.
- CARDOSO, C. M. V. & SAJO, M. G. Vascularização foliar e a identificação de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, PR. **Acta Botanica Brasilica**. V. 27, n. 1, p. 47-54, 2004.
- CARMO, M.R.B.; ASSIS, M.A. Caracterização Florística e estrutural das Florestas Naturalmente Fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n.1, p. 133-145, 2012.
- CARR, S.G.; CARR, D.J The functional significance of syncarpy. **Phytomorphology**, v. 11, p. 249-256, 1961
- CARRUCAN, A.E.; DRINNAN, A.N. The ontogenetic basis for floral diversity in the *Baeckea* sub-group (Myrtaceae). **Kew Bulletin**, v.55, p.593-613, 2000.
- CERVI, A.C.; Von LINSINGEN, L.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O.S. **A Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil**. Boletim do Museu Botânico Municipal, Curitiba-PR, maio, n. 69, 2007.
- CICCARELLI, D.; ANDREUCCI, A.C.; PAGNI, A.M.; GARBARI, F. Structure and development of the elaiosome in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) seeds. **Flora**, v. 200, p. 326–331, 2005.
- CONTI, E.; LITT, A; SYTSMA, K. J. Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: evidence from *rbcL* sequence data. **American Journal of Botany**, v. 83, p. 221-223, 1996.
- CORNER, E.J.H. **The seeds of Dicotyledons**. v.1. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- CORREIA, S.M.; CANHOTO, J.M. Characterization of somatic embryo attached structures in *Feijoa sellowiana* Berg. (Myrtaceae). **Protoplasma**, v. 242, p. 95–107, 2010.
- COSTA, I.R. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados**. Tese (Doutorado). 2009. 234 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 2009.
- COSTA, I.R.; DORNELAS, M.C.; FORNI-MARTINS, E.R. Nuclear genome size variation in fleshy-fruited Neotropical Myrtaceae. **Plant Systematics and Evolution**, v. 276, p. 209-217, 2008.
- COSTA, M.P.F.; FERNANDES, L.D.R.S.; PIMENTEL, R.R. Análise da Anatomia Floral da *Eugenia puniceifolia* (Humb., Bonpl. & Kunth) Dc. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.5, n.2, p.12-17, 2010.

CRAVEN, L.A.; BIFFIN, E. An infrageneric classification of *Syzygium* (*Myrtaceae*). **Blumea**, v. 55, p. 94–99, 2010.

DE CANDOLLE, A.P. **Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis**, v. 3, p. 207-296, 1828.

ESEMANN-QUADROS, K.; MOTA, A.P.; KERBAUY, G.B.; GUERRA, M.P.; DUCROQUET, J.P.H.J.; PESCADOR, R. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 296-302, 2008.

FLORA DE SANTA CATARINA. Disponível em: <https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/plantae/magnoliophyta/caixa-de-deposito/myrtaceae---myrcia-sp-1>. Acesso em: 20 jun. 2014.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/lorars/open_sp.php?img=975. Acesso em: 21 jun. 2014.

FLORA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/lorars/open_sp.php?img=9477. Acesso em: 03 jul. 2014.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo: Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana**. Curitiba, 2004.

GADEK P.A.; WILSON P.G.; QUINN C.J. Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. **Australian Systematic Botany**, v. 9, p. 283–290, 1996.

GOGOSZ, A. M.; COSMO, N. L.; BONA, C. SOUZA, L. A. Morfoanatomia da plântula de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (*Myrtaceae*). **Acta Botanica Brasilica**. V. 24, n.3, p. 613-623, 2010.

GOMES, S. M.; SOMAVILLA, N. S. D. N.; GOMES-BEZERRA, K. M.; MIRANDA, S. C. de; DE-CARVALHO, P. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Anatomia foliar de espécies de *Myrtaceae*: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Botanica Brasilica**. V. 23, n. 1, p. 223-238, 2009.

GONZÁLEZ, C.C. Architecturafoliar de las especies de *Myrtaceae* nativas de la Argentina: Grupos “*Myrcia*”, “*Myrceugenia*” y “*Plinia*”. **Bol. Soc. Argent**, v. 46, p. 41-63, 2011

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B.K.; LANDRUM, L.L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F.F.; NIC LUGHADHA, E.; PROENÇA, C.; SOARES-SILVA, L.H.; WILSON, P.G.; LUCAS, E. **World Checklist of Myrtaceae**. Royal Botanical Gardens, Kew. 2014 Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/>. Acesso em: 25/01/2014.

GURGEL, J.T.A.; SOUBIHE, J.S. Poliembrionia em mirtáceas frutíferas. **Bragantia**, v.11, n.4-6, p.141-163, 1951.

GRESSLER, E.; PIZO, M.A.; MORELLATO, L.P. Polinização e dispersão de sementes em *Myrtaceae* do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

JOHNSON, L.A.S.; BRIGGS, B.G. Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.71, n. 3, p. 700–756, 1984.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. (tradução Simões, A. O.; Singer, R. B.; Singer, R. F.; Chies, T. T. de S.) **Sistemática Vegetal**: um enfoque filogenético. 3. ed. Artmed: Porto Alegre, 2009. 632 p.

- JUSTO, C.F.; ALVARENGA, A.A.; ALVES, E.; GUIMARÃES R.M.; STRASSBURG, R.C. Efeito da secagem, do armazenamento e da germinação sobre a micromorfologia de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 539-551, 2007.
- LANDRUM, L.R. The phylogeny and geography of *Myrceugenia* (Myrtaceae). New York Botanical Garden. **Brittonia**, v. 33, n. 1, p. 105– 129, 1981.
- LANDRUM, L.R. The development of the fruits and seeds of *Campomanesia* (Myrtaceae). **Brittonia**, v. 34, n. 2, p. 220-224, 1982.
- LANDRUM, L.R. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). **Flora Neotropica**. Monogr. 45, p.1-178, 1986.
- LANDRUM, L.R.; SHARP, W.P. Seed coat characters of some American Myrtinae (Myrtaceae): *Psidium* and related genera. **Systematic Botany**, v.14, n. 3, p.370-376, 1989.
- LANDRUM, L.R.; STEVENSON, D. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). **Systematic Botany**, v.11, n. 1, p.155-162, 1986.
- LANDRUM, L.R.; KAWAZAKI, M.L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A.C.; FIOR, C.S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – *Myrtaceae* armazenadas em câmara fria. **Iheringia**, Sér. Bot., v. 65, n. 1, p. 25-33, 2010.
- LIMA, D.F.; GOLDENBERG, R.; SOBRAL, M. O gênero *Campomanesia* (Myrtaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 3, p. 683-693, 2011.
- LUCAS, E.J.; BELSHAM, S.R.; NIC LUGHADHA, E.M.; ORLOVICH, D.A.; SAKURAGUI, C.M.; CHASE, M.W.; WILSON, P.G. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. **Plant Systematics and Evolution**, v.251, p.35-51, 2005.
- LUCAS, E.J.; HARRIS, S.A.; MAZINE, F.F.; BELSHAM, S.R.; NIC LUGHADHA, E.M.; TELFORD, A.; GASSON, P.E.; CHASE, M.W. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon**, v.56, n.4, p.1105-1128, 2007.
- LUCAS, E.J.; MATSUMOTO, K.; HARRIS, S.A.; NIC LUGHADHA, E.M.; BENERDINI, B.; CHASE, M.W. Phylogenetics, morphology, and evolution of the large genus *Myrcia* s.l. (Myrtaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v.172, n.7, p.915-934, 2011.
- MARIN R.; APEL M.A.; LIMBERGER R.P.; RASEIRA M.C.B.; PEREIRA J.F.M.; ZUANAZZI J.Â.S; HENRIQUES A.T. Volatile Components and Antioxidant Activity from some Myrtaceous Fruits cultivated in Southern Brazil. **Latin American Journal of Pharmacy**. V.27, n. 2, p. 172-177, 2008.
- MCVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae – an interim report. **Taxon**, v.17, p.354-418, 1968.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I.R. **Morfologia e Ontogênese do Pericarpo e Semente de *Eugenia puniceifolia* (H. B. & K.) Dc., *Myrcia bella* Camb. e *Campomanesia pubescens* (Dc.) Berg (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). 2007. 107 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2007.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I.R. **Morfoanatomia de ovário, pericarpo e semente de sete espécies de Myrteae DC (Myrtaceae)**. 2011. 115 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011.

- MURILLO-A, J.; STUESSY, T.F.; RUIZ, E. Phylogenetic relationships among *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* and *Luma* (Myrtaceae) based on paired-sites models and the secondary structures of ITS and ETS sequences. **Plant Systematics and Evolution**, v. 299, p. 713-729, 2013.
- NIC LUGHADHA, E.; PROENÇA, C.A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.83, p.480-503, 1996.
- NIEDENZU, F. **Myrtaceae**. In: Engler A., Prantl K. (eds.) Die natürlichen Pflanzenfamilien, Engelmann, Leipzig, v. 3. p. 57–105, 1893.
- OLIVEIRA, M. I. U.; PUNCH, L. S.; SANTOS F. A. R. LANDRUM, L. R. Aplicação de caracteres morfoanatômicos foliares na taxonomia de *Campomanesia* Ruiz & Pavón (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**. V. 25, n. 2, p. 455-465, 2011.
- PESCADOR, R.; KERBAUY, G.B., STRASSBURG, R.C.; KRAUS, J.E. Structural aspects of the zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 1, p. 136-144, 2009.
- PIMENTEL, R.R. **Anatomia e Desenvolvimento da Flor de *Eugenia neonitida* Sobral (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). 2010. 61 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2010.
- PIZO, M. A. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 371-377, 2003.
- PROENÇA, C. A revision of *Siphoneugena* Berg. **Edinb. J. Bot.** V. 47, n. 3, p. 239-271, 1990.
- PROENÇA, C.E.B. **The reproductive biology and taxonomy of the Myrtaceae of the Distrito Federal (Brasil)**. Tese de Pós-Doutorado. University of St. Andrews.
- REGO, S.S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S.; SANTOS, A.F. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.
- ROMAGNOLO, M.B.; SOUZA, M.C. Os gêneros *Calycorectes* O. Berg, *Hexachlamys* O. Berg, *Myrcianthes* O. Berg, *Myrciaria* O. Berg e *Plinia* L. (Myrtaceae) na Planície Alagável do Alto Rio Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n. 3, p. 613-627, 2004.
- RYE, B.L.; TRUDGEN, M.E. A new heterocarpidic fruit type for the Myrtaceae, with dehiscent and indehiscent loculi, in two genera from Western Australia. **Nuytsia**, v. 15, n. 3, p. 485-493, 2005.
- SCHMID, R. Floral anatomy of Myrtaceae. I. *Syzygium*. **Botanische Jahrbücher für Systematik**, v.92, p.433-489, 1972a.
- SCHMID, R. Floral anatomy of Myrtaceae. II. *Eugenia*. **Journal of the Arnold Arboretum**, v.53, p.336-363, 1972b.
- SCHMID, R. A resolution of the *Eugenia* – *Syzygium* controversy (Myrtaceae). **American Journal of Botany**, v.59, n.4, p.423-436, 1972c.
- SCHMID, R. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon**, v.29, p. 559–595. 1980.

- SEGER, C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELO, L. A. N de; BITTERN COURT, S. M. de; BRAND, M. A.; CANIATTO, I.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizada no município de Pinhas, Paraná – Brasil. **Floresta**. V. 35, n. 2, p. 291-302, 2005.
- SNOW, N.; MCFADDEN, J.; EVANS, T. M.; SALYWON, A. M.; WOJCIECHOWSKI, M. F.; WILSON, P. G. Morphological and Molecular Evidence of Polyphyly in *Rhodomyrtus* (Myrtaceae: Myrteae). **Systematic Botany**. V. 36, n. 2, p. 390-404, 2011
- SOARES-SILVA, L.H. **A família Myrtaceae – Subtribos Myrciinae e Eugeniinae na bacia hidrográfica do Rio Tibagy, Estado do Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado). 2000. 478 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- SOBRAL, M. **A Família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Editora Unisinos. Coleção Fisionomia Gaúcha, 2003.
- SOH, W. K.; PARNELL, J. Comparative leaf anatomy and phylogeny of *Syzygium* Gaertn. **Plant Systematic Evolution**, v. 297, p. 1-32, 2011
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III**. Ed. 3. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2012.
- STAGGEMEIER, V.G.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; MORELLATO, L.P.C. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). **Journal of Ecology**, v. 28, p. 1409-1421, 2010.
- STEVENS, P. F. **Angiosperm Phylogeny Website**. Versão 12, julho de 2012 Disponível em : 6 Acesso em: 17. dez 2013, 2001
- TANTAWY, M. E. Morpho-anatomical study on certain taxa of Myrtaceae. **Asian Journal of Plant Sciences**. V. 3, n. 3, p. 274-285, 2004.
- TOBE, H.; RAVEN, P.H. An embryological analysis of Myrtales: Its definition and characteristics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 70, p. 71–94, 1983.
- VAN WYK, A.E.; BOTHA, R. The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in southern Africa: ontogeny and taxonomic value of the seed. **South African Journal of Botany**, v.3, p.63-80, 1984.
- VOLGIN, S.O.; STEPANOVA, A.V. Morphological and vascular anatomy of the flowers *Myrtus communis* L. and *Myrtus macrophylla* EHRH. (Myrtaceae). Visnyk of Lviv University. **Series Biology**, v.27, p. 61- 69, 2001.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphological and vascular anatomy of the flower in *Melaleuca leucafulgens* R. Br. and *Melaleuca nesophila* F. Muell. (Myrtaceae). Visnyk of Lviv University. **Series Biology**, v. 28, p. 70-79, 2002a.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower in *Feijoa sellowiana* Berg and *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae Juss. – Myrtoideae). Visnyk of Lviv University. **Series Biology**, v. 31, p. 66–76, 2002b.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower of certain species of *Psidium* L. (Myrtaceae Juss.). Visnyk of Lviv University. **Series Biology**, v 37, p. 90–99, 2004

VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower of *Angophora intermedia* DC. (Myrtaceae) with special emphasis on the innervation of the floral axis. **Wulfenia**, 13, p. 11–19, 2006

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; GADEK, P.A.; QUINN, C.J. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v.88, p.2013-2025, 2001.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; HESLEWOOD, M.M.; QUINN, C.J. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a *matK* phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v.251, p.3-19, 2005.

CAPÍTULO 2

A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae (Myrtaceae)?

Artigo elaborado e formatado conforme as
normas para publicação científica no periódico
Acta Botanica Brasilica conforme Anexo

A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae (Myrtaceae)?

Nayara Carreira Machado^A, Káthia Socorro Mathias Mourão^{B,C}

^A Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá (UEM)

^B Universidade Estadual de Maringá (UEM), Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia

^C Endereço para correspondência: ksmmourao@gmail.com

RESUMO

A caracterização do óvulo, semente e embrião figura entre os principais caracteres usados para a classificação de Myrtaceae. Contudo, a extensa literatura traz apenas estudos morfológicos destas estruturas, sendo a sua anatomia e ontogênese negligenciadas. Com o objetivo de ampliar o conhecimento destas estruturas para possibilitar a aplicação nas discussões das propostas filogenéticas, foi descrita a ontogenia da semente de cinco espécies que ocorrem em formações campestres do Estado do Paraná pertencentes a cinco dos seis clados sulamericanos de Myrteae: *Eugenia pitanga* (grupo “*Eugenia*”), *Campomanesia adamantium* (grupo “*Pimenta*”), *Myrceugenia alpigena* (grupo “*Myrceugenia*”), *Myrcia multiflora* (grupo “*Myrcia*”) e *Myrciaria delicatula* (grupo “*Plinia*”). O material coletado foi processado segundo técnicas usuais e analisado em microscópio ótico de luz. Todos os óvulos mostram-se campilótopos, bitegmentados, crassinucelados, com os tegumentos variando de duas a quatro camadas de células. Com o desenvolvimento da semente, há predominância de divisões anticlinais na anti-rafe e semente torna-se acentuadamente campilótropa. Em *Eugenia pitanga* e *Myrciaria delicatula* é observado o crescimento de paquicalaza. A testa é proliferativa em *Campomanesia adamantium* e *Myrcia multiflora*. Entre todas as espécies estudadas, apenas *Myrcia multiflora* apresentou células lignificadas ao final do desenvolvimento seminal. Os embriões seguiram o padrão já descrito para os gêneros na literatura e de forma geral foram encontradas particularidades na estrutura do tegumento seminal que se repetidas em outras espécies dos gêneros podem permitir a separação entre os grupos gerados nas propostas filogenéticas.

Palavras-chaves: embrião, ontogenia, óvulo.

ABSTRACT

(The anatomy of the seed corroborates molecular analyzes in Myrteae (Myrtaceae)?) The characterization of the ovule, embryo and seed is among the main characters used for classification in Myrtaceae. However, extensive literature provides only morphological studies of these structures, and its anatomy and ontogenesis is neglected. With the purpose of expanding knowledge of these structures to enable the application in the discussions of phylogenetic hypothesis, the ontogeny of seeds of different species that occur in grasslands of Paraná belonging to five of the six clades of South Americans Myrteae were described: *Eugenia pitanga* (“*Eugenia*” group), *Campomanesia adamantium* (“*Pimenta*” group), *Myrceugenia alpigena* (“*Myrceugenia*” group), *Myrcia multiflora* (“*Myrcia*” group) and *Myrciaria delicatula* (“*Plinia*” group). The material collected was processed according to standard techniques and analyzed in light optical microscopy. All the ovules are campylotropous, bitegmic and crassinucellate and the integuments varying from two to four layers of cells. With the development, there is a predominance of anticlinal divisions in the anti-raphal region and the seed became markedly campylotropous. In *Eugenia pitanga* and *Myrciaria delicatula* develops a pachycalaza. The testa is multiplicative in *Campomanesia adamantium* and *Myrcia multiflora*. Among all the species, only *Myrcia multiflora* showed lignified exotesta in mature seed. Embryos followed the pattern described for the genera in literature. In general, it was found particularities in the structure of the seed integument that repeated in other species of the genera may allow the separation between the groups generated in the phylogenetic proposals.

Keywords: embryo, ontogeny, ovule.

Introdução

Os representantes de Myrtaceae figuram entre os mais numerosos em levantamentos florísticos da região Sul do Brasil (Sobral 2003; Cervi *et al.* 2007; Carmo & Assis 2012). Contudo, não é apenas no Brasil que a família tem expressão significativa. De acordo com Snow *et al.* (2011) Myrtaceae é a oitava maior família dentre as Angiospermas.

De forma geral a família pode ser caracterizada pela presença de caule esfoliante, folhas com glândulas secretoras abundantes, ovário ínfero ou semi-ínfero, estames numerosos (Wilson *et al.*, 2001), flores bissexuais e hipanto desenvolvido (Judd *et al.*, 2009).

A classificação de Myrtaceae ao longo do tempo foi controversa e nem sempre aceita pela comunidade científica como um todo. Diversos estudos se propuseram a clarear e ratificar as relações intrafamiliares (Mc Vaugh 1968; Briggs & Johnson 1979, 1984; Schmid 1980; Gadek *et al.* 1996; Wilson *et al.* 2001, 2005; Lucas *et al.* 2005, 2007; Costa 2009; Biffin *et al.* 2010; Murillo-A *et al.* 2013). Em estudo pioneiro, De Candolle (1828) dividiu Myrtaceae em 5 tribos, Leptospermeae, Myrteae, Chamaelaucieae, Barringtonieae, e Lecythideae. Em classificação posterior, Niedenzu (1893) usou a disposição das folhas e tipos de frutos para separar Myrtaceae em duas subfamílias, Myrtoideae e Leptospermoideae.

A divisão entre as duas subfamílias é considerada clássica. As espécies dentro de Leptospermoideae eram caracterizadas por apresentarem frutos secos e folhas alternas, e Myrtoideae com frutos carnosos, folhas opostas, tendo a América do Sul como centro de irradiação (Sobral, 2003).

Contudo, esta divisão em duas subfamílias não perdurou e ao longo do tempo a família sofreu diversas mudanças quanto à disposição dos grupos. Wilson *et al.* (2001) em análise do gene *matK* fizeram a ressalva de que os gêneros por eles estudados não formavam um táxon de classificação subfamiliar, sendo mais correto a circunscrição de tribo Myrteae ao invés de subfamília Myrtoideae.

Em descrição inicial, De Candolle (1828) usou o embrião para caracterizar Myrteae, separando em: Myciinae, com cotilédones delgados, foliáceos, cercados pela radícula alongada e curvada; Eugeniinae, com embrião carnoso geralmente homogêneo com a linha de separação dos cotilédones plano convexos conectados a uma radícula curta e, por fim, Pimentinae, circunscrito para Myrtiinae posteriormente (McVaugh, 1968), que apresenta embrião espiral, circular, uncinado ou em forma de ferradura, consistente, com radícula longa e dois pequenos cotilédones no final.

Diversos trabalhos posteriores alteraram o parâmetro de classificação para a tribo e para a família, usando como ferramenta características morfológicas e, mais recentemente, moleculares.

Quanto à anatomia de órgãos reprodutivos de espécies inseridas na tribo, pouquíssimo foi descrito de forma profunda se comparado com a diversidade que Myrtaceae e Myrteae apresentam. McVaugh (1968) afirmou que flores e frutos, juntamente com algumas características vegetativas, poderiam fornecer melhor delimitação para gêneros mal compreendidos. Johnson & Briggs (1984) foram além, e interpretaram dados como a anatomia de madeira, filotaxia, inflorescência, tricomas, vascularização intramarginal e androceu com o programa CLAX. Porém, os autores não observaram uma análise filogenética única na qual se pode ter confiança, mas indicaram uma base para hipóteses fitogeográficas e adaptativas.

Craven & Biffin (2010) acreditam que a posição da placenta e o modo de arranjo dos óvulos nela, a presença ou ausência de testa e a natureza dos tecidos envolvidos no desenvolvimento da calaza, podem ser importantes para a classificação da tribo. Mc Vaugh (1968), antes mesmo de todas essas inferências serem feitas, afirmava que a semente madura, até então desprezada na classificação, poderia ser essencial na adequação dos táxons.

Para o nosso estudo, será levado em consideração o circunscrito por Lucas *et al.* (2007), com a separação da tribo em sete grupos: grupo *Plinia*, *Myrcia*, *Myrceugenia*, *Myrteola*, *Pimenta*, *Eugenia* e *Australiano*. Para tanto, os autores discutiram os resultados da análise molecular com caracteres anatômicos e morfológicos, como a placentação, elemento de vaso, número de óvulos por ovário e embrião.

Visto que elementos relacionados ao gineceu, como óvulos, embriões e sementes, foram sempre usados para separação em Myrteae, o nosso trabalho se propõe a estudar a ontogênese da semente de cinco espécies que ocorrem no Brasil e que representam cinco dos cladogramas gerados no estudo de Lucas *et al.* (2007). Assim, este estudo pretende analisar se há diferenças anatômicas no desenvolvimento do tegumento seminal que reforce as atuais propostas filogenéticas do grupo.

Materiais e Métodos

Ramos com botões, flores e frutos em diferentes estádios de *Eugenia pitanga* (O. Berg) Nied (grupo *Eugenia*), *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (grupo *Pimenta*), *Myrceugenia alpigena* (DC.) Landrum (grupo *Myrceugenia*), *Myrcia multiflora*

DC. ex Guillemín (grupo *Myrcia*) e *Myrciaria delicatula* (Lam.) DC. (grupo *Plinia*) foram coletados no Parque Estadual do Guatêrlá (Tibagi – PR) e no Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa – PR).

Cervi *et al.* (2007) afirmam que o Parque Estadual de Vila Velha encontra-se no domínio da floresta ombrófila mista, savana gramíneo lenhosa e próximo das áreas ocupadas por floresta estacional semidecidual, refletindo a formação de uma rica e peculiar flora. No Parque Estadual do Guatêrlá, a fisionomia predominante é constituída de formações campestres, estepe gramíneo- lenhosa, ocorrência de uma área de cerrado, savana arborizada, associada a florestas ombrófila mista (Veloso *et al.*, 1991).

As coordenadas dos exemplares coletados são: *Eugenia pitanga*, 25°14'41.39'' S, 49°59'32.99'' W, altitude 899.284m (Parque Estadual do Guatêrlá) e 25°14'40.80'' S, Long. 49°59'30.60'' W, altitude 951.285m (Parque Estadual Vila Velha). *Campomanesia adamantium*, 25°14'26.99'' S, 50°0'8.39'' W, altitude 925.279m (Parque Estadual do Guatêrlá) e 25°14'46.80'' S, 49°59'34.20'' W e altitude 956.283m (Parque Estadual Vila Velha). *Myrceugenia alpigena*, 24°33'45'' S, 50°15'30.60'' W, altitude 1008.400m (Parque Estadual do Guatêrlá). *Myrcia multiflora*, 25°14'54.60'' S, 49°59'31.20'' W, altitude 935.281m (Parque Estadual Vila Velha). *Myrciaria delicatula*, 24°33'45.60'' S, Long. 50°15'18.60'' W, altitude 928.407m (Parque Estadual do Guatêrlá).

Foram feitas exsiccatas de todos os exemplares recolhidos, ficando depositados no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUEPG) sob os registros: *Eugenia pitanga* – HUPG 19445; *Campomanesia adamantium* – HUPG 19428; *Myrceugenia alpigena* – HUPG 19753; *Myrcia multiflora* – HUPG 19401 e *Myrciaria delicatula* – HUPG 19781.

O material coletado foi fixado em FAA 50%, armazenado em álcool 70% (Johansen, 1940), incluído em historresina (Gerrits, 1991) e seccionado em diferentes planos em micrótomo de rotação, com espessura de 8µm. Os cortes foram corados com azul de toluidina tampão acetato, pH 4,7 (O'Brien, 1964 adaptado) e montados em resina sintética Entelan®.

A análise das lâminas foi feita em microscópio Leica ICC50 com as devidas escalas feitas a partir de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso. Para descrição dos óvulos e sementes, utilizou-se a terminologia definida por Corner (1976).

Resultados

Semente em desenvolvimento

O óvulo das espécies é campilótrofo, crassinucelado, bitegumentado e com funículo curto (Fig. 1A-B, 2A-B, 3A-B, 4A, 5A). O tegumento externo apresenta número variável de camadas: duas (*Myrcia multiflora*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrciaria delicatula* – Fig. 3B, 4A, 5B), três (*Campomanesia adamantium* - Fig. 2B-C) e quatro (*Eugenia pitanga* – Fig. 1B-C). O formato das células do tegumento externo é cuboide (Fig. 1B, 2B-C, 3A-C, 4A-B, 5A-B). Há variação no tamanho e no conteúdo das células entre as camadas deste tegumento, sendo que em *C. adamantium* a epiderme externa tem células volumosas e em *M. multiflora* são alongadas em sentido radial e têm conteúdo fenólico, enquanto que as células da epiderme interna mostram-se tabulares nestas duas espécies (Fig. 2E, 4D). O tegumento interno das espécies é formado por duas camadas de células de formato tabular (Fig. 1B, 2C, 3B-C, 4D), sendo de difícil distinção em *E. pitanga*, mas observado durante a ontogênese do óvulo (Fig. 1A, B).

Com o desenvolvimento, a micrópila é formada apenas pela endóstoma em *Myrceugenia alpigena* e um obturador de origem placentária está em contato com os dois tegumentos nesta região (Fig. 3A-C). Em *Eugenia pitanga*, *Campomanesia adamantium*, *Myrcia multiflora* e *Myrciaria delicatula* a micrópila é formada também pela exóstoma (Fig. 1B, 2B-C, 4B), sendo que em *C. adamantium* e *M. multiflora* as aberturas não são coincidentes e a parte antirrafeal do tegumento externo recobre a parte pré-rafeal fazendo com que a micrópila tenha aspecto de “Z” (Fig. 2C, 4B). Em todas as espécies há aumento no número de camadas dos tegumentos na região adjacente à micrópila (Fig. 1B, 2B-C, 3A-C, 4B).

Algumas mudanças significativas são observadas ao longo do desenvolvimento da semente. Em todas as espécies, após a fecundação, há predominância de divisões anticlinais nos tegumentos na região antirrafeal, bem como o aumento de camadas e do volume das células do nucelo na região rafeal em direção a cavidade embrionária (Fig. 1C, 2D, 4G). Em *Eugenia pitanga* e *Myrciaria delicatula* a calaza se amplia e forma a paquicalaza (Fig. 1C, 5C). Em *Campomanesia adamantium*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrcia multiflora* o desenvolvimento da região antirrafeal é maior do que nas outras duas espécies e a semente torna-se acentuadamente campilótropa (2D, 4G). O número de camadas da testa aumenta em *C. adamantium* e *M. multiflora* (Fig. 2J, 4F) e da testa e da paquicalaza em *E. pitanga* e *M. delicatula* (Fig. 1D, F-G, I, 5C-E). Em todas as espécies o número de camadas do tégmen

mantém-se inalterado (1E, 2G, 3E, 4E, 5B). Células de conteúdo fenólico ocorrem na exotesta em *M. multiflora* (Fig. 4D), e nesta camada e nas primeiras camadas subjacentes em *M. delicatula* (Fig. 5B-D). Nesta fase, uma hipóstase torna-se evidente pelo conteúdo fenólico denso de suas células em *Myrcia multiflora* (Fig. 4C) e em fases posteriores nas outras espécies (1C, 2K, 3D, 5C). Em *M. alpigena*, as células do exotégmen próximas a região da calaza apresentam conteúdo fenólico em continuidade as células da hipóstase (Fig. 3E).

Na paquicalaza, em *Eugenia pitanga*, externamente as células com conteúdo fenólico diferenciam-se várias camadas de células alongadas em sentido longitudinal (Fig. 1D). As divisões no tegumento seminal na paquicalaza e na testa passam a ocorrer em diferentes planos nas camadas medianas e são anticlinais na camada mais externa. As divisões periclinais nas células da endotesta que ocorrem de forma desordenada dão a esta camada aspecto irregular. Na paquicalaza e nas demais camadas da testa o alongamento das células em sentidos variados tornam a superfície seminal ondulada (Fig. 1G, 1F).

De modo geral, quando o embrião preenche toda a cavidade embrionária e gradativamente aumenta de tamanho, camadas de células dos tegumentos e do nucelo começam a sofrer achatamento ou a se colapsar (Fig. 1I, 2G-I, 3E-3F, 4E-F), sendo este processo mais tardio em *Myrciaria delicatula* (Fig. 5E). As células da exotesta com conteúdo fenólico em *Myrcia multiflora*, que sofreram divisões anticlinais e alongamento radial em fases anteriores, dispõem-se em paliçada (Fig. 4E) e, posteriormente, adquirem espessamento parietal (Fig. 4F).

Para todas as espécies, na medida em que o embrião se desenvolve, o endosperma, que inicialmente era nuclear (Fig. 1E, 2F, 4C), torna-se celular (Fig. 1C, 2D, G, 3E, 5C). Embrião supranumerário foi observado em *Eugenia pitanga*.

Semente madura

A semente madura de todas as espécies é exalbuminosa (Fig. 1F, 2J, 3D,G, 4H, 5E, F). Em *Eugenia pitanga* há afastamento celular nas camadas mais externas da paquicalaza e da testa que originam um aerênquima (Fig. 1J). Ainda nesta espécie as duas camadas de células em contato com o pericarpo tornam-se alongadas no sentido longitudinal e as células alongadas externas à hipóstase na paquicalaza diferenciam em esclereídes. Em *Campomanesia adamantium*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrciaria delicatula*, o tegumento seminal é delgado, formado apenas pela testa (Fig. 1J, 2K, 3G, 4H, 5F) e a exotesta torna-se

lignificada em *Myrcia multiflora* (Fig. 4H). O tégmen em todas as espécies torna-se colapsado (Fig. 1J, 2K, 3G, 4H, 5F).

Há variação na estrutura do embrião, podendo apresentar cotilédones carnosos, plano-convexos, com eixo hipocótilo-radicular curto em *Eugenia pitanga* e *Myrciaria delicatula* com cavidades secretoras já diferenciadas nesta última espécie (Fig. 1F, 5F). Em *Campomanesia adamantium* o eixo hipocótilo-radicular é muito longo e os cotilédones muito reduzidos. Em *Myrceugenia alpigena* e *Myrcia multiflora* o eixo hipocótilo-radicular e os cotilédones foliáceos são longos e acentuadamente enrolados (Fig. 3D, 4H). No embrião de todas as espécies há cavidades secretoras distribuídas abaixo da protoderme (Fig. 3D, 4H, 5F) e apresentam como substância de reserva nas células no meristema fundamental, amido (*E. pitanga*, *M. alpigena*, *M. multiflora*, *M. delicatula*) ou lipídio (*C. adamantium*).

Discussão

Em todas as espécies aqui estudadas o óvulo é campilótrofo, seguindo o afirmado por Corner (1976) para Myrtaceae e coincidindo com o descrito por Moreira-Coneglian (2007, 2011) em espécies de *Eugenia*, *Campomanesia* e *Myrcia*. Em Myrtoideae, e em Myrtaceae de modo geral, Nic Lughadha & Proença (1996) e Tobe & Raven (1983) descrevem apenas óvulos anátropos. Pescador *et al.* (2009) em estudo com *Acca sellowiana* descrevem o óvulo como anátropo tendendo a ana-campilótrofo. Van Wyk & Botha (1984) registram para espécies de *Eugenia* óvulos hemi-campilótrofos tendendo a ana-campilótrofos. Contudo estes autores fazem a ressalva de que alguns estudos classificam os óvulos como anátropos quando na realidade eles são campilótrofos e que só estudos detalhados não deixarão dúvida quanto a esta afirmação.

Assim como em nosso estudo, Corner (1976), Tobe & Raven (1983), Van Wyk & Botha (1984) e Nic Lughadha & Proença (1996) descrevem para a família óvulos crassinucelados. Óvulos crassinucelados foram descritos por Pescador *et al.* (2009) em *Acca sellowiana* e por Pimentel (2013) nas 14 espécies que estudou.

Os óvulos das espécies estudadas são bitegumentados. Corner (1976) faz a mesma descrição para a família. Tobe & Raven (1983) registram em *Eugenia* spp. e *Syzygium* óvulos unitegumentados, mas discutem que a presença de apenas um tegumento em *Eugenia* se deve ao fato de a família ser pouco conhecida embriologicamente. Em estudo com *Eugenia*, Van Wyk & Botha (1984) descrevem todas as espécies como bitegumentadas, assim como o

encontrado por Moreira-Coneglian (2007, 2011) em *Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia pubescens* e em espécies de *Eugenia*, *Myrcia* e *Psidium* e por Pimentel (2013) em 12 das 14 espécies que estudou. Este último autor também registrou em duas espécies de *Syzygium* óvulos unitegmentados. A descrição na literatura de apenas um tegumento em *Eugenia* provavelmente se refira na verdade a espécies de *Syzygium* (Van Wyk & Botha, 1984), apresentando-se neste gênero como condição derivada pela perda de um tegumento durante a evolução da família (Tobe & Raven, 1983; Wilson, 2011). Pimentel (2013) afirma que em seu estudo os clados sulamericanos de Myrteae ganharam um segundo tegumento, ocorrendo, deste modo, uma reversão à condição plesiomórfica bitegmentada da família. Este autor reforça que a ocorrência de um tegumento em óvulos de *Eugenia uniflora* descrita por Lopes (2008) deve-se a uma reversão que representa uma autapomorfia para a espécie. Entretanto, Lopes (2008) não realizou a ontogênese do óvulo para confirmar esta constatação. Por outro lado, a ampliação deste tipo de estudo para mais espécies de *Eugenia* pode revelar espécies unitegmentadas que reforçariam a proximidade de *Eugenia* e *Syzygium* nas atuais propostas filogenéticas.

Nas espécies aqui estudadas o número de camadas celulares dos tegumentos varia de dois a quatro, corroborando o descrito de forma geral para Myrtaceae por Tobe & Raven (1983) e Corner (1976), e em espécies de Myrteae estudadas por Van Wyk & Botha (1984), Pescador *et al.* (2009) e Moreira-Coneglian (2007, 2011). Assim como observado em *Eugenia pitanga*, as espécies de *Eugenia* africanas estudadas por Van Wyk & Botha (1984) apresentam tegumento interno muito discreto, podendo ser ignorado em estudos que não acompanham todo o desenvolvimento do óvulo. Em todas as espécies aqui descritas, desde o óvulo jovem até a semente em desenvolvimento, foi observado número maior de camadas de células nos tegumentos próximos a região micropilar. O mesmo já havia sido descrito em *Acca sellowiana* por Pescador *et al.* (2009).

O tégmen não multiplicativo que se torna colapsado com o desenvolvimento da semente, descrito neste trabalho, já havia sido registrado por Corner (1976), Van Wyk & Botha (1984) e Moreira-Coneglian (2007, 2011).

Quanto à formação da micrópila, as espécies apresentaram considerável variação, sendo constituída somente pela endóstoma (*Myrceugenia alpigena*) ou pela endóstoma e exóstoma, podendo ser (*Eugenia pitanga*) ou não (*Campomanesia adamantium*, *Myrcia multiflora*) coincidentes. A afirmação de Corner (1976) de que em Myrtaceae a micrópila é formada apenas pela exóstoma, talvez deva-se ao fato de que durante a ontogênese ovular o

tegumento externo desenvolva-se mais rapidamente que o interno, como observado em óvulos imaturos no presente trabalho. Nas espécies de *Eugenia* estudadas por Van Wyk & Botha (1984), a micrópila é formada pelos dois tegumentos ou pelo tegumento interno. Em *C. adamantium* e *M. multiflora* a micrópila é em zig-zag (“Z”) como descrita em *Acca sellowiana* por Pescador *et al.* (2009) e em *Campomanesia pubescens* por Moreira-Coneglian (2007). Na literatura não há menção da presença de obturador em espécies de Myrtaceae, sendo encontrado no presente trabalho em *Myrceugenia alpigena* como registro inédito para a família.

Com a fecundação e início do desenvolvimento da semente, *Eugenia pitanga* e *Myrciaria delicatula* desenvolvem a paquicalaza, com os tegumentos ficando restritos a região micropilar. Corner (1976) descreve a presença deste tegumento paquicalazal em espécies unitegmentadas de *Eugenia*, registrado também em *Eugenia puniceifolia*, *Eugenia bimarginata*, ambas bitegmentadas descritas por Moreira-Coneglian (2007, 2011). Tudo indica que a ocorrência de paquicalaza em *M. delicatula* é o primeiro registro para espécies que não pertencem ao grupo *Eugenia*. Von Teichman & Van Wyk (1991) afirmam que a presença de paquicalaza associada ao embrião muito desenvolvido é característica plesiomórfica. Em duas das hipóteses filogenéticas obtidas por Murillo-A *et al.* (2013) estes dois gêneros estão mais próximos e basais contrariamente ao observado na árvore filogenética de Lucas *et al.* (2007), em que o grupo *Eugenia* é o mais basal e o grupo *Plinia* o mais derivado.

A ocorrência de pericalaza, encontrada em espécies de *Myrcia* e em *Blepharocalyx salicifolius* por Moreira-Coneglian (2007, 2011) não foi observada nas espécies estudadas neste trabalho.

O endosperma, inicialmente nuclear e consumido posteriormente, encontrado nas espécies deste trabalho, já havia sido descrito por Tobe & Raven (1983), Moreira-Coneglian (2007, 2011) e Pescador *et al.* (2009). Corner (1976) afirma que de forma geral todas as sementes de Myrtaceae são parcialmente ou completamente exalbuminosas.

Conforme a semente se desenvolve, em todas as espécies ocorrem divisões celulares nos tegumentos na região anti-rafeal que aumentam a curvatura da semente e do saco embrionário. O mesmo tipo de desenvolvimento foi descrito para as espécies africanas de *Eugenia* com semente do tipo X (Van Wyk & Botha, 1984) e em todas as espécies estudadas por Moreira-Coneglian (2007, 2011).

Poliembrionia foi observada neste trabalho somente em *Eugenia pitanga* e é descrita para a família, em *Syzygium* e *Myrciaria* (Gurgel & Soubiê Sobrinho, 1951), ambos com embrião eugenioide. Nas espécies com embriões mircióide e mirtóide, não há relatos de poliembrionia. Estes tipos de embrião apresentam uma especialização maior do eixo embrionário e dos cotilédones, e não possibilitam a ocorrência deste fenômeno como em espécies com embrião eugenioide, cujos órgãos são menos distintos (Moreira-Coneglian, 2007, 2011). Rye (1979) fez uma correlação positiva entre a ocorrência de apomixia em Myrtoideae e a alta frequência de poliembrionia no grupo. Contudo o autor cita como exemplo apenas *Syzygium jambos*.

As divisões celulares anticlinais e o processo de lignificação das células da camada em paliçada que constitui a exotesta em *Myrcia multiflora* também foram observados em *Eugenia* com sementes do tipo X descritas por Van Wyk & Botha (1984). Nas espécies estudadas por Moreira-Coneglian (2007, 2011) há variação da camada com células lignificadas, sendo apenas na exotesta em *Campomanesia pubescens*, *Myrcia bella* e *M. lauruotteana* e em toda a testa em *Eugenia aurata*, *E. bimarginata* e *E. puniceifolia*. Em *Eugenia pitanga* somente as camadas externas à hipóstase na paquicalaza diferenciam-se em esclereídes. Nas espécies de *Psidium* descritas por Moreira-Coneglian (2011), lignificam-se as camadas mais internas da mesotesta e as demais camadas da mesotesta e a exotesta formam a sarcotesta. A autora, como já registrado por McVaugh (1968) e Corner (1976), chama atenção sobre a variedade encontrada no tegumento seminal de Myrtaceae e afirma que a ausência de esclerificação no tegumento de *Blepharocalyx salicifolius* é característica plesiomórfica que confirma a separação deste gênero dos demais da tribo de acordo com a filogenia de Lucas *et al.* (2007). O fato de em *Campomanesia adamantium*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrciaria delicatula* não haver lignificação de células no tegumento torna este caráter homoplásico e somente a descrição de mais espécies na tribo podem elucidar esta questão.

A anatomia do embrião das espécies segue o descrito por Moreira-Coneglian (2007, 2011), principalmente no que se refere às cavidades secretoras subepidérmicas. A presença destas estruturas secretoras no embrião é comumente negligenciada nos estudos embriológicos (Van Wyk & Botha, 1984).

Tobe & Raven (1983) estimam que apenas 9% das espécies de Myrtaceae são conhecidas embriologicamente e que mais estudos deveriam ser feitos extensivamente já que é a maior família dentro de Myrtales e os atributos embriológicos são críticos para a circunscrição do grupo e elucidação da relação dentro da ordem. Nesse estudo os autores

afirmam que muitos táxons foram descritos baseados em informações incompletas e que evidências embriológicas permitiriam clara circunscrição para a ordem.

As características encontradas em *Campomanesia adamantium* como o embrião mirtoide com eixo hipocótilo-radicular longo, carnoso, enrolado e com cotilédones reduzidos no ápice associadas ao tegumento fino e não lignificado, estão de acordo com as descritas por Landrum (1986) para o “complexo *Campomanesia*” e são típicos de Myrtinae na qual o gênero se encontra (Landrum & Kawasaki, 1997).

Eugenia pitanga e *Myrciaria delicatula* apresentam embriões semelhantes. Na literatura os gêneros supracitados são classificados como pertencentes a Eugeniinae, que tem como característica o embrião eugenioide (Landrum & Kawasaki, 1997). Este embrião é descrito pelos autores com cotilédones carnosos, planos-convexo, podendo ser fundidos ou separados, com eixo hipocótilo-radicular curto se comparado aos cotilédones. Lucas *et al.* (2007) afirmam que o embrião eugenioide surgiu independente no grupo *Plinia* e *Eugenia*. Ainda segundo Mc Vaugh (1968) os cotilédones tendem a ser mais separados em *Plinia* do que no outro grupo. Em *Eugenia pitanga* os cotilédones são facilmente distinguíveis, ao contrário do encontrado por Moreira-Coneglian (2007, 2011) em duas espécies do gênero.

Em *Myrceugenia alpigena* e *Myrcia multiflora* o embrião apresenta tanto o eixo hipocótilo-radicular quanto os cotilédones que são foliáceos longos e enrolados, enquadrando-se no tipo mircioide que caracteriza as espécies de Myrcinae (Landrum & Kawasaki, 1997). Na filogenia de Lucas *et al.* (2007), estes gêneros estão em grupos próximos, com o grupo *Myrceugenia* mais basal e o grupo *Myrcia* mais derivado, apesar de este tipo de embrião não ocorrer nos outros dois gêneros (*Blepharocalyx* e *Luma*) pertencentes ao grupo *Myrceugenia*, o que segundo estes autores indica uma evolução independente desta característica. Entretanto, nas hipóteses filogenéticas de Murillo-A *et al.* (2013), os grupos *Myrcia* e *Myrceugenia* mantêm-se próximos e sem os gêneros *Blepharocalyx* e *Luma*, que agora constituem dois grupos distintos.

Os resultados encontrados no presente mostraram diferenças significativas entre as espécies. Contudo, este estudo somados aos descritos em estudos semelhantes ou em outros estruturais ainda não são suficientes para corroborar as hipóteses geradas pelas análises filogenéticas baseadas em dados moleculares. As flutuações dos grupos nos diferentes cladogramas obtidos podem indicar a insuficiência na análise de genes que podem ser responsáveis pela expressão dos dados morfológicos que vem sendo utilizado nas discussões.

Agradecimentos

À CAPES, pela bolsa de mestrado concedida. À professora Marta Regina Barroto do Carmo (UEPG) pelo auxílio nas coletas. À professora Mariza Barion Romagnolo (UEM) e professor Marcos Eduardo Guerra Sobral (UFSJ) pela identificação das espécies. À Fundação Araucária, pela bolsa produtividade em pesquisa de K. S. M. Mourão. Ao Instituto Ambiental do Paraná (PR), pela autorização para coleta nos Parques Estaduais de Guartelá e de Vila Velha, PR, BR.

Referências

- Biffin, E.; Lucas, E.J.; Craven, L.A.; Costa, I.R.; Harrington, M.G. & Crisp, M.D. 2010. Evolution of exceptional species richness among lineages of flesh-fruited Myrtaceae. **Annals of Botany** **106**: 79-93.
- Briggs, B.G. & Johnson, L.A.S. 1979. Evolution in the Myrtaceae-evidence from inflorescence structure. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales** **102**(4):157-256.
- Cervi, A.C.; Von Linsingen, L.; Hatschbach, G. & Ribas, O.S. 2007. A Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Botânico Municipal** **69**: 1-52.
- Corner, E.J.H. 1976. **The seeds of dicotyledons**. Vols 1 e 2. Cambridge, Cambridge University Press.
- Costa, M.P.F.; Fernandes, L.D.R.S. & Pimentel, R.R. 2010. Análise da Anatomia Floral da *Eugenia puniceifolia* (Humb., Bonpl. & Kunth) Dc. **Saúde & Ambiente em Revista** **5**(2):12-17.
- Craven, L. A. & Biffin, E. 2010. An infrageneric classification of *Syzygium* (Myrtaceae). **Blumea** **55**: 94–99.
- De Candolle, A.P. 1828. Prodrômus systematis naturalis regnia vegetabilis. **Pars 3**: 207-296.
- Gadek P.A.; Wilson P.G. & Quinn C.J. 1996. Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. **Australian Systematic Botany** **9**:283–290.

- Gerrits, P.O. 1991. The application of glycol metacrylate in histotechnology: some fundamental principles. Leica GmbH. **Germany**: 80.
- Gurgel, J.T.A. & J. Soubiê Sobrinho. 1951. Poliembrião em mirtáceas frutíferas. **Bragantia 11**: 141-163.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book Company.
- Johnson, L.A.S. & Briggs B.G. 1984. Myrtales and Myrtaceae - A phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden 71**(3): 700-756.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. **Sistemática Vegetal – Um enfoque filogenético**. Porto Alegre, Artimed.
- Landrum, L.R. & Stevenson, D. 1986. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). **Systematic Botanic 11**(1): 155-162.
- Landrum, L.R. & Kawasaki, M.L. 1997. The genera of Myrtaceae in Brasil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia 49**(4): 508-536.
- Lopes, B.C. 2008. **Anatomia, desenvolvimento da flor e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lucas, E.J.; Belsham, S.R.; Nic Lughadha, E.M.; Orlovich, D.A.; Sakuragui, C.M.; Chase, M.W. & Wilson, P.G. 2005. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. **Plant Systematics and Evolution 251**: 35-51.
- Lucas, E.J.; Harris, S.A.; Mazine, F.F.; Belsham, S.R.; Nic Lughadha, E.M.; Telford, A.; Gasson, P.E. & Chase, M.W. 2007. Suprageneric phylogenetics of Myrtales, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon 56**(4): 1105-1128.
- McVaugh, R. 1968. The genera of American Myrtaceae – an interim report. **Taxon 17**: 354-418.
- Moreira-Coneglian, I.R. 2007. **Morfologia e ontogênese do pericarpo e semente de *Eugenia puniceifolia* (H. B. & K.) Dc., *Myrcia bella* Camb. e *Campomanesia pubescens* (Dc.) Berg (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

- Moreira-Coneglian, I.R. 2011. **Morfoanatomia de ovário, pericarpo e semente de sete espécies de Myrteae DC (Myrtaceae)**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.
- Murillo-A, J.; Stuessy, T.F. & Ruiz, E. 2013. Phylogenetic relationships among *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* and *Luma* (Myrtaceae) based on paired-sites models and the secondary structures of ITS and ETS sequences. **Plant Systematics and Evolution** **299**: 713-729.
- Niedenzu F. 1893. **Myrtaceae**. In: Engler A. and Prantl K. eds., Die Natürlichen Pflanzenfamilien III, 57-107.
- Nic Lughadha, E & Proença, C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botany Garden** **83**: 480-503.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma** **59**: 368-373.
- Pescador, R.; Kerbauy, G.B.; Strassburg, R.C. & Kraus, J.E. 2009. Structural aspects of the zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasílica** **23**(1): 136-144.
- Pimentel, R.R. 2013. **Prospecção da diversidade do gineceu e das estruturas secretoras associadas em Myrteae (Myrtaceae): inferências sobre a evolução dos caracteres**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional.
- Rye, B.L. 1979. Chromosome number variation in the Myrtaceae and its taxonomic implications. **Australian Journal of Botany** **27**(5): 547-573.
- Schmid, R. 1980. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon** **29**: 559-595.
- Snow, N.; McFadden, J.; Evans, T. M.; Salywon, A. M.; Ojciechowski, M. F. & Wilson, P.G. 2011. Morphological and molecular evidence of polyphyly in *Rhodomyrtus* (Myrtaceae: Myrteae). **Systematic Botany** **36**(2): 390-404.
- Sobral, M. 2003. **A Família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Rio Grande do Sul, Editora Unisinos, Coleção Fisionomia Gaúcha.
- Tobe, H & Raven, P.H. 1983. Na embryological analyses of Myrtales: Its definition and characteristics. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **70**: 71-94.

- Van Wick, A.E & Botha, R. 1984. The genus *Egenia* (Myrtaceae) in Southern Africa: Ontogeny and taxonomic value of the seed. **South African Journal of Botany** **3**: 63-80.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE – DERMA, Rio de Janeiro.
- Wilson, P.G. 2011. **Myrtaceae** in: Kubitzki K. The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 10 Flowering Plants Eudicots, 212-271.
- Wilson, P.G.; O'Brien, M. M.; Gadek, P. A. & Quinn, C.J. 2001. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany** **88**(11): 2013-2025.
- Wilson, P.G.; O'Brien, M.M.; Heslewood, M.M. & Quinn, C. J. 2005. Relationships within Myrtaceae sensulato based on a *matK* phylogeny. **Plant Systematics and Evolution** **251**: 3-19.

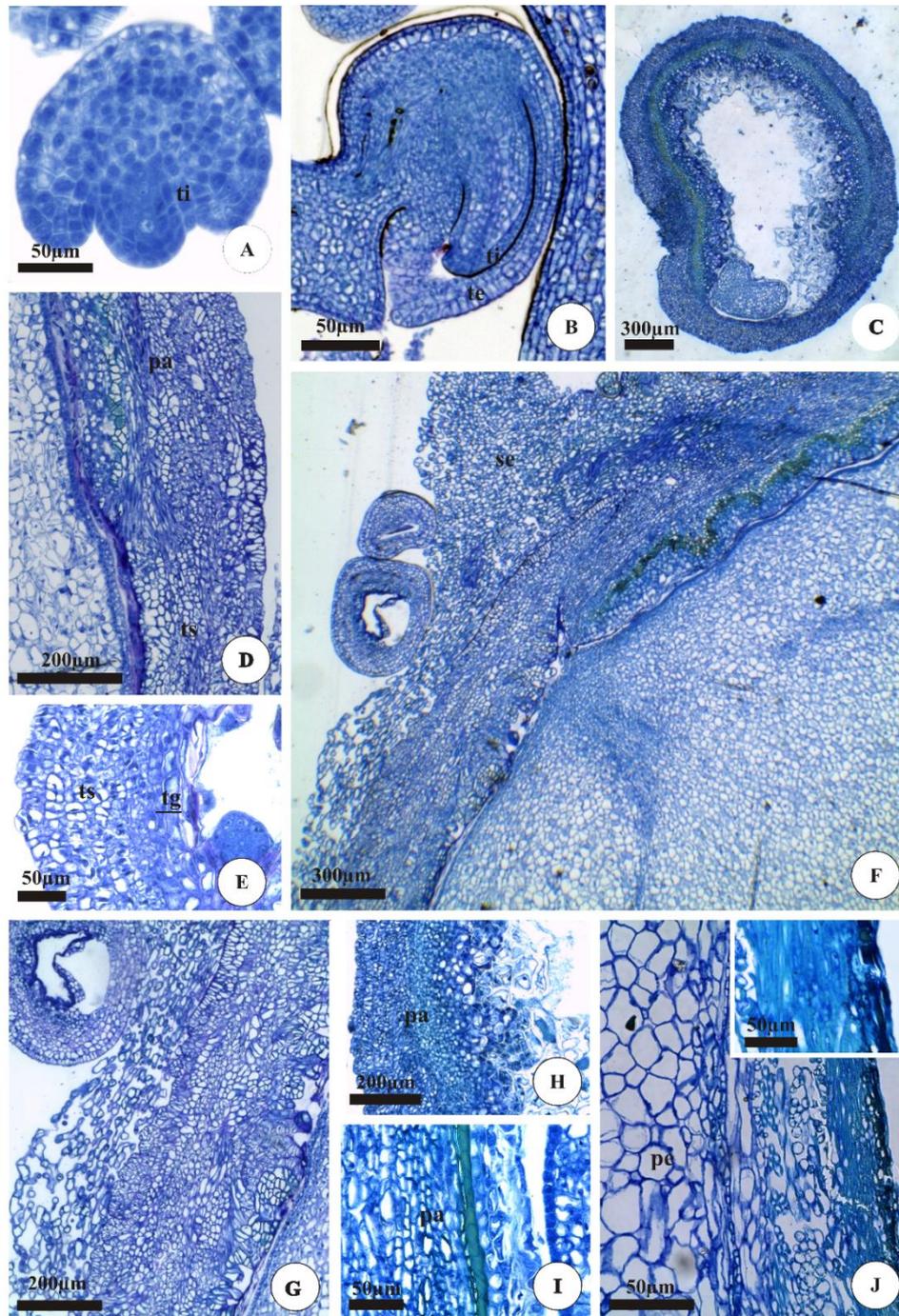


Figura 1: Secções longitudinais de *Eugenia pitanga*. A-B: óvulo. C-I: semente em desenvolvimento. J: semente madura. A: óvulo em início de desenvolvimento. B: aspecto geral do óvulo mostrando os tegumentos. C: aspecto geral da semente em início de desenvolvimento. D: detalhe do limite entre paquicalaza e tegumentos na região anti-rafeal. E: semente com embrião globular evidenciando a testa e o tégmen. F: semente imatura, mostrando a região micropilar, a paquicalaza na região pré-rafeal e óvulos abortados. G: detalhe da testa na região da micrópila. H-J: desenvolvimento das camadas da paquicalaza na semente em início de desenvolvimento, imatura e madura, respectivamente. Detalhe J: esclereides da paquicalaza. (pa: paquicalaza; pe: pericarpo; te: tegumento externo; tg: tégmen; ti: tegumento interno; ts: testa).

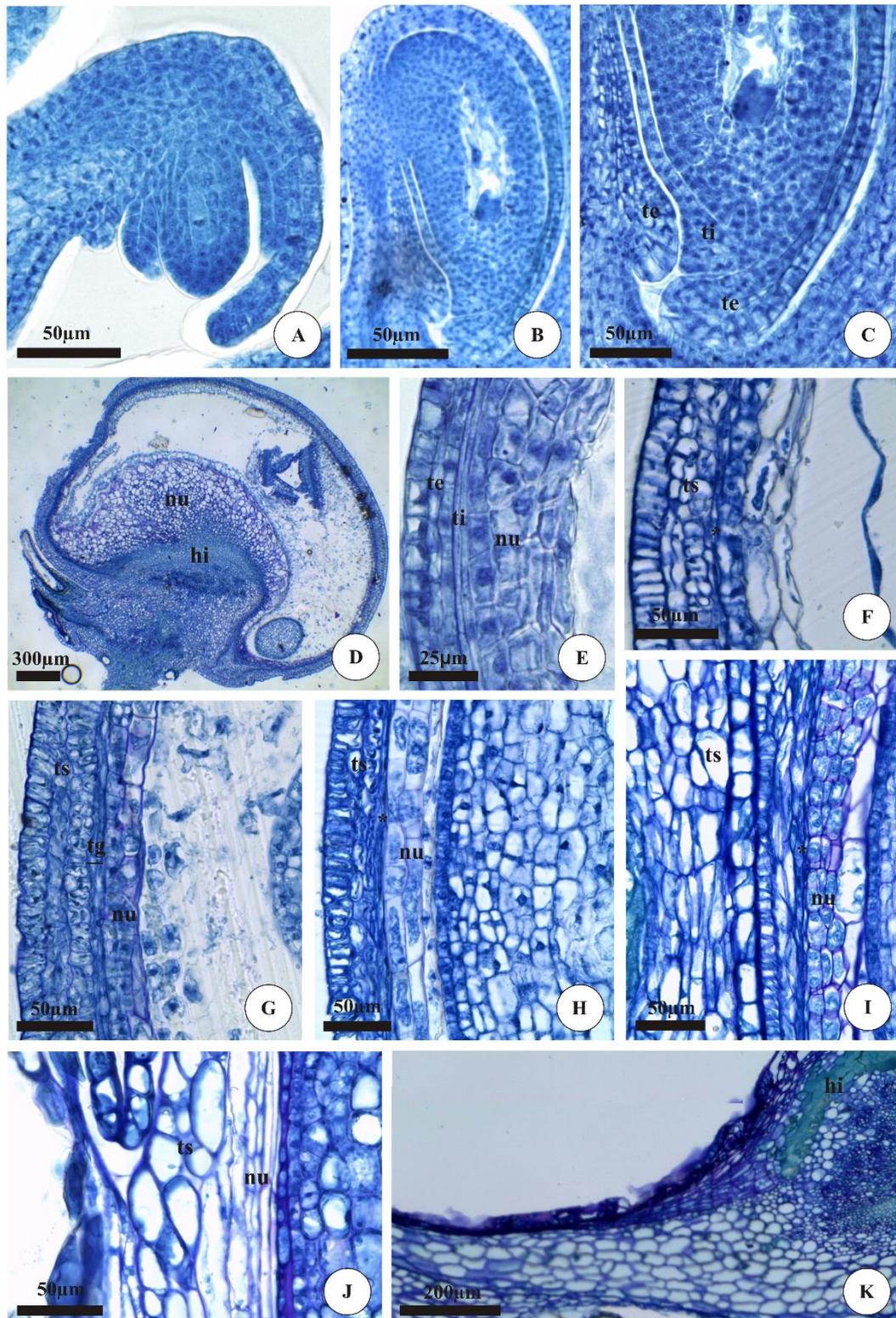


Figura 2: Secções longitudinais (A-J) e transversal (K) de *Campomanesia adamantium*. A-C, E: óvulo. D, F-I: semente em desenvolvimento. J-K: semente madura. A: óvulo em início de desenvolvimento. B: aspecto geral do óvulo desenvolvido. C: detalhe da micrópila. D: aspecto geral da curvatura da semente. E-I: desenvolvimento dos tegumentos. J: tegumentos na semente madura. K: região rafeal mostrando a hipóstase. (hi: hipóstase; nu: nucelo; te: tegumento externo, tg: tégmen; ti: tegumento interno; ts: testa; * tégmen colapsado)

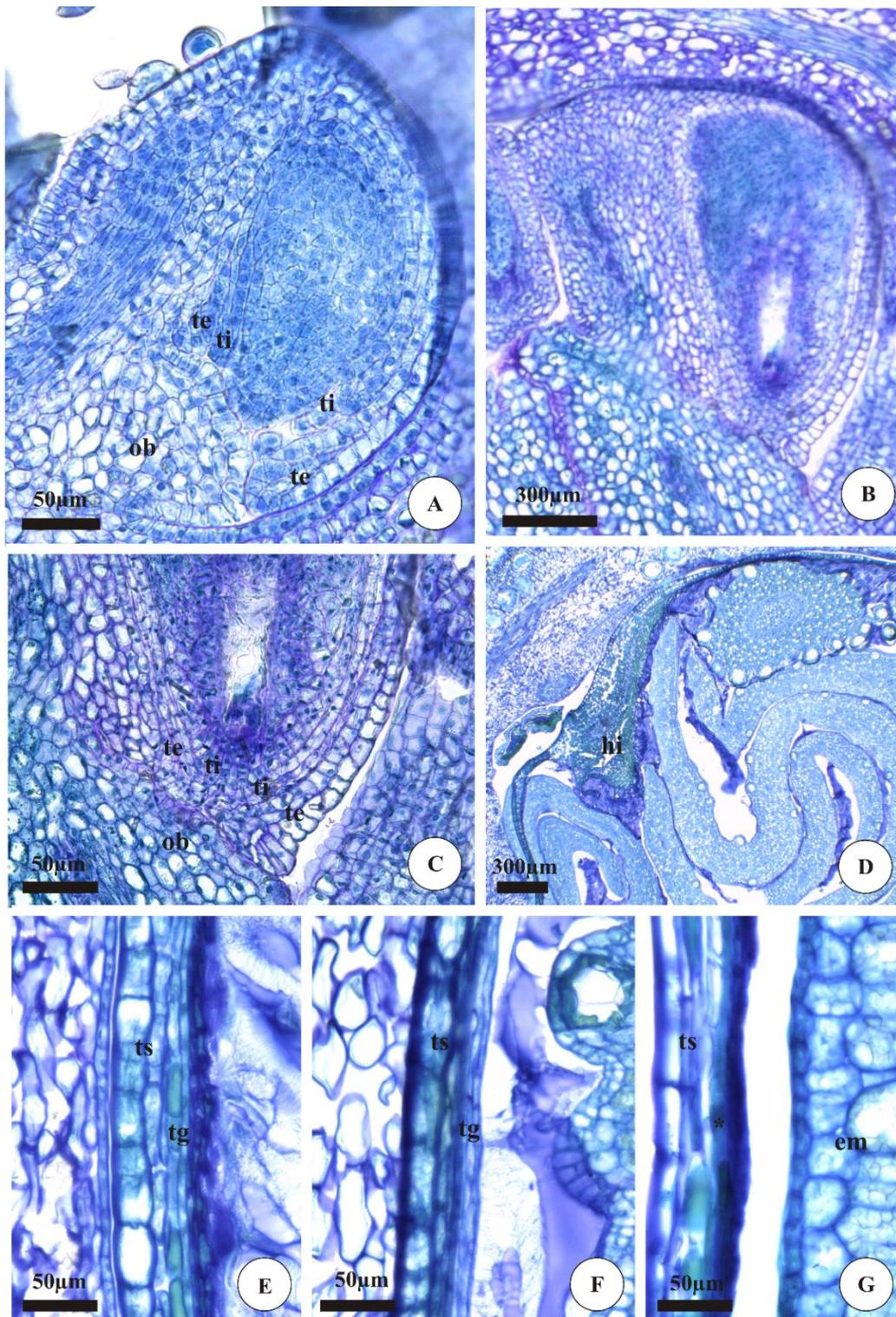


Figura 3: Secções longitudinais de *Myrceugenia alpigena*. A-C: óvulo. E-F: semente em desenvolvimento. D, G: semente madura. A: óvulo imaturo. B: aspecto geral do óvulo desenvolvido. C: detalhe da região micopilar. D: semente madura evidenciando o embrião desenvolvido. E-F: desenvolvimento dos tegumentos. G: testa da semente madura. (em: embrião; hi: hipóstase; nu: nucelo; ob: obturador; te: tegumento externo, tg: tégmen; ti: tegumento interno; ts: testa; * tégmen colapsado)

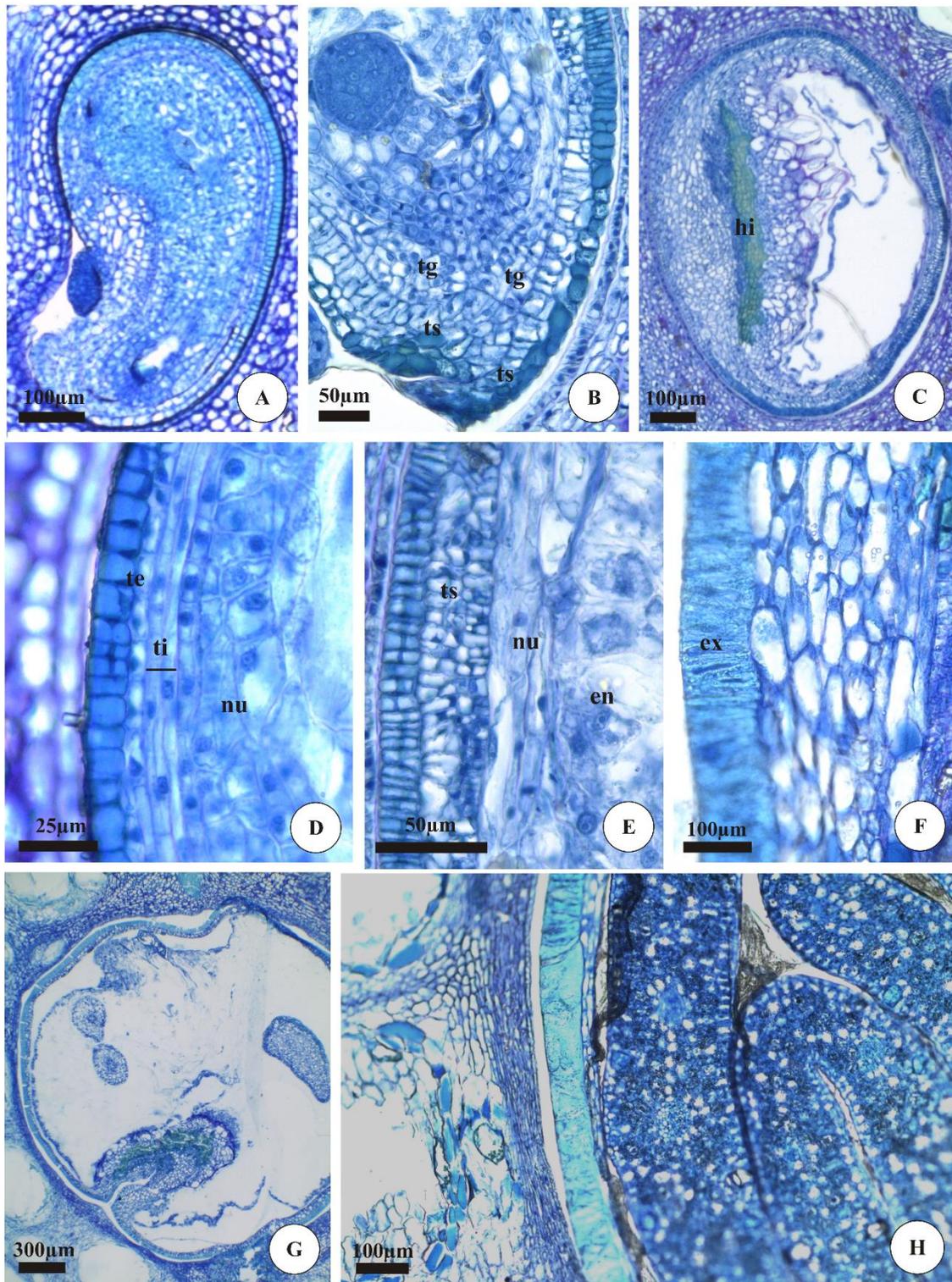


Figura 4: Secções longitudinais de *Myrcia multiflora*. A: óvulo. B-G: semente em desenvolvimento. H: semente madura. A: aspecto geral do óvulo. B: detalhe da micrópila. C: semente mostrando a hipóstase com conteúdo fenólico. D-F: desenvolvimento dos tegumentos. G: aspecto geral da semente evidenciando a curvatura. H: semente madura com o embrião desenvolvido. (en: endosperma; ex: exotesta; hi: hipóstase; nu: nucelo; te: testa; tg: tegmen; ti: tegumento interno; ts: testa)

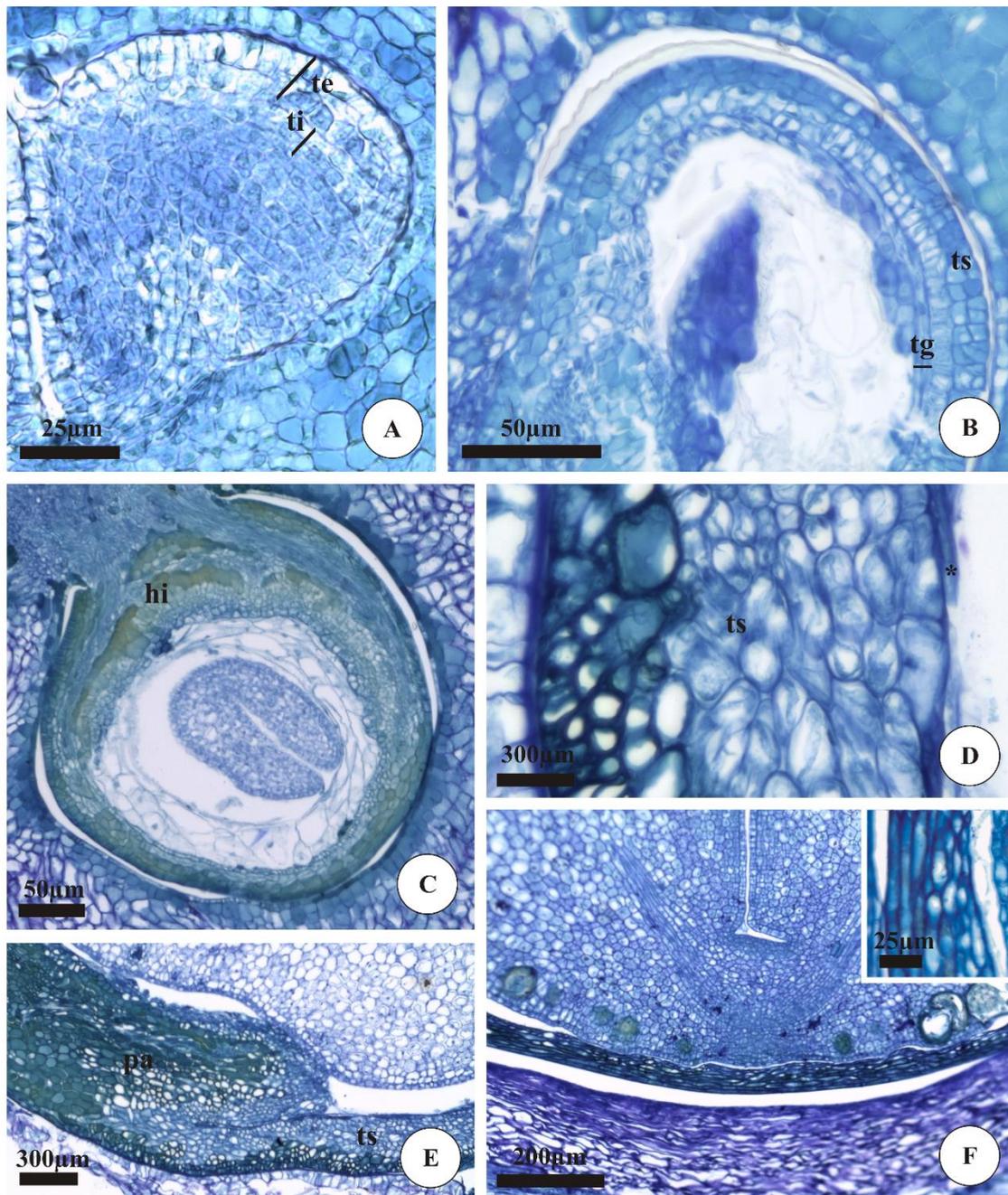
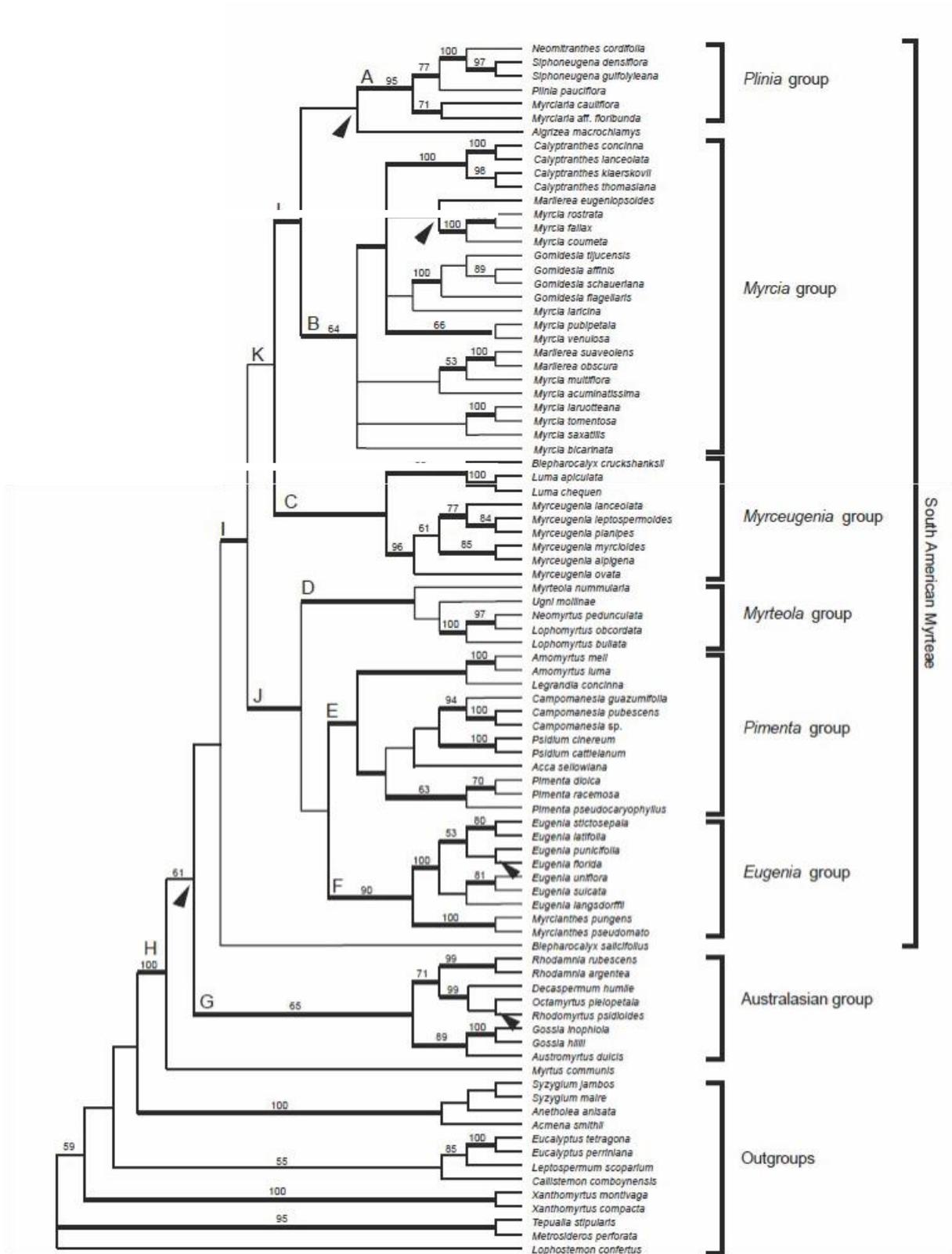


Figura 5: Secções longitudinais (A-B, D-F) e transversal (C) de *Myrciaria delicatula*. A: óvulo. B-E: semente em desenvolvimento. F: semente madura. A: óvulo imaturo. B: tegmentos da semente em início de desenvolvimento. C: aspecto geral evidenciando a paquicalaza e hipóstase com células de conteúdo fenólico. D: tegmento nas proximidades da micrópila. E: detalhe da paquicalaza na região pré-rafeal e da micrópila. F: semente madura com o embrião desenvolvido. Detalhe F: testa com células amassadas. (hi: hipóstase; pa: paquicalaza; te: tegmento externo; ti: tegmento interno; tg: tégmen; ts: testa; * tégmen colapsado)

Anexos



Anexo1. Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Lucas *et al.*, 2007).

Anexo 2. *Acta Botanica Brasilica*– Diretrizes para autores

ISSN 1677-941X (online) / 0102-3306 (print)

ACTA BOTANICA BRASILICA



DIRETRIZES PARA AUTORES

A *Acta Botanica Brasilica* (*Acta bot. bras.*) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à *Acta bot.bras.* devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

Sumário do Processo de Submissão. Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente **Submissões On-line. Não envie documentos impressos pelo correio.** O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação.

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como **documentos suplementares.** Documentos suplementares

de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de ‘**Cadastro**’ e registre-se, criando um ‘login’ e ‘senha’. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em ‘**Esqueceu sua senha**’.

O processo de submissão on-line é fácil e autoexplicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://acta.botanica.org.br/public/tutorialautor.es.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso **Suporte Técnico**.

Custos de publicação. O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for **associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, **sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es).** Aos autores não associados ou associados em atraso com as

anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados)**. Consulte o Editor-Chefe para maiores detalhes.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

Publicação e processo de avaliação.

Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, **desde que esteja logado no sistema da Revista**.

Preparando os arquivos. Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas sequencialmente.

O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC. O documento deverá ser compatível com a versão 2002. Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. **O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela.** Estas deverão ser submetidas como **documentos suplementares**, separadamente.

O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o [Editor-Chefe](#).

Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. DOCUMENTO PRINCIPAL

1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações:

a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo.

b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.

c) Autor para contato e respectivo e-mail.

O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.

1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações:

a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses.

Ao final do resumo, citar até **5 (cinco) palavras-chave** à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.

b) **ABSTRACT**: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até **5 (cinco) palavras-chave** à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética.

Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.

1.3. Terceira página e subseqüentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em **Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas**, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).

1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter:

- a) abordagem e contextualização do problema;
- b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;
- c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;
- d) objetivos.

1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, sufi cientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento

utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.

1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. **Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares.** Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). **Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.** Exemplos:

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae. Hoehnea* **33**(2): 38-45.

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em *Juncaceae*. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

- Endress, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Oxford. Pergamon Press.
- Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. Evolution of microsporogenesis in Angiosperms. <http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> (acesso em 03/01/2006).

Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes.

1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico.

Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do

seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 μ m). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90°, 17°46'17" S, por exemplo).

Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg⁻¹, μ mol m⁻² s⁻¹, mg L⁻¹. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, μ L. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas.

Para normatização do uso de **notações matemáticas**, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado.

Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os

táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm..... 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr. 4. *S. sagittalis*
 1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

2.1. Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da *Acta Botanica Brasilica*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. **Figuras**

coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.

Não envie figuras com legendas na base das mesmas. **As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.**

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo).

As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna.

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível.

Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). **Contudo, atenção!** Como na editoração final dos trabalhos, **o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels.**

Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas

com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho.

As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como ‘grayscale’, sem qualquer tipo de camada (‘layer’), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A *Acta Botanica Brasílica* não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades ‘Máxima’ (Maximum).

O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como “caixas de texto” do Microsoft® Word.

Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua “A” e “B” para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras.

É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

2.3. Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser seqüencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas (‘Tabela’) do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público.

Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.