

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

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Ontogênese do pericarpo de espécies de Myrteae (Myrtaceae)

Maringá

2014

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Ontogênese do pericarpo de espécies de 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

G146o Galan, Adrielle Tayrine Oliveira Froemming
Ontogênese do pericarpo de espécies de Myrteae
(Myrtaceae) / Adrielle Tayrine Oliveira Froemming
Galan. -- Maringá, 2014.

83 f. : il. color., figs., quadrs., mapas

Orientador: Prof.^a Dr.^a Káthia Socorro
Mathias Mourão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de
Pós-Graduação em Biologia, 2014.

1. Myrtaceae - Fruto - Anatomia. 2. Myrtaceae -
Fruto - Desenvolvimento. I. Mourão, Káthia Socorro
Mathias, orient. II. Universidade Estadual de
Maringá. Centro de Ciências Biológicas. Programa
de Pós-Graduação em Biologia. III. Título.

CDD 21.ed.583.765

Zss-2085

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Ontogênese do Pericarpo de Espécies de 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 pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dra. Káthia Socorro Mathias Mourão

Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza

Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Juliana Marzinek

Universidade Federal de Uberlândia

Aprovada em: 21 do mês de fevereiro de 2014.

Local de defesa: Sala 121, Bloco G80, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Evanilde e Emerson pelo apoio, incentivo e amor incondicional. Aos meus irmãos Ana Caroline e Matheus pelo amor, carinho e momentos de distração. Ao meu lindo esposo e companheiro Guilherme por ser paciente e amoroso em todo tempo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela Sua presença, conforto e consolo. Sem Ele nada disso seria possível.

Aos meus pais, Evanilde e Emerson por serem meus alicerces. Pelo apoio, compreensão, carinho, paciência e amor.

Aos meus irmãos Ana Caroline e Matheus, que me auxiliaram até mesmo sem querer, me fazendo rir nos momentos de angústia.

Ao meu esposo Guilherme Legnani Galan, por seu amor, carinho e compreensão, por ser meu fiel amigo e conselheiro.

À Profa. Káthia Socorro Mathias Mourão pela confiança, pelo conhecimento, orientação, conselhos e momentos de distração.

À professora Marta Regina Barrotto do Carmo (UEPG) pelo conhecimento, auxílio na identificação das espécies e nas coletas e pela colaboração na execução deste trabalho.

Ao professor Marcos Eduardo Guerra Sobral (UFSJ), pela identificação das espécies deste trabalho.

À professora Mariza Barion Romagnolo (UEM) pelo conhecimento e material de pesquisa.

Ao professor Luiz Antônio de Souza (UEM) pelo conhecimento e apoio.

Aos técnicos Nelson e Rose pela prontidão em auxiliar sempre.

A Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

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

As minhas amigas Nayara Carreira Machado e Luana Martos pela amizade sincera, companheirismo, carinho, auxílio, amparo. Agradeço pelas bagunças nas coletas, momentos de risadas e conhecimentos compartilhados.

Aos meus amigos e colegas Flávia, Rosimar, Bárbara, Daniel, Danielle, Fernando, Juliana, Louize e Sayuri, pela ajuda nos momentos em que precisei, pelo abraço e conforto sem medidas!

Muito obrigada!

SUMÁRIO

Capítulo 1	6
Introdução Geral e Revisão Bibliográfica.....	7
1 Myrtales e Myrtaceae	7
2 Órgãos Reprodutivos em Myrtaceae	12
3 Espécies Seleccionadas para o Trabalho.....	25
3.1 <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess) O. Berg.....	25
3.2 <i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Nied.....	28
3.3 <i>Myrgeucenia alpigena</i> (DC.) Landrum	31
3.4 <i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC	34
3.5 <i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	36
4 Parque Estadual Guartelá e Parque Estadual Vila Velha	38
5 Objetivo.....	40
Referências	41
Capítulo 2	51
Ontogênese do Pericarpo de espécies de Myrteae (Myrtaceae).....	52
Resumo.....	53
Abstract	53
Introdução	54
Material e métodos	56
Resultados	57
Discussão	62
Agradecimentos.....	68
Referências	68
Figuras.....	73
Anexos	77

CAPÍTULO 1

Introdução Geral e Revisão de Literatura

Introdução Geral e Revisão de Literatura

1. Myrtales e Myrtaceae

Myrtales é conhecida por seus representantes portadores de significativo valor econômico como ornamentais, aromáticas, temperos, medicinais, como fonte de madeira e pelos seus frutos comestíveis. A ordem possui seis de suas famílias distribuídas por todo o Brasil, sendo elas: Combretaceae, Lythraceae, Onagraceae, Vochysiaceae, Myrtaceae e Melastomataceae (SOUZA; LORENZI,2012).De acordo com estudos moleculares recentes (APG III, 2009) esta ordem está constituída por nove famílias: Alzateaceae, Combretaceae, Crypteroniaceae, Heteropyxidaceae, Lythraceae, Melastomataceae (incluindo Memecylaceae), Myrtaceae (incluindo Heteropyxidaceae e Psiloxylaceae), Onagraceae, Penaeaceae (incluindoOliniaceae e Rhynchocalycaceae) e Vochysiaceae. Conti et al.(1996) afirmaram que Melastomataceae e Myrtaceae são as duas maiores famílias, compreendendo mais de 67% do total de espécies desta ordem. Entretanto, com as novas circunscrições e o número de espécies citadas em Stevens (2001) estas duas famílias somam 83% das espécies do grupo.

As espécies de Myrtales podem ser reconhecidas por sua casca muitas vezes escamosa, pelas folhas opostas com coléteres, na maioria pelas estípulas pequenas e pelas fortes veias intramarginais, pelas flores com pétalas que são unidas ou pelo menos muito estreitas na base, pelo ovário semi-ínfero por hipanto geralmente nectarífero. As sépalas são muitas vezes de prefloração valvar e os estames são geralmente encurvados no botão (STEVENS, 2001).

Outras particularidades caracterizam prováveis sinapomorfias em Myrtales, tais como os feixes vasculares bicolaterais e os elementos de vaso do xilema secundário com pontoações areoladas (JUDD et al., 2009). A ordem ainda possui alguns pormenores embriológicos, salvo algumas exceções, como as anteras tetrasporangiadas com endotécio conspícuo, o tapete glandular, os óvulos anátropos, bitegmentados, crassinucelados, com antípodas efêmeras ou ausentes, endosperma nuclear e a semente exalbuminosa (TOBE; RAVEN, 1983). Devido ao grande número de espécies, os frutos de Myrtales são variados, sendo os deiscentes com características comuns de abertura, ou seja, encontrados em outros grupos, ou apresentando meios de aberturas especializados, e os indeicentes enquadrados nos subtipos bacóides (BARROSO et al., 1999).

Myrtaceae, incluída em Myrtales (APG, 2009), é constituída por 5762 espécies arbóreas e arbustivas distribuídas em aproximadamente 142 gêneros e 17 tribos que ocorrem em regiões tropicais e temperadas dos dois hemisférios (WILSON, 2011; GOAVERTSet al.,2014). Dentre os gêneros com maior número de espécies destacam-se: *Eugenia* (com 3539 espécies), *Myrcia*(com 985 espécies), *Psidium* (com 471 espécies) e *Campomanesia* (com 188 espécies) (GOAVERTSet al.,2014).

Myrtaceae tem centros de diversidade na Austrália, sudeste da Ásia e América do Sul tropical e temperada, mas tem pouca representação na África (WILSON, 2001). Historicamente,a família foi dividida em duas subfamílias - Myrtoideae, caracterizada pelos frutos carnosos e pelas folhas inteiras e opostas e Leptospermoideae, caracterizadas pelos frutos secos, indeiscentes (cápsulas) e pelas folhas de arranjo espiralado ou alterno.Os gêneros com frutos carnosos estão concentrados no leste da Austrália, na Malásia e nos neotrópicos; aqueles com frutos capsulares (secos) apresentam distribuição mais ampla, mas estão ausentes nas Américas, exceto pelo gênero monoespecífico *Tepualia* Griseb.,endêmico para o Chile e Argentina. O grupo com frutos capsulares inclui os eucaliptos (*Arillastrum*, *Angophora*, *CorymbiaeEucalyptus*) que dominam muitas florestas esclerófilas e comunidades florestais na Austrália, e também inclui táxons de destaque tais como a árvore mais alta do mundo (*Eucalyptus regnans*), as “escovas de garrafa” (*Callistemon*), a “árvore chá” (*Leptospermum*), e as “cascas de papel” (*Melaleuca*) (THORNHILL; MACPHAIL, 2012).

Myrteae é a tribo com maior diversidade de gêneros dentro de Myrtoideae, encontrando-se nela todos os representantes americanos de Myrtaceae (exceto o gênero monotípico *Tepualia*, que pertence a Leptospermoideae)e ainda cerca de 35 gêneros paleotropicals com frutos carnosos (LUCASet al.,2007).

De acordo com Souza e Lorenzi (2012), ocorrem no Brasil 22 gêneros e 1000 espécies e todas apresentam frutos carnosos. Dentre os estudos da família para o Brasil,destaca-se o de Landrum e Kawazaki (1997), que analisaram a morfologia dos órgãos vegetativos e reprodutivos de 23 gêneros de Myrtaceae no Brasil, pertencentes à Myrteae, fornecendo chaves para a identificação de subtribos, gêneros de cada subtribo e uma chave geral para todos os gêneros. Neste estudo descreveram os caracteres considerados de importância na identificação para a família, relacionados às estruturas tais como: pêlos, inflorescências, cálice, glândulas da antera, gineceu, fruto, semente e embrião.

De acordo com Wilson et al. (2001), as espécies de Myrtaceae diferenciam-se pela combinação das seguintes características: folhas inteiras contendo glândulas de óleo, ovário semi-ínfero a ínfero, estames geralmente numerosos, floema incluso e vasos xilemáticos com pontoações areoladas.

Moreira-Coneglian (2011), por sua vez, ressaltou que a característica mais marcante das espécies de Myrtaceae é a presença amplamente difundida de glândulas de óleo. A autora discutiu que anatomicamente são cavidades secretoras cujo desenvolvimento tem sido explorado, mas ainda há divergências quanto ao tipo de desenvolvimento que tais estruturas apresentam, podendo ser esquizolisígeno ou esquizógeno, sendo provável que ambos os padrões ocorram e o pequeno número de espécies analisadas não permita maiores considerações sobre sua distribuição. Pimentel (2013) analisou as estruturas secretoras do eixo reprodutivo de espécies de Myrteae, discutiu amplamente a origem das cavidades secretoras e descreveu para todas as espécies estudadas origem esquizógena.

Economicamente Myrtaceae destaca-se como importante fonte de madeira (*Eucalyptus*), como ornamentais devido às flores com sépalas, pétalas e/ou estames vistosos (*Myrtus* - murta, *Eucalyptus* - eucalipto, *Callistemon* - escova de garrafa, *Melaleuca*, *Leptospermum* e *Rhodomyrtus*), como condimentares (*Syzigium aromatico* - cravo da Índia, *Pimenta dioica* - pimenta da Jamaica), como medicinais (*Eucalyptus* - óleos aromáticos e antisépticos), e pelos frutos comestíveis (*Psidium guajava* - goiaba, *Syzigium jambos* - jambo rosa, *Syzigium malaccense* - jambo, *Myrciaria cauliflora* - jabuticaba, *Eugenia uniflora* - pitanga, *Acca sellowiana* - feijoa) (JUDD et al., 2009).

A história taxonômica e a filogenia de Myrtaceae foram descritas em vários estudos, podendo-se destacar a extensa revisão constante em McVaugh (1968) e aquelas dos estudos cladísticos que foram realizados a partir da década de 70, baseados não só em evidências morfológicas, anatômicas e citogenéticas como também moleculares. Estes estudos tentam delinear as relações de Myrtaceae com as outras famílias pertencentes à Myrtales, bem como as suas relações infrafamiliares (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; BIFFINI et al., 2010; MURILLO-A et al., 2013). Neste contexto, também merecem destaque as revisões constantes nos estudos morfoanatômicos de órgãos reprodutivos desenvolvidos por Lopes (2008), Pimentel (2010, 2013) e Moreira-Coneglian (2007, 2011).

Gadek et al.(1996) foram os primeiros a discutirem as relações infrafamiliares em Myrtaceae em estudos filogenéticos utilizando dados moleculares, seguido por Wilson et al.(2001, 2005)e Lucas et al.(2005). Estes estudos baseados em seqüências dos genes plastidiais *matK* e *psbA-trnH* e nucleares como a região do ITS (*ITS-1*, 5.8S rRNA e *ITS-2*) comparados com dados morfológicos sustentam a monofilia de Myrteae (COSTA, 2009).

Lucas et al. (2007) discutiram as classificações infrafamiliares e subtribais mais duráveis de Myrtaceae e Myrteae, e Pimentel (2013) resumiu em quadro sinóptico as mudanças na sistemática da família (Fig. 1), destacando as principais evidências utilizadas por vários autores nas propostas de classificação.

Autor	Família	Subfamílias	Subdivisão	
			Tribos (t)/Alianças (a)	Caracteres
Candolle (1828)	Myrtaceae		Myrteae (t)	Tipo de fruto
			Leptospermeae (t) Chamelauceae (t)	
Niedenzu (1898) *	Myrtaceae		Myrteae (t)	Tipo de fruto
			Leptospermeae (t)	
Kausel (1956)	Myrtaceae Leptospermaceae			Tipo de germinação
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		Principalmente anatomia e morfologia floral
		Leptospermoideae		
		Chamaelaucoideae		
		Psiloxiloideae		
Wilson et al. (2001, 2005)	Myrtaceae	Myrtoideae	Myrteae (t)	Wilson et al. (2001) Moleculares e morfológicos de Johnson & Briggs (1979) Wilson et al. (2005) Moleculares de plastídeo
			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)	
Chamelauceae (t)				
Psiloxiloideae	Psiloxyleae (t)			
	Heteropyxideae(t)			

*divisão tradicionalmente usada por mais de dois séculos

Figura 1 – Quadro sinóptico das mudanças na sistemática de Myrtaceae (Pimentel, 2013).

A divisão das Myrtaceae em duas subfamílias foi contestada por Jonhson e Briggs (1984) quemostraram que as tradicionais Leptospermoideae são parafiléticas e as Myrtoideae, monofiléticas. Estes resultados foram reforçados no estudo de Wilson et al.(2001) baseado em dados moleculares (gene *matK*), em que as Leptospermoidae aparecem como basais e parafiléticas e as Myrtoideae monofiléticas.

Posteriormente, Wilson et al. (2005), utilizando também dados da sequência *matK*, reavaliaram a classificação infra-familiar de Myrtaceae e propuseram a subfamília Myrtoideae, com 15 tribos e uma nova subfamília, Psiloxylloideae, com duas tribos monoespecíficas. Nas análises moleculares utilizando também outras sequências, como as das regiões 18S-26S do rDNA, ITS do DNA nuclear e *matKendhF* do DNA plastidial, realizadas por Biffinet al.(2007, 2010) e Crisp et al.(2011) as 17 tribos dentro destas duas subfamílias foram sustentadas.

Myrteae foi tradicionalmente dividida em três subtribos com base na morfologia do embrião: Myrtinae (embriões curvados/enrolados com cotilédones pequenos), Myrciinae (embriões com cotilédones foliáceos) e Eugeniinae (embriões carnosos com cotilédones plano-convexos) (Berg, 1855-1856, 1857-1859). Entretanto, a análise mais ampla realizada por Wilson et al.(2005), apesar de reconhecida pelos autores como limitada, não sustentou esta divisão.

Após os estudos de Wilson et al.(2005) as espécies com frutos carnosos de Myrtaceae foram reagrupadas em dois clados ou tribos de Myrtoideae, Myrteae e Syzygeae e segundo Lucas et al.(2005) nas três subtribos de Myrteae *sensu* Berg, Eugeniinae e Myrtinae parecem polifiléticas, mas a monofilia de Myrciinae foi confirmada.

Na análise filogenética de Myrteae realizada por Lucas et al.(2007), Eugeniinae e Myrtinae foram confirmadas como grupos polifiléticos enquanto Myrciinae, sem *Myrceogenia*, como monofilética. Estes autores sugeriram ainda que se abandonasse a classificação infra-familiar *sensu* Berg e para Myrteae definiram sete grupos subtribais informais baseados nos clados gerados pela análise molecular combinada e, também, pela combinação de caracteres morfológicos considerados úteis a esta circunscrição. São eles: o ‘grupo *Plinia*’ (*Neomitranthes*, *Siphoneugena*, *Plinia*, *Myrciaria*), o ‘grupo *Eugenia*’ (*Eugenia*, *Myrcianthes*), o ‘grupo *Myrcia*’ (*Myrcia*, *Calyptranthes*, *Marliera*, *Gomidesia*), o ‘grupo *Myrceogenia*’ (*Myrceogenia*, *Blepharocalyx* e *Luma*), o ‘grupo *Myrteola*’ (*Myrteola*, *Ugni*, *Neomyrtus*, *Lophomyrtus*), o ‘grupo *Pimenta*’ (*Amomyrtus*, *Legrandia*, *Acca*, *Pimenta*,

Psidium, *Campomanesia*) e o ‘grupo Australasian’ (*Rhodamnia*, *Decaspermum*, *Octamyrtus*, *Rhodomyrtus*, *Gossia*, *Autromyrtus*) (Anexo 1).

Relações filogenéticas adicionais entre os gêneros de Myrteae a partir de sequências do DNA nuclear (ITS, ETS) e plastidial (*psbA-trnH*, *ndhF* e *matK*) foram analisadas por Costa (2009). Neste estudo foi confirmado o monofiletismo de Myrteae e foram sustentados os seis grupos informais (“*Eugenia*”, “*Myrcia*”, “*Myrceugenia*”, “*Myrteola*”, “*Pimenta*” e “*Plinia*”) propostos por Lucas et al. (2007), que corresponderam aos clados com melhores suportes nas análises de bootstrap e inferência bayesiana.

A proposta mais recente de reconstrução da filogenia de Myrteae é a de Murillo-A et al. (2013), que para estabelecerem as relações entre *Blepharocalyx*, *Luma* e *Myrceugenia* e, em consequência, de toda a tribo utilizaram as estruturas secundárias das sequências das regiões ITS (ITS1-5.8S-ITS2) e ETS de 93 táxons pertencentes a 29 gêneros. Segundo esses autores, neste estudo foi reforçado o não monofiletismo das subtribos *sensu* Berg, como nas inferências de McVaugh (1968) e de Lucas et al. (2005, 2007). Os autores descreveram que todos os testes foram consistentes e diferiram no posicionamento de certos grupos *sensu* Lucas et al. (2007). Myrteae, neste estudo, foi dividida em três clados: no clado I, *Myrtus communis* aparece como táxon irmão do resto da tribo; no clado II estão as duas espécies de *Luma*, que são os táxons americanos irmãos dos gêneros de Myrteae; no clado IIIa, *Gossia* está relacionado a um clado fortemente suportado e composto pelos gêneros do grupo “*Eugenia*”; no clado IIIb estão os grupos “*Plinia*”, “*Pimenta*”, “*Myrteola*” (exceto *Myrteola nummularia*) e um subclado compreendendo *Myrceugenia fernandeziana* e espécies de *Blepharocalyx*, que aparece bifilético; o clado IIIc é composto pelas espécies do grupo “*Myrcia*” e *Algrizea macrochlamys* aparece como irmão deste grupo; e o clado III d, fracamente suportado, é composto de *Myrceugenia*, *M. nummularia*, *Ugni selkirkii* e três gêneros australasianos (Anexo 2).

2. Órgãos Reprodutivos em Myrtaceae

Os estudos que envolvem a morfologia e a anatomia vegetal são importantes aliados da sistemática botânica, ampliando o conhecimento sobre as espécies e auxiliando de forma mais segura nas discussões dos resultados encontrados nas análises filogenéticas moleculares. Entretanto, os estudos ontogênicos, necessários à correta interpretação da estrutura desses órgãos, não acompanham a velocidade das mudanças nas propostas filogenéticas embasadas nos estudos moleculares, o que pode limitar as discussões utilizando essas características.

A maioria das descrições sobre órgãos reprodutivos de Myrtaceae, como em outras famílias de angiospermas, é encontrada em estudos em que os mesmos apresentam valor diagnóstico no estabelecimento de relações da família com outras famílias de Myrtales e, também, de relações infrafamiliares. Neste contexto, Mc Vaugh (1968) destacou que desde o século XVIII o caráter tipo de fruto (seco deiscente x carnosos indeiscente), juntamente com características do perianto e número de sementes, foi utilizado para incluir novas espécies nos gêneros de Myrteae.

Na revisão de McVaugh (1968) o autor chamou atenção que até a época de De Candolle (1828) a maioria dos pesquisadores aceitava sem muito questionamento as inclusões genéricas na tribo baseadas na consistência do pericarpo e que a grande contribuição desse autor foi distribuir as Myrtaceae com frutos carnosos em três grupos baseados em caracteres embrionários, que mais tarde Berg (1855-1856, 1857-1859) denominou de subtribos Myrciinae, Eugeniinae e Pimentinae (Myrtinae, após alterações nas regras nomenclaturais). Essas subtribos foram caracterizadas como segue: o embrião em Myrciinae apresenta cotilédones finos e foliáceos, dobrados em um feixe, e um longo hipocótilo em forma de ferradura enrolado em torno dos cotilédones; em Eugeniinae os cotilédones são carnosos e espessos, algumas vezes fusionados, com hipocótilo evidente ou não; e Myrtinae apresenta embrião consistindo de um hipocótilo fino e longo em forma de ferradura ou gancho ou enrolado, que se curva em direção aos dois reduzidos e finos cotilédones ou circunda-os (BERG, 1855-1856, 1857-1859).

Bentham (1868) afirmou que o caráter tipo de embrião na circunscrição subtribal de Myrteae era mais artificial do que se supunha e que só era mantido pela falta de outro caráter melhor. Apesar desta constatação este caráter foi mantido por mais de 100 anos (Mc VAUGH, 1968).

Para McVaugh (1968) as maiores contribuições de Berg à taxonomia de Myrteae nas obras publicadas em 1855-1856 e 1857-1859 foram: o reconhecimento da importância do caráter ovário imaturo; as suas extensas e detalhadas descrições das flores de todas as espécies que examinou; e o estabelecimento da estrutura principal da sua classificação para Myrteae, combinando as já conhecidas características com outras, como número de lóculos e de óvulos por lóculos, mantidas até mesmo no fruto maduro.

Kausel (1956 *apud* McVAUGH, 1968) utilizando as características do embrião, o tipo de germinação e a consideração de Myrteae como Myrtaceae separada de Leptospermaceae dividiu a família em cinco tribos: Eugenioideae (*Eugenia*, *Stenocalyx*, *Calycorectes*, *Myrciaria*, *Pseudomyrcianthes*), Plinioideae (*Myrcianthes*, *Acreugenia*, *Siphoneugena*, *Paramyrciaria*) e Cryptorhizoideae (*Campomanesia*, *Britoa*, *Blepharocalyx*), com germinação hipogéia; Myrtoideae (*Amomyrtus*, *Amomyrtella*, *Myrrhinium*, *Psidium*, *Ugni*, *Myrteola*) e Myrcioideae (*Aulomyrcia*, *Calyptanthus*, *Marliera*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrceugenella*, *Feijoa*), com germinação epigéia. McVaugh (1968) criticou esta proposta afirmando que nenhum caráter deveria ser superestimado em detrimento de outro; abandonou a classificação de Myrteae em três subtribos *sensu* Berg e, acrescentando a combinação de caracteres vegetativos e reprodutivos (caracteres do embrião e dos cotilédones, do tegumento seminal, do ovário, do cálice e da inflorescência) às supostas linhas de especialização evolutiva, dividiu os gêneros americanos de Myrtaceae em seis grupos informais: grupo 1 – gêneros de “Myrciíde”; grupo 2 – gêneros de “Eugeniíde”; grupo 3 – *Myrcianthes* e gêneros relacionados; grupo 4 – *Campomanesia* e gêneros relacionados; grupo 5 – *Psidium* e gêneros relacionados; grupo 6 – *Pseudocaryophyllus* e *Pimenta*; a pouco conhecida *Cryptorhiza* e outros gêneros não foram posicionados em nenhum destes grupos.

A partir de McVaugh (1968) destacaram-se vários estudos taxonômicos da família, especialmente de Myrteae e de suas subtribos *sensu* Berg; estes estudos combinaram mais evidências e propuseram novos posicionamentos para os gêneros de Myrteae, mas sempre com menções e discussões voltadas aos caracteres relacionados ao fruto e ao embrião (BRIGGS; JOHNSON, 1979; LANDRUM, 1981; LANDRUM; STEVENSON, 1986; GADEK et al., 1996; WILSON et al., 2001, 2005; LUCAS et al., 2005, 2007; COSTA et al., 2008; BIFFIN et al., 2010; MURILLO-A et al., 2013).

A descrição de alguns aspectos de órgãos reprodutivos é encontrada em pesquisas de biologia reprodutiva como a de Beardsell *et al.* (1993) que estudaram as Myrtaceae australianas e destacaram a grande escassez desses estudos para Myrtoideae. Nic Lughadha e Proença (1996), por sua vez, em sua pesquisa a respeito da biologia reprodutiva deste grupo, apresentaram, compilaram e discutiram descrições sobre a estrutura da inflorescência e da flor, sobre o desenvolvimento da antera e a microsporogênese, sobre os grãos de pólen, sobre a estrutura do estilete, estigma e ovário e sobre a estrutura do óvulo e desenvolvimento do megagametofito.

Em estudos realizados com biologia reprodutiva de Myrtaceae nativas do Brasil, Proença e Gibbs (1994) destacaram características morfológicas de importância ao objetivo do estudo, tais como: diâmetro floral, número de estames, número de óvulos e tipo de antese; Torezan-Silingardi e Del Claro (1998) estudaram o comportamento dos visitantes e a biologia reprodutiva de *Campomanesia pubescens*, sugerindo que a coleta de pólen por vibração ou por raspagem das anteras depende da morfologia, do “display” floral da espécie e do comportamento da abelha; Maués e Couturier (2002) pesquisaram a biologia floral e a fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) no Estado do Pará e descreveram para a espécie a presença de inflorescências com flores brancas, hermafroditas e poliândricas, pólen seco e facilmente transportado pelo vento ou gravidade, sendo o principal recurso e atrativo floral e osmóforos localizados no cálice, corola, anteras e estigma; Silva e Pinheiro (2007) descreveram para quatro espécies de *Eugenia* L. do Parque Natural Municipal de Grumari no Município do Rio de Janeiro, inflorescências racemosas com flores axilares pediceladas, andróginas e polistêmones.

Estudos específicos que envolvem a morfologia, anatomia e ontogênese de órgãos reprodutivos para Myrtaceae, apesar da grande riqueza específica da família, são quase inexistentes e a maioria está relacionada à flor (PRAKASH, 1969; SCHMID, 1972a, 1972b, 1972c; SCHMID, 1980; LANDRUM, 1984; DRINNAN; LADIGES, 1988, 1989a, 1989b; O'BRIEN, 1994; LADD et al., 1999; CARRUCAN; DRINNAN, 2000; BELSHAM; ORLOVICH, 2002, 2003; TANTAWY, 2004; BOHTE; DRINNAN, 2005a, 2005b; DRINNAN; CARRUCAN, 2005; LOPES, 2008; PIMENTEL, 2010; COSTA et al., 2010; MOREIRA-CONEGLIAN, 2011; PIRES; SOUZA, 2011; PIMENTEL, 2013).

As flores de Myrtaceae são descritas pelos estudiosos do grupo como bissexuais, actinomorfas, polistêmones e apresentando ovário na maioria das espécies ínfero a semínfero. Espécies superovariadas restringem-se à Psiloxylloideae e Xanthostemoneae (Myrtoideae) (WILSON et al., 2005). Autores como Johnson e Briggs (1984), Wilson et al. (2001) e Lucas et al. (2007) enfatizaram a importância nas discussões filogenéticas da família dos caracteres número de carpelos, vascularização floral, origem e morfologia da placenta e disposição dos óvulos.

A vascularização floral parece ser de grande importância para os pesquisadores da família que possuem interesse em definir se a flor apresenta hipanto de natureza apendicular ou receptacular, pois o reconhecimento de certas inversões nos feixes vasculares pode apontar

para a imersão do ovário no receptáculo(MOREIRA-CONEGLIAN, 2011).Pimentel (2013), analisando a diversidade estrutural do gineceu em Myrteae, também destacou que a vascularização tem sido utilizada para tipificar o hipanto associado ao ovário ínfero em diversas famílias.

De acordo com Kaplan (1967) a presença de feixes condutores que sobem pelo hipanto até os verticilos florais e, a partir daí, descem invertidos até o óvulo (vascularização transeptal) caracteriza o hipanto de origem receptacular. Este autor afirmou que o hipanto de origem apendicular, presente na maioria das famílias com ovário ínfero, é caracterizado pelo sistema vascular sempre ascendente, não havendo a inversão dos feixes (vascularização axial).

Com relação à vascularização floral em Myrtaceae, merecem destaque os estudos de Schmid (1972a, 1972b, 1972c). Este autor observou suprimento vascular ovular variável entre os membros e sugeriu que o tipo de distribuição dos feixes mais calibrosos no tubo floral e, principalmente, o tipo de suprimento vascular para os óvulos poderia delimitar gêneros de difícil circunscrição; por exemplo, a vascularização placentária transeptal em espécies de *Eugenia sensu stricto* e axial em espécies de *Syzygium sensu lato*.

Em seu estudo, Schimid (1972a)afirmou que o ovário com hipanto de origem apendicular, em que o arranjo dos traços vasculares calibrosos é do tipo policíclico, não havia sido descrito paraMyrtaceae. Posteriormente, Tantawy (2004), descrevendo a anatomia da flor de alguns táxons de Myrtaceae (Myrteae - *Eugenia uniflora*, *Psidium guajava*, Leptospermeae - *Callistemon citrinus*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Melaleuca leucadendra*), interpretou hipanto do ovário ínfero de todas as espécies como apendicular, onde os traços vasculares para todos os verticilos florais originam-se em um nível abaixo dos lóculos e a partir daí permanecem como tal. Desta forma, este autor afirmou também que a flor em Myrtaceae seria falsamente epígina.

Para Dahlgren e Thorne (1984) nas Myrtales o tubo floral é adnato a toda ou a parte da parede do ovário (flor epígina ou semi-epígina) ou circunda o ovário firmemente ou frouxamente (flor perígina). Estes autores interpretam o hipanto como sendo uma extensão em forma de taça com origem no tubo floral (flor epígina ou semi-epígina) ou no receptáculo (flor perígina) independentemente da posição do ovário. Este conceito também foi utilizado por Lucas *et al.* (2007). Esta linha de interpretação de hipanto é seguida por Simpson (2010), que na sua obra considera: (1) o hipanto como estrutura anelar livre na flor;(2) o hipanto e o ovário ínfero comoestruturas independentes; (3) que pode ocorrer ovário ínfero sem a

presença de hipanto e hipanto em flores com ovário súpero. Entretanto, vários autores referem-se ao hipanto em Myrtaceae como sendo o receptáculo fusionado aos carpelos e que a fusão da base das pétalas resultaria em um prolongamento deste hipanto (LANDRUM, 1986; LANDRUM; KAWASAKI, 1997; CARRUCAN; DRINNAN, 2000; DRINNAN; CARRUCAN, 2005; BELSHAM; ORLOVICH, 2002,2003; PROENÇA et al., 2006; CRAVEN; BIFFIN, 2010; PIRES; SOUZA, 2011).

Lucas et al.(2007) inferiram que o suprimento vascular do tipo transeptal é característico de Myrteae, mas Moreira-Coneglian (2011) chamou atenção para a insuficiência de estudos quanto a esse aspecto em espécies da família.

Estudos ontogênicos recentes descreveram vascularização axial para *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcia laruotheana*, *M. bella* (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011), *Myrciaria floribunda*, *Neomitranthes obscura*, *Myrcia racemosa*, *M. selloi*, *Syzigium jambos* e *S. malaccense* (PIMENTEL, 2013). Vascularização transeptal foi registrada para *Eugenia uniflora* (LOPES, 2008), *E. puniceifolia* (COSTA et al., 2010), *E. neonitida* (PIMENTEL, 2010), *E. aurata*, *E. bimarginata*, *Psidium australe* var. *argenteum*, *P. guineense* (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011), *Plinia grandifolia*, *P. edulis*, *Myceugenia myrcioides*, *Psidium cattleianum*, *P. guineense*, *E. puniceifolia*, *E. sulcata* *E. selloi* (PIMENTEL, 2013).

Utilizando a inferência de Kaplan (1967) acerca da origem do hipanto, Lopes (2008) descreveu para *Eugenia uniflora* que o hipanto do ovário ínfero é do tipo receptacular. Moreira-Coneglian (2011) não relacionou a vascularização axial e transeptal com a natureza apendicular e receptacular do ovário ínfero e sim com o posicionamento dos feixes menores nas proximidades do lóculo. Desta forma, interpretando que o hipanto de *Blepharocalyx salicifolius* situa-se acima do ovário, devido à ausência de feixes menores nas proximidades do lóculo, Moreira-Coneglian (2011) descreveu o ovário desta espécie como receptacular apesar da vascularização axial. Em *Myrcia laruotheana*, *M. bella* com vascularização axial e *Eugenia aurata*, *E. bimarginata*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense*, com vascularização transeptal a autora interpretou o ovário como apendicular.

Na matriz de caracteres por espécies das inferências filogenéticas de Pimentel (2013) foi considerado apendicular o ovário de *Myrciaria floribunda*, *Myrcia racemosa*, *Ugnii molinae*, *Acca selowiana*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Syzigium jambos*, sendo de origem receptacular os ovários de *Myrcuegenia myrcioides*, *Psidium cathleianum*, *Eugenia puniceifolia*, *E. sulcata* e *Myrtus communis*. No mapeamento por grupos, esse último autor

colocou *Plinia* do grupo “*Plinia*”, os grupos “*Myrceugenia*”, “*Myrteola*”, “*Pimenta*”, “*Eugenia*”, o grupo Australasiano e *Myrtus communis* como apresentando ovário receptacular e *Neomithranthes*, *Myrciaria* (grupo “*Plinia*”), o grupo “*Myrcia*”, *Blepharocalyx salicifolius* e *Syzygium* como tendo ovário apendicular. Este último status diferindo das conclusões de Moreira-Coneglian (2011) quanto ao ovário de *B. salicifolius* ser de origem receptacular.

No estudo de Pimentel (2013) a quase totalidade das espécies mostraram-se inferovariadas, exceto *Myrciaria floribunda* que apresentou ovário semínfero. Este autorencontrou na maioria das espécies que descreveu, assim como Lopes (2008) em *Eugenia uniflora* e Pimentel (2010) em *E. neonitida*, a origem da placenta independente dos carpelos, a partir de um meristema central residual interno ao verticilo carpelar. Para Pimentel (2013) esses resultados levam a uma interpretação mais acurada da categoria axial empregada de forma geral na literatura da família, evidenciando que a placentação axial em Myrteae tem origens distintas. Pimentel (2013) encontrou, também, uma correlação inesperada entre a ocorrência de coléteres e a vascularização da placenta.

Barroso et al. (1999), em sua obra sobre os frutos das dicotiledôneas e sua aplicação na sistemática, destacaram que a cada dia o fruto tornava-se ferramenta importante de estudos para a resolução de diversas incertezas que cercavam Myrtaceae. As autoras descreveram para a família frutos com características variadas, podendo ser globosos, obovoides, oblongos, piriformes, elipsoides ou lageniformes, sulcados (caso das “pitangas”) ou lisos, pilosos ou glabros, além de utilizarem a classificação dos embriões *sensu* Berg (1855-1856, 1857-1859).

Segundo Barroso et al. (1991) e Landrum e Kawasaki (1997), as espécies de Myrtaceae nativas do Brasil têm fruto do tipo baga. Para Beardsell et al. (1993) os frutos secos em Myrtaceae podem ser do tipo noz ou cápsula lenhosa. Para Barroso et al. (1999) o fruto das Myrtaceae sulamericanas é do tipo bacóide (exceto *Tepualia*), destacando-se os seguintes subtipos: solanídio (*Psidium*); campomanesoídeo (*Campomanesia*); bacídio (*Myrciaria*, *Plinia*); bacáceo (*Myrcia*, *Gomidesia*, *Eugenia* e outros gêneros). Nic Lughadha e Proença (1996) descreveram que frutos carnosos são típicos de Myrtoideae, mas podem ocorrer bagas semi-secas a secas, frutos drupáceos a semidrupáceos com variados graus de dureza do endocarpo. Deve-se destacar que todas estas classificações levaram em consideração, em sua maioria, critérios somente morfológicos e que os estudos ontogênicos podem alterar este panorama. Além disso, a falta de estudos ontogênicos tem levado a inclusões errôneas pelas definições dadas aos tipos de fruto em todas as propostas de classificação de frutos.

A maioria das descrições estruturais de frutos de Myrtaceae é com espécies de interesse econômico, sendo ainda mais limitados para Myrtoideae (MOREIRA-CONEGLIAN, 2007).

Ikeda (1979) caracterizou morfológicamente os frutos de *Syzygium javanicum* no Vietnã do Sul quanto à coloração, forma, tamanho, relacionando a ocorrência de frutos sem sementes à partenocarpia ou ao aborto do embrião resultante da fecundação.

Gentil e Clement (1997) reuniram em trabalho de revisão de literatura dados sobre frutos e sementes de *Eugenia stipitata* voltados ao cultivo. Concluíram haver dados suficientes sobre a taxonomia, a biogeografia, manejo em viveiro, plantio no campo, técnicas de colheita e de manejo pós-colheita desta espécie. Entretanto, enumeraram vários outros aspectos relacionados ao seu cultivo que carecem de novas pesquisas, como a tecnologia de sementes, as técnicas de propagação vegetativa, custos de produção, dentre outros.

Silva et al. (2001) realizaram estudos morfométricos em frutos de *Eugenia dysenterica* e concluíram que há variação fenotípica entre subpopulações e entre plantas dentro de uma subpopulação.

Hernández et al. (2002) estudaram as alterações morfológicas e anatômicas durante o desenvolvimento dos frutos de *Eugenia stipitata*, definindo três estádios de crescimento e descrevendo alterações teciduais durante o crescimento e maturação do fruto, tais como: parênquima como principal tecido, com células amplas, irregulares e de paredes finas na maturação e estômatos não funcionais no exocarpo.

Mais recentemente podem ser citados os estudos de: Rye e Trudgen (2005) que descreveram a presença de frutos heterocárpicos (com lóculo deiscente e lóculo indeiscente) para espécies de dois gêneros do oeste da Austrália, *Astus* e *Baeckea robusta*; Mudiana e Ariyanti (2010), que analisaram morfológicamente o desenvolvimento do fruto de *Syzygium pycnanthum*; e Rego et al. (2010), que classificaram os frutos de *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrceugenia gertii* como carnosos e indeiscentes do tipo bacóide.

Dentre os estudos sobre composição química, pode-se citar o de Reynertson et al. (2008), que encontraram como principais constituintes químicos de 14 espécies de Myrtaceae com frutos carnosos comestíveis, a quercetina e os seus derivados quercetrina e rutina, flavonóides importantes na dieta alimentar com muitas propriedades quimiopreventivas. O ácido elágico, a myricetina, o kampferol e o ácido *t* – cinâmico também foram identificados.

Quanto a estudos de ontogênese do pericarpo foram encontrados somente os estudos de Essemann-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*.

Em seu estudo anatômico do crescimento do fruto de *Acca sellowiana*, conhecida como goiaba serrana, Essemann-Quadros et al. (2008) descreveram que: o fruto é formado a partir do crescimento e desenvolvimento do hipanto e das paredes do ovário; o crescimento do fruto é caracterizado pelo aumento do volume celular e pela diferenciação de vários grupos difusos de braquiesclereídes no mesocarpo parenquimático e idioblastos com drusas; os quatro lóculos são delimitados pelos septos ocupados por duas placentas cada, com várias sementes; na camada subepidérmica do mesocarpo, ocorrem várias glândulas esféricas, provavelmente responsáveis pela produção dos polifenóis e que conferem à fruta seu sabor adstringente.

Em *Eugenia puniceifolia*, *Myrcia bella* e *Campomanesia pubescens*, Moreira-Coneglian (2007) descreveu que tanto na parede ovariana quanto no pericarpo, destaca-se a região fundamental, dividida em três áreas, a grande frequência de células com conteúdo fenólico e a presença de cavidades secretoras com conteúdo lipídico. Em 2011 a autora descreveu que há homogeneidade durante a ontogênese do pericarpo de *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia aurata*, *E. bimarginata*, *Myrcia bella*, *M. laurotteana*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense* e que os resultados sugeriram que os pericarpos de Myrteae são ricos em informações e que novos dados podem permitir seu uso em análises filogenéticas, podendo esclarecer a evolução dos estados desse caráter na família.

O estudo de Gadek et al. (1996) levou a conclusão de que o ovário súpero ou quase súpero é plesiomórfico e que os frutos carnosos originaram-se mais de uma vez em Myrtaceae. Posteriormente, Wilson et al. (2001) encontraram distribuição interessante em sua análise filogenética quanto as características dos frutos, sendo o fruto deiscente o estado plesiomórfico em Myrtaceae e o fruto indeiscente originado em quatro linhagens: *Darwinia*, *Kjellbergiodendron*, *Psiloxylon*, e no clado P. Esses autores afirmaram que o caráter fruto carnosos é homoplásico e que há indícios de que tenham três origens. Discutem esta afirmação com base no fato de que em todos os táxons com frutos carnosos há o desenvolvimento de um hipanto carnosos, excetuando-se *Psiloxylon*, em que o fruto desenvolve-se de um ovário súpero desprovido de hipanto, condição única para este táxon. Reforçam, ainda, que nem os frutos

coriáceos de *Lindsayomyrtus* (desenvolvido em sua maior parte da parede do ovário) e de *Osbornia* (desenvolvido do hipanto), nem os frutos indeiscentes de *Darwinia*, da aliança *Chamelaucium* foram classificados em qualquer sentido como carnosos.

Segundo Wilson et al.(2001) os resultados descritos acima reforçaram a proposta de Johnson e Briggs (1984) quanto à origem separada dos frutos carnosos em Myrtoideae e no grupo *Acmena*, os quais são incluídos no clado P e parecem ter derivado de um ancestral comum com fruto indeiscente. Outro aspecto destacado pelos autores, é que *Kunzea* (incluída no clado G, em que também se encontra *Darwinia*) tem frutos secos deiscentes, mas contém algumas espécies com frutos secos indeiscentes (*K. cambagei*) e pelo menos uma espécie com fruto carnoso indeiscente.

Biffin et al. (2010) acrescentaram novos resultados a inferência de Wilson et al.(2001) de que o caráter fruto carnoso, homoplásico, teve três origens em Myrtaceae, e sugeriram provável parafilia ou polifilia, com *Xanthomyrtus*, gênero de Myrteae predominantemente americano, e Syzigeae, tribo predominantemente australasiana, formando linhagens distintas e bem suportadas. Afirmaram que os resultados do estudo que realizaram sugerem radiação relativamente recente (Oligoceno-Mioceno)destas duas tribos e múltiplas origens dos frutos carnosos dentro do mais inclusivo clado BKMMST (Backhousieae – Kanieae – Metrosidereae – Myrteae – Syzigeae – Tristanieae). 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.

Com relação às sementes de Myrtaceae, deve-se ressaltar a importância atribuída a sua estrutura e a do embrião na circunscrição dos gêneros dentro das subtribos de Myrteae desde os estudos taxonômicos da família publicados por Berg (1855-1856, 1857-1859). Nic Lughada e Proença (1996) e Landrum e Kawasaki (1997) discutiram as características seminais de importância à taxonomia da família a partir da compilação de estudos realizados anteriormente, dando ênfase as variações de tamanho, a estrutura do tegumento seminal e a morfologia do embrião em Myrteae.

Merece destaque também o estudo de Corner (1976) que apresentou boas descrições sobre as sementes de 20 espécies da família. Em seguida, pouco foi acrescentado, destacando-se para Myrteae, as descrições de espécies de *Campomanesia* de Landrum (1982), de Myrtinae americanas de Landrum e Sharp (1989), os estudos ontogenéticos de Van Wyk e Botha (1984) com 13 espécies de *Eugenia* e 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*.

Van Wyk e Botha (1984) encontraram dois padrões de desenvolvimento seminal nas espécies de *Eugenia* que estudaram e que coincidiam com os dois grupos (X e Y) de espécies reconhecidos anteriormente pelo primeiro autor em estudo taxonômico. Nos resultados descritos pelos dois primeiros, as sementes de espécies do grupo Y foram interpretadas como parcialmente paquicalazais, estado já mencionado por Corner (1976) para o gênero. 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). Para Moreira-Coneglian (2011) os resultados obtidos em seu estudo ilustraram a variedade morfológica de sementes em Myrteae, e mostraram que o estudo das sementes de maior número de espécies deste grupo pode acrescentar dados ainda pouco disponíveis na literatura, como a presença de paquicalaza, pericalaza e sarcotesta.

Moreira-Coneglian (2007) afirmou que o falso tegumento seminal descrito por Landrum (1982) em *Campomanesia* era a justaposição do tegumento seminal com o endocarpo e camadas internas do mesocarpo.

Landrum e Sharp (1989) descreveram as sementes de 30 espécies de *Psidium* com o objetivo de distinguirem este gênero dos outros gêneros americanos de Myrtineae. Estes autores destacaram quatro características importantes nestas delimitações, sendo a mais importante relacionada ao tegumento seminal áspero, opaco e envolvido por camada externa de tecido pulposo. Moreira-Coneglian (2011) encontrou tratar-se de uma sarcotesta descrita por ela em *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense* como novo relato na literatura para o gênero.

Outra característica presente em sementes de Myrtaceae é o elaiossomo que Ciccarelli et al. (2005) descreveram em *Myrtus communis* como desenvolvido das células do tegumento externo ovular próximas às áreas funicular e micropilar, por meio de alongamento e divisões celulares e que nos últimos estágios de desenvolvimento algumas células do tégmen participam de sua formação.

Os três principais tipos de embriões tiveram durante muito tempo destaque na classificação de Myrteae nas subtribos Myrciinae, Eugeniinae e Myrtinae *sensu* Berg (1855-1856, 1857-1859). Landrum e Stevenson (1986) propuseram linhas evolutivas enfatizando as

diferenças embrionárias e levantaram a hipótese de que os três tipos de embrião predominantes em Myrteae derivam de um embrião ancestral pequeno (semelhante ao de *Ugni*) com o armazenamento ocorrendo no hipocótilo (Myrtineae), nos cotilédones (Eugeniineae) ou em todo o embrião (Myrciineae), como adaptações independentes para aumento de reserva alimentar em decorrência das mesmas pressões seletivas. Entretanto, estes autores afirmaram que pelo fato de os três tipos terem evoluído de forma independente, este caráter seria taxonomicamente útil. Entretanto, em decorrência do aumento do número de estudos com embriões de espécies de Myrtaeae, novos tipos foram descritos, sendo alguns intermediários aos três tipos tradicionais (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011). Neste contexto, pode-se citar os oito tipos definidos por Barroso et al. (1991).

Landrum (1986) reconheceu para *Luma*, a qual apresenta duas espécies endêmicas de florestas do sudeste da América do Sul, embriões com dois cotilédones finos e amplos e hipocótilo curto. Segundo Lucas et al. (2005) esta condição é única em Myrteae por ser intermediária entre Myrciinae e Eugeniinae. Estes últimos autores destacaram que este gênero estava incluído dentro de Myrciinae assim como *Myceugenia*. Landrum (1981), anteriormente sugeriu que *Luma* deve ser um gênero primitivo de alguma ou de todas as subtribos *sensu* Berg. Lucas et al. (2007), em sua proposta filogenética para Myrteae, discutiram o caráter embrião e ressaltaram que estudos de desenvolvimento são necessários para sua melhor utilização na filogenia da tribo.

Outros estudos com sementes de Myrtaceae são os que se referem à poliembrião como os de Gurgel e Sobrinho (1951) que relataram este aspecto em várias espécies de Myrtaceae, classificando como altamente poliembriônicas o jamba (*Syzygium jambos*) e o jambolão (*Syzygium cumini*), com média poliembrião algumas variedades de jabuticaba (*Myrciaria trunciflora*) e cambucá (*Eugenia edulis*) e com baixa poliembrião algumas variedades de jabuticaba (*Myrciaria trunciflora*), punhema (*Myrciaria* sp.) e sabará (*Myrciaria cauliflora*). Van Wyk e Botha (1984) afirmaram que as sementes de espécies *Syzygium* da África Meridional, como em outras partes do Velho Mundo eram frequentemente poliembriônicas. Entretanto, estes autores não encontraram nenhuma evidência de poliembrião nas espécies de *Eugenia* que descreveram quanto à anatomia da semente e que ocorrem nesta mesma região.

Dentre os estudos embriológicos e que envolvem embriogênese em Myrtaceae destacam-se: Pescador et al. (2009) com *Acca sellowiana*, Canhoto et al. (1996) e Correia e Canhoto (2010) com *Feijoa sellowiana* e Canhoto et al. (1999) com *Myrtus communis*.

Estudos que envolvem a germinação e fracionamento de sementes em Myrtaceae foram desenvolvidos com várias espécies de importância econômica, tais como os de: Büllow et al. (1994) com *Eugenia calycina*; Bordignon (2000) com *Eugenia uniflora* e *Campomanesia xanthocarpa*; Andrade e Ferreira (2000), Silva et al. (2003) e Justo et al. (2007) com uvaia (*Eugenia pyriformis*); Andrade et al. (2003) com *Eugenia dysenterica*; Maluf et al. (2003) com *Eugenia involucrata*; Santos et al. (2004) com *Acca sellowiana*, *Campomanesia guazumifolia*, *C. xanthocarpa*, *Eugenia rostrifolia*, *Myrcianthes pungens* e *Psidium cattleianum*; Silva et al. (2005) com *Eugenia involucrata*, *E. uniflora* e *E. brasiliensis*; Leonhardt et al. (2010) com *Myrcia glabra* e *M. palustris*.

Em estudo morfológico, Rego et al. (2010) descreveram que as sementes de *Blepharocalyx salicifolius* possuem forma de espiral, coloração castanha semitransparente, não possuem endosperma e o embrião é do tipo pimentóide. Já as sementes de *Myrcueugenia gertii* são ovaladas, de coloração castanha semitransparente, comprimidas lateralmente, o endosperma é mucilaginoso e o embrião é do tipo mircióide.

Dentre os estudos ecológicos com sementes está o de Pizo (2003) que estudou padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae (*Gomidesia anacardiifolia* e *Marlierea obscura*) na Mata Atlântica e concluiu que para ambas espécies de plantas, o padrão de deposição isolado (feito por aves) deve produzir um balanço entre número de sementes dispersadas e número de plântulas estabelecidas mais favorável que o padrão agrupado (feito por macacos). Isto sugere que, em comparação com macacos, as aves aperfeiçoam o esforço reprodutivo das plantas pesquisadas.

Com relação ao elaiossomo presente na semente de *Myrtus communis*, Ciccarelli et al. (2005) afirmaram que o baixo conteúdo em lipídios e proteínas encontrados nesta estrutura sugere múltiplos padrões na dispersão das sementes desta espécie e que a mirmecocoria parece desempenhar papel secundário.

Na revisão de Gressler et al. (2006) os autores encontraram que as aves e os macacos são os principais dispersores de sementes das mirtáceas brasileiras, sendo que outros mamíferos, répteis, peixes e formigas interagem de forma eventual, podendo contribuir para a dispersão de sementes. Concluíram que as informações sobre os agentes polinizadores e

dispersores de sementes de Myrtaceae no Brasil ainda são escassas, sendo que seu conhecimento é essencial para a conservação das espécies e florestas brasileiras.

Outro estudo de destaque foi o realizado por Staggemeier et al. (2010) que descreveram a influência compartilhada da filogenia e da ecologia nos padrões reprodutivos de Myrteae, concluindo que a fenologia de Myrteae foi filogeneticamente estruturada, mesmo quando as fenofases não eram sazonais, ou seja, as espécies mais próximas frutificaram em condições ambientais mais semelhantes, o que sugere que os nichos da fenologia reprodutiva foram herdados ao longo do curso da evolução.

Segundo Moreira-Coneglian (2011) estudos ontogênicos de órgãos reprodutivos em Myrtaceae podem fornecer informações relevantes para a evolução dos caracteres nos grupos infrafamiliares, principalmente os que busquem diferenças entre estados de caráter aparentemente idênticos com origens independentes, como é o caso dos frutos carnosos. Os resultados obtidos por esta autora sugerem que os pericarpos de Myrteae são ricos em informações e que a disponibilização de novos dados pode permitir o seu uso em análises filogenéticas, podendo esclarecer a evolução dos estados desse caráter na família.

Deve-se destacar que as características morfoanatômicas de órgãos reprodutivos tradicionalmente importantes na família estão, em sua maioria, sendo interpretadas como homoplásicas e possivelmente tendo se originado mais de uma vez. Talvez isso se deva aos poucos estudos ontogênicos sem os quais não se descreve de forma segura as diferenças entre os tipos em que se classificam estes órgãos.

3. Espécies Seleccionadas Para o Trabalho

3.1 *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg

Campomanesia, nome dado em homenagem ao naturalista espanhol P. Rodrigues de Campomanes (datas de nascimento e falecimento desconhecidas) (LEGRAND; KLEIN, 1997 *apud* SOBRAL, 2003), é constituído por cerca de 30 espécies, sendo sua maior parte distribuída nas áreas tropicais e subtropicais da América do Sul, com 24 espécies conhecidas no Brasil (LANDRUM; KAWAZAKI, 1997). O gênero é bastante distinto dos demais gêneros de Myrtaceae, além de ser generalizado e morfologicamente diverso, seus caracteres são relacionados, na maioria das vezes, com a geografia (LANDRUM, 1986).

Segundo Barroso et al.(1999), embriões hipocotilares, com eixo hipocótilo-radícula que constitui um órgão armazenador de reservas, podem apresentar cotilédones rudimentares em forma de asas membranáceas ou ainda estarem inteiramente ausentes, fazem-se presentes em *Campomanesia*. O fruto denominado campomanesoídio foi observado neste gênero, por estas mesmas autoras, 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.

Campomanesia adamantium(Fig. 3-7),é representada por pequenas árvores ou arbustos de aproximadamente 0,5 a 2 metros de altura, com seus ramos, pecíolos, pedúnculos e folhas glabros. As folhas elípticas, oblongas, lanceoladas ou obovais, discolors, apresentam textura de cartácea a coriácea, tufo de tricomas na face abaxial e glândulas esparsas em ambas as faces. Os pedúnculos unifloros apresentam bractéolas lineares ou lanceoladas, caducas após antese. Nas flores o hipanto é glabro e o cálice aberto no botão, com lobos variando de 2 a 4, sendo coberto por tricomas internamente ou nas margens e por glândulas externamente; as pétalas são glabras ou com tricomas nas margens e glândulas externamente; estames variam de 80 a 120, com glândula apical ausente; o ovário apresenta de 5 a 9 lóculos e fruto é globoso, liso e glabro (LIMAet al., 2011).

De acordo com Valillo et al.(2006), o fruto de *C. adamantium* apresenta baixorendimento em óleo essencial. É rico emmonoterpenos e sesquiterpenos e contémcomponentes comuns aos dos óleos extraídos dasfolhas de algumas espécies do gêneroe que têm potencial farmacológico, contribuindo para o aroma dosfrutos.

No Brasil, algumas espécies de *Campomanesias*são popularmente conhecidas como “guabirobas”, tais como: guabiroba-do-campo e arará-rasteiro (*C. aurea*), guabirobeira (*C. guaviroba* e *C. xanthocarpa*), sete-capotes (*C. guazumifolia*), guabiroba-miúda (*C. rhombea*) (SOBRAL, 2003). Sua distribuição no Brasil abrange as regiões centro-oeste, sudeste e sul (Fig. 2) (SOBRALet al., 2014a).



Figuras 3-7. *Campomanesia adamantium*. 3. Hábito da planta. 4. Disposição dos frutos nos ramos. 5. Botões florais. 6. Flores. 7. Frutos imaturos (Fotos: FROEMMING-GALANet al., 2013).

3.2 *Eugenia pitanga* (O. Berg) Nied

O grande gênero *Eugenia* L. é considerado um dos mais controversos e difíceis de definir dentre as angiospermas. O nome atribuído a este grupo foi em homenagem a François Eugène de Savoie-Carignan, príncipe de Sabóia (grande general Austríaco, conhecedor das artes, ciência e literatura), e desde a época de seu reconhecimento por Linnaeus em 1753, diversas espécies, tanto do Velho como do Novo Mundo, foram atribuídas a esse gênero. Porém, baseando-se em espécies do Velho Mundo, cerca de 35 nomes genéricos foram ou poderiam ser reduzidos para o grupo *Syzygium* P. Browne ex J. Gaertner. Deste modo, torna-se claro que *Eugenia* é uma sinonímia intrincada e de complexos aspectos taxonômicos (SCHMID, 1972c).

Por essa dubiedade resultante dos aspectos comuns entre *Eugenia* e *Syzygium*, Schmid (1972c) trabalhou com representantes destes grupos e demonstrou que a anatomia floral de *Eugenia* é distinta da anatomia floral de *Syzygium*, mais especificadamente, estas se diferenciam no sistema de abastecimento vascular do óvulo, sendo transeptal em *Eugenia* e axial em *Syzygium*.

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). Sobral (2003) relatou que algumas espécies pertencentes à *Eugenia* podem apresentar eixos floríferos que voltam a gerar folhas normais após o desenvolvimento de suas flores. O hipanto não é elevado acima do ovário bilocular, que possui de 4 a 20 óvulos por lóculo (ROMAGNOLO; SOUZA, 2006). Alguns poucos representantes deste gênero apresentam tricomas hialinos (mais ou menos densos) na parede interna do ovário (SOBRAL, 2003).

No Brasil, são encontrados vários representantes deste grupo, com um total de 312 espécies endêmicas (SOBRAL, 2003), distribuídas por todo o país (SOBRAL et al., 2014b) (Fig. 8). Algumas espécies nativas, como a *Eugenia sprengelli*, conhecida popularmente como eugenia ou murta, é muito utilizada em ornamentações e jardinagem. Espécies como a *E. uniflora* e *E. cerasiflora*, conhecidas como pitanga e cereja-nacional, respectivamente, são utilizadas na fruticultura (SOUZA; LORENZI, 2012)



Figura 8. Distribuição geográfica de *Eugenia* no Brasil.

Fonte: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10308> (SOBRAL et al., 2014b).

Eugenia pitanga(Fig. 9-12)apresenta hábito que varia de subarbusto de 0,30 m a arbusto com até 3,0 m de altura, com ramos jovens aplainados, glabros, pontoados e ramos velhos cilíndricos, fissurados, acinzentados, cintilantes, esfoliantes, apresentando placas de ritidoma alongadas e estreitas. O súber é castanho, esfoliante e com a saída das placas de ritidoma alongadas, o caule torna-se liso e de coloração marfim. O córtex é róseo-avermelhado. As folhas variam de elípticas, elíptico-oblongas a obovadas, com ápice obtuso e base de aguda a obtusa. A lâmina foliar é cartácea, discolor, glabra, com venação conspícua e denso translúcido-pontuada. O bordo é revoluto, vermelho e ciliado quando a folha é jovem. A face adaxial é verde clara, brilhante com retículos conspícuos. A nervura mediana é canaliculada. A face abaxial é verde-esbranquiçada com nervuras e pontuações brilhantes. As nervuras secundárias são em cerca de 7-8 pares com ângulo de divergência de 30°-45°. As nervuras intersecundárias são ramificadas com areolação aparente e nervura marginal não definida. O pecíolo é canaliculado na face adaxial, de esparso pubescente a glabro com a idade. As flores dispõem-se em racemos estenocalix, de ráquis curta com cerca 2-3 x 3 mm; ferófilos basais, de espatulados a ovados, caducos, com denso indumento de tricomas adpressos na face abaxial, medindo cerca de 4-7 x 1,5-3 mm, base interna com tricomas avermelhados, filiformes, persistentes. Os botões florais são obovados com cerca de 6,0 mm de comprimento; prófilos reduzido, avermelhados, glabros; antopódios glabros; lobos calicinais lanceolados, rubro pubescente externamente, reflexos na antese; pétalas de orbiculares a espatuladas, côncavas, esparso pubescentes, ciliadas; disco estaminífero quadrangular, esparso piloso; filetes de 2,5-5,0 mm de comprimento; anteras com cerca de 1 mm; ovário 8 costado, glabro, 2,0-2,5 mm de diâmetro, com 8-11 óvulos por lóculo; estilete glabro com 6-7 mm de comprimento. Fruto baga subglobosa, costada, medindo de 10-15 mm de diâmetro, vermelha na maturidade e de polpa doce. Sementes globosas, 1-2, de testa membranácea. O embrião é globoso, escuro e conferruminado (SOARES-SILVA, 2000).



Figuras 9-12.*Eugenia pitanga*. 9. Hábito da planta. 10. Botões florais. 11. Flores. 12. Fruto maduro. (Fotos: FROEMMING-GALANet al., 2013).

3.3 *Myrceugenia alpigena* (DC.) Landrum

Ao descrever o grupo *Myrceugenia*, Berg (1855-1856) atribuiu-lhe a Myrciinae, por apresentarem o mesmo tipo de embrião foliáceo encontrado nos demais gêneros desta subtribo. Mas para Landrum (1981), *Myrceugenia* está entre os gêneros pertencentes à Myrtaceae americanos, incluídos em Myrteae, propondo desta maneira, que *Myrceugenia* pode ser semelhante ao ancestral de Myrciinae e que também pode ser semelhante ao do grupo ancestral que agregaria as três subtribos, como demonstrado em seu postulado (Fig. 13).

De acordo com Landrum (1981), seus representantes são encontrados desde árvores a arbustos que se desenvolvem em climas moderadamente frios, úmidos, temperados e subtropicais da América do Sul, distribuídos na região do Chile, Argentina e ao longo da costa do Brasil, entre os estados do Rio de Janeiro e Porto Alegre. Este mesmo autor mencionou em seu trabalho que há quatro possíveis explicações para o surgimento deste

gênero na América do Sul: análises numéricas posteriores, a ecologia destas espécies, a distribuição de outros gêneros do grupo e teorias da geologia e da história climática do sul da América do Sul. Em seus estudos moleculares com alguns representantes deste gênero, Lucas et al. (2005) confirmaram a proposta de Landrum (1981).

Lucas et al. (2005) afirmaram, também, que *Blepharocalyx* (Myrtinae), *Myrcianthes* (Eugeniinae), *Myrceugenia* (Myrciinae) e *Luma* (com subtribo desconhecida) carregavam alguns ou todos os caracteres considerados por Landrum (1981) serem inconsistentes com os outros gêneros de suas respectivas subtribos e, portanto, potencialmente plesiomórficos e que poderiam ser similares aos ancestrais de suas subtribos. O trabalho mais recente sobre relações filogenéticas entre *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* e *Luma* é o de Murillo-A et al. (2013) que mostraram que os três gêneros originaram-se de três linhagens independentes e não estreitamente relacionadas.

Os exemplares de *Myrceugenia* são todos lenhosos, variando entre arbustos ramificados com menos de 1 metro de altura, a árvores com tronco central com mais de 10 metros de altura. Os pelos presentes neste grupo são de extrema importância taxonômica, tratando-se de seu formato, densidade e localização. A maioria das espécies deste gênero (exceto *M. fernandeziana*) possui pelos dibráquiados, diferentemente dos que podem ser encontrados em outros gêneros pertencentes à Myrteae (muitas vezes abundantes e conspícuos) (LANDRUM, 1981).

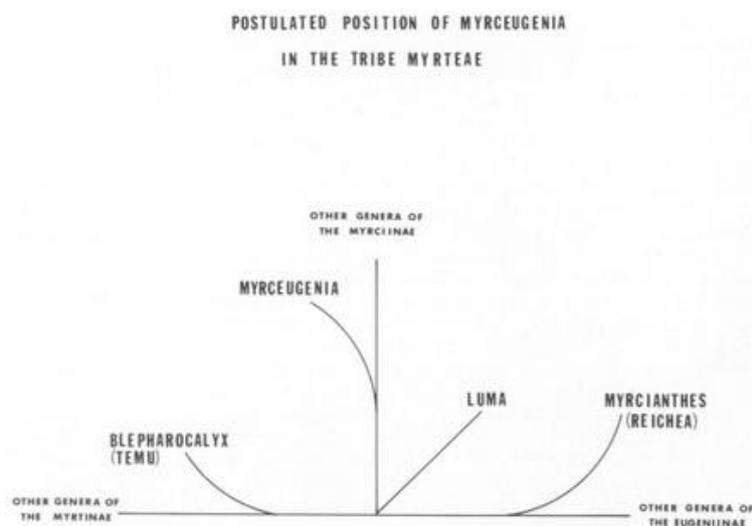


Figura 13. Postulado de Landrum (1981).

No Brasil, são registradas 30 espécies endêmicas (SOBRAL, 2003), destacando-se *Myrceugenia mierciana*, conhecida popularmente como guamirim, que produz frutos suculentos, utilizáveis na culinária para o preparo de sucos, sorvetes e doces (LORENZI, 2009). Seus representantes encontram-se distribuídos desde o nordeste, centro-oeste, sudeste até o sul do país (Fig. 14) (SOBRAL et al., 2014c).

Myrceugenia alpigena (Fig. 15-17) é uma espécie com três variedades bem marcadas entre as quais não existem exemplares de transição. Apresenta-se como uma árvore ou arbusto de aproximadamente 2 a 6 m de altura, de ápice acuminado, agudo, obtuso, ou arredondado e base aguda ou acuminada; pecíolo densamente coberto de pêlos quando jovens que caem conforme idade avançada; folhas que variam a tonalidade de marrom-avermelhadas, amarelo-marrom, cinza-esverdeadas, são coriáceas (raramente subcoriáceas); pedúnculos (com uma flor, raramente com três formando um dicásio florido), estilete praticamente glabro, estames variando de 80 a 180, anteras longas e secas, pétalas glabras ou quase glabras, ovário com 2 a 4 loculos e de 4 a 12 óvulos por loculo. Seus frutos não são bem conhecidos, geralmente são atacados por uma espécie de fungo, formando numerosas esferas pequenas e de coloração negra sobre a superfície (LANDRUM, 1981).



Figura 14. Distribuição geográfica de *Myrceugenia* no Brasil.

Fonte: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10631> (SOBRAL et al., 2014c).



Figuras 15-17. *Myrceugenia alpigena*. 15. Hábito da planta. 16-17. Frutos em pós-antese e frutos imaturos. (Fotos: FROEMMING-GALANet al., 2013).

3.4 *Myrcia multiflora* (Lam.) DC

De acordo com estudos realizados por Lucas et al. (2005, 2007), *Myrcia* representa a subtribo Myrciinae, formada por *Myrcia*, *Gomidesia*, *Marlierea*, *Calyptanthes*, que se caracteriza pelo ovário bi ou trilobular, com dois óvulos cada, e inflorescências geralmente paniculadas.

Em seu trabalho, Landrum e Kawazaki (1997), relataram que os gêneros segregados, *Gomidesia* e *Marlierea*, estão intimamente ligados com *Myrcia*. Um exemplo disso é o fato de *Gomidesia* possuir anteras com sacos polínicos fracamente interligados, e essa característica é o que de fato distingue *Gomidesia* de *Myrcia*, no entanto, é complicado de se observar. Para os autores o complexo *Marlierea* diferencia-se de *Myrcia* por um cálice que se

abre de forma irregular, assim como a flor, e que em muitas vezes o fruto torna-se parcialmente decíduo, mas isso ainda precisa ser profundamente estudado.

Encontradas como árvores ou arbustos, os representantes de *Myrcia* (nome derivado do gênero-tipo da família) ainda apresentam inflorescências paniculadas, raramente racemos ou espigas, com flores pentâmeras, com lobos do cálice individualizados persistentes nos frutos, possuem pétalas, bactéolas decíduas, ovário bi ou trilobular (às vezes com 4 lóculos) com 2 óvulos por lóculo, hipanto presente ou não. Frutos com 1 a 3 sementes e embriões mircióides (LANDRUM;KAWAZAKI, 1997; SOBRAL, 2003). Ocorrem no Caribe, México, ao norte da Argentina, no Brasil, são cerca de 400 espécies (LANDRUM;KAWAZAKI, 1997).

De acordo com Barroso et al.(1999), os embriões de *Myrcia* são do tipo invaginados (entre o eixo hipocótilo-radícula e os cotilédones há uma delimitação) e plicados (cotilédones foliáceos, dobrados ou plicados em torno do eixo hipocótilo-radícula). Os frutos possuem pericarpo com pouca ou muita espessura, com espaço central dividido ou não por septos, geralmente apresentam poucas sementes, com ausência de polpa, denominados bacáceos.

Myrcia rostrata e *Myrcia fallax*, são espécies da flora brasileira, com difícil delimitação e que ocorrem praticamente em todo o Brasil (SOUZA; LORENZI, 2005). A grande maioria dos representantes de *Myrcia* encontrados no Brasil é conhecida popularmente como guamirim (SOBRAL, 2003), não sendo endêmicos do país e estando distribuídos do norte ao sul do país (Fig. 18) (SOBRAL et al., 2014d).



Figura 18. Distribuição geográfica de *Myrcia* no Brasil.

Fonte: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10660> (SOBRAL et al., 2014d).

Myrcia multiflora (“com muitas flores” em latim)(Fig. 19-21)é encontrada como uma árvoreta que varia entre 3 a 7 metros de altura, com tricomas hialinos esparsos, distribuídos pelos ramos jovens e pecíolos das folhas jovens. O córtex é liso, esfoliado, acastanhado. Possui folhas elípticas ou elíptico-obovadas, pouco discoloradas, inflorescências paniculadas axilares ou ramifloras, com mais de 20 flores, bractéolas decíduas antes da antese, ovário



pouco diferenciado do cálice, com lobos arredondado-triangulares. Seus frutos são globosos, de coloração vermelha a negros, quando maduros. Seus nomes comuns são camboim e pedra-ume-caá (SOBRAL, 2003).

3.5 *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg

Myrciaria (nome derivado de *Myrcia*), incluindo *Paramyrciaria*, são encontradas como árvores ou arbustos, com inflorescências em forma de racemos axilares ou glomérulos, 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; KAWAZAKI, 1997; BARROSO et al., 1999; SOBRAL, 2003).

Paramyrciaria é afastado de *Myrciaria* por possuir seus cotilédones fundidos. A distinção entre *Myrciaria* (incluindo *Paramyrciaria*) e *Plinia* é ainda controversa, e a condição do cálice em ser persistente ou não, é a variável entre esses gêneros. O exemplo dessa segregação são os indivíduos cultivados de *Myrciaria* que muitas vezes são poliembriônicos, sendo considerados desta forma, por outros autores, pertencentes à *Plinia* (LANDRUM; KAWAZAKI, 1997).

Este gênero possui representantes no México, Caribe e norte da Argentina. No Brasil, há cerca de 30 espécies, sendo distribuídas principalmente no sudeste (LANDRUM; KAWAZAKI, 1997), mas possui representantes em todo o país (Fig. 22) (SOBRAL et al., 2014e), como por exemplo, *Myrciaria cauliflora*, conhecida popularmente como jaboticabeira, que é espécie frutífera, com comercial inexpressivo falta de técnicas de cultivo mais avançadas (2012); outros *Myrciaria* recebem o camboim (SOBRAL, 2003).

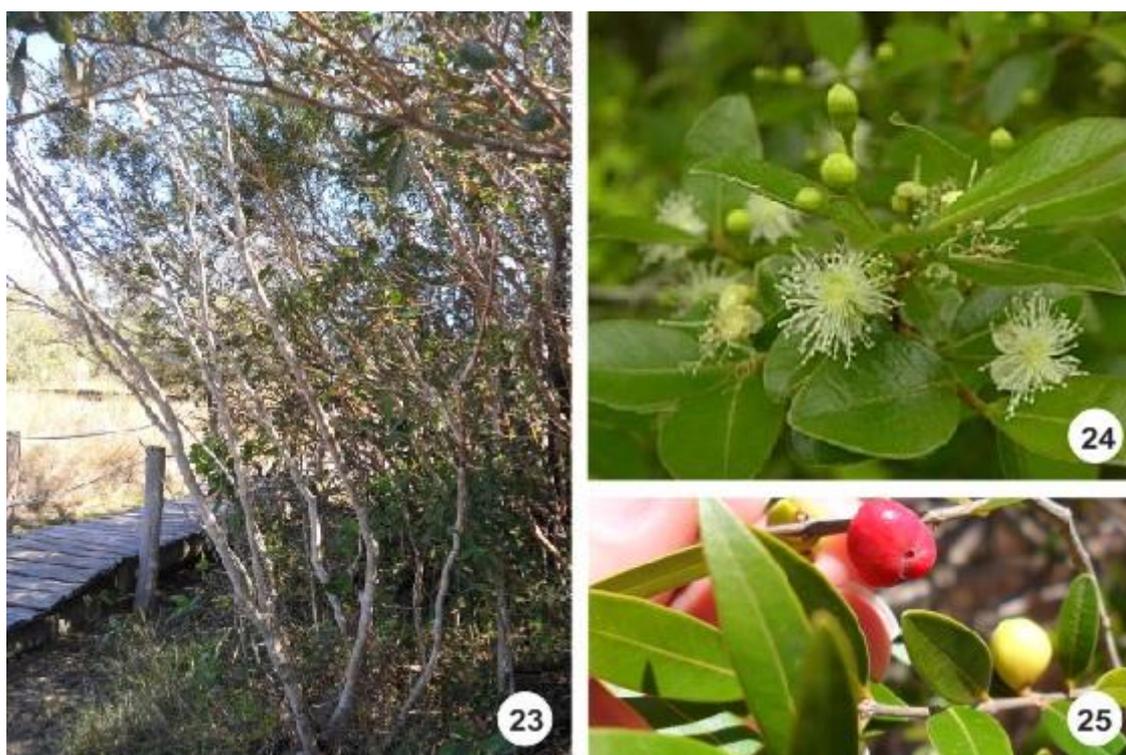


Figura 22. Distribuição geográfica de *Myrciaria* no Brasil.

Fonte: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10787> (SOBRAL et al., 2014e).

Myrciaria delicatula (Fig. 23-25) recebe este nome pela delicadeza de suas folhas (“delicadinha” em latim) (SOBRAL, 2003), é encontrada desde arbusto a árvore, com cerca de 3 a 20 metros de altura. Possui ramos glabros, esfoliantes, com folhas elípticas, cartácea, concolor, glabra, às vezes pode conter pelos somente na nervura central. Suas flores são trímeras a pentâmeras, sésseis, em glomérulos axilares, com 4 pétalas, hipanto prolongado acima do topo do ovário, decíduo após a antese. Ovário bilocular, com 2 óvulos basais (SOBRAL, 2003; ROMAGNOLO; SOUZA, 2004).

Seus frutos são denominados por Barroso et al. (1999) como bacídios por apresentarem-se carnosos ou sucosos, com epicarpo “quase sempre, muito delgado (até membranáceo)” e sementes envoltas em polpa, desprovidos de lóculos. São globosos, alaranjados, vermelhos quando maduros, coroados por cicatriz circular. As sementes são em número de 12, castanhas claras com embrião de cotilédones carnosos, livres (ROMAGNOLO; SOUZA, 2004).



Figuras 23-25. *Myrciaria delicatula* 23. Hábito da planta. (Foto: FROEMMING-GALAN et al., 2013). 24. Botões florais e flores (Fonte: Colecionando Frutas – <http://www.colecionandofrutas.org/myrciariadelicatula.htm>). 25. Fruto imaturo e fruto maduro. (Foto: FROEMMING-GALAN et al., 2013).

4. Parque Estadual Guartelá e Parque Estadual Vila Velha

Em seu estudo florístico realizado no Parque Estadual de Vila Velha – Paraná/BR (Fig. 26), local de desenvolvimento deste estudo, Cervi et al., (2007) comprovam a diversidade de espécies presentes nesta região, encontrando 1376 espécies de fanerógamas, distribuídas em 516 gêneros e 126 famílias, cuja as 10 famílias com maior riqueza específica foram: Asteraceae (208 sp.), Poaceae (146 sp.), Orchidaceae (83 sp.), Fabaceae (72 sp.), Myrtaceae (51 sp.) Cyperaceae (46 sp.), Rubiaceae (43 sp.), Euphorbiaceae (36sp.) e Melastomataceae (35 sp.).

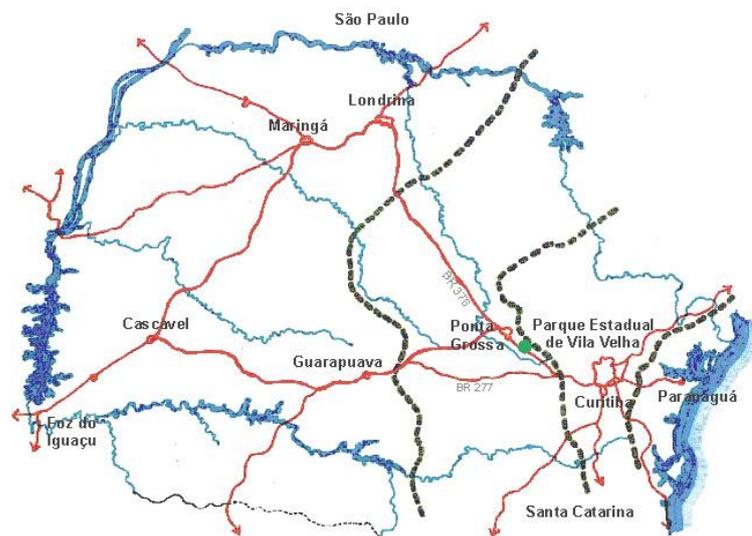


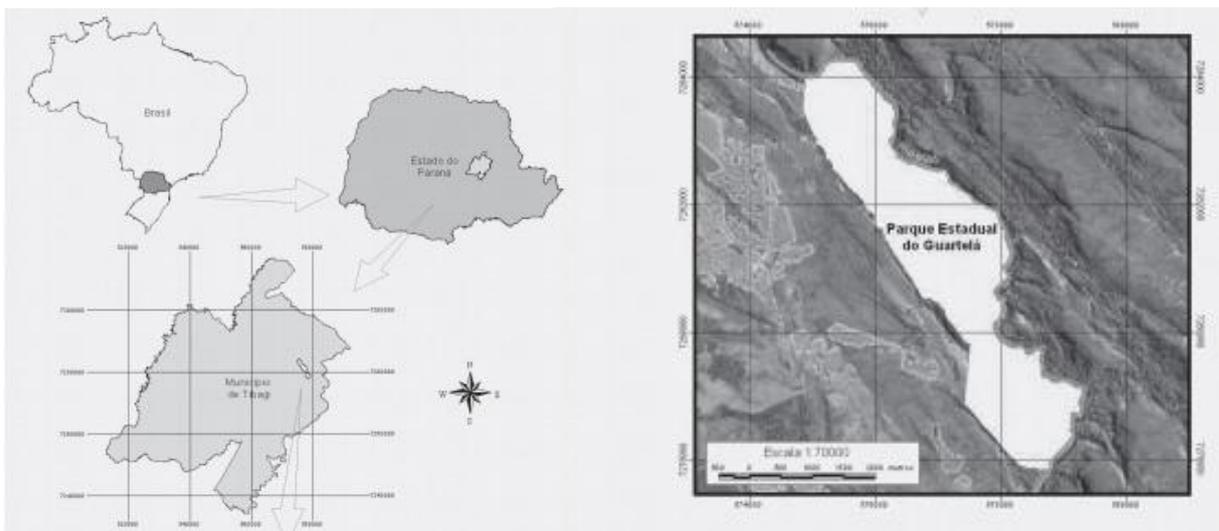
Figura 26. Mapa de localização do Parque Estadual de Vila Velha.

Carmo e Assis (2012) descrevem o Parque Estadual do Guartelá, localizado no município de Tibagi-PR (Fig. 27), como um sítio demarcado pela heterogeneidade de ambientes, influenciado diretamente pelas transições climáticas, topográficas e vegetacionais, o que resulta em uma alta diversidade de espécies. As famílias diagnosticadas com maior riqueza em espécies foram: Myrtaceae (21 espécies), Lauraceae (15), Euphorbiaceae (12), Fabaceae (12) e Rubiaceae (7), compreendendo 47,9% do total de espécies amostradas, sendo que Myrtaceae foi a família mais importante, obtendo os maiores valores de frequência e densidade

De acordo com Cervi et al. (2007) a degradação ambiental no estado do Paraná atingiu níveis alarmantes e muitas das áreas degradadas abrigavam espécies endêmicas e desconhecidas. Com relação às formações campestres da América do Sul, situadas abaixo do

tropical de Capricórnio, o nível de proteção é de menos de 0,3%, formando uma das áreas mais ameaçadas do Continente (BILENCA; MIÑARRO, 2004).

Myrtaceae é a mais representativa ou está entre as famílias mais importantes em levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no Brasil. Nos levantamentos realizados em vegetação campestre do Estado do Paraná por Carmo (2006), Cervi et al.(2007) e Carmo e Assis (2012), Myrtaceae encontra-se entre as 10 famílias de maior riqueza



específica.

Figura 27. Mapa de localização do Parque Estadual Guartelá.
Fonte: Carmo e Assis (2012).

Vale destacar, que o número de táxons de Myrteae que ocorrem nesses ambientes e que não foram estudados em detalhes quanto à ontogênese dos órgãos reprodutivos totalizam 75 e estão incluídos conforme proposta de Lucas et al.(2007) como segue: Grupo “*Eugenia*”- *Eugenia* (20 espécies); Grupo “*Pimenta*” – *Campomanesia* (6 espécies), *Pimenta* (1 espécie), *Psidium* (13 espécies); Grupo “*Myrcia*”- *Calyptanthus* (2 espécies), *Gomidesia* (1 espécie), *Myrcia* (15 espécies); Grupo “*Plinia*”- *Myrciaria* (5 espécies), *Plinia* (2 espécies); Grupo “*Myrceugenia*” – *Myrceugenia* (4 espécies), *Blepharocalyx* (2 espécies).

5. Objetivo

Diante da necessidade de ampliar o conhecimento sobre os órgãos reprodutivos em Myrtaceae como subsídio às atuais discussões sobre padrões filogenéticos nas espécies que apresentam frutos carnosos como destacado por Moreira-Coneglian (2011) e Pimentel (2013) e, também, de fornecer dados que corroborem com a conservação de espécies que ocorrem em fragmentos florestais e, principalmente nas formações campestres do Estado do Paraná, o presente trabalho objetivou descrever a ontogênese do pericarpo de cinco espécies que ocorrem nestes ambientes e que se enquadram em cinco dos clados propostos por Lucas et al. (2007) para Myrteae: *Campomanesia adamantium* (grupo *Pimenta*), *Eugeniapitanga* (grupo *Eugenia*), *Myrceugenia alpigena* (grupo *Myrceugenia*), *Myrcia multiflora* (grupo *Myrcia*), *Myrciaria delicatula* (grupo *Plinia*).

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.; 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.
- BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: EditoraUFV, 1999.
- 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.
- BELSHAM, S.R.; ORLOVICH, D.A. Development of the hypanthium and androecium in New Zealand Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, v. 40, p.687-695, 2002.
- BELSHAM, S.R.; ORLOVICH, D.A. Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, v. 41, p. 161-169. 2003.
- BENTHAM, G. Notes on Myrtaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**.v.10, p. 101–166, 1868.

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.

BILENCA, D.N; MIÑARRO, F.O.**Identificação de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em lãs pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Fundación Vida Silvestre, Argentina, 2004.

BIFFIN, E.; HARRINGTON, M.G.; CRISP, M.D.; CRAVEN, L.A.; GADEK, P.A..Structural partitioning, paired-sites models and evolution of the ITS transcript in *Syzygium* and Myrtaceae.**Molecular Phylogeny and Evolution**, v.43, p. 124–139, 2007.

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.

BOHTE, A.; DRINNAN, A. Floral development and systematic position of *Arillastrum*, *Allosyncarpia*, *Stockwellia* and *Eucalyptopsis* (Myrtaceae).**Plant Systematics and Evolution**, v.251, p. 53–70, 2005a.

BOHTE, A.; DRINNAN, A. Ontogeny, Anatomy and Systematic Significance of Ovular Structures in the “Eucalypt Group” (Eucalypteae, Myrtaceae).**Plant Systematic and Evolution**, v. 255, p. 17-39, 2005b.

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.; 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.

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.

CARMO, M.R.B.; **Caracterização Fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná**. 2006. 152 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2006.

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.

- 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.
- CONTI, E.; LITT, A.; WILSON, P.G.; GRAHAM, S.A.; BRIGGS, B.G.; JOHNSON, L.A.S.; SYTSMA, K.J. Interfamilial relationships in Myrtales: molecular phylogeny and patterns of morphological evolution. **Systematic Botany**, v.22, n.4, p.629-647, 1997.
- CORNER, E.J.H. **The seeds of Dicotyledons**.v.1. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 311p.
- 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.
- CRISP, M.D.; BURROWS, G.E.; COOK, L.G.; THORNHILL, A.H.; BOWMAN, D.M.J.S. Flammable biomes dominated by eucalypts originated at the Cretaceous–Palaeogene boundary. **Nature Communications**, v. 2:193, p. 1-8, 2011.
- DAHLGREN, R.; THORNE, R.F.The Order Myrtales: Circumscription, Variation, and Relationships. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, n. 3, p. 633-699, 1984.
- DE CANDOLLE, A.P. **Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis**, v. 3, p. 207-296, 1828.

- DRINNAN, A.N.; CARRUCAN, A.E. The ontogenetic basis for floral diversity in *Agonis*, *Leptospermum* and *Kunzea* (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 251, p. 71–88, 2005.
- DRINNAN, A.N.; LADIGES, P.Y. Perianth development in *Angophora* and the bloodwood eucalypts (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 160, p.219–239, 1988.
- DRINNAN, A.N.; LADIGES, P.Y. Corolla and androecium development in some *Eudesmia* eucalypts (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 165, p. 239–254, 1989a.
- DRINNAN, A.N.; LADIGES, P.Y. Operculum development in the Eudesmieae B eucalypts and *Eucalyptuscaesia* (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 165, p. 227–237, 1989b.
- 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.
- 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.
- GENTIL, D.F.O.; CLEMENT, C.R. The araza (*Eugenia stipitata*): results and research directions. **Acta Horticulturae**, v.452, p.9-17, 1997.
- 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 SOBRINHO, J. 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.
- HERNÁNDEZ, M.; ARJONA, H.; COBA, B.; FISCHER, G.; MARTÍNEZ, O. Crecimiento físico y anatómico del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). **Agronomía Colombiana**, v.19, n.1-2, p.13-21, 2002.
- IKEDA, M. Studies on fruit characteristics and seedless fruit formation of semarang rose apple, *Syzygium javanicum* Merr. & Perry, in south Vietnam. **Memoirs of the Faculty of Agriculture (Kagoshima University)**, v.15, p.55-62, 1979.
- 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.

KAPLAN, D.R. Floral morphology, organogenesis and interpretation of the inferior ovary in *Dawningia bacigalupii*. **American Journal of Botany**, v. 54, n.10, p. 1274-1290. 1967

LADD, P.G.; PARNELL, J.A.N.; THOMSON, G. Anther diversity and function in *Verticordia* DC. (Myrtaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 219, p. 79-97, 1999.

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. Taxonomic implications of the discovery of calyptrate species of *Myrceugenia* (Myrtaceae). **Brittonia**, v.36, n. 2, p. 161-166, 1984

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.

LOPES, B.C. **Desenvolvimento floral e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L.** Dissertação (Mestrado). 2008. 100 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v. 3. 1ª Edição. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2009.

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.

MALUF, A.M.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.471-475, 2003.

MAUÉS, M.M.; COUTURIER, G. Biologia Floral e fenologia reprodutiva de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 441-448.

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.

MAPAS BLOG. **Mapas de Ponta Grossa e Vila Velha – PR**. (2011). Disponível em: <http://mapasblog.blogspot.com.br/2011/05/mapas-de-ponta-grossa-e-vila-velha-pr.html>. Acesso em: 06/01/2014.

MERWE, M.M.; MYK, A.E.; BOTHA, A.M. Molecular Phylogenetic Analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with Emphasis on Southern African Taxa. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 21–34, 2005.

MUDIANA, D. ARIYANTI, E.E. Flower and Fruit Development of *Syzygium pycnanthum* Merr. & L.M. Perry. **Biodiversitas**, v. 11, n. 3, p. 124-128, 2010.

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, 1898.

O'BRIEN, S.P. Pistil structure and pollen tube pathways in *Leptospermum myrsinoides* and *L. continentale* (Myrtaceae). **Annals of Botany**, v. 74, p. 225-230, 1994.

PELACANI, M. G. N.; GASPERONE, A. R.; SPINA, S. M.; FIGUEIREDO, R. A. Biologia Floral da Pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae). **Revista Argumento**, n. 4, Jundiaí-SP, 2000.

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.

PIMENTEL, R.R. **Prospecção da diversidade do gineceu e das estruturas secretoras associadas em Myrteae (Myrtaceae): inferências sobre a evolução dos caracteres**. Tese (Doutorado). 2013. 140 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2013.

PIRES, M.M.Y.; SOUZA, L.A. Morfoanatomia e aspectos da biologia floral de *Myrcia guianensis* (Aubl.) A. P. de Candolle e de *Myrcia laruotteana* Cambesse (Myrtaceae). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 33, n. 3, p. 325-331, 2011.

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.

PRAKASH, N. Reproductive development in two species of *Darwinia* Rudge (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, v.17, p.215-227, 1969.

PROENÇA, C.E.B.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, v.126, p.343-354, 1994.

PROENÇA, C.E.B.; NIC LUGHADHA, E.M.; LUCAS, E.J.; WOODGYER, E. *Algrizea* (Myrteae, Myrtaceae): A New Genus from the Highlands of Brazil. **Systematic Botany**, v. 31 n.2, p. 320–326, 2006.

PROENÇA, C.E.B.; SOARES-SILVA, L.H.; SILVA, P.I.T.; FANK-DE-CARVALHO, S.M. Two new Endemic Species of Myrtaceae and an Anatomical Novelty from the Highlands of Brazil. **Kew Bulletin**, v. 65, p. 463–468, 2010.

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.

- REYNERTSON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M.J.; KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v.109, p. 883–890, 2008.
- 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 Brasílica**, v.18, n. 3, p. 613-627, 2004.
- ROMAGNOLO, M.B.; SOUZA, M.C. O Gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na Planície de Alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasília** v. 20, n. 3, p. 529-548, 2006.
- 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.
- SANTOS, C.M.R.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E. A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 13-20, 2004.
- 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.
- SILVA, R.S.M.; CHAVES, L.J.; NAVES, R.V. Caracterização de frutos e árvores de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) no sudeste do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.330-334, 2001.
- SILVA, C.V.; BILIA, D.A.C.; MALUF, A.M.; BARBEDO, C.J. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. – Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.213-221, 2003.
- SILVA, C.V.; BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J. Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.86-92, 2005.
- SILVA, A.L.G.; PINHEIRO, M.C.B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasílica**. 21(1): 235-247. 2007.
- SIMPSON, M.G. **Plant Systematics**. 2nd ed. Elsevier Academy Press: Amsterdam. 2010
- 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.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014a. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10308>>. Acesso em: 06 Jan. 2014.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014b. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10338>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014c. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10631>>. Acesso em: 15 Jan 2014.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014d. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10660>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014e. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10787>>. Acesso em: 15 Jan. 2014.

SILVA, A.L.G.; PINHEIRO, M.C.B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.1, p.235-247, 2007.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768p.

STEVENS, P.F. 2001. Myrtales. Angiosperm Phylogeny Website. Version 8. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 04/02/2014.

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.

TANTAWY, M.E. Morpho-anatomical study on certain taxa of Myrtaceae. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.3, n.3, p.274-285, 2004.

THORNHILL, A.H., MACPHAIL, M. Fossil myrtaceous pollen as evidence for the evolutionary history of Myrtaceae: A review of fossil *Myrtaceidites* species. **Review of Palaeobotany and Palynology**. v. 176-177, p. 1-23. 2012.

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.

- TOBE, H.; RAVEN, P.H. The Number of Cells in the Pollen of Melastomataceae (Myrtales). **The Botanical Magazine**, v. 97, p. 131-136, 1984.
- TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; DEL-CLARO, K. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. **Ciência e Cultura**, v.50, n.4, p.281-284, 1998.
- VALLILO, M.I.; BUSTILLOS, O.V.; AGUIAR, O.T. Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – Myrtaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, n. único, p. 23-37, 2006.
- 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
- 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. 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

Ontogênese do pericarpo de espécies de Myrteae (Myrtaceae)

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

Ontogênese do pericarpo de espécies de Myrteae (Myrtaceae)

Adrielle Tayrine Oliveira Froemming Galan^{A,C}, Káthia Socorro Mathias Mourão^B

^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

^CEndereço para correspondência. email: adrielle_tayrine@hotmail.com

RESUMO

(Ontogênese do pericarpo de espécies de Myrteae - Myrtaceae). Os estudos anatômicos com órgãos reprodutivos em Myrteae têm se restringido a flor. Diante da possibilidade de se estabelecerem correlações entre a estrutura do pericarpo e as atuais filogenias do grupo, descreveu-se a ontogênese do pericarpo de cinco espécies que ocorrem em formações campestres (PR, BR) representando cinco dos seis clados da tribo. O material foi processado segundo técnicas para análise em microscopia de luz. No ovário ínfero, de placentação axial, há *compitum*. A epiderme ovariana das faces interna e externa é uniestratificada e diferencia o exocarpo e o endocarpo, respectivamente, também uniestratificados. Em *Myrceugenia alpigena* ocorrem tricomas tectores em formato de “T” e o exocarpo torna-se papiloso. No mesocarpo, derivado do mesofilo ovariano, cavidades secretoras distribuem-se: em círculo logo abaixo do exocarpo e nas proximidades do endocarpo em *Campomanesia adamantium*; somente abaixo do exocarpo em *Eugenia pitanga* e *Myrcia multiflora*; mais internamente em *Myrciaria delicatula*; e abaixo do exocarpo e por todo o mesofilo em *M. alpigena*. Há diferenças estruturais entre os pericarpos das espécies estudadas e quando comparados com as poucas espécies descritas. Entretanto, somente a descrição deste caráter para maior número de espécies de Myrteae pode permitir o seu uso nas discussões das atuais filogenias.

Palavras-chave: fruto, anatomia, desenvolvimento

ABSTRACT

(Pericarp ontogenesis in species of Myrteae - Myrtaceae). The anatomical studies of reproductive organs in Myrteae have been restricted to flower. Facing to the possibility of establishing correlations between the pericarp structure and current phylogenies of the group, the ontogeny of the pericarp of five species that occur in grasslands (PR, BR) representing five of the six clades of the tribe were described. The material was processed for using technical analysis in light microscopy. In the inferior ovary, with axial placentation, there is *acompitum*. The ovarian epidermis of the inner and outer faces is uniseriate and differentiates the exocarp and endocarp, respectively, also uniseriates. In *Myrceugenia alpigena* “T” shape trichomes are observed and the exocarp becomes papillose. In the mesocarp, derived from the ovarian mesophyll, secretory cavities are distributed: just below the exocarp and the endocarp in *Campomanesia adamantium*; just below of the exocarp in *Eugenia pitanga* and *Myrcia multiflora*; more internally in *M. delicatula*; and below of the exocarp and throughout the mesophyll in *M. alpigena*. There are structural differences

between the pericarp of the studied species and compared with the few species described. However, only the description of this character for most species of Myrteae may allow its use in discussions of current phylogenies.

Keywords: fruit, anatomy, development

Introdução

Myrtaceae possui 142 gêneros, 17 tribos e 5762 espécies, sendo os gêneros com maior número de espécies: *Eugenia* (3539), *Myrcia* (985), *Psidium* (471) e *Campomanesia* (188). Seus representantes são encontrados na Austrália, sudeste da Ásia, América do Sul e poucos na África e são caracterizados por folhas inteiras com glândulas secretoras de óleo, flores com estames numerosos e ovário semiínfero a ínfero (Wilson *et al.* 2001, 2011; Govaerts *et al.*, 2014). De acordo com Souza & Lorenzi (2012), ocorrem no Brasil 22 gêneros e 1000 espécies e todas apresentam frutos carnosos.

Há muitas discussões acerca dos gêneros e espécies que compõem Myrtaceae, que historicamente foi dividida em duas subfamílias - Myrtoideae, caracterizada pelos frutos carnosos e pelas folhas inteiras e opostas e Leptospermoideae, caracterizadas pelos frutos secos, indeiscentes (cápsulas) e pelas folhas de arranjo espiralado ou alterno (Thornhill & Macphail, 2012).

Myrteae é a tribo com maior diversidade de gêneros dentro de Myrtoideae encontrando-se nela todos os representantes americanos de Myrtaceae e ainda cerca de 35 gêneros paleotropicals com frutos carnosos, com exceção de *Tepualia* que pertence a Leptospermoideae (Lucas *et al.*, 2007).

Gadek *et al.* (1996) foram os primeiros a discutirem as relações infrafamiliares em Myrtaceae em estudos filogenéticos, seguidos por Wilson *et al.* (2001, 2005) e Lucas *et al.* (2005). Estes estudos baseados em dados moleculares e comparados com dados morfológicos sustentam a monofilia de Myrteae. Para Gadek *et al.* (1996) o ovário súpero ou quase súpero é plesiomórfico e os frutos carnosos originaram-se mais de uma vez em Myrtaceae. Posteriormente, Wilson *et al.* (2001) interpretaram que o fruto deiscente é o estado plesiomórfico na família e que o fruto indeiscente teria se originado em quatro linhagens. Biffin *et al.* (2010), por sua vez, acrescentaram novos resultados a inferência de Wilson *et al.* (2001) de que o caráter fruto carnosos, homoplásico, teve três origens e sugeriram múltiplas

origens dos frutos carnosos. 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.

Myrteae foi tradicionalmente dividida em três subtribos com base na morfologia do embrião: Myrtinae (embriões curvados/enrolados com cotilédones pequenos), Myrciinae (embriões com cotilédones foliáceos) e Eugeniinae (embriões carnosos com cotilédones plano-convexos) (Berg, 1855-1856, 1857-1859). Entretanto, as análises filogenéticas recentes não sustentam esta divisão (Wilson *et al.*, 2005; Lucas *et al.*, 2005, 2007; Murillo-A *et al.*, 2013).

Após os estudos de Wilson *et al.* (2005) as espécies com frutos carnosos de Myrtaceae foram reagrupadas em dois clados ou tribos de Myrtoideae, Myrteae e Syzygeae e segundo Lucas *et al.* (2005) nas três subtribos de Myrteae *sensu* Berg (1855-1856, 1857-1959), Eugeniinae e Myrtinae parecem polifiléticas, mas a monofilia de Myrciinae foi confirmada.

Na análise filogenética de Myrteae realizada por Lucas *et al.* (2007), Eugeniinae e Myrtinae foram confirmados como grupos polifiléticos enquanto Myrciinae, sem *Myrceugenia*, é monofilética. Estes autores sugerem ainda que se abandone a classificação infra-familiar de Berg e para Myrteae definem sete grupos subtribais informais baseados nos clados gerados pela análise molecular combinada: “*Plinia*”, “*Eugenia*”, “*Myrcia*”, “*Myrceugenia*”, “*Myrteola*”, “*Pimenta*” e “*Australasiano*”. A proposta mais recente de reconstrução da filogenia de Myrteae é a de Murillo-A *et al.* (2013) que reforçou o não monofiletismo das subtribos *sensu* Berg e propôs diferenças no posicionamento de certos grupos *sensu* Lucas *et al.* (2007).

A maioria das descrições e discussões sobre órgãos reprodutivos de Myrtaceae, como em outras famílias de angiospermas, é encontrada em estudos em que os mesmos apresentam valor diagnóstico no estabelecimento de relações da família com outras famílias de Myrtales e, também, de relações infra-familiares.

Os estudos que envolvem a morfologia, anatomia e ontogênese de órgãos reprodutivos para Myrtaceae, família de grande riqueza específica, são reduzidos e a maioria está relacionada à flor. Pesquisas com frutos reportam-se a descrições morfológicas e particularmente para Myrteae somente alguns estudos referem-se a sua anatomia e ontogênese, destacando-se: Landrum (1982) com espécies de *Campomanesia*; Hernández *et al.* (2002) com *Eugenia stipitata*; Esemann-Quandros *et al.* (2008) com *Acca sellowiana*; e

Moreira-Coneglian (2007, 2011) com *Eugenia puniceifolia*, *Myrcia bella*, *Campomanesia pubescens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia aurata* e *E. bimariginata*, *Myrcia bella*, *M. laurotteana*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *Psidium guineense*.

Myrtaceae é a mais representativa ou está entre as famílias mais importantes em levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no Brasil. Nos levantamentos realizados em vegetação campestre do Estado do Paraná por Carmo (2006), Cervi *et al.* (2007) e Carmo & Assis (2012), Myrtaceae encontra-se entre as 10 famílias de maior riqueza específica.

Tendo em vista o conhecimento indispensável acerca dos órgãos reprodutivos da família, cujas características têm sido utilizadas nas atuais discussões sobre sua filogenia e, também, a ampliação de dados que auxiliem na conservação de espécies que ocorrem nas formações campestres do Estado do Paraná, este trabalho teve por objetivo a descrição da ontogênese do pericarpo de cinco espécies de Myrteae, ocorrentes nestas formações, e que representem cinco dos seis clados propostos por Lucas *et al.* (2007) para a tribo: *Campomanesia adamantium*(Cambess) O. Berg (grupo Pimenta), *Eugenia pitanga* (O. Berg) Nied (grupo Eugenia), *Myrceugenia alpigena*(DC) Landrum (grupo Myrceugenia), *Myrcia multiflora*(Lam.) DC (grupo Myrcia) e *Myrciaria delicatula*(DC.) O. Berg (grupo Plinia).

Material e métodos

Coleta e fixação -Os botões, flores e frutos em diferentes estádios de desenvolvimento de vários indivíduos de *Campomanesia adamantium*(Cambess) O. Berg, *Eugenia pitanga*(O. Berg) Nied, *Myrceugenia alpigena* (DC) Landrum, *Myrcia multiflora*(Lam.) DC e *Myrciaria delicatula*(DC.) O. Berg foram coletados nos municípios de Ponta Grossa e Tibagi, Paraná, Brasil, sob coordenadas: *C. adamantium*(25°14'26.99" S, 50°0'8.39" L, 925.279m, Parque Estadual Guartelá e 25°14'46.80" S, 49°59'34.20" L, 956.283m, Parque Estadual Vila Velha);*E. pitanga*(25°14'41.39"S, 49°59'32.99" L, 899.284m, Parque Estadual Guartelá e 25°14'40.80" S, 49°59'30.60" L, 951.285m, Parque Estadual Vila Velha);*M. alpigena* (24°33'45" S, 50°15'30.60" L, 1008.400m, Parque Estadual Guartelá);*M. multiflora*(25°14'54.60" S, 49°59'31.20" L, 935.281m, Parque Estadual Vila Velha);e *M. delicatula*, (24°33'45.60" S, 50°15'18.60" L, 928.407m, Parque Estadual Guartelá). O material foi fixado em formaldeído, ácido acético e álcool etílico em grau 50% (FAA₅₀) e armazenado em álcool 70% (Johansen, 1940). Exsicatas desses materiais foram depositadas no Herbário

da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUEPG), sob números de registro: *C. adamantium* – HUPG 19428; *E. pitanga* – HUPG 19444; *M. alpigena* – HUPG 19400; *M. multiflora* – HUPG 19401; e *M. delicatula* – HUPG 19454.

Preparo de lâminas– Para o estudo anatômico, o material foi incluído em historesina (Guerrits, 1991). Esse material foi seccionado transversal e longitudinalmente em micrótomo de rotação, corado com azul de Toluidina em tampão acetato 0,1 M e pH 4,7 (O’ Brien *et al.*, 1964 modificado) e montado em resina sintética (Johansen, 1940).

Testes histoquímicos - Foram também realizados testes histoquímicos para a detecção de algumas substâncias em seções obtidas a mão livre, para lipídios com Sudan IV, para compostos fenólicos com cloreto férrico (Johansen, 1940), para substâncias pécicas com vermelho de rutênio (Jensen, 1962) e para amido com lugol (Berlyn & Miksche, 1976).

Terminologia – Na descrição dos tipos de fruto utilizou-se a classificação de Barroso *et al.* (1999) e das camadas da parede ovariana e pericárpicas Roth (1977). Considerando não ser possível estabelecer limite entre os tecidos carpelares e o hipanto ou receptáculon as espécies estudadas neste trabalho, os termos exocarpo, mesocarpo e endocarpo foram usados no sentido morfológico, e não ontogenético, conforme definido por Moreira-Coneglian (2007, 2011), considerando-se o exocarpo derivado da epiderme externa do ovário ínfero, o mesocarpo de toda a região fundamental vascularizada e o endocarpo da epiderme interna.

Ilustrações -As fotomicrografias foram obtidas por captura de imagem em microscópios e estereoscópios Olympus BX50 e Leica ICC50. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas com lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Resultados

Ovário

O ovário nas cinco espécies é ínfero, com placentação axial e de contorno circular (*Campomanesia adamantium*, *Myrciaria delicatula* e *Myrcia multiflora*) e ondulado (*Eugenia pitanga* e *Myrceugenia alpigena*). O número de lóculos varia de sete a nove em *C. adamantium* e três a quatro em *M. alpigena*; *E. pitanga*, *M. multiflora* e *M.*

delicatula apresentam dois lóculos. Os óvulos, cujo número varia de muitos (*C. adamantium*, *E. pitanga* e *M. alpigina*) a dois (*M. multiflora* e *M. delicatula*) por lóculo, inserem-se às placentas em duas fileiras longitudinais. As placentas se posicionam ao longo (*C. adamantium*, *M. alpigina*), no terço basal (*M. multiflora*, *M. delicatula*) e no terço mediano (*E. pitanga*) do septo central do ovário. Em *E. pitanga* os óvulos saem em um único ponto. Em todas as espécies analisadas os lóculos se comunicam no septo central por meio de um *compitum* (Fig. 1A, D, G, J, L).

No botão floral, em pré-antese e na flor em antese, as características dos tecidos que formam a parede do ovário não sofrem alterações significativas durante o desenvolvimento destas fases. A epiderme externa e interna do ovário das espécies estudadas é uniestratificada, formada por células cubóides, com cutícula delgada (Fig. 1B-C, E-F, H-I, K, M-N). Divisões anticlinais são evidentes na epiderme das cinco espécies no botão floral, estendendo-se à antese em *E. pitanga* (epiderme interna) (Fig. 1F) e *M. delicatula* (epiderme externa) (Fig. 1M). Em *M. alpigina* foram encontrados tricomas em formato de “T” (T-shaped) de base unicelular, difundidos por toda a epiderme externa (Fig. 1G-H), que persistem no desenvolvimento (Fig. 2G-H) e tornam-se mais esparsos na maturação do fruto.

As divisões celulares ocorrem em todos os sentidos no mesofilo ovariano nas cinco espécies e existem duas regiões de coloração distinta em *C. adamantium* e *M. delicatula* (Fig. 1A, L). A região externa nas duas espécies é constituída por vários estratos de células parenquimáticas isodiamétricas, de arranjo justaposto e conteúdo denso. Este conteúdo denso deve-se a presença de compostos fenólicos, cuja concentração é maior nas quatro primeiras camadas em *C. adamantium* (Fig. 1B).

Nas duas espécies supracitadas ocorrem divisões periclinais nas primeiras camadas subepidérmicas externas (Fig. 1B, M). Cerca de cinco estratos celulares da região subepidérmica interna, em *C. adamantium*, também estão se dividindo em sentido periclinal; as células parenquimáticas desta região apresentam menor tamanho quando comparadas as da região subepidérmica externa (Fig. 1C). Em *M. delicatula* as células da região interna, parenquimáticas, volumosas, de paredes finas e alongadas em vários sentidos, originam-se de um meristema subepidérmico que se instala na fase de botão floral, mas cujas divisões periclinais ainda podem ser observadas na antese (Fig. 1N) e até mesmo no fruto muito jovem.

No mesofilo ovariano de *E. pitanga*, *M. alpigina* e *M. multiflora*, as células parenquimáticas, isodiamétricas apresentam dimensões semelhantes, sendo também menores

apenas nas camadas subepidérmicas nas duas primeiras espécies e com predominância de divisões anticlinais (Fig. 1E-F, H-I, K). Em *E. pitanga* (Fig. 1F) e *M. multiflora* ocorrem células com cristais na terceira e quarta camadas subepidérmicas à epiderme interna. Em *M. alpigena* há predominância de divisões em sentido anticlinal por todo o mesofilo até a pré-antese (Fig. 1H-I).

Feixes vasculares colaterais calibrosos estão imersos mais externamente no parênquima do mesofilo ovariano e ocorrem em arranjo circular e a certa distância da epiderme externa. Em *C. adamantium* o número de feixes é de 10-13 e nas demais espécies oito, sendo mais evidentes em *E. pitanga* (Fig. 1D) e *M. multiflora* (Fig. 1J). Feixes menores estão dispersos pelo mesofilo em todas as espécies.

Cavidades secretoras de material lipofílico ocorrem no mesofilo ovariano, distribuídas em círculo logo abaixo da epiderme (*C. adamantium*, *E. pitanga*, *M. multiflora*) (Fig. 1A-B, D-E, J-K) ou mais internamente no mesofilo externo (*M. delicatula*) (Fig. 1L-M). Nesta última espécie as cavidades encontram-se em início de diferenciação ou pouco diferenciadas (Fig. 1M). Em *M. alpigena*, cavidades diferenciadas de diâmetros variados e em diferenciação estão espalhadas por todo o mesofilo (Fig. 1G) e ocorrem também subepidermicamente. Em *C. adamantium* observam-se cavidades em início de diferenciação tanto nas camadas subepidérmicas externas quanto internas, estando estas últimas menos diferenciadas (Fig. 1B-C). Em *C. adamantium* (Fig. 1A-B), *E. pitanga* (Fig. 1D-E) e em *M. multiflora* (Fig. 1J-K) são diferenciadas na primeira camada subepidérmica, com a epiderme externa compondo o epitélio da cavidade secretora.

Pericarpo em desenvolvimento

Nas flores em pós-antese observa-se o início do desenvolvimento dos frutos e este desenvolvimento estende-se até que o fruto atinja as suas formas e tamanhos finais. A epiderme externa e a interna originam o exocarpo e o endocarpo, respectivamente, que se mantêm uniestratificados e o mesofilo ovariano se desenvolve no mesocarpo.

No pericarpo do fruto muito jovem (pós-antese), em *M. multiflora* (Fig. 2J-L) e *M. delicatula* (Fig. 2M-O) ainda são observadas divisões anticlinais no exocarpo. Nesta fase, em todas as espécies ocorrem divisões periclinais nas primeiras camadas subexocárpicas, além da continuidade de divisões em vários planos nas demais camadas (Fig. 2A-B, D-E, G-H, J-K, M-N). Entretanto, em *M. delicatula* as células que se originaram das divisões periclinais subepidérmicas internas nas fases anteriores alongam-se em sentidos variados (Fig. 2M-O).

Em *C. adamantium* as camadas subendocárpicas mantêm-se em divisão periclinal adicionando células ao mesocarpo (Fig. 2C); células do mesocarpo que apresentam conteúdo fenólico começam a diferenciar esclereides (Fig. 3A). A adição de novas células ao mesocarpo de *E. pitanga* deve-se também às divisões periclinais nas camadas subexocárpicas, evidentes neste início de desenvolvimento do fruto (Fig. 2 D-E, 3G). Divisões em maior número na direção dos oito feixes calibrosos são responsáveis pelo aspecto sulcado do fruto. Nas camadas subendocárpicas observa-se a formação de espaços intercelulares (Fig. 2F, 3G).

As células que se originaram das divisões no mesofilo ovariano em sentidos diversos na fase anterior em *M. alpigena* estão sofrendo expansão nesta fase, mas ainda são observadas divisões em células das primeiras camadas subexocárpicas. Nesta espécie, os tricomas tornam-se mais esparsos e a epiderme começa a ficar papilosa (Fig. 2G-I).

Em *M. multiflora*, divisões periclinais ocorrem na primeira camada subexocárpica e subendocárpica e em vários planos no restante do mesocarpo. Mais cavidades secretoras estão em diferenciação, com as posicionadas internamente tornando-se mais amplas (Fig. 2J-L, 3D). Posteriormente, na primeira camada subendocárpica, na região mediana do fruto, diferenciam-se células cuboides amplas. Espaços intercelulares tornam-se evidentes em várias camadas subendocárpicas em direção ao ápice do fruto (Fig. 3D).

Pericarpo maduro

No pericarpo do fruto maduro as principais alterações estão relacionadas às paredes e aos conteúdos celulares.

As células do exocarpo em *C. adamantium* (Fig. 3A), *E. pitanga* (Fig. 3I) e *M. multiflora* (Fig. 4D-E) apresentam paredes de cutícula delgadas e não apresentam grandes alterações em relação à fase anterior. Em *M. alpigena* (Fig. 4A) as células papilosas do exocarpo apresentam-se com a parede periclinal externa e a cutícula muito espessada. Em *M. delicatula* o exocarpo passa a apresentar, nesta fase, células levemente papilosas e com parede e cutícula levemente espessadas (Fig. 4F); lenticelas esparsas foram observadas nesta espécie.

O mesocarpo de *C. adamantium* caracteriza-se: pela diferenciação de todas as esclereides, mais abundantes no ápice do fruto (Fig. 3C-D); pelas células que aumentam de volume, apresentam paredes delgadas (Fig. 3A-B) e começam a sofrer lise (Fig. 3D); pelas cavidades secretoras que começam a perder a funcionalidade na maturação, caracterizando-se pela deterioração do epitélio secretor (Fig. 3E-F); pela ausência de células de conteúdo

fenólico; e pelo tegumento seminal que se adere ao endocarpo (Fig. 3B). Nesta espécie, desenvolve-se uma semente em cada lóculo.

As principais alterações observadas no mesocarpo de *E. pitanga* foram: a maior diferenciação da faixa mesocárpica situada externamente ao círculo dos feixes mais calibrosos, cujas células parenquimáticas tornam-se volumosas, de paredes delgadas e apresentam raros grãos de amido; a compressão das camadas mais internas devido ao aumento do volume celular e crescimento da semente e, em consequência, o desaparecimento dos espaços intercelulares observados nas fases anteriores; a perda da funcionalidade das cavidades secretoras; e a completa aderência do endocarpo ao tegumento da única semente (Fig. 3G-I). Outro aspecto a destacar é que a expansão total das células das regiões entre os feixes mais calibrosos faz com que os sulcos fiquem menos evidentes.

Em *M. alpigena*, com exceção das células das três primeiras camadas subexocárpicas e das células que contornam as cavidades, há expansão acentuada de quase todas as células parenquimáticas do mesocarpo, que apresentam paredes delgadas e tornam-se muito vacuolizadas e com grande acúmulo de grãos de amido. As células do endocarpo sofrem alongamento tangencial e tornaram-se pouco evidentes no fruto maduro e o tegumento seminal muito fino não se adere a esta camada (Fig. 4A-C). Nesta espécie foram encontradas até seis sementes desenvolvidas.

O mesocarpo de *M. multiflora* teve como principais alterações: a completa diferenciação das cavidades secretoras; e a compressão das camadas subendocárpicas (Fig. 4D-E). Nesta espécie, desenvolvem-se até duas sementes cujos tegumentos não se aderem ao endocarpo.

Em *M. delicatula*, as células parenquimáticas de paredes pectocelulósicas do mesocarpo interno, tornam-se muito volumosas e vacuolizadas, e apresentam grande quantidade de grãos de amido. As camadas do mesocarpo externo foram completamente comprimidas, juntamente com as cavidades secretoras (Fig. 4F). O endocarpo de células levemente alongadas radialmente adere-se ao tegumento seminal da única semente (Fig. 4G).

Os frutos das cinco espécies são do tipo bacoide e quando em desenvolvimento apresentam coloração verde. Na maturidade, em *C. adamantium* os frutos do tipo campomanesoide são globoides e amarelados. *E. pitanga* e *M. multiflora* possuem frutos bacáceos globoides e variam a coloração de amarelo à vermelho. Em *M. alpigena*, os frutos bacáceos são globoides a elipsoides, de coloração castanha. O fruto de *M. delicatula* é um

bacídio globoso, com coloração durante a maturação passando de alaranjada para vermelha e posteriormente vinácea.

Discussão

Como no presente estudo, Moreira-Coneglian (2007, 2011), Lopes (2008) e Pimentel (2010, 2013) descreveram ovário ínfero nas espécies de Myrteae que estudaram, com exceção de *Myrciaria floribunda* descrita pelo último autor como tendo ovário semi-ínfero. Na maioria das espécies de Myrtaceae as flores são classificadas como inferovariadas (Schmid, 1972), entretanto, conforme descrições contantes em Wilson *et al.* (2005) para Myrtaceae, a família tem representantes com ovário semínfero (Lophostemoneae, Kanieae, Metrosidereae, Tristanieae, Eucalypteae e Leptospermeae) e súpero (Psiloxylloideae e Xanthostemoneae de Myrtoideae). Como destacado por Pimentel (2013) até o trabalho dele havia registro de ovário semi-ínfero em Myrteae apenas em *Luma apiculata* (Belsham & Orlovich, 2003) e em *Myrcia rosangelae* (Lughadha *et al.*, 2012). Os nossos resultados apontam para a variação deste caráter entre espécies do mesmo gênero, uma vez que em *Myrciaria delicatula* o ovário é ínfero.

A condição bicarpelar, biloculada foi observada no presente trabalho em *Eugenia pitanga*, *Myrcia multiflora* e *Myrciaria delicatula*. Em *Myrcieugenia alpigena* o número de carpelos e lóculos variou de três a quatro e em *Campomanesia adamantium* de sete a nove. Moreira-Coneglian (2011) afirmou que o número de carpelos e lóculos dos ovários nas espécies que estudou variou dentro do descrito por McVaugh (1968) para as espécies dos gêneros. Encontrou para *Eugenia puniceifolia* ovário bicarpelar, biloculado, para *Myrcia bella* ovário tricarpelar, e para *Campomanesia pubescens* número de carpelos e lóculos variando de cinco a oito. Esta mesma autora em 2011 descreveu dois lóculos para *Blepharocalyx*, *Myrcia* e *Eugenia*, e quatro (dentro da variação de três a quatro lóculos apontada por McVaugh, 1968) para *Psidium*. Segundo Landrum (1982) o tamanho da flor provavelmente determine o número variável de lóculos nos ovários de *Campomanesia*, com registro de até 18 lóculos e Lucas *et al.* (2007) afirmou que o número de lóculos pode variar até 20 neste gênero.

Pimentel (2013) afirmou que a maioria das espécies sulamericanas é bicarpelar biloculada, com exceções ocorrendo em *Myceugenia myrcioides* (três), *Ugni molinae* (três) e em *Psidium* (quatro); que estes dados sugerem que a evolução levou a uma diminuição do número de carpelos, sendo três a condição plesiomórfica; que a perda de um carpelo ocorreu

em *Blepharocalyx salicifolius*, no grupo “*Eugenia*” e no ancestral comum dos grupos “*Myrcia*” e “*Plinia*”; e que a presença de quatro carpelos só foi observada no grupo “*Pimenta*”.

O tipo de placentação em Myrtaceae tem sido descrita em sua maioria como axial ou parietal (*Rhodamnia*, *Neomyrtus*) conforme destacaram Lucas *et al.* (2007). Na análise destes autores eles assumem que a condição axial não é significativamente diferente da parietal e que isto é uma condição homoplásica, tendo surgido mais de uma vez. Consideram que os ovários com septo incompleto e uniloculares ocorrem pelo não desenvolvimento do septo e que as placentas originam-se na margem dos carpelos e que estes dois tipos de placentação estariam associados a variações no grau de desenvolvimento do septo e à condição unilocular.

Pimentel (2013) em seu estudo destacou que em *Psidium* e em *Myrceugenia myrcioides* a placenta peltada mostrou-se tratar, anatomicamente, dos bordos carpelares (parietal *sensu* Puri, 1952) e que não foi observado o desenvolvimento de um eixo caulinar independente dos carpelos como nas outras espécies que são bicarpelares. Para Pimentel (2013) esta condição permite separar a placenta em duas origens: carpelar ou caulinar. Em todas as espécies aqui estudadas descreveu-se a placentação como sendo axial, mas somente os estudos de ontogênese floral que estão sendo desenvolvidos com as mesmas espécies permitirão elucidar a sua origem e uma melhor discussão sobre este aspecto.

Moreira-Coneglian (2007) descreveu em *Eugenia puniceifolia* muitos óvulos fixados em um único ponto do septo central, aspecto confirmado no estudo de Pimentel (2013) nesta mesma espécie, em *E. sulcatae* em *E. selloi*, e encontrado neste trabalho em *Eugenia pitanga*. A autora descreveu em *Myrcia bella*, dois óvulos por lóculo, dispostos lado a lado e em *Campomanesia pubescens* vários óvulos dispostos em duas fileiras paralelas. Resultados semelhantes foram encontrados por Pimentel (2013) em *M. racemosa*, *M. selloi*, *Psidium guineense* *P. cattleianum* e no presente trabalho em *M. multiflora*, *Myrciaria delicatula* e *C. adamanthium*.

No presente trabalho observou-se que as placentas se posicionam ao longo do septo central do ovário (*Campomanesia adamantium*, *Myrceugenia alpigena*), em um único ponto no terço basal (*Myrcia multiflora*, *Myrciaria delicatula*) ou no terço mediano (*Eugenia pitanga*) do septo central do ovário. Estes posicionamentos estão de acordo com a variação placentar da tribo evidenciada no estudo de Lucas *et al.* (2007). Moreira-Coneglian (2011) em seu estudo referiu-se apenas ao ponto de inserção dos óvulos no septo central do ovário sem

mencionar o número de óvulos: em *Blepharocalyx salicifolius*, no terço apical, em *Eugenia aurata*, no terço médio, em *Myrcia bella* no terço inferior, em *Myrcia laruotteana* no terço proximal. Entretanto, para as duas espécies de *Psidium* e para *Eugenia bimarginata* autora não descreveu o posicionamento dos óvulos no septo central do ovário, não tendo discutido os resultados quanto a esta característica.

Para Lucas *et al.* (2007) a placentação ancestral em Myrteae era bi ou multisseriada em placentas achatadas ou parietais cobrindo pelo menos parte dos lóculos e que os óvulos dispostos em placentas peltadas ou não projetadas originaram-se independentemente no grupo “Australasiano”, nos grupos “*Myrteola*” e “*Pimenta*” e em *Myrcianthes*. A subsequente transição para o arranjo em que os óvulos originam-se em um único ponto no septo ocorreu independentemente em *Eugenia* e na associação do grupo “*Plinia*” + *Algrizia* + grupo “*Myrcia*”. Lucas *et al.* (2007) destacaram, também, que caso a placentação em um único ponto seja comprovada como sinapomorfia para o clado L (grupos “*Plinia*” e “*Myrcia*”), ela pode ser diferenciada do grupo “*Eugenia*”, pela inserção dos óvulos neste último grupo geralmente ocorrer no meio do septo central ou acima, como observado no presente estudo. Este caráter como já destacado pelos autores mencionados tem uso limitado na definição de grupos dentro de Myrteae e a previsão de potenciais sinapomorfias só é possível se for assumido um número elevado de reversões e paralelismos e que somente estudos de desenvolvimento do gineceu podem potencializar o uso nas filogenias.

No estudo de Lucas *et al.* (2007) o número médio de óvulos por lóculo variou de dois no “grupo *Myrcia*” e alguns gêneros do “grupo *Plinia*” para pouco mais de 50 em *Acca*. Na sua análise este caráter indicou que o ancestral de Myrteae tinha entre 12 e 70 óvulos por lóculo, com o número médio aumentando em *Campomonesia*, *Psidium* e *Acca*. Para estes autores a parafilia de Eugeniinae pode ser apoiada pelo fato de *Eugenia* e *Myrcianthes* do grupo “*Eugenia*” apresentarem em média 22 a 50 óvulos por ovário, respectivamente, valores mais próximos ao da maioria dos gêneros dos grupos “*Pimenta*” e “*Myrteola*”, aos quais o grupo “*Eugenia*” parece estar mais relacionado. Considerando que o número médio de óvulos no grupo “*Plinia*” é de 4 a 9, condição semelhante ao grupo “*Myrcia*” (com média de 4 a 5 óvulos por ovário), ele estaria menos relacionado ao grupo “*Eugenia*” como anteriormente.

Apesar de Lucas *et al.* (2007) reconhecerem o polimorfismo do caráter número de óvulos por ovário, aspecto destacado por Pimentel (2013), este último autor afirmou que suas observações indicaram um padrão regular de dois óvulos por lóculo em *Blepharocalyx*

salicifolius e nos grupos “*Plinia*” e “*Myrcia*”; e que o número de óvulos teria então, sofrido redução da condição ancestral plurióvulada para dois nestes dois grupos. Convém ressaltar que em *Myrciaria delicatula* o número de óvulos por lóculo segue o padrão de dois óvulos por lóculo como em *M. floribunda* e para o grupo “*Plinia*” descrito pelos autores.

Outro aspecto observado em todas as espécies analisadas neste trabalho foi abertura no septo placentário que comunica os lóculos, da mesma forma como descrito para as outras espécies da família que foram estudadas por Schmid (1972b), Carr & Carr (1961), Pires (2006), (Pimentel (2010), Moreira-Coneglian (2007, 2013). Estes autores discutem esta abertura, referindo-se a autores como Carr & Carr (1961) que afirmaram que o gineceu sincárpico apresenta este espaço interno interligando os lóculos, denominado *compitum*. Este conceito foi ampliado por Endress (2011) que considerou *compitum* toda a região comum aos carpelos mesmo quando esta se encontra externa a eles. Carr & Carr (1961) afirmaram que a função do *compitum* é direcionar os tubos polínicos para os lóculos e Endress (2011) complementou afirmando que esta região favorece a competição entre os tubos polínicos germinados em carpelos diferentes.

Todas as espécies do presente trabalho apresentaram divisões celulares mais intensas na fase de flor em pré-antese e em antese. Essas divisões estenderam-se principalmente ao início do desenvolvimento do fruto, havendo alongamento celular nas fases subsequentes. Variações no sentido do alongamento celular, bem como no tamanho final das células ocorreram ao longo do desenvolvimento do pericarpo entre estas espécies. Outro aspecto a considerar foi a manutenção de algumas regiões em divisão até as proximidades da maturação que variaram entre as espécies. Em *Myceugenia alpigena* observou-se no início do desenvolvimento do fruto divisões celulares restritas as duas primeiras camadas subexocárpicas.

O padrão de desenvolvimento observado nas espécies descritas no presente trabalho segue o descrito por Lilleland (1930, 1932, 1933), Tukey e Young (1939) e Nitsch (1953) para frutos carnosos, os quais se caracterizam por apresentarem divisões celulares iniciais mais intensas e posterior alongamento celular e, também, com pequenas variações, ao descrito por Moreira-Coneglian (2007, 2013) para os frutos das Myrteae que estudou. Esta autora afirmou que na primeira fase após a fecundação, ocorrem divisões celulares sucessivas, em diferentes planos, aumentando a parede do fruto em espessura e o fruto em comprimento. A segunda fase é constituída por diferenciação celular, havendo o acúmulo de compostos e a especialização de paredes. E a terceira fase é caracterizada pelo amadurecimento do fruto,

com acúmulo de reservas, deposição de substâncias e, para finalizar o processo, lise de certas paredes celulares.

Comparando-se o desenvolvimento do pericarpo das espécies descritas por Moreira-Coneglian (2007, 2011), pode-se notar que há muita semelhança entre as espécies pertencentes ao mesmo gênero, quando se consideram as regiões que sofrem maior expansão celular e em relação à posição das cavidades. Entretanto há diferenças entre as espécies deste trabalho e as estudadas pela autora. Em *C. adamantium* não há o alongamento radial das camadas mesocárpicas subjacentes ao círculo de cavidades secretoras internas como em *C. pubescens*.

Em *Eugenia pitanga* quem desenvolve mais é a região externa aos feixes mais calibrosos, diferentemente do que ocorre em *E. puniceifoliae* e *E. bimarginata*. Em *E. aurata*, desenvolve-se tanto a região externa quanto a interna. Em *E. puniceifoliae* desenvolvem-se espaços intercelulares subendocárpicos como em *E. pitanga*, que em ambas as espécies são comprimidos no fruto maduro pelo desenvolvimento da semente.

Myrcia multiflora e *M. laruottena* diferenciam-se de *M. bella*, pelo fato desta última espécie apresentar tricomas tectores e não possuir as cavidades secretoras mais amplas internas às do círculo mais externo. Em *M. laruotteana* ocorrem células subendocárpicas que se alongam em sentido radial que não são observadas em *M. multiflora*. Apesar de *M. multiflora* apresentar semelhanças a *M. laruotteana* elas não estão próximas na filogenia do gênero constante em Lucas *et al.* (2011).

Considerando a origem do ovário ínfero descrita por Moreira-Coneglian (2011) e comparando-se às descrições da anatomia do pericarpo realizadas pela autora com as que se observou no presente estudo, parece não haver relação entre a origem do ovário ínfero (apendicular ou receptacular) e a região do pericarpo que sofre maior desenvolvimento. Entretanto, somente a ampliação de dados referentes à anatomia da flor e do pericarpo de Myrteae poderá comprovar a afirmação acima.

Deve-se destacar que a presença de esclereídes no mesocarpo de *C. adamantium* foi descrita para *C. pubescens*, *Psidium australe* var. *argenteum*, *P. guianensis* (Moreira-Coneglian, 2007, 2011) e para *Acca selloviana* (Esemann-Quadros *et al.*, 2008). Esta característica é referida na literatura como de ocorrência geral em espécies do grupo “*Pimenta*”, em que se incluem as espécies mencionadas. De acordo com Pimentel (2010), em uma análise parcimoniosa, o estado do caráter esclereíde em *Syzygium*, permaneceu no grupo australasiano, reaparecendo no clado “*Pimenta*”. Este autor encontrou esclereídes dispostas

de forma anelar envolvendo o ovário de *Psidium guineense* e associou à função de proteção dos óvulos.

Moreira-Coneglian (2007, 2011) discutiu a presença de compostos fenólicos em todos os órgãos de Myrtaceae, destacando que protegem os tecidos inibindo a peroxidação lipídica e os danos causados pela radiação ultravioleta, assim como da predação animal. A autora descreveu que estes compostos estão presentes, principalmente, nos botões florais, flores em pré-antese e em antese e fases iniciais do desenvolvimento dos frutos das espécies estudadas, não sendo reconhecíveis em frutos maduros, comumente consumidos por animais. As únicas espécies que não apresentaram compostos fenólicos foram *B. salicifolius* e *E. aurata*. Nesta última espécie a autora encontrou grande predação em todas as fases de desenvolvimento. No presente estudo os compostos fenólicos só não foram detectados no pericarpo maduro, o que reforça a importância dos mesmos nas espécies que evoluíram em ecossistemas tropicais em que a luz solar e a temperatura são intensas.

No presente estudo como também descrito por Moreira-Coneglian (2011), a característica mais marcante das espécies foi a presença de glândulas de óleo. Para a autora, anatomicamente são cavidades secretoras cujo desenvolvimento tem sido explorado, mas ainda há divergências quanto ao tipo de desenvolvimento que tais estruturas apresentam, podendo ser esquizolisígeno ou esquizógeno, sendo provável que ambos os padrões ocorram e o pequeno número de espécies analisadas não permita maiores considerações sobre sua distribuição. Pimentel (2013) analisou as estruturas secretoras do eixo reprodutivo de espécies de Myrteae, discutiu amplamente a origem das cavidades secretoras e descreveu para todas as espécies estudadas origem esquizógena.

Apesar de na literatura em geral vários autores descrevem os frutos carnosos que se originam de ovários ínferos como bagas (Moreira-Coneglian, 2011), para Souza (2006), baga é fruto carnoso proveniente de ovário súpero e aqueles que derivam de ovário na sua maioria ínferos são classificados como frutos pomáceos, alguns dos quais recebem a denominação derivada do nome do táxon, como por exemplo, Peponídio, Melonídio, Cactídio e Musídio. Souza (comunicação pessoal) sugere um novo subtipo para frutos pomáceos que incluem os frutos de Myrtaceae provenientes de ovário ínfero, denominando-o de Myrtoídeo. Neste contexto, deve-se destacar a importância dos estudos ontogênicos para que haja uniformidade nas propostas de classificação dos frutos das angiospermas e para que as homoplasias relacionadas a este caráter em Myrteae possam ser mais bem discutidas nas propostas filogenéticas para o grupo.

Pimentel (2013) afirmou que a sua análise forneceu uma visão sobre a diversidade do gineceu e das estruturas associadas nas Myrteae sulamericanas bem como sinapomorfias para os clados “*Plinia*”+ “*Myrcia*” e “*Eugenia*” + “*Pimenta*”, mas que são necessários estudos que ampliem o número de táxons para o estabelecimento de mais relações.

A descrição comparada da ontogênese do pericarpo das cinco espécies pertencentes a cinco dos seis clados sulamericanos de Myrteae *sensu* Lucas et al. (2007) realizadas neste trabalho e discutida com os resultados dos estudos de Moreira-Coneglian (2007, 2011), revela que os dados ainda são insuficientes para o estabelecimento de estados deste caráter que possam ser utilizados nas atuais discussões filogenéticas.

Agradecimentos

À Dra. Mariza Barion Romagnolo (UEM) e ao Dr. Marcos Eduardo Guerra Sobral (UFSJ), pela identificação das espécies deste trabalho. À professora Marta Regina Barroto do Carmo (UEPG) pelo auxílio nas coletas e na identificação das espécies deste trabalho. À CAPES, pela bolsa de mestrado de A. T. O. Froemming Galan. 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

- Belsham, S.R. & Orlovich, D.A. 2003. Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany** **41**: 687-695.
- Berg, O. 1855-1856. Revisio Myrtacearum Americae huc usque cognitarum s. Klotzschii “Flora Americae aequinoctialis” exhibens Myrtaceas. **Linnaea** **27**: 1-472.
- Berg, O. 1857-1859. Myrtaceae. In: Martius, C.F.P. (Ed.). **Flora Brasiliensis** **14**: 1- 655.
- 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.
- Carr, S.G.M. & Carr, D.J. 1961. The functional significance of syncarpy. **Phytomorphology** **11**: 249-256.

- Carmo, M.R.B.& Assis, M.A. 2012. Caracterização Florística e estrutural das Florestas Naturalmente Fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**26(1): 133-145.
- 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.
- Conti, E.; Litt, A.& Sytsma, K.J. 1996. Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: evidence from *rbcL* sequence data. **American Journal of Botany**83(2):221-223.
- Conti, E.; Litt, A.; Wilson, P.G.; Graham, S.A.; Briggs, B.G.; Johnson, L.A.S. & Sytsma, K.J. 1977. Interfamilial relationships in Myrtales: molecular phylogeny and patterns of morphological evolution. **Systematic Botany**22(4): 629-647.
- Costa, I.R.2009. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados**. Tese (Doutorado). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 234 p.
- Endress, P.K.2011. Evolutionary diversification of the flowers in angiosperms. **American Journal of Botany**98(3):1-27.
- Esemann-Quadros, K.; Mota, A.P.; Kerbauy, G.B.; Guerra, M.P.; Ducroquet, J.P.H.J.& Pescador, R. 2008. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. **Revista Brasileira de Fruticultura**30(2): 296-302.
- 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.
- 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. 2014. **World Checklist of Myrtaceae**. Royal Botanical Gardens, Kew. <http://apps.kew.org/wcsp/> (acesso em 25/01/2014).
- Hernández, M.; Arjona, H.; Coba, B.; Fischer, G. & Martínez, O. 2002. Crescimento físico y anatómico del fruto de arazá (*Eugenia stipitata*McVaugh). **Agronomía Colombiana**19(1-2):13-21.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry: principles and practice**. San Francisco: W. H. Freeman & Co, 408 p.

- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book Company, 1940.
- Johnson, L.A.S. & Briggs, B.G. 1984. Myrtales and Myrtaceae – a phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **71**(3): 700–756.
- Landrum, L.R. 1982. The development of the fruits and seeds of *Campomanesia* (Myrtaceae). **Brittonia** **34**(2):220-224.
- Landrum, L.R. 1986. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). **Flora Neotropica** **45**:1-178.
- Lilleland, O. 1930. Growth study of the apricot fruit. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science** **27**:237-245.
- Lilleland, O. 1932. Growth study of the peach fruit. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science** **29**:8-12.
- Lilleland, O. 1933. Growth study of the plum fruit – I. The growth and changes in chemical composition of the climax plum. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science** **30**:203-208.
- Lopes, B.C. 2008. **Desenvolvimento floral e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. 100p.
- 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.
- Lucas, E.J.; Matsumoto, K.; Harris, S.A.; Nic Lughadha, E.M.; Benerdini, B. & Chase, M.W. 2011. Phylogenetics, morphology, and evolution of the large genus *Myrcia* s.l. (Myrtaceae). **International Journal of Plant Sciences** **172**(7): 915-934.
- McVaugh, R. 1968. The genera of American Myrtaceae – an interim report. **Taxon** **17**(4): 354-418.
- Moreira-Coneglian, I. R. M. 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, 107 p.

- 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, 115 p.
- 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.
- Nitsch, J.P. 1953. The physiology of fruit growth. **Annual Review of Plant Physiology**4:199-236.
- O'Brien, T.P.; Feder, N.& McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**59: 368-373.
- Pimentel, R.R. 2010. **Anatomia e Desenvolvimento da Flor de *Eugenia neonitida* Sobral (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 61 p.
- 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, 140 p.
- Pires, M.M.Y. 2006. **Morfoanatomia e aspectos da biologia floral de *Myrcia guianensis* (Aublet) A. P. de Candolle, *Myrcia laruotteana* Cambess. e *Eugenia uniflora* Linnaeus (Myrtaceae), ocorrentes no Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.
- Puri, V. 1952. Placentation in angiosperms. **The Botanical Review**.18 (9): 603-651.
- Roth, I. 1977. Fruits of Angiosperms. **Gebruder Borntraeger**, Berlim.
- Schmid, R. 1972a. Floral anatomy of Myrtaceae. I. *Syzygium*. **Botanische Jahrbücher für Systematik**92: 433-489
- Schmid, R. 1972b. Floral anatomy of Myrtaceae. II. *Eugenia*. **Journal of the Arnold Arboretum**53: 336-363.
- Schmid, R. 1980. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon**29(5-6):559–595.
- Souza, L.A. 2006. Fruto. Pp 9-123. In: L. A. Souza (Ed.). **Anatomia do fruto e da semente**. Ponta Grossa, Editora UEPG.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2012. **Botânica Sistemática**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 768p.

- Thornhill, A.H.& Macphail, M. 2012.Fossil myrtaceous pollen as evidence for the evolutionary history of Myrtaceae: A review of fossil *Myrtaceidites* species. **Review of Palaeobotany and Palynology**176-177: 1-23.
- Tukey, H.B.& Young, J.O. 1939.Histological study of the developing fruit of the sourcherry.**Botanical Gazette**100:723-749.
- Wilson, P.G.2011Myrtaceae.Pp. 212-271. In: KUBITZKI, K. **The Families and Genera of Vascular Plants**10, Flowering Plants Eudicots.
- 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.

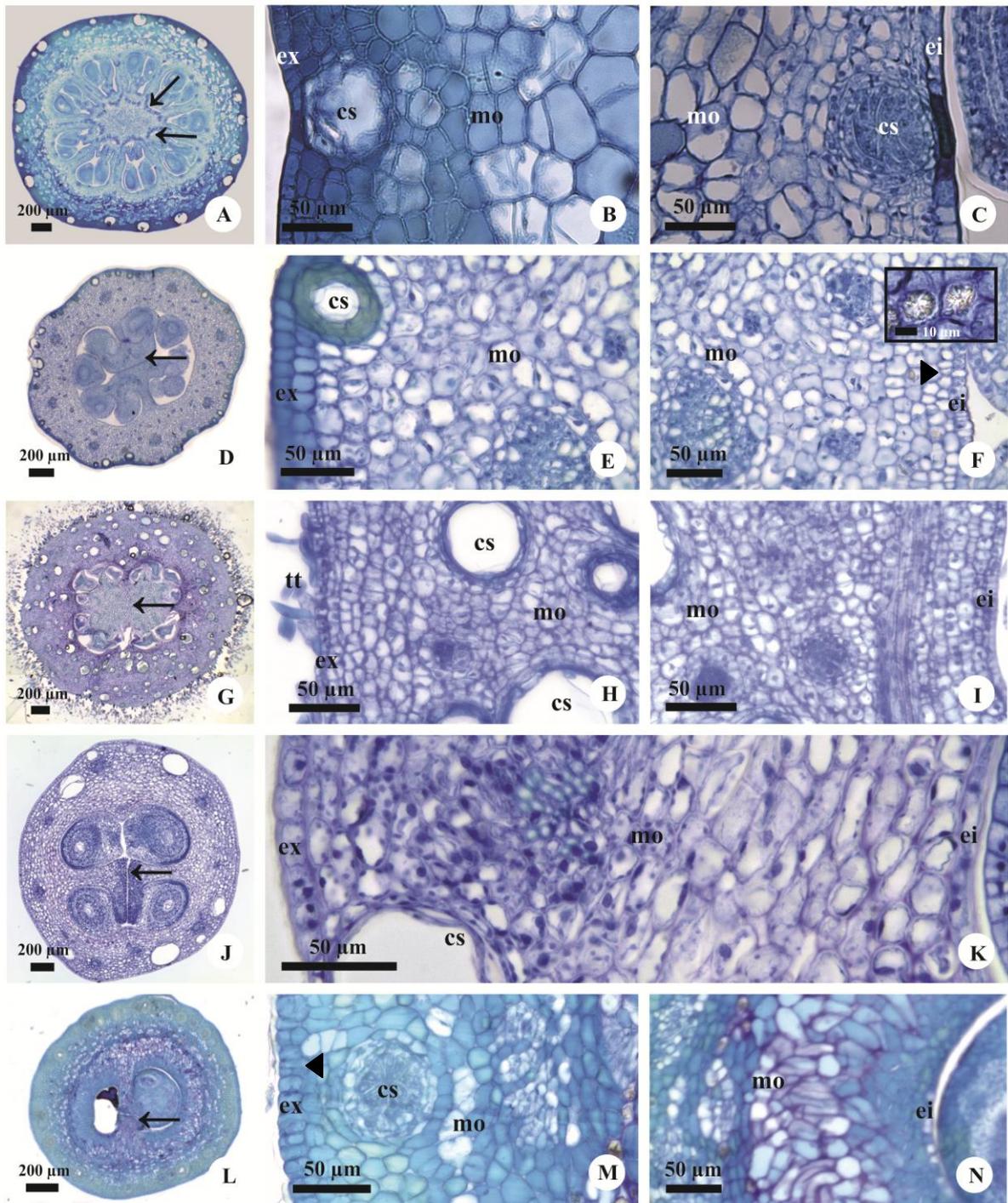


Figura 1. Ovário. A-C. *Campomanesia adamantium*; D-F. *Eugenia pitanga*; G-I. *Myrceugenia alpigena*; J-K. *Myrcia multiflora*; L-N. *Myrciaria delicatula*; A-B, D-H, J-N. Seções transversais; C, I. Seções longitudinais; A, D, G, J, L. Aspecto geral, evidenciando a placentação e o compitum (seta preenchida); B-C; E-F, H-I, K, M-N. Detalhes da região externa (esquerda) e interna (direita) da parede ovariana; cs: cavidade secretora; ei: epiderme interna; ex: epiderme externa; mo: mesofilo ovariano. Ponta de seta: divisões anticlinais

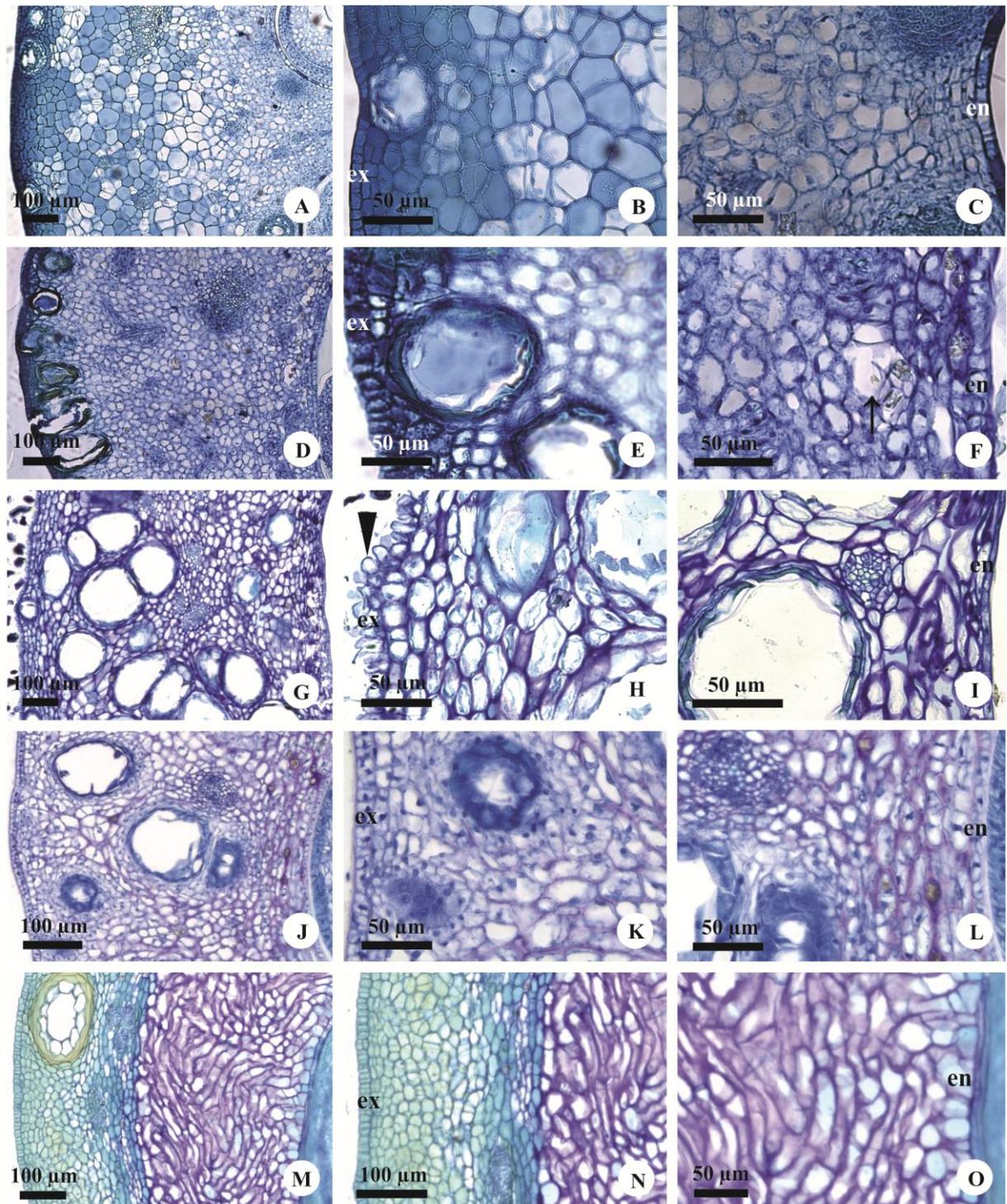


Figura 2. Seções transversais do pericarpo em desenvolvimento. A-C. *Campomanesia adamantium*; D-F. *Eugenia pitanga*; G-I. *Myrceugenia alpigena*; J-L. *Myrcia multiflora*; M-O. *Myrciaria delicatula*; A, D, G, J, M. Aspecto geral; B-C, E-F, H-I, K-L, N-O. Detalhes das regiões externa (esquerda) e interna (direita); en: endocarpo; ex: exocarpo; seta cheia: espaços intercelulares; ponta de seta: exocarpo papiloso.

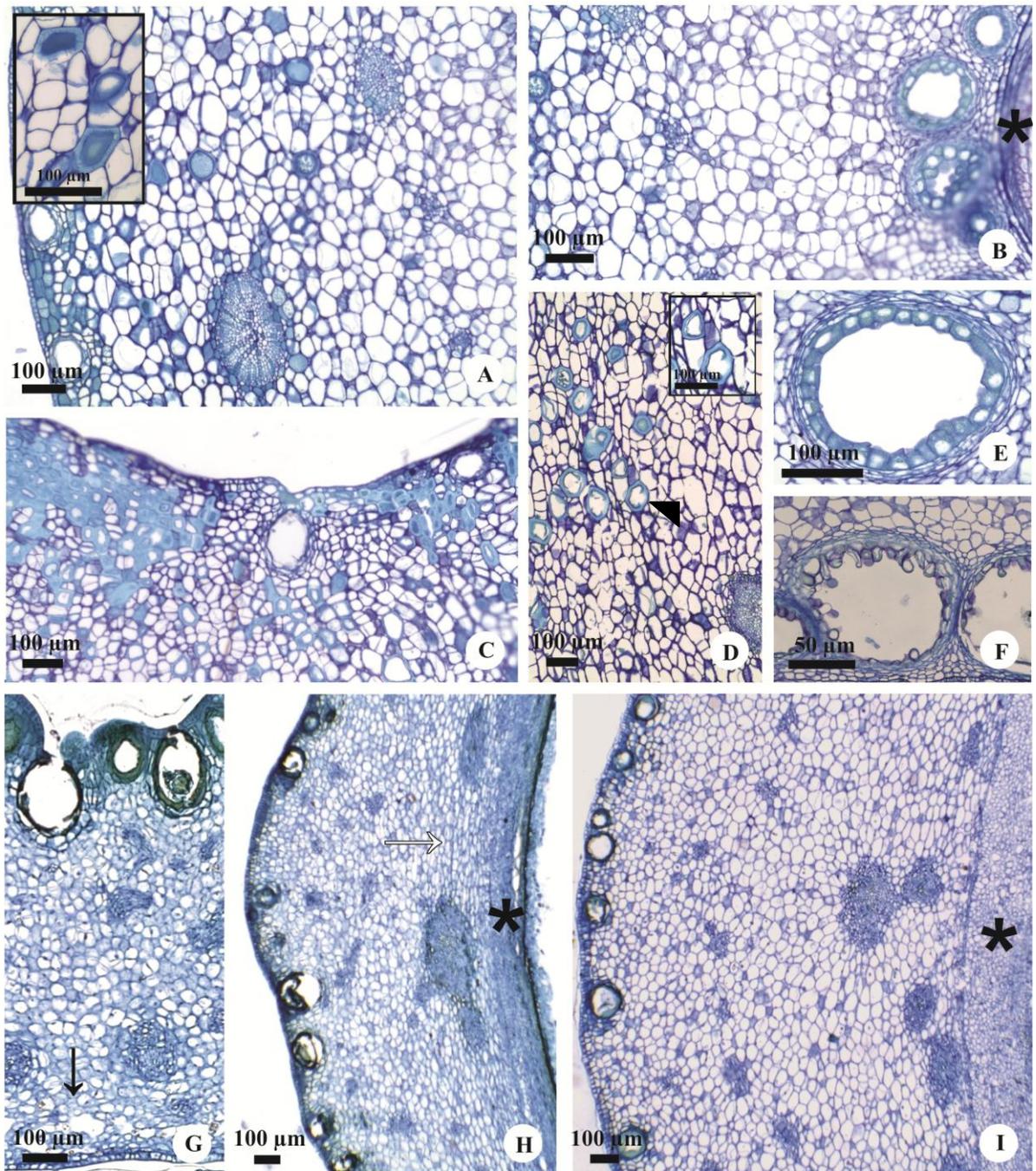


Figura 3. Seções transversais do pericarpo imaturo (A-B, E, G-H) e maduro (C-D, F, I). A-F. *Campomanesia adamantium*; G-I. *Eugenia pitanga*; Detalhe A: esclereídes em diferenciação; Detalhe D: esclereídes diferenciadas; B. Região apical do fruto. E. Cavidade secretora funcional; F. Cavidades secretoras não funcionais; ponta de seta: lise celular; seta preenchida: espaços intercelulares; seta vazia: compressão das camadas mais internas; asterisco: adesão da testa (semente) ao pericarpo.

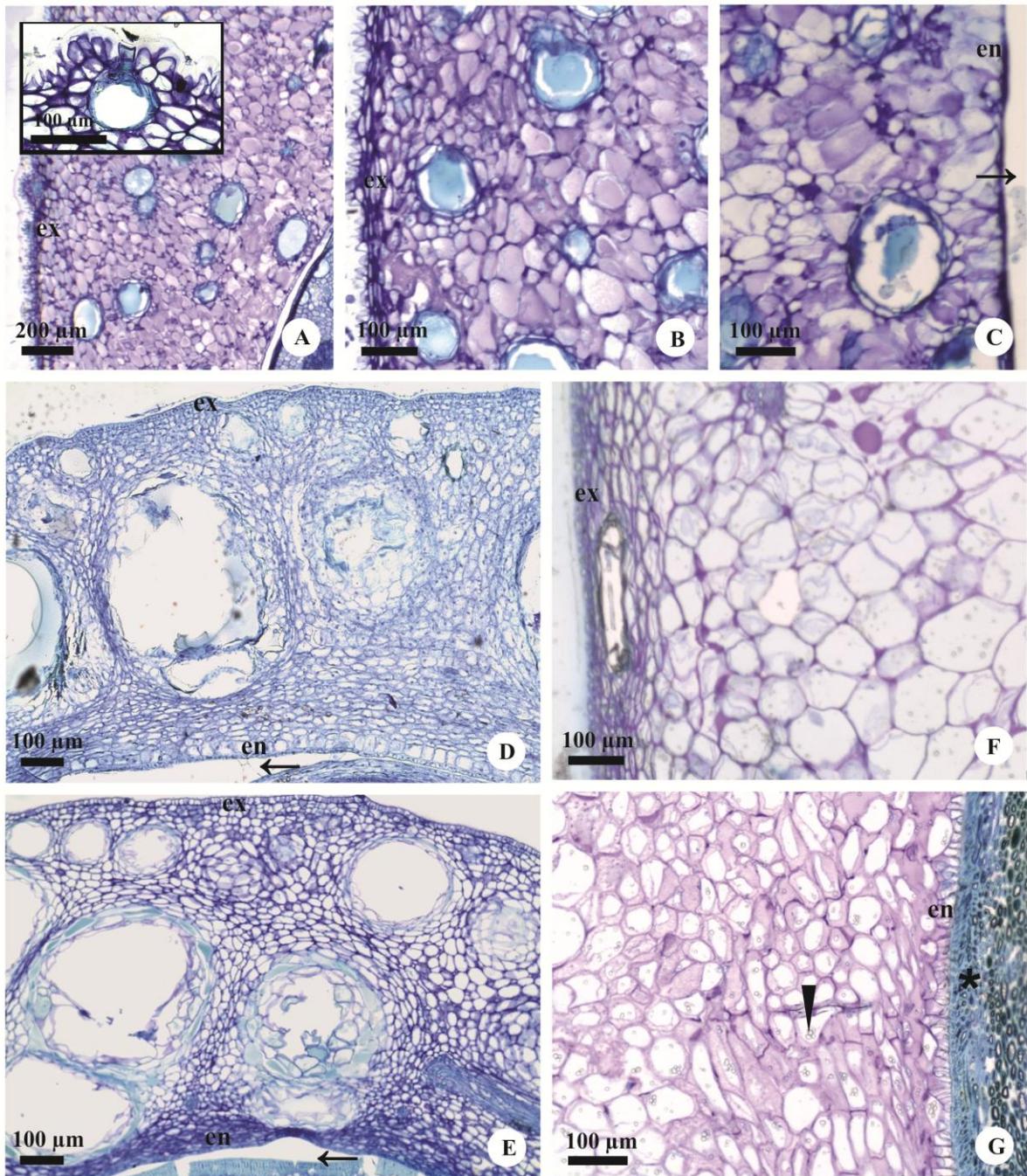
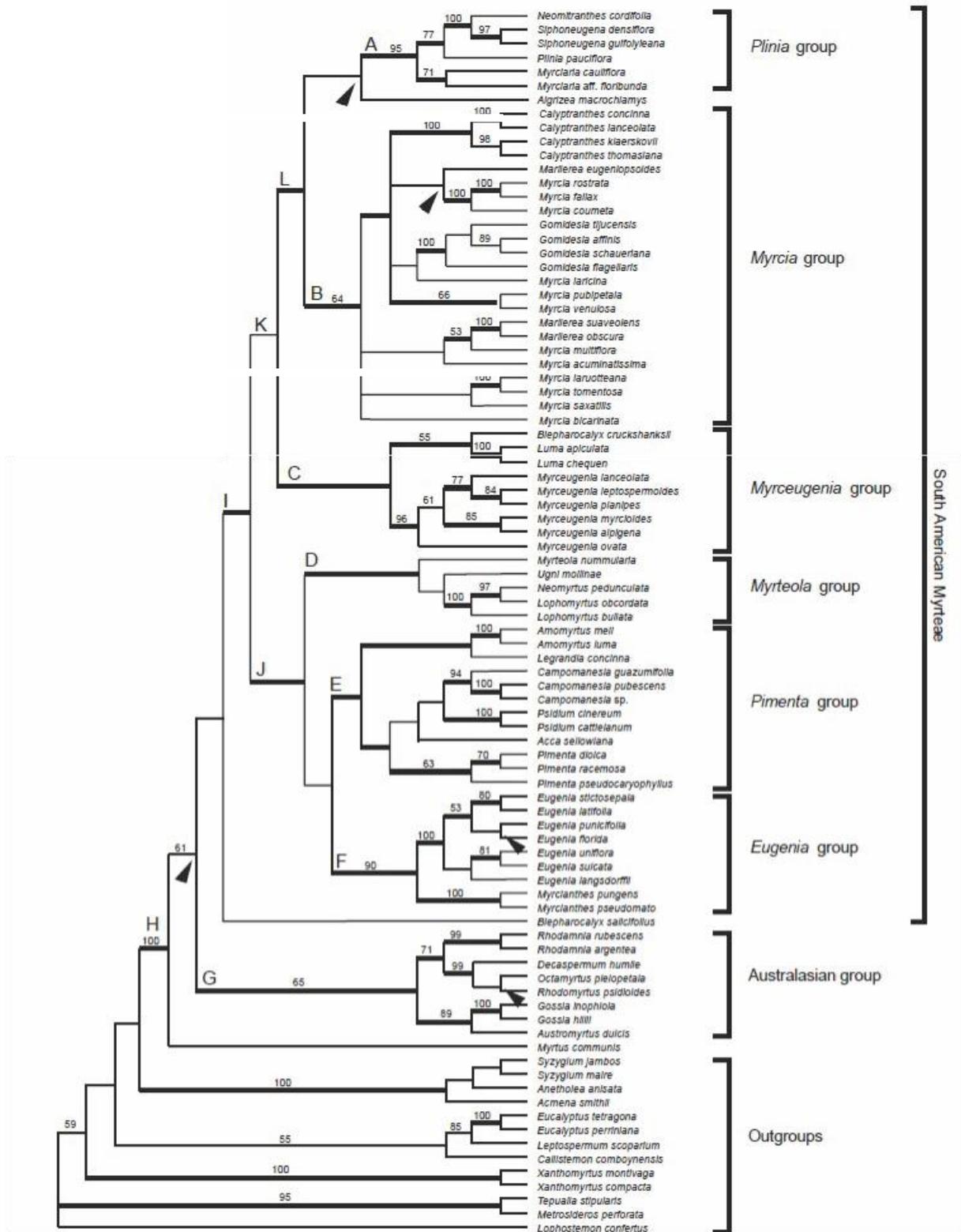
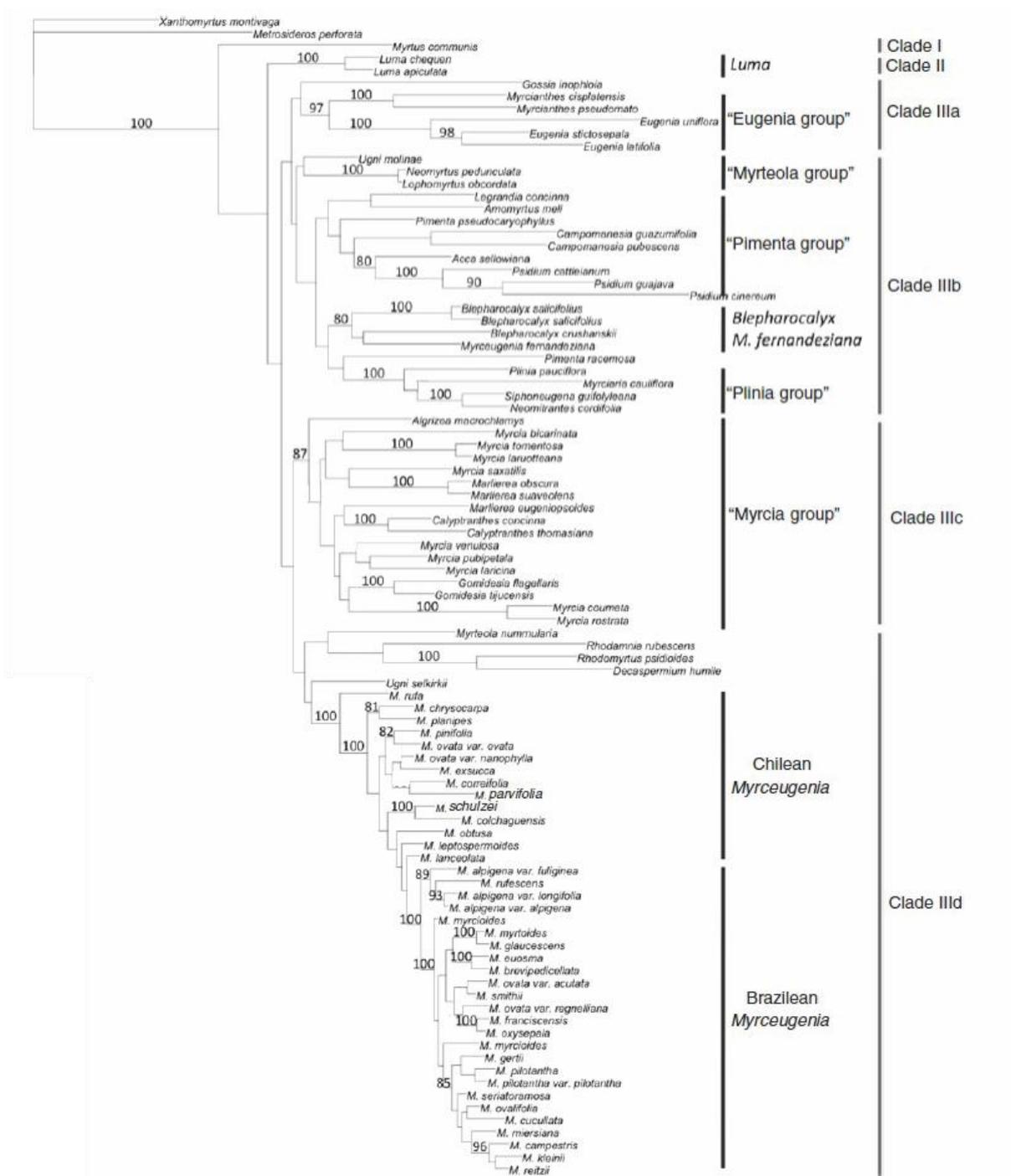


Figura 4. Pericarpo maduro. A-C. *Myrceugenia alpigena*; D-E. *Myrcia multiflora*; F-G. *Myrciaria delicatula*; A, D-E. Seções longitudinais; B-C, F-G. Seções transversais; Detalhe A. Epiderme papilosa e cutícula espessa; en: endocarpo; ex: exocarpo; asterisco: adesão da testa (semente) ao pericarpo; ponta de seta: grãos de amido; seta preenchida: não ocorre adesão da testa ao pericarpo.

Anexos



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



Anexo 2. Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Murillo-A *et al.*, 2013).

Anexo 3. *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 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 digitais 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 de estudo, resultados e conclusões.

1.3. Terceira página e subsequentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em **Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas**, seguidos de uma lista completada de 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, suficientes 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 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 planchas), 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, decitações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshopse 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 notítulo 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 μm). 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, μmol m⁻² s⁻¹, mg L⁻¹. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, μL. 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 excisatas.

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 ser responsabilizados 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!** Com a 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 como 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.