

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO DAS MYRTACEAE  
NATIVAS NO RIO GRANDE DO SUL**

**TESE DE DOUTORADO**

**Sidinei Rodrigues dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO DAS MYRTACEAE  
NATIVAS NO RIO GRANDE DO SUL**

**Sidinei Rodrigues dos Santos**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de Concentração de Tecnologia de Produtos Florestais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de  
**Doutor em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. José Newton Cardoso Marchiori**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

S237c Santos, Sidinei Rodrigues dos  
Contribuição ao estudo anatômico das Myrtaceae nativas no Rio Grande do Sul / por Sidinei Rodrigues dos Santos – 2012.  
142 p. ; il. ; 30 cm

Orientador: José Newton Cardoso Marchiori  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2012

1. Anatomia 2. Taxonomia 3. Madeira 4. Myrtaceae I. Marchiori, José Newton Cardoso II. Título.

CDU 630.1

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109  
Biblioteca Central da UFSM

---

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Sidinei Rodrigues dos Santos. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

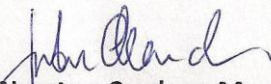
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO DAS MYRTACEAE  
NATIVAS NO RIO GRANDE DO SUL**

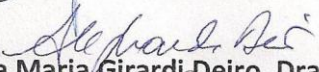
elaborada por  
**Sidinei Rodrigues dos Santos**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Engenharia Florestal**

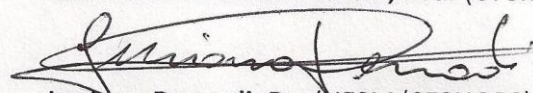
**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**José Newton Cardoso Marchiori, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

  
**Graciela Inés Bolzon de Muñiz, Dra. (UFPR)**

  
**Ana Maria Girardi-Deiro, Dra. (URCAMP)**

  
**Thais Scotti do Canto-Dorow, Dra. (UFSM)**

  
**Luciano Denardi, Dr. (UFSM/CESNORS)**

Santa Maria, 06 de Março de 2012.

## AGRADECIMENTOS

Manifesto meus mais sinceros agradecimentos a todos que colaboraram para a realização deste trabalho, e de modo especial:

aos meus pais, Ilda Bergamaschi e Vilson Rodrigues dos Santos (*in memoriam*), que me deram a vida, educação e amor incondicional;

aos demais familiares, principalmente meus irmãos: Miranda, Paulo, Sidimar, Silvana e Silvia, pelo carinho e pelo apoio;

ao professor José Newton Cardoso Marchiori, pela orientação, amizade e ensinamentos, que levarei comigo para sempre;

aos servidores da instituição, especialmente a Tita, sempre pronta a me ajudar;

aos amigos da Casa do Estudante: Jairo, Flávia, Patrícia, Ricardo e Rodrigo, pelos momentos de descontração e alegria;

à Universidade Federal de Santa Maria, a minha segunda casa;

ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade concedida e por criar condições para que este trabalho se realizasse;

ao Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná, onde foi realizada parte da execução deste trabalho;

e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

*"Conhecimento é poder."*  
(Francis Bacon)

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO ANATÔMICO DAS MYRTACEAE NATIVAS NO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: Sidinei Rodrigues dos Santos  
ORIENTADOR: José Newton Cardoso Marchiori  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de Março de 2012.

A família Myrtaceae é uma das mais importantes, tanto em diversidade quanto em abundância de espécies, nas distintas formações vegetacionais do Rio Grande do Sul. Muito complexa do ponto de vista taxonômico, esta família tem passado por importantes modificações em sua classificação interna. Estudos filogenéticos recentes deram um passo importante para o esclarecimento da verdadeira relação entre os diferentes taxa, mas algumas questões ainda permanecem sem definição. No presente estudo foi investigada a anatomia da madeira de 26 Mirtáceas, pertencentes a 13 gêneros de ocorrência natural no Rio Grande do Sul, com vistas a contribuir ao esclarecimento de questões taxonômicas da família. O material analisado é proveniente da Xiloteca do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria e de coletas próprias. As descrições anatômicas foram realizadas no Laboratório de Anatomia da Madeira da mesma instituição, e conforme as recomendações do IAWA Committee (1989). Foi observada uma grande homogeneidade estrutural entre as espécies investigadas, reflexo do elevado número de caracteres anatômicos compartilhados (porosidade difusa; poros solitários; placas de perfuração simples; apêndices; pontoações intervasculares alternas; pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, seriado; raios heterogêneos; fibras com pontoações areoladas; e células radiais com paredes disjuntas). Devido à falta de caracteres anatômicos exclusivos, nenhum gênero pôde ser identificado com base na anatomia da madeira, com exceção de *Myceugenia*; as distintas espécies, todavia, puderam ser separadas, embora nem sempre. Também não foi possível reconhecer categorias taxonômicas inferiores à tribo, em Myrteae. A falta de caracteres anatômicos exclusivos para os gêneros e grupos taxonômicos superiores, torna limitada a atuação da anatomia da madeira na discussão taxonômica em Myrteae.

**Palavras-chave:** Anatomia. Taxonomia. Madeira. Myrtaceae.

## ABSTRACT

Doctoral Thesis  
Post-Graduation Program in Forest Engineering  
Federal University of Santa Maria

### CONTRIBUTION TO THE ANATOMICAL STUDY OF NATIVE MYRTACEAE SPECIES IN RIO GRANDE DO SUL STATE

AUTHOR: Sidinei Rodrigues dos Santos  
ADVISOR: José Newton Cardoso Marchiori  
Date and Place of Defense: March, 06<sup>th</sup>, 2012, Santa Maria.

Myrtaceae is one of the most important botanical families, either in diversity and species abundance, in different forest types on Rio Grande do Sul State, Brazil. Very complex from the taxonomic point of view, this family has experienced important modifications in their internal arrangement. Recent phylogenetic studies gave an important step toward clarifying the true relationship between different taxa, but some questions still remain. In the present work was studied the wood anatomy of 26 species, related to 13 distinct genera of Myrtaceae from Rio Grande do Sul State (Brazil), as an alternative to solving internal taxonomic problems in the family. The wood samples were gained in the Forest Sciences Department wood collection, of the Federal University of Santa Maria, and by field collections specially realized to the present investigation. The wood descriptions followed the recommendations of the IAWA Committee (1989). A great structural homogeneity was observed in the studied material, reflecting the high number of shared anatomical features (diffuse porosity; solitary pores; simple perforation plates; appendices (tails); alternate intervessel pits; vessel-ray pits similar to intervessel pits; apotracheal diffuse and diffuse-in-aggregates parenchyma, always seriated; heterogeneous rays; fibres with bordered pits; and disjunctive ray-cells). Due to lack of particular anatomical features, none genera could be identified based on wood anatomy, with the only exception of *Myceugenia*; the species, however, can be separated, but not always. Infratribe taxonomic categories can't also be identified due to the absence of particular anatomical features. The lack of specific anatomical features to genera and higher taxonomic groups limits the use of wood anatomy in Myrteae taxonomic studies.

**Key words:** Wood. Anatomy. Taxonomy. Myrtaceae.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	10
<b>1.1 Objetivos</b>	11
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	12
<b>2.1 Aspectos taxonômicos de Myrtaceae</b>	12
<b>2.2 Anatomia Sistemática</b>	15
<b>2.3 A madeira das Myrtaceae</b>	19
2.3.1 Caracterização geral da família	19
2.3.2 As Mirtoídeas nativas	21
2.3.3 Anatomia, identificação e classificação de Myrtaceae	22
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	26
<b>3.1 Caracterização geral da área de estudo</b>	26
<b>3.2 Material estudado</b>	28
<b>3.3 Coleta do material</b>	28
<b>3.4 Preparo das lâminas</b>	28
<b>3.5 Obtenção das fotomicrografias da madeira</b>	30
<b>3.6 Descrição microscópica da madeira</b>	30
<b>3.7 Método de estudo</b>	31
<b>4 RESULTADOS</b>	32
<b>4.1 Descrições anatômicas</b>	32
4.1.1 <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B.K.) Berg	32
4.1.2 <i>Calypttranthes tricona</i> D. Legrand	34
4.1.3 <i>Campomanesia aurea</i> O. Berg	36
4.1.4 <i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg	39
4.1.5 <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	41
4.1.6 <i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	43
4.1.7 <i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	45
4.1.8 <i>Eugenia mansoi</i> O. Berg (Figura 9)	48
4.1.9 <i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	50
4.1.10 <i>Eugenia schuechiana</i> O. Berg	52
4.1.11 <i>Eugenia uniflora</i> L.	55
4.1.12 <i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	57
4.1.13 <i>Gomidesia palustris</i> Kausel	59
4.1.14 <i>Hexachlamys edulis</i> (O. Berg) Kausel & D. Legrand	61
4.1.15 <i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	64
4.1.16 <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	66
4.1.17 <i>Myrcia bombycina</i> (O. Berg) Nied.	68
4.1.18 <i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	71
4.1.19 <i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Camb.) O. Berg	73
4.1.20 <i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	75
4.1.21 <i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	77
4.1.22 <i>Myrciaria cuspidata</i> O. Berg	80
4.1.23 <i>Plinia rivularis</i> (Camb.) Rotman	82
4.1.24 <i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	84
4.1.25 <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	86
4.1.26 <i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	89

4.2 Principais características anatômicas da madeira das 26 espécies investigadas .....	92
5 CHAVE PARA SEPARAÇÃO ANATÔMICA DAS 26 MIRTOÍDEAS INVESTIGADAS .....	94
6 ANÁLISE DA ESTRUTURA ANATÔMICA .....	96
6.1 Percentagem dos diferentes tecidos .....	96
6.2 Porosidade e anéis de crescimento .....	97
6.3 Vasos .....	97
6.4 Parênquima axial .....	106
6.5 Raios .....	114
6.6 Fibras .....	121
6.7 Outros caracteres anatômicos .....	124
7 CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS .....	126
8 CONCLUSÕES .....	132
REFERÊNCIAS .....	134

## 1 INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae é uma das mais representativas da flora dendrológica do sul do Brasil, tanto pela diversidade como pela abundância de plantas lenhosas integrantes nas distintas formações vegetacionais. Ao todo, são relacionadas mais de 1000 espécies brasileiras, das quais, 109 ocorrem naturalmente em solo gaúcho, valor que representa cerca de 20 % do contingente do Estado que, de acordo com Reitz et al. (1983), totaliza 515 espécies lenhosas. Diversos estudos têm demonstrado a importância fitossociológica das Mirtáceas nas florestas nativas, incluindo ambientes ripários (MORI et al., 1983; KLEIN, 1984; NAKAJIMA et al., 1996; NASCIMENTO et al., 2001; SONEGO et al., 2007).

Trata-se, também, de uma das famílias mais complexas do ponto de vista taxonômico, fato comprovado pelas inúmeras alterações na classificação interna, sofridas ao longo dos anos, desde os tempos de De Candolle (1828). O elevado número de táxons indeterminados em herbários e em trabalhos de florística ou fitossociologia e as diferentes concepções acerca da validade e abrangência de gêneros servem, igualmente, para testemunhar os problemas na delimitação do grupo.

Tal complexidade resulta não apenas do tamanho da família e da grande semelhança morfológica entre os diferentes gêneros e espécies, mas, principalmente, da falta de estudos taxonômicos mais abrangentes e da adoção de caracteres morfológicos considerados críticos para a sua delimitação (SCHULTZ, 1984; BARROSO, 1991; LANDRUM e KAWASAKI, 1997). Segundo Costa (2004), a dificuldade de identificação das Mirtáceas brasileiras deve-se, em última análise, à especiação decorrente de hibridação e poliploidia, com aparecimento de tipos recombinantes, com características intermediárias entre os taxa originais.

Sobre as questões taxonômicas da família, Sobral (2003) comenta que, ao menos em parte dos gêneros, os problemas mal começaram a ser avaliados pelos especialistas, o que significa que muitas modificações ainda vão acontecer, especialmente em países como o Brasil, onde a flora é visivelmente subcoletada. Desta forma, tal como enfatizou Barroso (1991), apenas um levantamento cuidadoso das espécies em cada região, aliado a estudos de biosistemática, possibilitará um maior esclarecimento acerca da taxonomia de Myrtaceae.

A anatomia da madeira apresenta-se como alternativa para auxiliar na resolução destas questões. Além de possibilitar a identificação, os caracteres anatômicos do lenho são

potencialmente úteis em estudos de classificação e filogenia vegetal. O valor da contribuição anatômica depende, no entanto, da existência de uma base ampla de informações, de modo a possibilitar o estabelecimento de padrões estruturais para determinados grupos.

Apesar da sua importância, a família Myrtaceae é das menos conhecidas no tocante à anatomia da madeira, a julgar pelas descrições disponíveis sobre espécies nativas no Brasil e, de modo particular, no Estado do Rio Grande do Sul. A escassez de referências anatômicas, aliada à necessidade de estudos adicionais que auxiliem no esclarecimento das questões taxonômicas da família, justifica, plenamente, a realização deste trabalho.

### 1.1 Objetivos

O presente trabalho visa a alcançar os seguintes objetivos:

- Descrever a anatomia da madeira de 26 Mirtáceas nativas no Rio Grande do Sul: *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg; *Calypttranthes tricona* D. Legrand; *Campomanesia aurea* O. Berg; *Campomanesia rhombea* O. Berg; *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg; *Eugenia burkartiana* (D. Legrand) D. Legrand; *Eugenia hiemalis* Cambess.; *Eugenia mansoi* O. Berg; *Eugenia rostrifolia* D. Legrand; *Eugenia schuechiana* O. Berg; *Eugenia uniflora* Linnaeus; *Eugenia uruguayensis* Cambess.; *Gomidesia palustris* (DC.) Kausel; *Hexachlamys edulis* (O. Berg) Kausel & D. Legrand; *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand; *Myrceugenia miersiana* (Gardner) D. Legrand & Kausel; *Myrcia bombycina* (O. Berg) Nied.; *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira; *Myrcianthes cisplatensis* (Camb.) O. Berg; *Myrcianthes gigantea* (D. Legrand) D. Legrand; *Myrcianthes pugens* (O. Berg) D. Legrand; *Myrciaria cuspidata* O. Berg; *Plinia rivularis* (Camb.) Rotman; *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel; *Psidium cattleianum* Sabine; e *Siphoneugena reitzii* D. Legrand.
- Identificar caracteres anatômicos importantes para o reconhecimento das espécies e grupos taxonômicos superiores;
- Elaborar uma chave para a separação das espécies investigadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Aspectos taxonômicos de Myrtaceae

A família Myrtaceae Adans. compreende cerca de 150 gêneros e 3600 espécies de árvores e arbustos (GOVAERTS et al., 2008), distribuídos principalmente na região temperada da Austrália, América tropical e subtropical; a flora da África, por sua vez, inclui poucos gêneros nativos (WHITE, 1990). Tradicionalmente são reconhecidas duas subfamílias, diferenciadas pela filotaxia e por caracteres morfológicos de frutos e sementes (NIEDENZU, 1893): Leptospermoideae, reunindo espécies de folhas alternas, frutos secos e sementes diminutas, e Myrtoideae, com espécies de folhas opostas, frutos carnosos e sementes grandes. Os taxa de frutos secos tem seu centro de dispersão na Oceania (Austrália, Malásia e Polinésia), ao passo que os taxa de frutos carnosos são pantropicais e especialmente frequentes na América do Sul (SOBRAL, 2003).

Esta divisão tem sido contestada em concepções taxonômicas mais recentes. Schmid (1980), por exemplo, considerou a existência de outras duas subfamílias: Chamelaucioideae (composta por alguns gêneros de Leptospermoideae com frutos drupáceos secos) e Psiloxylloideae (formada por um gênero monotípico da antiga família Psiloxylaceae, *Psiloxylon*, com frutos bacóides e filotaxia alterna); Johnson e Briggs (1984), no entanto, admitem apenas a existência da primeira delas.

A circunscrição dos grandes grupos infrafamiliares em Myrtaceae foi melhor esclarecida com o desenvolvimento de estudos filogenéticos baseados em dados morfológicos, anatômicos e/ou moleculares, desde as últimas décadas do século passado (JOHNSON e BRIGGS, 1984; WILSON et al., 2001, 2005; LUCAS et al., 2005; COSTA, 2009). Tais estudos têm demonstrado que as tradicionais subfamílias não formam um grupo natural, principalmente devido ao fato de que os frutos carnosos, base para distinção das mesmas, teriam surgido independentemente, por diversas vezes, na trajetória evolutiva da família, devendo esta classificação, portanto, ser abandonada. Atualmente são reconhecidas duas subfamílias (Psiloxylloideae e Myrtoideae) e 17 tribos, 15 das quais pertencentes a este último grupo (Myrtoideae), inclusive a tribo Myrteae, que inclui todos os taxa de frutos carnosos, nativos na América do Sul (WILSON et al., 2005).

A tribo Myrteae, a qual pertence todas as espécies nativas no continente americano, com exceção de *Tepualia stipularis*, espécie monotípica do sul do Chile e Argentina que pertence à tribo Metrosidereae, conta, por sua vez, com aproximadamente 49 gêneros e 2500 espécies (GOVAERTS et al., 2008). A exemplo do ocorrido com a família, a circunscrição interna deste grupo tem, também, sofrido modificações. O arranjo dos gêneros em três subtribos, como proposto por Berg (1855-56; 1857-59), não é corroborado em estudos mais recentes, com base em sequências de DNA, que apontam a existência de, pelos menos, seis grupamentos genéricos dentro da referida tribo (LUCAS et al., 2005; COSTA, 2009). Das subtribos propostas por Berg, aliás, apenas as Myrciinae formam um grupo natural, excluindo *Myrceugenia*. Algumas questões, todavia, permanecem, caso do correto posicionamento dos gêneros *Blepharocalyx*, *Luma* e *Myrceugenia*.

Apesar dos problemas na delimitação dos grupos infrafamiliares, a monofilia da família como um todo, assim como da tribo Myrteae, é incontestável, segundo a interpretação destes mesmos autores. Um resumo da circunscrição geral da tribo Myrteae pode ser observado no Quadro 1.

No Brasil ocorrem aproximadamente 25 gêneros e cerca de 1200 espécies de Mirtáceas, todas da tribo Myrteae, valor que representa aproximadamente metade do contingente do grupo (GOVAERTS et al., 2008). Dos 25 gêneros nativos, 19 estão representados no Rio Grande do Sul: *Acca* (=Feijoa), *Blepharocalyx*, *Calycorectes*, *Calyptranthes*, *Campomanesia* (=Britoa), *Eugenia*, *Gomidesia*, *Hexachlamys*, *Marlierea*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Myrciaria*, *Myrrhinium*, *Neomitranthes*, *Paramyrciaria*, *Plinia*, *Psidium* e *Siphoneugenia* (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

Este número, no entanto, foi recentemente alterado para 16, devido à redução dos gêneros *Hexachlamys* e *Calycorectes* a *Eugenia*, de *Paramyrciaria* a *Myrciaria*, de *Gomidesia* a *Myrcia*, e à inclusão de *Pimenta* (SOBRAL, 2003). Tal arranjo, ainda não completamente estabelecido, baseia-se na concepção de Landrum e Kawasaki (1997), que consideram as diferenças nas formas de abertura do cálice e das anteras, assim como no número de peças florais, insuficientes para a distinção genérica (embora úteis na distinção das espécies).

Subtribo	Myrciinae O. Berg	Eugeniinae O. Berg	Myrtilinae O. Berg
Berg (1857)	“Subtribo Myrcioideae” <i>Calyptranthes, Gomidesia, Marlierea, Myrceugenia, Myrcia, Aulomyrcia (Myrcia), Calyptromyrcia (Myrcia), Cerquiarea (Gomidesia), Eugeniopsis (Marlierea) e Rubachia (Marlierea)</i>	“Subtribo Eugenioideae” <i>Calycorectes, Caryophyllus, Eugenia, Hexachlamys, Mytranthes, Myrcianthes, Myrciaria, Schizocalyx (Calycorectes), Siphoneugena, Syzygium, Aulocarpus (Mouriri – Melastomataceae), Jambosa (Syzygium), Phyllocalix (Eugenia) e Stenocalyx (Eugenia)</i>	“Subtribo Pimentoideae” <i>Blepharocalyx, Calycolpus, Myrtus e Psidium.</i>  <i>Abbevillea, Acrandra, Britoa e Lacerdaea (Campomanesia), Campomanesia, Pseudocaryophyllus (Pimenta)</i>
McVaugh (1968)	“gêneros Mircióides” <i>Calyptranthes, Gomidesia, Marlierea, Myrceugenia, Myrcia, Nothomyrcia (Myrceugenia)</i>	“gêneros Eugenióides” <i>Calycorectes, Eugenia, Hexachlamys, Myrciaria, Plinia, Siphoneugena</i> <hr/> “Myrcianthes e gêneros afins” <i>Legrandia, Luma, Myrcianthes, Pseudamomis e Reichea</i>	“Campomanesia e gêneros afins” <i>Campomanesia, Blepharocalyx, Temu e Paivea (Campomanesia)</i> <hr/> “Psidium e gêneros afins” <i>Calycolpus, Myrtus, Myrteola, Psidium, Ugni, Amomyrtus (Myrtus) e Amomyrtella (Myrtus)</i> <hr/> <i>Pseudocaryophyllus e Pimenta</i>
Briggs e Johnson (1979)	“aliança Myrcia” <i>Calyptranthes, Gomidesia, Marlierea, Mytranthes, Myrceugenia, Myrcia e Nothomyrcia (Myrceugenia)</i>	“aliança Eugenia” <i>Acreugenia, Calycorectes, Eugenia, Hexachlamys, Luma (Myrceugenella), Myrcianthes, Myrciaria, Paramyrciaria, Plinia, “Pliniopsis”, Reichea (Aspidogenia) e Siphoneugena</i>	“aliança Myrtus” <i>Acca, Amomyrtella, Amomyrtus, Calycolpus, Feijoa (Acca), Mosiera, Myrrhinium, Myrteola, Myrtus, Pimenta, Pseudocaryophyllus (Pimenta), Psidiopsis (Calycolpus), Psidium e Ugni</i> <hr/> “aliança Cryptorhiza” <i>Blepharocalyx, Campomanesia, Cryptorhiza, Legrandia (Campomanesia), Marlieriopsis (Blepharocalyx), Paivea (Campomanesia) e Pilidiostigma</i>
Ladrum e Kawasaki (1997)	<i>Calyptranthes, Myrcia (incluindo Marlierea e Gomidesia) e Myrceugenia</i>	<i>Eugenia (incluindo Calycorectes e Hexachlamys), Myrcianthes, Myrciaria (incluindo Paramyrciaria), Neomitranthes, Plinia e Siphoneugena</i>	<i>Acca, Accara, Blepharocalyx, Calycolpus, Campomanesia, Mosiera, Myrrhinium, Pimenta, Psidium e Ugni</i>

Quadro 1 – Classificação da Tribo Myrteae, segundo os principais autores (Adaptado de COSTA, 2004). Os nomes entre parênteses são as sinonímias.

Até então, *Calycorectes* separava-se de *Eugenia* pelos lobos do cálice soldados, que se abrem irregularmente na antese, e, *Hexachlamys*, pelas flores pentâmeras ou hexâmeras. *Myrcia* diferenciava-se de *Gomidesia* apenas pela conformação das anteras, que, neste caso, apresenta abertura sinuosa. O gênero *Paramyrciaria*, por sua vez, apresenta cotilédones unidos, ao contrário de *Myrciaria*.

O número de espécies no Estado, segundo Sobral (2003), fica em torno de 109, as quais são mais numerosas nas florestas Ombrófila Mista e Pluvial da Encosta Atlântica, apresentando notável redução em direção ao sul (MARCHIORI e SOBRAL, 1997).

As Mirtáceas nativas caracterizam-se morfológicamente pela presença de folhas opostas, não-estipuladas, inteiras, geralmente com glândulas translúcidas e nervura submarginal. As flores são hermafroditas, de pétalas brancas, com ovário ínfero e estames relativamente longos e muito numerosos, que cumprem a função de chamariz para os polinizadores. Tais generalidades morfológicas, todavia, contam com algumas exceções: flores avermelhadas ou róseas ocorrem na goiaba-do-campo (*Acca sellowiana*) e no murtilho (*Myrrhinium atropurpureum*), espécie que possui número reduzido de estames em relação às demais (4-8); flores hexâmeras estão presentes no gênero *Hexachlamys*. Muito peculiar, também, é a presença de casca lisa e esfoliante, detalhe morfológico que, todavia, nem sempre ocorre. Como salientado por Schultz (1984), para reconhecer a família basta observar este conjunto de caracteres e esmagar uma folha, que geralmente tem aroma muito típico, como na pitangueira.

## **2.2 Anatomia Sistemática**

O uso dos caracteres anatômicos macro e microscópicos do lenho para a identificação de espécies e estabelecimento de relações entre elas ou grupos taxonômicos superiores é assunto da Anatomia Sistemática, e se baseia na diversidade estrutural das madeiras. A compreensão inicial de que havia diferentes padrões histológicos nas plantas foi dada por Marcello Malpighi e Nehemiah Grew, em fins do século XVII, mas a idéia de que tais diferenças poderiam ser usadas para estabelecer relações entre espécies foi introduzida por Hans Solereder muitos anos depois, ao final do século XIX (STERN, 1978). Desde então, vários anatomistas concentraram seus esforços no estudo de madeiras visando a alcançar



estes objetivos (BAILEY e TUPPER, 1918; RECORD, 1942; MAINIERI, 1958; CHIMELO et al., 1976; MARCHIORI, 1980a; MELFI, 2007).

A identificação mediante análise da madeira é aspecto de grande interesse prático, sobretudo em regiões tropicais, onde há grande abundância e diversidade de espécies, com regimes fenológicos variados (MARCHIORI, 1990). O método anatômico é especialmente relevante no estudo de indivíduos desprovidos de órgãos reprodutivos, permitindo, não raro, a sua determinação até o nível de gênero. A anatomia é útil também para a paleontologia, na identificação de restos paleobotânicos, e para pesquisa forense, na confirmação de adulterações, substituições ou fraudes (METCALFE e CHALK, 1972). A caracterização anatômica reveste-se de interesse em regiões onde há comércio intenso de madeiras, como no caso da Amazônia, por ser o único meio seguro de identificação (ARAÚJO e MATTOS FILHO, 1980). Além disso, o processamento adequado da madeira requer uma correta identificação, pois madeiras distintas têm comportamentos tecnológicos diferentes e, por conseguinte, necessitam de protocolos específicos (WHEELER e BAAS, 1998).

De acordo com Marchiori (1990), são empregados para este fim, além dos caracteres estruturais relativos à constituição e organização do lenho (macro e microscópicos), a cor, o peso, o tipo de grã e a figura (características organolépticas). Com base nestes aspectos, são elaboradas chaves dicotômicas, cartões perfurados, manuais e atlas fotográficos. Métodos mais recentes, envolvendo programas de computador, têm sido desenvolvidos em vários países, inclusive no Brasil, com destaque para os Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, França e Venezuela (CURY, 2002).

É preciso estar atento, porém, as variações que podem ocorrer na madeira, sob diferentes condições. Muitas características anatômicas se modificam com a idade ou localização no tronco (diâmetro e comprimento de elementos vasculares, frequência de poros, comprimento de fibras, altura e largura de raios). Entre os caracteres menos afetados citam-se a distribuição e o agrupamento de vasos, o tipo de placa de perfuração, o tipo de pontoado intervascular e raio-vascular e a distribuição do parênquima axial (HERENDEEN et al., 1999). Não obstante, como demonstrado em inúmeros trabalhos de anatomia ecológica, certas características estão correlacionadas com fatores ambientais, especialmente disponibilidade hídrica (CARLQUIST, 1975; BAAS et al., 1983; LINDORF, 1994; WHEELER et al., 2007) devendo, portanto, ser utilizadas com cautela. É o caso, por exemplo, do comprimento

de elementos vasculares, diâmetro, frequência e agrupamento de poros, fração de parênquima axial e comprimento e espessura da parede de fibras.

O diâmetro de vasos, mesmo variando com a posição na árvore e condições de crescimento, é frequentemente reconhecido como importante para a identificação. Do mesmo modo, a altura e largura de raios são aspectos valiosos, sobretudo quando exclusivamente unisseriados, muito altos ou muito baixos (METCALFE E CHALK, 1983).

Outros aspectos, tais como: porosidade semidifusa ou em anel, traqueídeos vasicêntricos ou vasculares, vasos em arranjo tangencial, placas escalariformes com mais de 20 barras, parênquima axial escasso, ausente ou em faixas com mais de 4 células, parênquima fusiforme, raios estratificados, agregados, de largura constante ou com mais de 10 células, células latericuliformes, fibras com espessamentos espiralados, canais axiais, cristais em idioblastos, células oleíferas ou mucilaginosas, canais e tubos laticíferos, ráfides, drusas, tilos esclerificados e floema incluso, são especialmente interessantes devido à ocorrência mais restrita entre as plantas (WHEELER e BAAS, 1998).

Devido à variabilidade, recomenda-se o uso de um conjunto de caracteres anatômicos, ao invés de um caráter isolado (JANE, 1970), e a análise do maior número de amostras possível (WHEELER e BAAS, 1998). No caso de caracteres anatômicos que apresentam variação contínua, o seu emprego somente é possível quando exibem variabilidade suficiente para serem separados em grupos claramente definidos, a exemplo das variáveis discretas. O problema, segundo Herendeen e Miller (2000), é como estabelecer os limites pelos quais se poderiam definir estados de caráter, quando estes variam continuamente.

De modo geral, a identificação torna-se mais fácil à medida que se avança na escala taxonômica. O nível de identificação a que se pode chegar, todavia, depende do grupo em estudo: alguns gêneros ou famílias são anatomicamente homogêneos, ao passo que outros não o são (WHEELER e BAAS, 1998).

A anatomia da madeira também tem contribuído para dirimir dúvidas taxonômicas. Segundo Heywood (1970), este método ajudou, por exemplo, a estabelecer a posição das famílias primitivas de Angiospermas, como Magnoliaceae, Trochodendraceae e Winteraceae, com base nas tendências de especialização do xilema introduzidas por Bailey e seus colaboradores, que, aliás, constitui a mais completa referência sobre o assunto, de que se tem notícia. Mais recentemente, contribuiu positivamente com a união de Retziaceae e

Stilbaceae em uma única família (CARLQUIST, 1986) e com o posicionamento de Aextoxicaceae e Berberidopsidaceae em uma ordem separada, *Berberidopsidales* (CARLQUIST, 2003), em ambos os casos diferentemente do tratamento tradicionalmente recebido.

A anatomia da madeira mostra-se especialmente valiosa na classificação interna de grupos com grande variabilidade estrutural. A heterogeneidade do gênero *Acacia* (Leguminosae), por exemplo, permitiu a Marchiori (1990) o reconhecimento dos três subgêneros deste grupo, propostos inicialmente por Vassal, atualmente elevados ao status de gêneros (*Vachellia*, *Sennegalia* e *Acacia*). Do mesmo modo, a variabilidade na anatomia do gênero *Rhamnus* (Rhamnaceae), possibilitou a identificação de dois subgêneros (*Frangula* e *Eurhamus*), que são mais distintos entre si do que a maioria dos gêneros da família (RECORD e HESS, 1949). Por outro lado, a similaridade estrutural entre *Baccharis*, *Heterothalamus* e *Heterothalamulopsis* torna mais fácil o reconhecimento da subtribo *Baccharinae* como um todo, do que os distintos gêneros (MARCHIORI e OLIVEIRA-DEBLE, 2007).

A anatomia sistemática, todavia, dispõe de um número menor de caracteres em comparação à tradicional, que vale-se de aspectos da morfologia. Talvez por este motivo, as informações anatômicas sejam mais úteis como complemento aos sistemas de classificação, do que, propriamente, como base para o arranjo natural das plantas superiores (VESTAL, 1940). Cabe salientar que caracteres anatômicos importantes para um grupo não tem, necessariamente, o mesmo valor em outro (METCALFE e CHALK, 1983), sendo necessário bastante experiência, por parte do pesquisador, para reconhecer os caracteres de valor diagnóstico em uma família, gênero ou espécie (RENDLE, 1944).

Nas últimas décadas, com o advento das filogenias baseadas em análise de DNA, houve grande avanço em direção ao esclarecimento definitivo das relações entre as plantas, mas algumas questões permanecem sem definição, como o correto posicionamento de Apodanthaceae e Cynomoriaceae (APG III, 2009), e a circunscrição das subfamílias em Leguminosae (MARTIN et al. 2004). Como salientado por Vestal (1940), é nestas situações que a anatomia da madeira pode dar a sua maior contribuição, à medida que fornece uma nova série de caracteres para a comparação, os quais, combinados com outros já conhecidos, podem ajudar a esclarecer a verdadeira relação natural entre as plantas. Em estudos filogenéticos mais recentes, também tem-se postulado o uso de caracteres

anatômicos em conjunto com dados moleculares (filogenias combinadas), tanto para a obtenção de resultados mais seguros, quanto para o esclarecimento de relações mal resolvidas, os chamados cladogramas críticos (HERENDEEN e MILLER, 2000).

### 2.3 A madeira das Myrtaceae

#### 2.3.1 Caracterização geral da família

O lenho das Myrtaceae apresenta porosidade difusa (DIAS-LEME et al., 1995), raramente em anéis semiporosos (VLIET e BAAS, 1984). Os vasos, de seção circular (WIEDENBRUG, 1948) a semicircular (RECORD e HESS, 1949), são exclusivamente ou predominantemente solitários e geralmente sem padrão definido de organização; alguns gêneros, como *Calyptanthes*, *Campomanesia*, *Eugenia*, *Marlierea* e *Eucalyptus*, todavia, apresentam poros em múltiplos radiais ou oblíquos (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972). O diâmetro médio varia de 30-250  $\mu\text{m}$  (VLIET e BAAS, 1984), intervalo que inclui os valores citados por Record e Hess (1949) e Metcalfe e Chalk (1972). Os elementos vasculares, de comprimento médio (300-800  $\mu\text{m}$ ), variam de 260-1090  $\mu\text{m}$  (METCALFE e CHALK, 1972; VLIET e BAAS, 1984). Muito poucos a numerosos (RECORD e HESS, 1949), os poros apresentam frequência que oscila de menos de 5 até mais de 100/ $\text{mm}^2$  (METCALFE e CHALK, 1972). As placas de perfuração são simples, raramente escalariformes, e os espessamentos espiralados são reportados para poucos gêneros (SCHMID e BAAS, 1984). As pontuações intervasculares, ornamentadas (JANSEN et al., 2008) e alternas (exceto em *Myrceugenia* e *Myrtus*), são geralmente pequenas (METCALFE e CHALK, 1972); as raio-vasculares, geralmente similares às intervasculares, por vezes são grandes e horizontalmente estendidas (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972).

O parênquima axial, abundante (RECORD e HESS, 1949), é tipicamente apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, em associação com paratraqueal escasso, ou, menos comumente, com os padrões vasicêntrico, confluyente ou em faixas paratraqueais largas ou estreitas (VLIET e BAAS, 1984), por vezes descontínuas (DIAS-LEME et al., 1995). De acordo com Metcalfe e Chalk (1972), o parênquima apotraqueal difuso e em faixas unisseriadas irregulares ocorre na maioria dos gêneros com poros solitários, enquanto que o padrão paratraqueal predomina naqueles em que os vasos são agrupados. Record e Hess (1949) e Metcalfe e Chalk (1972) mencionam a presença de abundantes depósitos de goma-resina. É

extremamente rara na família, a ausência de parênquima axial (SCHMID, 1980; PAULA e ALVES, 2007).

Os raios, em geral com 1-3 células de largura (alguns grupos, como *Gomidesia*, podem ter até mais de 8 células), são, raramente, exclusivamente unisseriados e, via de regra, heterogêneos, variando, por vezes, de pouco heterogêneos até quase homogêneos (VLIET e BAAS, 1984). Segundo Metcalfe e Chalk (1972), se observa, em algumas espécies, uma tendência ao arranjo em dois tamanhos distintos. Podem ter mais de 40 células, apesar de geralmente não ultrapassarem 25 células (RECORD e HESS, 1949) e 1 mm de altura (METCALFE e CHALK, 1972). Muito característico na família, segundo Ragonese (1977), é a presença de margens unisseriadas longas, que quase sempre ultrapassa a altura do corpo central multisseriado. Outro caráter digno de nota na estrutura radial de Myrtaceae são as células de paredes disjuntas (RECORD e HESS, 1949; RAGONESE, 1977; DIAS-LEME et al., 1995). Para a maioria das espécies, são referidos raios com frequência de 13-20/mm linear (METCALFE e CHALK, 1972).

A maioria das espécies possui fibras com pontoações distintamente areoladas (fibrotraqueídeos). Pontoações simples ou indistintamente areoladas (fibras libriiformes) e septos são muito raros (METCALFE e CHALK, 1972), assim como os espessamentos espiralados (DIAS-LEME et al., 1995; PATEL, 1995). As fibras, em geral de comprimento médio, variam de 700-2000  $\mu\text{m}$  (METCALFE e CHALK, 1972), intervalo que inclui os valores citados por Vliet e Baas (1984) (400-1500 $\mu\text{m}$ ). A espessura da parede varia de moderadamente a muito espessa na maioria das espécies (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972), sendo frequentes os traqueídeos vasicêntricos (RECORD e HESS, 1949; RAGONESE, 1976; VLIET e BAAS, 1984). Por vezes é possível observar uma transição morfológica entre traqueídeos, fibrotraqueídeos e fibras libriiformes (RAGONESE, 1976). Segundo Metcalfe e Chalk (1972), em algumas espécies os traqueídeos vasicêntricos não estão presentes ou não são claramente distintos dos fibrotraqueídeos.

Quando presentes, os cristais são pequenos e romboidais, dispendo-se em câmaras nas células de parênquima axial (VLIET e BAAS, 1984). Metcalfe e Chalk (1972), no entanto, referem a presença de cristais em idioblastos e Dias-Leme et al. (1995) encontraram cristais de diferentes tamanhos na mesma célula (ou câmara) de parênquima axial, em alguns gêneros. Nos raios, são raros os cristais (METCALFE e CHALK, 1972; DIAS-LEME et al., 1995), bem como em fibras (SCHMID, 1980).

Os anéis de crescimento, pouco distintos, são marcados por fibras achatadas no final do lenho tardio (WIEDENBRUG, 1948) ou por variações locais da porosidade e abundância do parênquima axial (RECORD e HESS, 1949), mas nem sempre são observados (DIAS-LEME et al., 1995). Para a família, não é assinalada a presença de estratificação e de canais resiníferos (RECORD e HESS, 1949); canais intercelulares de origem traumática, no entanto, constam para poucos gêneros (METCALFE e CHALK, 1972). Máculas medulares ocorrem, ocasionalmente, na madeira de algumas espécies (DIAS-LEME et al., 1995).

### 2.3.2 As Mirtoídeas nativas

O conhecimento anatômico sobre as madeiras brasileiras de Myrtaceae é notavelmente escasso, face ao elevado número de espécies nativas e à importância florestal e ecológica das mesmas. No sul do país, a família é uma das mais numerosas em espécies lenhosas e, mesmo assim, chama atenção o escasso número de publicações acerca de sua estrutura anatômica, salientando-se, neste aspecto, os trabalhos de Marchiori (1984a,b,c, 1998), Marchiori e Muniz (1987a,b, 1988), Marchiori e Brum (1997), Marchiori et al. (2008), Denardi e Marchiori (2005a,b) e Denardi et al. (2005).

De acordo com o referido por estes autores, na maioria das espécies são observados poros exclusivamente ou predominantemente solitários, porosidade difusa, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas e ornamentadas, fibras com pontoações areoladas (fibrotraqueídeos), parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, e raios heterogêneos, estreitos (*Blepharocalyx salicifolius*, *Calypttranthes concinna*, *Campomanesia guazumaefolia*, *Acca sellowiana* (= *Feijoa sellowiana*), *Plinia rivularis*, *Myrceugenia myrtoides*, *Myrceugenia glaucescens*, *Myrcianthes gigantea* e *Myrrhinium loranthoides*). Caráter frequente nas Mirtáceas nativas, as séries cristalíferas foram observadas no parênquima axial de *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia involucrata*, *Acca sellowiana*, *Plinia rivularis* e *Myrrhinium loranthoides*.

Aspectos anatômicos de exceção na família, as fibras com pontoações simples ou indistintamente areoladas e a porosidade semidifusa foram observadas, respectivamente, em *Eugenia involucrata* e *Myrciaria tenella*. Espessamentos espiralados estão presentes nos vasos de *Campomanesia guazumaefolia*, *Eugenia involucrata*, *Myrceugenia myrtoides* e *Myrceugenia glaucescens*. Traqueídeos vasicêntricos são referidos no xilema de

*Myrceugenia glaucescens*, *Acca sellowiana*, *Eugenia involucrata* e *Myrrhinium loranthoides*. Placas de perfuração escalariformes constam apenas para *Myrceugenia glaucescens*.

Pouco variáveis, o comprimento e largura de elementos vasculares ficam entre 444-595  $\mu\text{m}$  e 27-58  $\mu\text{m}$ , respectivamente. A frequência de poros varia de 11-266/ $\text{mm}^2$ , sendo que na maioria das espécies são registrados mais de 50/ $\text{mm}^2$ . A altura das séries parenquimáticas poucas vezes ultrapassa 8 células, destacando-se, neste sentido, *Blepharocalyx salicifolius*, que tem séries parenquimáticas de até 12 células. O tecido radial é igualmente homogêneo, sendo composto por raios estreitos, com 1-3, raro 4, células de largura. Quanto à altura, os unisseriados geralmente apresentam 1-10 e os multisseriados 6-25 células, não excedendo 500  $\mu\text{m}$ , em ambos os casos. A frequência média de raios na maioria das espécies é inferior a 20/mm. O comprimento médio de fibras situa-se entre 744 e 1226  $\mu\text{m}$ .

Cabe salientar que Bolzon e Marchiori (2002), em estudo de caules fósseis de Myrtaceae coletados na região de Uruguaiana, encontraram características anatômicas semelhantes às acima mencionadas, com exceção da frequência ( $<10/\text{mm}^2$ ) e diâmetro de poros ( $>90 \mu\text{m}$ ).

Figuram, ainda, na literatura para as espécies brasileiras da família, os trabalhos de Détienne e Jacquet (1983), Mainieri e Chimelo (1989), Soffiatti e Angyalossy-Alfonso (1999), Dias-Leme et al. (1995), Barros e Callado (1997), Paula et al. (2000), Souza (2000), Barros et al. (2001; 2003), Rodrigues (2005), Marques et al. (2007), Paula e Alves (2007), Andrade et al. (2010) e Ovando et al. (2010), com destaque para Détienne e Jacquet (1983) e Dias-Leme et al. (1995), pelo enfoque taxonômico e pela abrangência dos estudos empreendidos.

### 2.3.3 Anatomia, identificação e classificação de Myrtaceae

Se os trabalhos sobre anatomia descritiva são escassos em Myrtaceae, ainda mais raros são os estudos de Anatomia Sistemática. Em “Timbers of the New World” e “Anatomy of the Dicotyledons”, duas das principais obras de referência sobre a família, Record e Hess (1949) e Metcalfe e Chalk (1972) fornecem, respectivamente, uma caracterização geral do grupo, com alguns comentários de cunho taxonômico. De acordo com Record e Hess (1949), em *Eugenia* a variabilidade em aparência, propriedades e estrutura da madeira é tão grande quanto a que pode ser observada entre os diferentes gêneros de Myrtoideae. Os autores

comentam, ainda, que a anatomia da madeira no gênero *Myrceugenia* difere significativamente da observada em outros grupos da mesma família. Metcalfe e Chalk (1972), por sua vez, salientam, em suas notas taxonômicas, que não existem diferenças consistentes entre as tradicionais subfamílias e que as diferenças entre espécies do mesmo gênero são, por vezes, pouco marcadas.

Détienne e Jacquet (1983) investigaram a anatomia da madeira de 8 gêneros e 14 espécies de Myrtaceae da Amazônia, com vistas ao reconhecimento de características úteis à separação e identificação dos diferentes taxa. O estudo demonstrou que a separação dos gêneros na família é difícil, devido tanto a homogeneidade entre gêneros distintos, quanto à heterogeneidade entre espécies do mesmo gênero.

O trabalho mais abrangente sobre anatomia da madeira e classificação em Myrtaceae foi realizado por Vliet e Baas (1984). O estudo incluiu, além desta família, os demais representantes de Myrtales: Combretaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Oliniaceae, Onagraceae, Penaeaceae, Punicaceae, Psiloxylaceae, Sonneratiaceae e Thymelaeaceae. Segundo os autores, estas famílias formam, em conjunto, um grupo natural e intimamente relacionado, devido à ocorrência constante de floema interaxilar e pontoações ornamentadas, aspectos anatômicos que, aliás, delimitam a ordem. As famílias Rhizophoraceae, Lecythidaceae, Elatinaceae, Cordiaceae, Chrysobalanaceae e Dialypetalanthaceae foram excluídas por não apresentar os referidos detalhes anatômicos.

Neste estudo, foram também estabelecidas tendências de especialização dentro da ordem. No caso das Myrtaceae, foram observadas diversas características primitivas na madeira: vasos solitários; fibrotraqueídeos; traqueídeos vasicêntricos; parênquima apotraqueal e raios heterogêneos. Considerada a característica mais primitiva de todas, as placas de perfuração escalariformes constam em poucos grupos. Alguns representantes da família, todavia, têm estrutura anatômica especializada, apresentando: vasos em múltiplos; fibras libríformes, por vezes septadas; parênquima paratraqueal aliforme a confluyente; e pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares grandes e simples.

Em revisão sobre o uso da anatomia para a identificação de madeiras em Angiospermas lenhosas (Hardwoods), Wheeler e Baas (1998) afirmaram que a combinação de vasos solitários e fibras com pontoações areoladas caracteriza a maioria das espécies em Myrtaceae, e que na maior parte dos integrantes da ordem Myrtales, a qual pertence esta família, é possível identificar os gêneros através da anatomia da madeira.



Dias-Leme et al. (1995), por sua vez, realizaram estudo anatômico envolvendo 31 espécies e quatro gêneros da subtribo *Myrciinae* (*Calypttranthes*, *Gomidesia*, *Marlierea* e *Myrcia*). Foram observados: vasos solitários; placas de perfurações simples; pontoações intervasculares alternas e ornamentadas; fibras com pontoações areoladas (fibrotraqueídeos); parênquima paratraqueal escasso, apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e em faixas contínuas ou descontínuas; e raios heterocelulares, com células de paredes disjuntas. Os autores concluíram que nenhuma característica, isoladamente ou em combinação, parece ser consistentemente distribuída dentro de cada gênero para ser de valor diagnóstico a este nível taxonômico.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização geral da área de estudo

Localizado no extremo sul do Brasil, em zona subtropical, o Rio Grande do Sul está compreendido entre os paralelos 27°04'49" e 33°45'00" S e os meridianos 49°42'22" e 57°38'34" O.

O clima gaúcho, predominantemente úmido, tem precipitação média de 1539 (1162-2162) mm e temperatura média anual de 17,9 (14,4-20,1) °C. As chuvas, bem distribuídas durante o ano, geralmente superam a evapotranspiração, havendo forte sazonalidade na temperatura, entre inverno e verão. Os maiores valores de deficiência hídrica são registrados, principalmente, em municípios da região da Campanha e fronteira oeste do Estado. As geadas, embora variáveis em frequência, são um fenômeno normal e constante em todas as regiões (MORENO, 1961; MALUF, 2000).

O relevo varia de plano, levemente ondulado até montanhoso, incluindo altitudes de menos de 100 m, no Litoral e Depressão Central, até cerca de 1400 m no Nordeste do Planalto. O material de origem é essencialmente vulcânico na metade norte do Estado; na região central, predominam os arenitos e, mais ao sul, no chamado Escudo Sul Rio-grandense, ocorrem vários tipos de rochas ígneas plutônicas e metamórficas. O litoral, por sua vez, é constituído por sedimentos marinhos inconsolidados. Os solos são muitos diversificados, variando, os tipos, conforme a diversidade geológica, climática e de relevo em cada região (STRECK et al., 2008).

De acordo com o projeto RADAMBRASIL (MARCHIORI, 2002), as principais formações vegetacionais sul-rio-grandenses incluem Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, além de capões-de-mato, matas ciliares e áreas campestres. As florestas concentram-se, em áreas disjuntas, na metade norte do Estado, ao passo que as formações campestres predominam no sul (Figura 1).

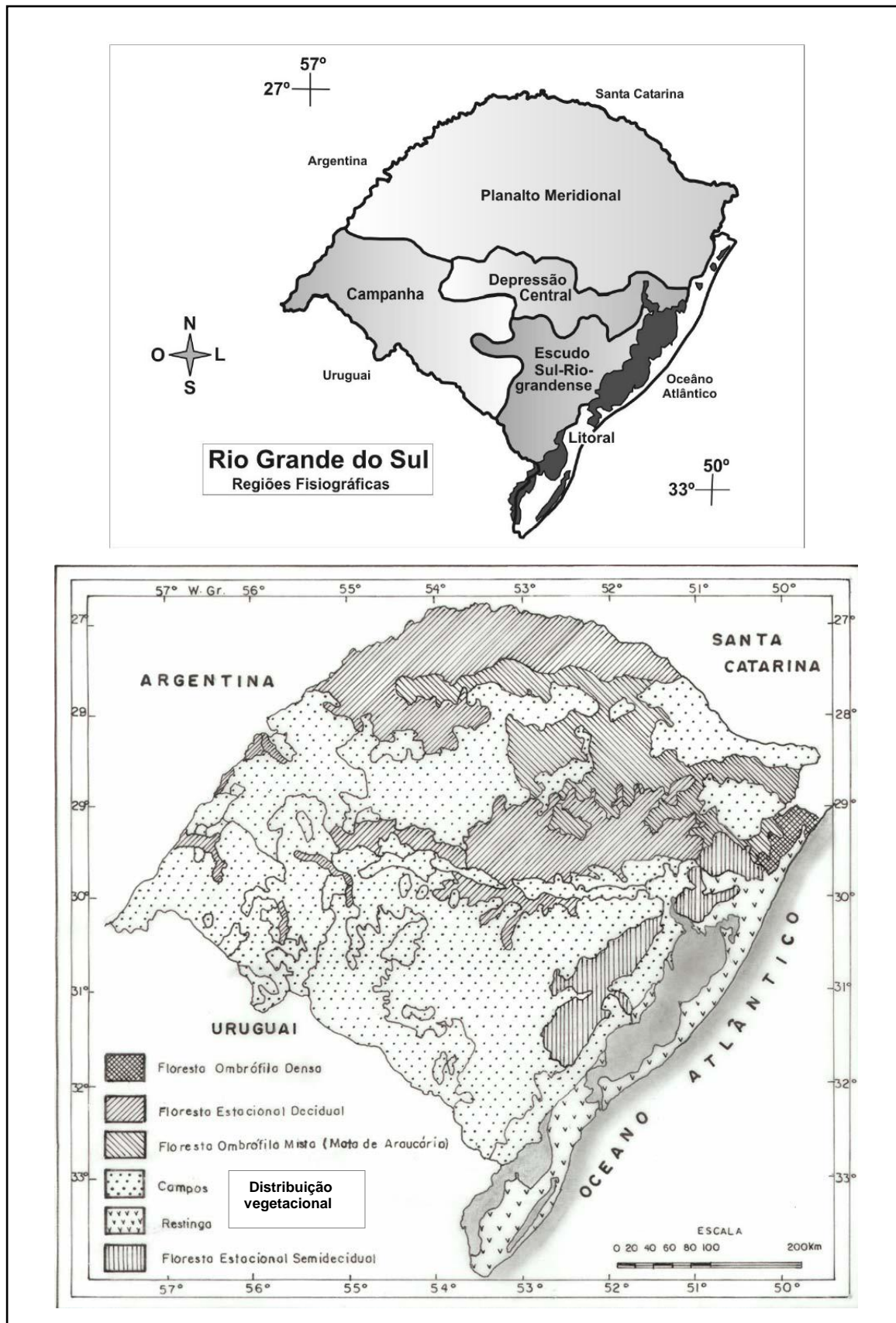


Figura 1 – Principais regiões fisiográficas e distribuição da vegetação no Rio Grande do Sul. (Fonte: BRASIL (1973) e BURIOL et al. (2007), respectivamente).

### **3.2 Material estudado**

No presente estudo foram investigados 13 gêneros e 26 espécies de árvores e arbustos da família Myrtaceae, de ocorrência natural no Rio Grande do Sul (Quadro 2). A maior parte das amostras de madeira utilizadas é proveniente da Xiloteca do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria e compreende coletas pessoais realizadas ao longo de mais de 30 anos, pelo professor José Newton Cardoso Marchiori. Para um número menor de espécies, todavia, coletou-se material especialmente para este estudo.

### **3.3 Coleta do material**

A coleta do material foi realizada através do método destrutivo, ou seja, mediante o abate dos espécimes. Foi retirada uma pequena seção do tronco principal, de indivíduos adultos e em boas condições fitossanitárias, conforme sugerido por Coradin e Muñiz (1992). O material foi acondicionado em saco plástico e conduzido ao laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria. Das amostras de madeira foram extraídos três corpos de prova, em região de alburno, próximo ao câmbio, os quais foram amolecidos por fervura em água (8 a 30 h, conforme a espécie) e mantidos em solução preservante (Álcool 70%). Um quarto bloco foi também retirado, com vistas à maceração.

### **3.4 Preparo das lâminas**

A montagem das lâminas de cortes anatômicos foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná, de acordo com a técnica padrão (BURGER e RICHTER, 1991): os blocos de madeira foram seccionados em micrótomo de deslizamento, regulado para a obtenção de cortes com espessura nominal de 18-20  $\mu\text{m}$ ; os cortes anatômicos foram tingidos com acridina-vermelha, crisoidina e azul-de-astra ou safra-blau, desidratados em série alcoólica-ascendente (30%, 50%, 70%, 95% e duas vezes em álcool absoluto), diafanizados em xilol e fixados em lâminas permanentes, com Entellan.

<b>Espécie</b>	<b>Amostra</b>	<b>Local de coleta</b>	<b>Registro na Xiloteca e Herbário</b>
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2389
	n. 2	São Vicente do Sul, RS	2390
<i>Calyptranthes tricona</i>	n. 1	Farroupilha, RS	6089
<i>Campomanesia aurea</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2400
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	6015
	n. 2	Santa Maria, RS	2958
<i>Campomanesia rhombea</i>	n. 1	São Francisco de Paula, RS	6148
<i>Eugenia burkartiana</i>	n. 1	Tenente Portela, RS	2812
<i>Eugenia hiemalis</i>	n. 1	Restinga Seca, RS	5904
<i>Eugenia mansoi</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2387
	n. 2	São Vicente do Sul, RS	2391
<i>Eugenia rostrifolia</i>	n. 1	Nova Roma do Sul, RS	6078
<i>Eugenia schuechiana</i>	n. 1	Frederico Westphalen, RS	6146
<i>Eugenia uniflora</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2396
	n. 2	Santa Maria, RS	5910
<i>Eugenia uruguayensis</i>	n. 1	Rio Grande, RS	5808
<i>Gomidesia palustris</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2388
<i>Hexachlamys edulis</i>	n. 1	Barra do Quaraí, RS	5916
<i>Myrceugenia euosma</i>	n. 1	Jaguari, RS	1794
	n. 2	Pinheiro Machado, RS	3191
<i>Myrceugenia miersiana</i>	n. 1	São Francisco de Paula, RS	1009*
<i>Myrcia bombycina</i>	n. 1	Nonoai, RS	2814
<i>Myrcia selloi</i>	n. 1	Barra do Quaraí, RS	5893
	n. 2	Barra do Quaraí, RS	5915
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	n. 1	Pedras Altas, RS	1792
	n. 2	Alegrete, RS	3145
	n. 3	Barra do Quaraí, RS	5892
<i>Myrcianthes gigantea</i>	n. 1	Santana da Boa Vista, RS	2151
<i>Myrcianthes pungens</i>	n. 1	Santa Maria, RS	2509
	n. 2	Santa Maria, RS	6015
<i>Myrciaria cuspidata</i>	n. 1	Jaguari, RS	2275
<i>Plinia rivularis</i>	n. 1	São Vicente do Sul, RS	2981
<i>Plinia trunciflora</i>	n. 1	Jaguari, RS	3141
<i>Psidium cattleianum</i>	n. 1	Santa Maria, RS	5912
	n. 2	Curitiba, PR	3167
<i>Siphoneugena reitzii</i>	n. 1	São Francisco de Paula, RS	6140

Quadro 2 – Lista das espécies estudadas.

\* = número do coletor.

Na confecção das lâminas de macerado, utilizou-se o método de Franklin, modificado (KRAUS e ARDUIN, 1997). A amostra de madeira destinada à maceração foi reduzida a pequenos palitos e transferida à solução de maceração, contendo peróxido de hidrogênio (100V) e ácido acético glacial, na proporção 2:1. A mistura permaneceu em banho-maria (60 °C) por 48 h, sendo trocada a solução ao final do primeiro dia. Após a dissociação do tecido lenhoso, os elementos celulares foram reunidos em papel filtro e tingidos com safranina 1%. Nas etapas seguintes seguiu-se procedimento semelhante ao anteriormente descrito para as lâminas histológicas.

### **3.5 Obtenção das fotomicrografias da madeira**

As fotomicrografias da estrutura anatômica foram tomadas em microscópio Olympus CX 40, com objetivas planas 10x / 0.25, 20x / 0.40 e 10x / 0.65, equipado com câmera digital Olympus Camedia C-3000, no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná. O processamento das imagens foi realizado com o auxílio do programa Corel DRAW 12.

### **3.6 Descrição microscópica da madeira**

As medições foram realizadas em microscópio binocular Carl Zeiss, provido de ocular com escala graduada, no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria.

A descrição dos caracteres anatômicos da madeira seguiu as recomendações do IAWA Committee (WHEELER et al., 1989), exceto no caso da percentagem dos diferentes tecidos e espessura da parede de vasos e de fibras, aspectos não contemplados na referida norma.

No caso da percentagem dos tecidos, foram realizadas 600 determinações ao acaso, com auxílio de contador de células, conforme proposto por Marchiori (1980b): a cada movimento aleatório do *charriot*, em plano transversal, anotou-se o tipo de célula correspondente a um ponto predeterminado na escala micrométrica. O número de coincidências, em cada 100 determinações, expressa a percentagem ocupada pelos distintos tipos celulares no tecido lenhoso. Foram feitas 6 repetições para cada indivíduo.

A espessura da parede de vasos e fibras, medida em lâminas de macerado, foi obtida de acordo com a seguinte fórmula:  $DT - DL / 2$ , onde DT = diâmetro total, DL = diâmetro do lúmen.

Na determinação da frequência de poros, usou-se um quadrado de área conhecida superposto a fotomicrografias de seção transversal da madeira. O número de poros contidos neste campo expressa a sua abundância por  $mm^2$ .

Nas características quantitativas, os números entre parênteses correspondem aos valores mínimos e/ou máximos observados. O valor que acompanha a média ( $X$ ) é o desvio padrão ( $S$ ). Ex.  $X \pm S$  (*mínimo - máximo*).

### 3.7 Método de estudo

A estrutura anatômica das espécies foi analisada comparativamente entre si e também em relação ao referido na literatura para a família Myrtaceae e respectivos gêneros e espécies, com vistas ao reconhecimento de caracteres de valor taxonômico.

A nomenclatura de gêneros e espécies utilizada no presente estudo está de acordo com Sobral (2003), que segue a concepção de Landrum e Kawasaki (1997), exceto no caso dos gêneros *Hexachlamys* e *Gomidesia*, que não foram incluídos na sinonímia de *Eugenia* e *Myrcia*, respectivamente, como preconizado por estes autores. Nas considerações taxonômicas, seguiu-se a classificação mais recente para a circunscrição geral da família Myrtaceae (WILSON et al., 2005).

Os dados foram apresentados textualmente e na forma de tabelas, para a melhor visualização e interpretação dos mesmos. No caso das características quantitativas, foram determinados os valores mínimos e máximos, bem como a média e o desvio padrão, de cada caráter. Para cada espécie, são apresentadas, além da descrição microscópica, 6 fotomicrografias da estrutura anatômica da madeira, com diferentes aumentos, indicados no canto inferior direito de cada foto.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Descrições anatômicas

#### 4.1.1 *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg (Figura 2)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pela maior abundância e alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa, por vezes semidifusa em parte dos anéis de crescimento.

Vasos: muito numerosos ( $90 \pm 7,1$  ( $81 - 100$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $14 \pm 3,3\%$  do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais a poligonais, muito pequenos ( $38 \pm 9,2$  ( $17,5 - 57,5$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,4 \pm 0,45$  ( $1,5 - 3,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $471 \pm 113,6$  ( $250 - 680$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,4 \pm 0,54$  ( $4,6 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $3 \pm 0,21$  ( $2,6 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso ou ausente.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $27 \pm 3\%$  do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de  $4 - 7$  ( $2 - 8$ ) células e  $445 \pm 94,7$  ( $260 - 700$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, ausentes ou pouco abundantes, em séries de até 4 unidades, em câmaras geralmente não distendidas.

Raios: muito numerosos ( $19 \pm 2$  ( $16 - 23$ ) raios/mm), com  $1 - 2$ , raro  $3$ , células de largura, ocupando  $19 \pm 3,9\%$  do volume da madeira. Raios multisseriados de  $208 \pm 72,5$  ( $80 - 410$ )  $\mu\text{m}$  e  $4 - 15$ , mais comumente  $6 - 10$  células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e  $2 - 4$  ( $1 - 6$ ) fileiras marginais de células eretas, quadradas e, por vezes, procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são de tamanho variável ou mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $108 \pm 64,2$  ( $40 - 340$ )  $\mu\text{m}$  e  $1 - 4$  ( $8$ ) células de altura.

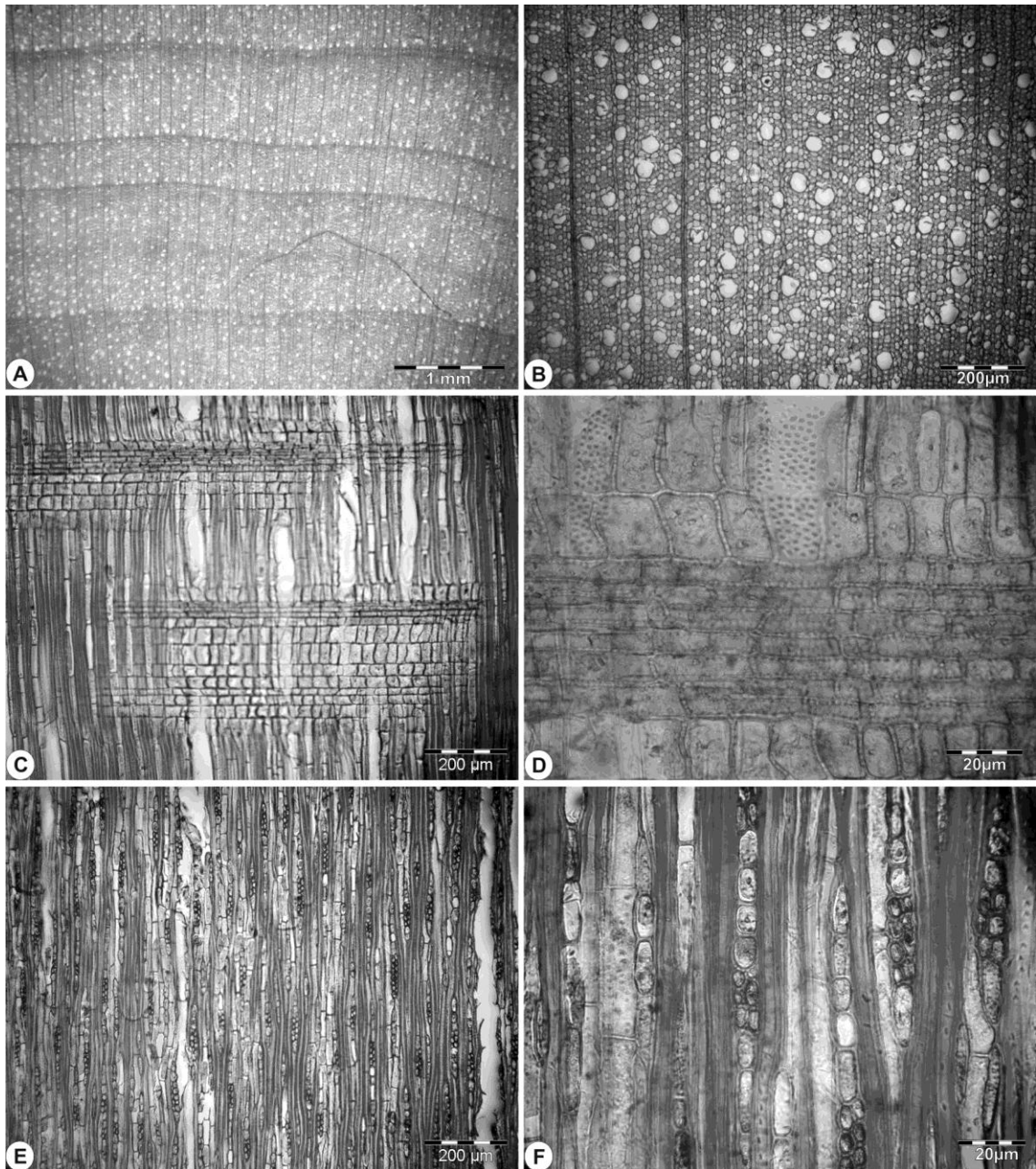


Figura 2 – Fotomicrografias da madeira de *Blepharocalyx salicifolius*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa e anéis de crescimento distintos. B – Mesma seção, em maior aumento, destacando poros exclusivamente solitários e parênquima axial difuso-em-agregados. C – Raios heterogêneos, com células procumbentes, na parte central, e células eretas, quadradas e, também, procumbentes nas margens (seção longitudinal radial). D – Detalhe de raio com pontoações restritas às margens (seção longitudinal radial). E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, mostrando raios uni e bisseriados, com margens relativamente longas, fibrotraqueídeos e séries de parênquima axial.

Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas maiores do que três micrômetros e aberturas geralmente cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $926 \pm 87,7$  ( $760 - 1120$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $13,8 \pm 1,9$  ( $10 - 17,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,8 \pm 0,60$  ( $3,7 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $40 \pm 4,6$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, ocasionais.

#### 4.1.2 *Calyptranthes tricona* D. Legrand (Figura 3)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: pouco numerosos a numerosos ( $17 \pm 5$  ( $12 - 25$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $7 \pm 2$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $70 \pm 17$  ( $37,5 - 105$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $4,2 \pm 0,8$  ( $2,5 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $487 \pm 117,6$  ( $320 - 790$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas a transversais, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,8 \pm 0,4$  ( $5,1 - 6,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com bordas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $3,3 \pm 0,3$  ( $3,1 - 3,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas, embora nem sempre, às células marginais de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras, ocupando  $16 \pm 3,6$  % do volume da madeira; paratraqueal escasso, apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em curtos segmentos ou faixas tangenciais descontínuas e estreitas, com 1 – 4 células de largura. Séries parenquimáticas de (2) 4 – 8 células e  $431 \pm 99,9$  ( $260 - 610$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

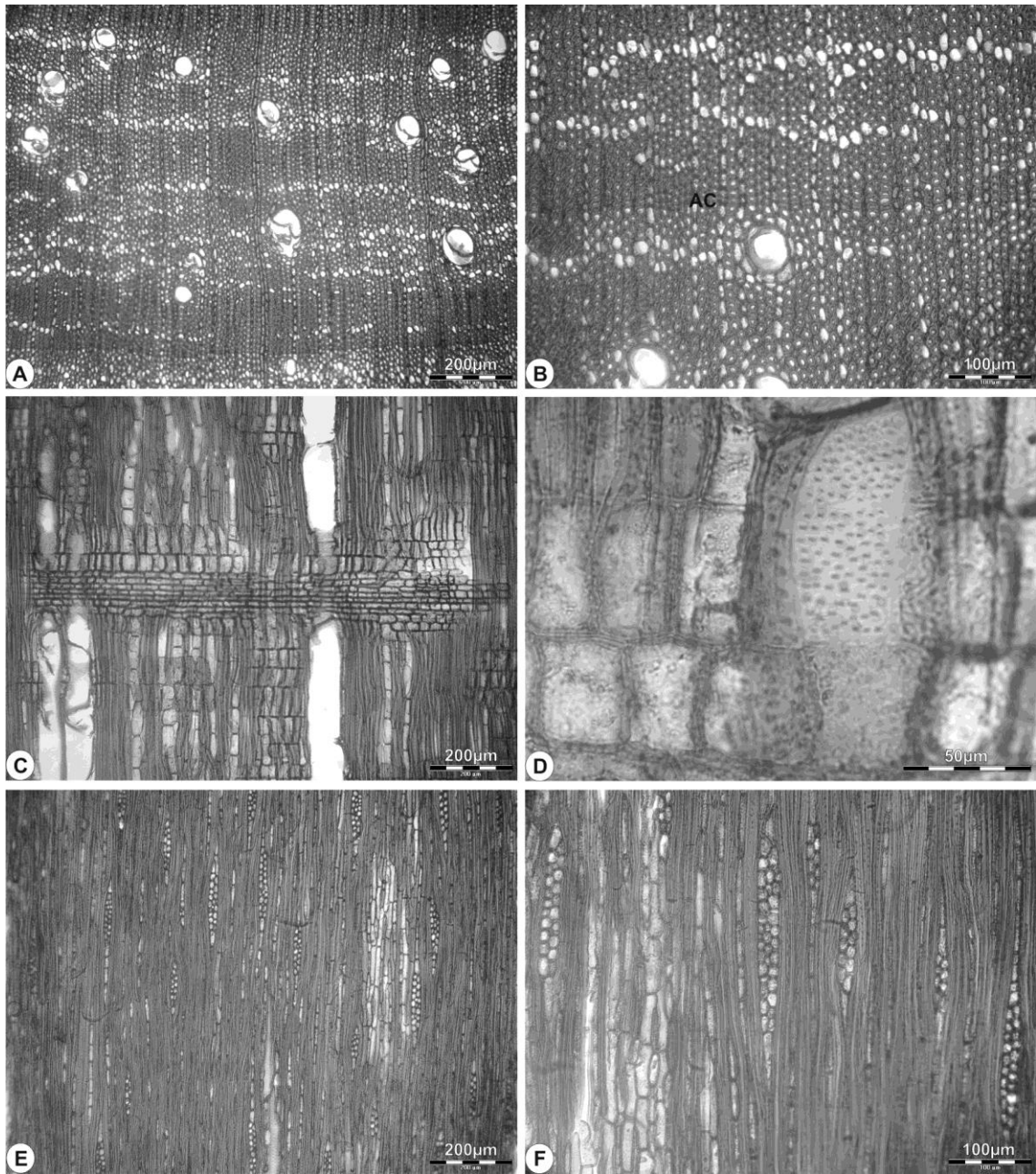


Figura 3 – Fotomicrografias da madeira de *Calyptrocalyx tricona*. A – Porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima apotraqueal em linhas estreitas e descontínuas (seção transversal). B – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para o limite de anel de crescimento (AC) e fibras de paredes espessas. C – Raio heterogêneo, com células procumbentes, no corpo central, e margens de células quase exclusivamente eretas (seção longitudinal radial). D – Detalhe de vaso, em vista radial, com pontoações intervasculares alternas. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, mostrando raios com 1-3 células de largura e séries de parênquima axial.

Raios: muito numerosos ( $30 \pm 4$  (25 – 36 raios/mm), com 1 – 3 células de largura (unisseriados predominantes), ocupando  $20 \pm 3,3$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $406 \pm 162$  (150 – 840)  $\mu\text{m}$  de altura e 8 – 23, mais comumente 10 – 17 células; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 11, mais comumente 2 – 4 fileiras marginais de células quadradas e, principalmente, eretas, raro procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $239 \pm 151,7$  (60 – 630)  $\mu\text{m}$  e 1 – 12, mais frequentemente 2 – 6 células de altura. Raios fusionados, escassos. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Raios agregados, inclusões minerais, células envoltentes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações distintamente areoladas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1064 \pm 106,8$  (860 – 1270)  $\mu\text{m}$ ), com  $15,8 \pm 1,9$  (13,7– 20)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,2 \pm 0,6$  (3,1 – 5,6)  $\mu\text{m}$ ), representando  $57 \pm 5,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.3 *Campomanesia aurea* O. Berg (Figura 4)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pela maior concentração e alinhamento tangencial de poros no início do anel de crescimento. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos a muito numerosos ( $51 \pm 27,4$  (37 – 100) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $10 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, até ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $28 \pm 9,2$  (12,5 – 45)  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2 \pm 0,18$  (1,5 – 2,6)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. No início do anel de crescimento, todavia, os poros são, por vezes, mais numerosos e compõem um alinhamento tangencial, com frequentes contatos laterais. Elementos vasculares de comprimento médio ( $361 \pm 91,3$  (170 – 560)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares (4,9

$\pm 0,74$  (4,1 – 6,2)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $3,8 \pm 0,69$  (3,1 – 5,1)  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $23 \pm 3$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de 2 – 4 células e  $294 \pm 73,9$  (145 – 437,5)  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: ocupando  $18 \pm 2$  % do volume da madeira, muito numerosos ( $19 \pm 1,8$  (16 – 21) raios/mm), com 1 – 3 (raro 4) células de largura e tendendo a organizar-se em dois tamanhos distintos, devido à escassez dos bisseriados. Raios multisseriados de  $213 \pm 52,4$  (130 – 310)  $\mu\text{m}$  e 7 – 13 (16) células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 4 (6) fileiras marginais de células quadradas, eretas e procumbentes semelhantes ou um pouco mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $114 \pm 59$  (40 – 290)  $\mu\text{m}$  e 1 – 4 (8) células de altura. Raios fusionados, pouco frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede, representando  $49 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Fibras curtas ( $717 \pm 102,9$  (560 – 960)  $\mu\text{m}$ ), com  $14,5 \pm 2,2$  (12,5 – 20)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4 \pm 1$  (1,9 – 6,2)  $\mu\text{m}$ ). Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

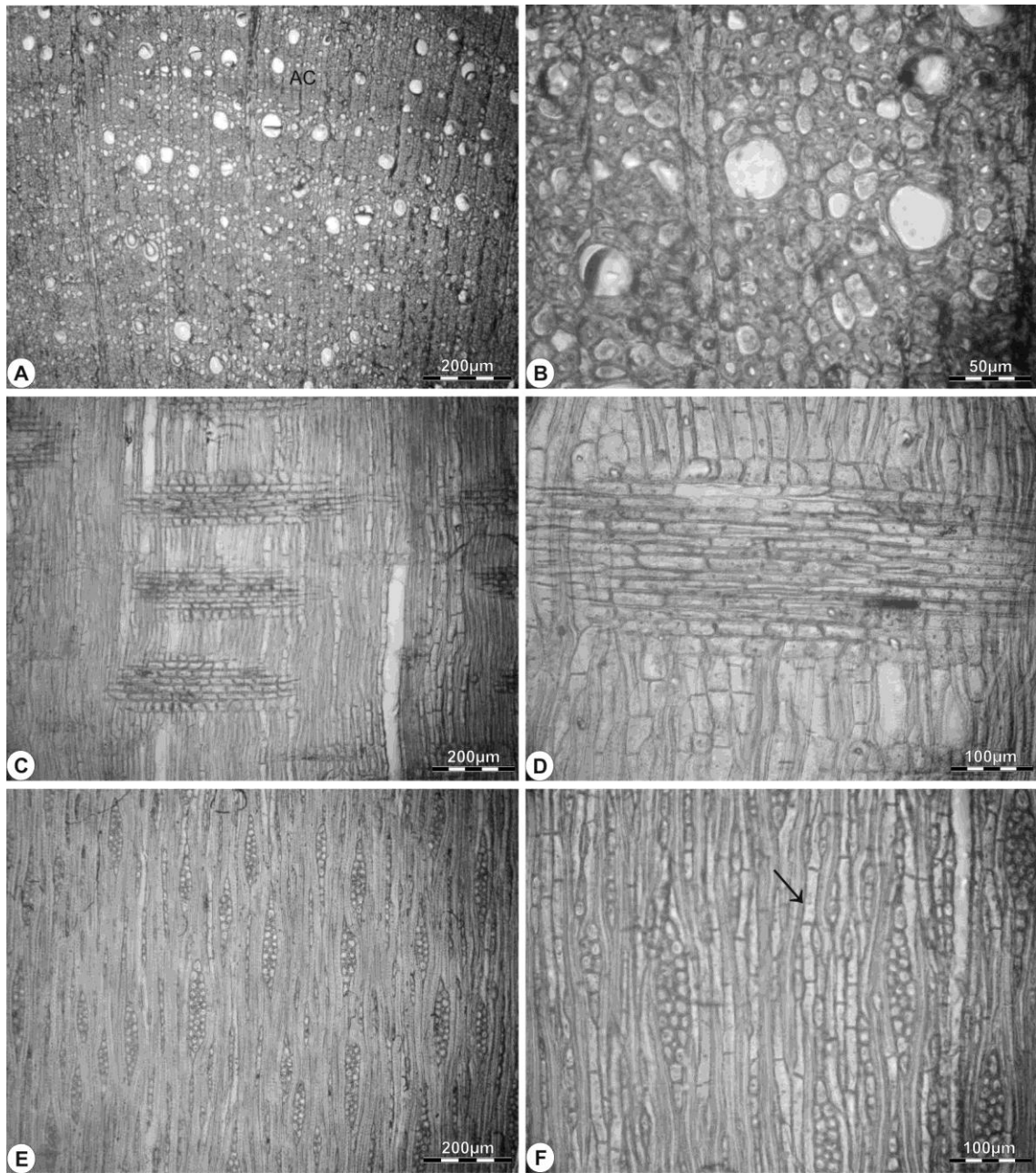


Figura 4 – Fotomicrografias da madeira de *Campomanesia aurea*. A – Seção transversal, mostrando limite de anel de crescimento (AC), porosidade difusa e poros muito pequenos, exclusivamente solitários. B – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para parênquima difuso-em-agregados e fibras de paredes espessas. C – Raios heterogêneos, com células procumbentes (no corpo central) e margens de células quadradas, eretas e, também, procumbentes (seção longitudinal radial). D – Detalhe de um raio heterogêneo, em vista longitudinal radial. E – Seção longitudinal tangencial, mostrando raios baixos, uni e multisseriados, com margens geralmente mais curtas do que o corpo central. F – Mesma seção, em maior aumento, com raios de 1-3 células de largura e séries de parênquima axial (seta).

#### 4.1.4 *Campomanesia rhombea* O. Berg (Figura 5)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e pela presença de zonas fibrosas no limite do anel de crescimento. Porosidade difusa.

Vasos: pouco numerosos a numerosos ( $17 \pm 5,2$  ( $12 - 25$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $5 \pm 1,4$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $70 \pm 15,5$  ( $35 - 92,5$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $4,1 \pm 0,77$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $392 \pm 82,5$  ( $180 - 500$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, ligeiramente oblíquas, e apêndices em uma ou ambas as extremidades, menos comumente ausentes. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,9 \pm 0,36$  ( $5,1 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $2,8 \pm 0,27$  ( $2,6 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $19 \pm 4,8$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. As células de parênquima formam linhas tangenciais onduladas, mais ou menos regularmente distribuídas, compondo um padrão quase escalariforme. Séries parenquimáticas de (2) 4 células e  $404 \pm 62,8$  ( $200 - 510$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: ocupando  $14 \pm 2,7$  % do volume da madeira, numerosos a muito numerosos ( $13 \pm 1,2$  ( $10 - 14$ ) raios/mm), com 1 – 3 (raro 4) células de largura e tendendo a organizar-se em dois tamanhos distintos devido à escassez dos raios bisseriados. Raios multisseriados de  $244 \pm 41,6$  ( $170 - 330$ )  $\mu\text{m}$  e 10 – 20, mais comumente 11 – 17 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e (1) 2 – 5 fileiras marginais de células quadradas, eretas e procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $103 \pm 44,1$  ( $30 - 210$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 6 células de altura. Raios fusionados, escassos. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.



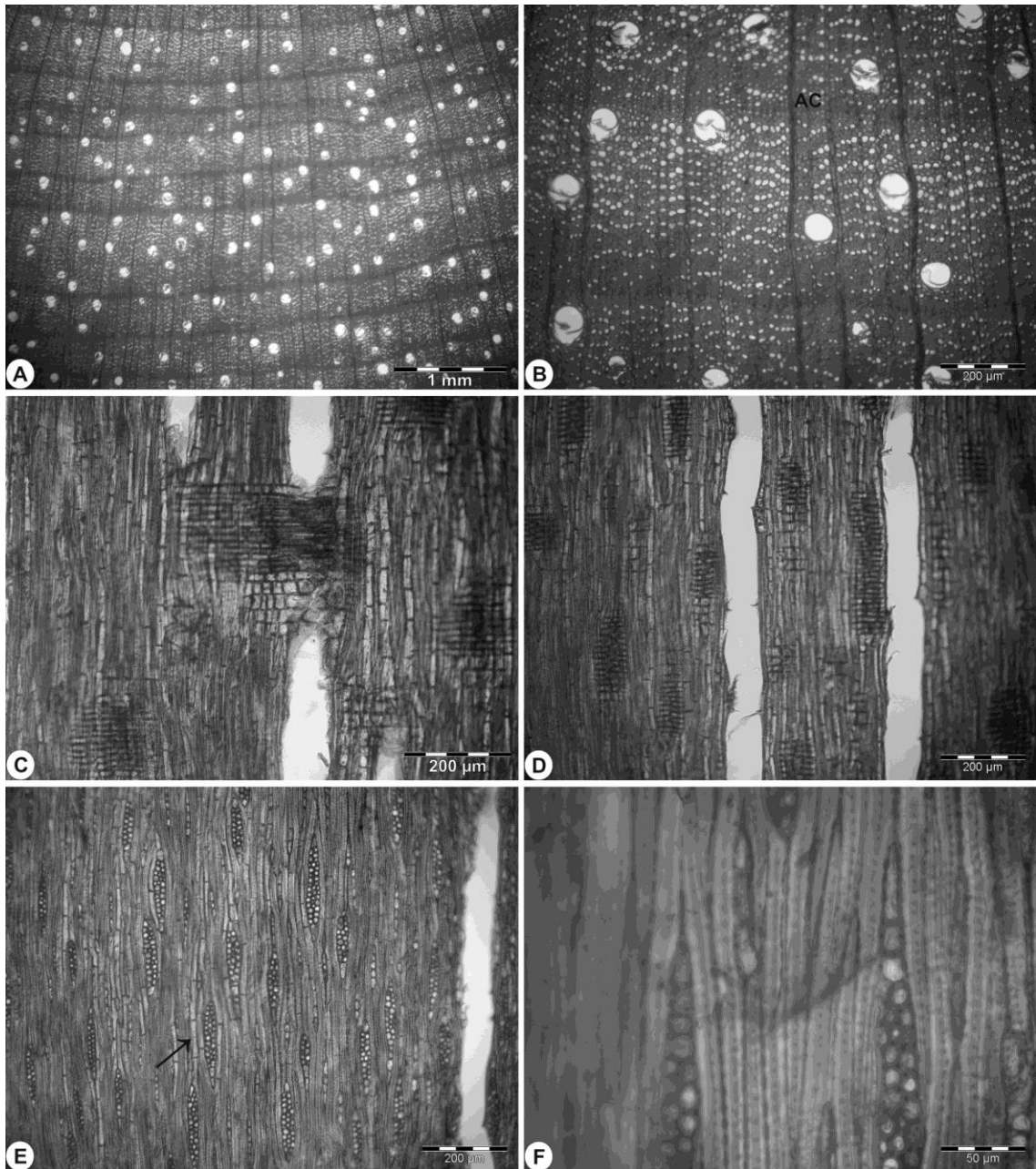


Figura 5 – Fotomicrografias da madeira de *Campomanesia rhombea*. A – Seção transversal, mostrando limite de anel de crescimento com zonas fibrosas conspícuas, porosidade difusa e poros exclusivamente solitários, sem padrão definido de organização. B – Mesma seção, em maior aumento, mostrando limite de anel de crescimento (AC), poros circulares e parênquima difuso-em-agregados, tendente ao padrão escalariforme. C – Raio heterogêneo, com células procumbentes (no corpo central) e margens com uma mistura de células quadradas, eretas e procumbentes (seção longitudinal radial). D – Vasos com placas de perfuração simples ligeiramente oblíquas, em vista radial. E – Seção longitudinal tangencial, mostrando raios com 1-3 células de largura e série de parênquima axial (seta). F – No detalhe, fibras com pontoações areoladas e raio com margens unisseriadas mais curtas do que o corpo central (seção longitudinal tangencial).

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1140 \pm 91,5$  ( $1000 - 1380$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $15,8 \pm 1,3$  ( $13,7 - 18,7$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $5,2 \pm 0,57$  ( $4,4 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $62 \pm 5,8$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traquéídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.5 *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Figura 6)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: pouco numerosos a numerosos ( $18 \pm 5,5$  ( $12 - 25$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $10 \pm 2,4$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $78 \pm 33,4$  ( $17,5 - 141$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $4,3 \pm 0,8$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $423 \pm 68,6$  ( $270 - 600$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, transversais a ligeiramente oblíquas, e apêndices em uma ou ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,5 \pm 0,6$  ( $3,1 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $2,3 \pm 0,5$  ( $1,5 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $23 \pm 2,5$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. As células de parênquima compõem linhas unisseriadas onduladas e regularmente distribuídas, tendentes ao arranjo escalariforme. Séries parenquimáticas de  $4 - 5$  ( $2 - 8$ ) células e  $458 \pm 83$  ( $300 - 610$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: ocupando  $17 \pm 4,3$  % do volume da madeira, numerosos a muito numerosos ( $13 \pm 1,5$  ( $10 - 15$ ) raios/ $\text{mm}$ ), com  $1 - 4$ , raro  $5$ , células de largura e em dois tamanhos distintos devido à escassez dos bisseriados. Raios multisseriados de  $277 \pm 91,5$  ( $140 - 570$ )

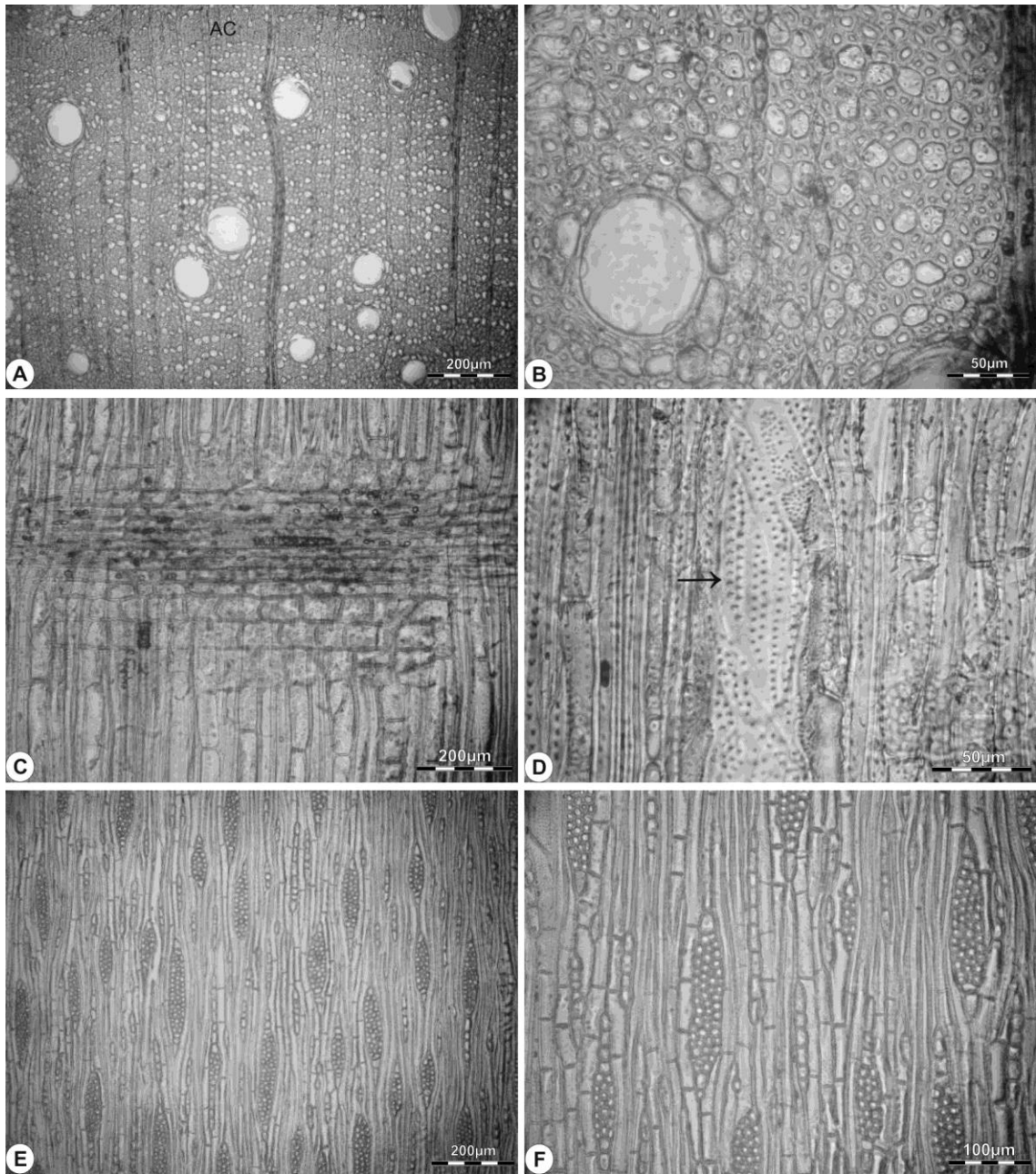


Figura 6 – Fotomicrografias da madeira de *Campomanesia xanthocarpa*. A – Limite de anel de crescimento distinto (AC), porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima difuso-em-agregados, compondo linhas unisseriadas regularmente distribuídas (seção transversal). B – Mesma seção, com maior aumento. C – Raio heterogêneo (seção longitudinal radial). D – Traqueídeos vasicêntricos (seta), em seção longitudinal radial. E – Seção longitudinal tangencial, mostrando raios de dois tamanhos distintos, com margens menores do que o corpo central. F – Mesma seção, em maior aumento, com raios de 1-4 células de largura e séries de parênquima axial.

$\mu\text{m}$  e 9 – 30, mais comumente 11 – 22 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 5 (9) fileiras marginais de células quadradas, eretas e procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $144 \pm 67,8$  (40 – 330)  $\mu\text{m}$  e 1 – 13, mais frequentemente 2 – 9 células de altura. Raios fusionados, escassos. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1246 \pm 202,9$  (690 – 1620)  $\mu\text{m}$ ), com  $17,3 \pm 2,3$  (12,5 – 22,5)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,5 \pm 0,8$  (3,1 – 6,2)  $\mu\text{m}$ ), representando  $50 \pm 6,2$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.6 *Eugenia burkartiana* (D. Legrand) D. Legrand (Figura 7)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos a muito numerosos ( $46 \pm 15$  (25 – 62) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $4 \pm 1,5$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, poligonais, muito pequenos ( $25 \pm 7,4$  (12,5 – 37,5)  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,5 \pm 0,6$  (1,2 – 3,7)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $565 \pm 103,2$  (390 – 760)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,7 \pm 0,53$  (4,1 – 5,1)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,7 \pm 0,53$  (3,1 – 4,1)  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $15 \pm 3,7$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, com tendência a formar faixas tangenciais irregulares, com 2 – 5 células de

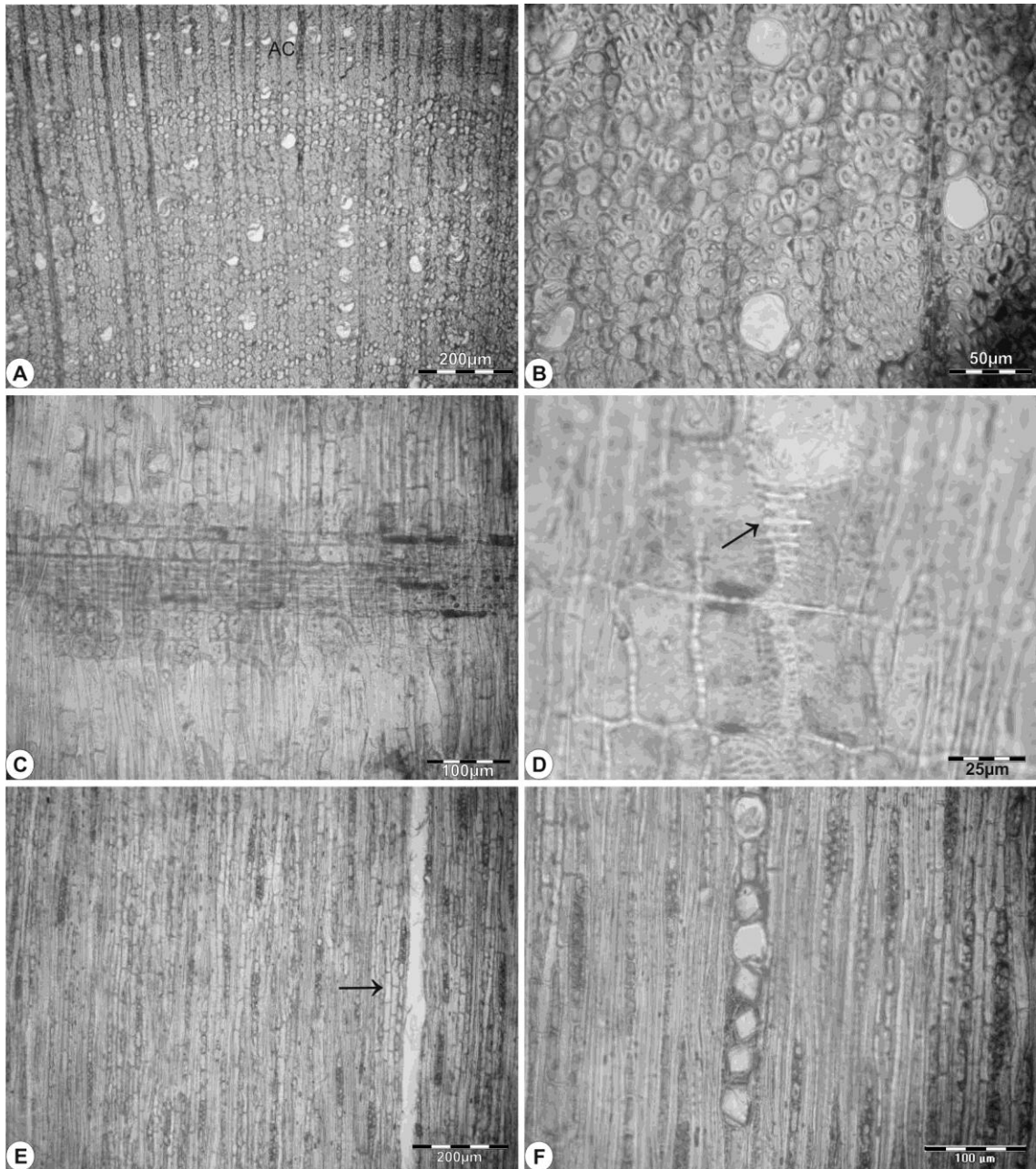


Figura 7 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia burkartiana*. A – Seção transversal, mostrando limite de anel de crescimento pouco distinto (AC), porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima difuso-em-agregados, tendendo a formar faixas tangenciais. B – Fibras de paredes muito espessas e parênquima difuso-em-agregados (seção transversal). C – Raio heterogêneo, com corpo central de células procumbentes (seção longitudinal radial). D – Detalhe de raio com células de paredes disjuntas (seta), em seção longitudinal radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial, com destaque para raios muito estreitos e parênquima seriado (seta). F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, destacando raios com 1-2 células de largura e série cristalífera no parênquima axial.

largura. Parênquima paratraqueal escasso, infrequente. Séries parenquimáticas de 4 – 8 (9) células, medindo  $547 \pm 104$  ( $327 - 713$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos em séries de até 8 unidades, presentes em câmaras distendidas.

Raios: muito numerosos ( $26 \pm 1,7$  ( $22 - 28$ ) raios/mm), com 1 – 2 células de largura, ocupando  $20 \pm 4,2$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $376 \pm 184$  ( $150 - 760$ )  $\mu\text{m}$  e 6 – 26, mais comumente 9 – 20 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 3 – 5 (1 – 12) fileiras marginais de células quadradas e principalmente eretas, raro procumbentes mais altas do que as do corpo central. A parte multisseriada é geralmente bem mais curta do que as margens unisseriadas. Os raios unisseriados, de  $216 \pm 143$  ( $60 - 660$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 5 (15) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1077 \pm 185$  ( $700 - 1420$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $13,6 \pm 1,8$  ( $10 - 17,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $4,4 \pm 0,7$  ( $3,1 - 5,6$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $61 \pm 4,7$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, máculas medulares e estratificação, ausentes.

#### 4.1.7 *Eugenia hiemalis* Cambess. (Figura 8)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de delgadas zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos ( $26 \pm 2,1$  ( $24 - 29$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $11 \pm 5$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $61 \pm 11,7$  ( $27 - 92$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,6 \pm 0,66$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $448 \pm 96$  ( $300 - 760$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas; apêndices, geralmente presentes, em uma ou, mais comumente, em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares,

pequenas ( $4,8 \pm 0,42$  ( $4,1 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,1 \pm 0,16$  ( $3,1 - 3,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $19 \pm 2,2$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em faixas ou linhas estreitas e descontínuas, uni ou parcialmente bisseriadas; parênquima paratraqueal escasso, infrequente. Séries parenquimáticas com 7 – 8 ( $2 - 10$ ) células e  $462 \pm 82$  ( $290 - 650$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos grandes, muito abundantes, compondo séries de até 11 unidades, em câmaras distendidas.

Raios: muito numerosos ( $19 \pm 1,2$  ( $17 - 21$ ) raios/mm), com 1 – 2, menos comumente 3 células de largura, ocupando  $21 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $281 \pm 120$  ( $130 - 570$ )  $\mu\text{m}$  e 4 – 17, mais comumente 7 – 12 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 4 (8) fileiras marginais de células eretas, quadradas e, menos comumente procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais longas do que o corpo central. Os unisseriados, medem  $184 \pm 85$  ( $60 - 410$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 7, mais comumente 2 – 6 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas maiores do que três micrômetros e aberturas frequentemente cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. Fibras de comprimento médio ( $1086 \pm 96$  ( $870 - 1270$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $18 \pm 2,5$  ( $14 - 23$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $5,4 \pm 0,74$  ( $4,4 - 6,9$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $49 \pm 3,9$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

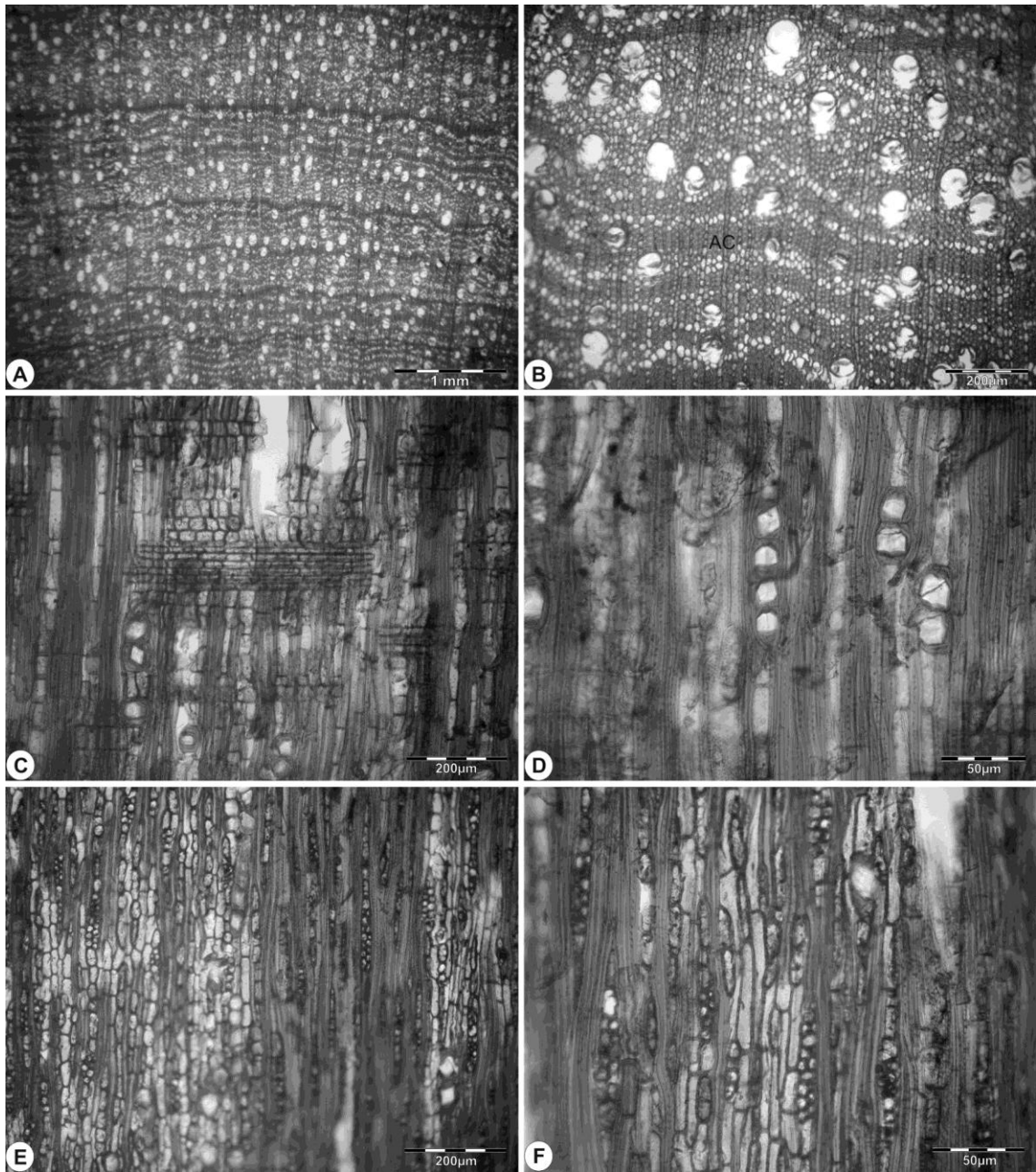


Figura 8 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia hiemalis*. A – Seção transversal, mostrando anéis de crescimento distintos, porosidade difusa e poros exclusivamente solitários. B – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para limite de anel de crescimento (AC), fibras de paredes espessas e parênquima difuso-em-agregados e em linhas estreitas e descontínuas. C – Raio heterogêneo, com células procumbentes (corpo central), quadradas e eretas (seção longitudinal radial). D – Parênquima apotraqueal e cristais em idioblastos, em vista radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial, mostrando raios estreitos, com longas margens unisseriadas. F – Mesma seção, em maior aumento, com raios de 1-2 células de largura e séries de parênquima axial.



#### 4.1.8 *Eugenia mansoi* O. Berg (Figura 9)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas, no lenho tardio, ou alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $143 \pm 84,8$  ( $56 - 244$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $14 \pm 6,2$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários ou solitários e em escassos múltiplos radiais de 2 – 4 unidades; poligonais, muito pequenos ( $30 \pm 8,1$  ( $15 - 55$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,8 \pm 0,6$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $592 \pm 120,6$  ( $380 - 860$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,4 \pm 0,5$  ( $4,1 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda incluída, aparentemente não ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,7 \pm 0,52$  ( $3,1 - 4,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso e ocasional.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $19 \pm 5,2$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em faixas ou linhas descontínuas e estreitas (1-2 células de largura); no lenho inicial, todavia, podem formar-se faixas parenquimáticas contínuas e mais largas. Parênquima paratraqueal escasso, raro. Séries parenquimáticas de 8 (4 – 11) células e  $581 \pm 78$  ( $375 - 740$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, pouco até muito abundantes, em séries de até 12 unidades, presentes em câmaras geralmente distendidas.

Raios: muito numerosos ( $23 \pm 2,47$  ( $18 - 26$ ) raios/mm), com 1 – 2, raro 3 células de largura, ocupando  $20 \pm 3,7$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $365 \pm 159$  ( $120 - 800$ )  $\mu\text{m}$  e 5 – 24, mais comumente 7 – 13 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 3 – 8 (1 – 16) fileiras marginais de células quadradas e, principalmente, eretas. A parte multisseriada é geralmente muito mais curta do que as margens unisseriadas. Os raios unisseriados, de  $257 \pm 120,5$  ( $70 - 560$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 14, mais frequentemente 2 – 6 células de altura. Raios fusionados, frequentes.

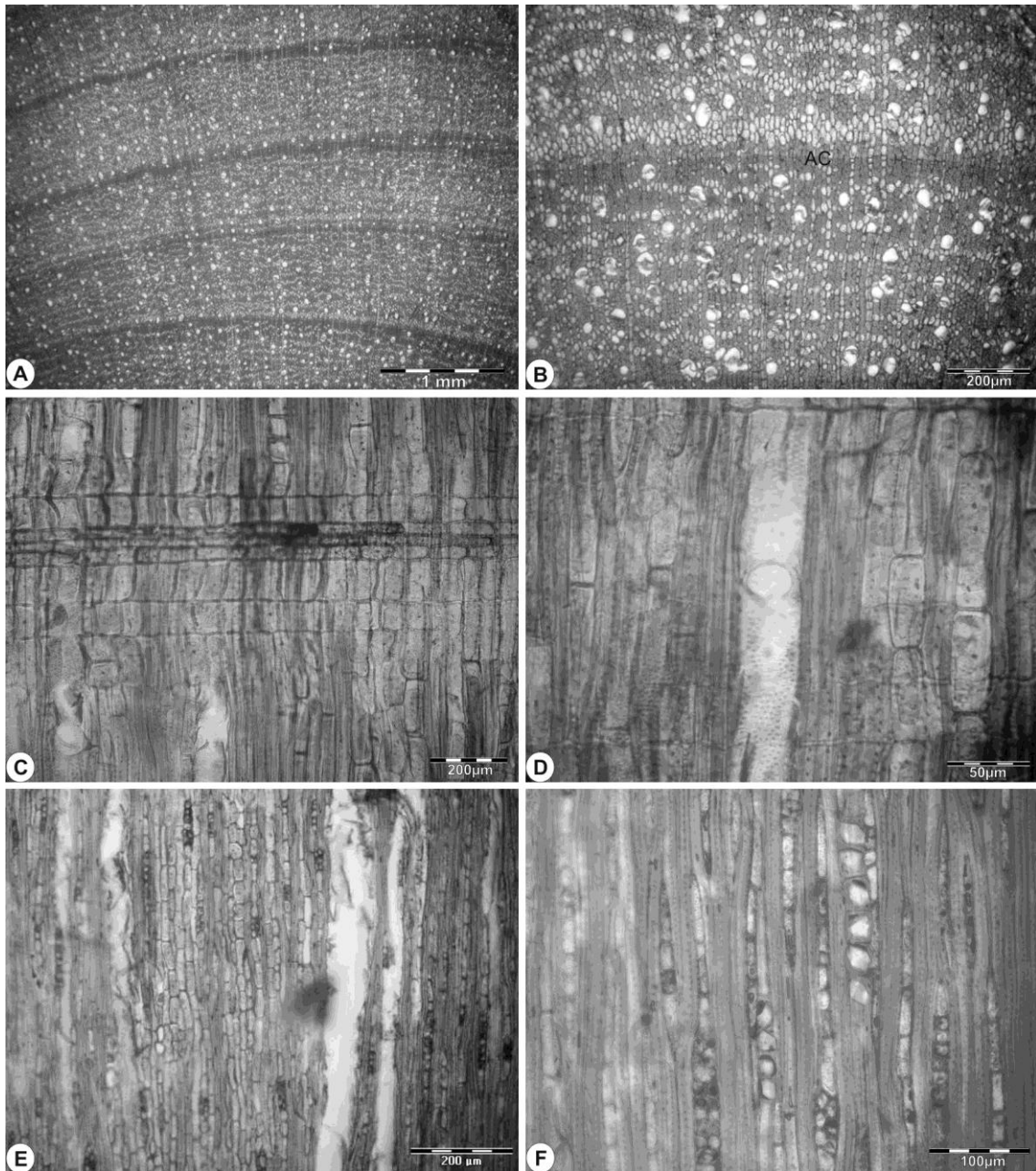


Figura 9 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia mansoi*. A – Anéis de crescimento com zonas fibrosas e porosidade difusa, em seção transversal. B – Mesma seção, em maior aumento, mostrando limite de anel de crescimento (AC), poros exclusivamente solitários e parênquima axial em linhas estreitas e descontínuas, mais largas no lenho inicial. C – Raio heterogêneo, com células procumbentes, no corpo multisseriado, e células principalmente eretas nas margens (seção longitudinal radial). D – Detalhe de vaso com placa de perfuração simples, em vista radial. E – Raios muito estreitos, com margens unisseriadas bem mais altas do que o corpo central, e parênquima axial seriado, em seção longitudinal tangencial. F – Mesmo plano anatômico, com destaque para raios uni e bisseriados, séries cristalíferas e fibrotraqueídeos.

Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $990 \pm 155,4$  ( $660 - 1270$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $14,9 \pm 2,7$  ( $10 - 22,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas, até muito espessas ( $5,1 \pm 1,1$  ( $3,1 - 7,5$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $47 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

#### 4.1.9 *Eugenia rostrifolia* D. Legrand (Figura 10)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pela presença de parênquima cristalífero ou alinhamento tangencial de poros no limite do anel de crescimento. Porosidade difusa.

Vasos: extremamente numerosos ( $134 \pm 14,4$  ( $112 - 150$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $25 \pm 6,1$  % do volume da madeira. Poros solitários e em múltiplos radiais de 2–3 (5), raro em agrupamentos (racemiformes) de 2 – 4 poros; circulares ou ovais, muito pequenos ( $42 \pm 11,6$  ( $17,5 - 65$ )  $\mu\text{m}$ ) e de paredes espessas ( $3,5 \pm 0,59$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ). Elementos vasculares de comprimento médio ( $514 \pm 104,8$  ( $270 - 740$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,2 \pm 0,22$  ( $4,1 - 4,6$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $2,9 \pm 0,36$  ( $2,1 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $11 \pm 1,7$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em faixas tangenciais irregulares, com 3–5 células de largura; raro paratraqueal escasso. Parênquima marginal ocasionalmente presente e via de regra cristalífero. Séries parenquimáticas de 4 – 8 (13) células, medindo  $547 \pm 110,2$  ( $320 - 720$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

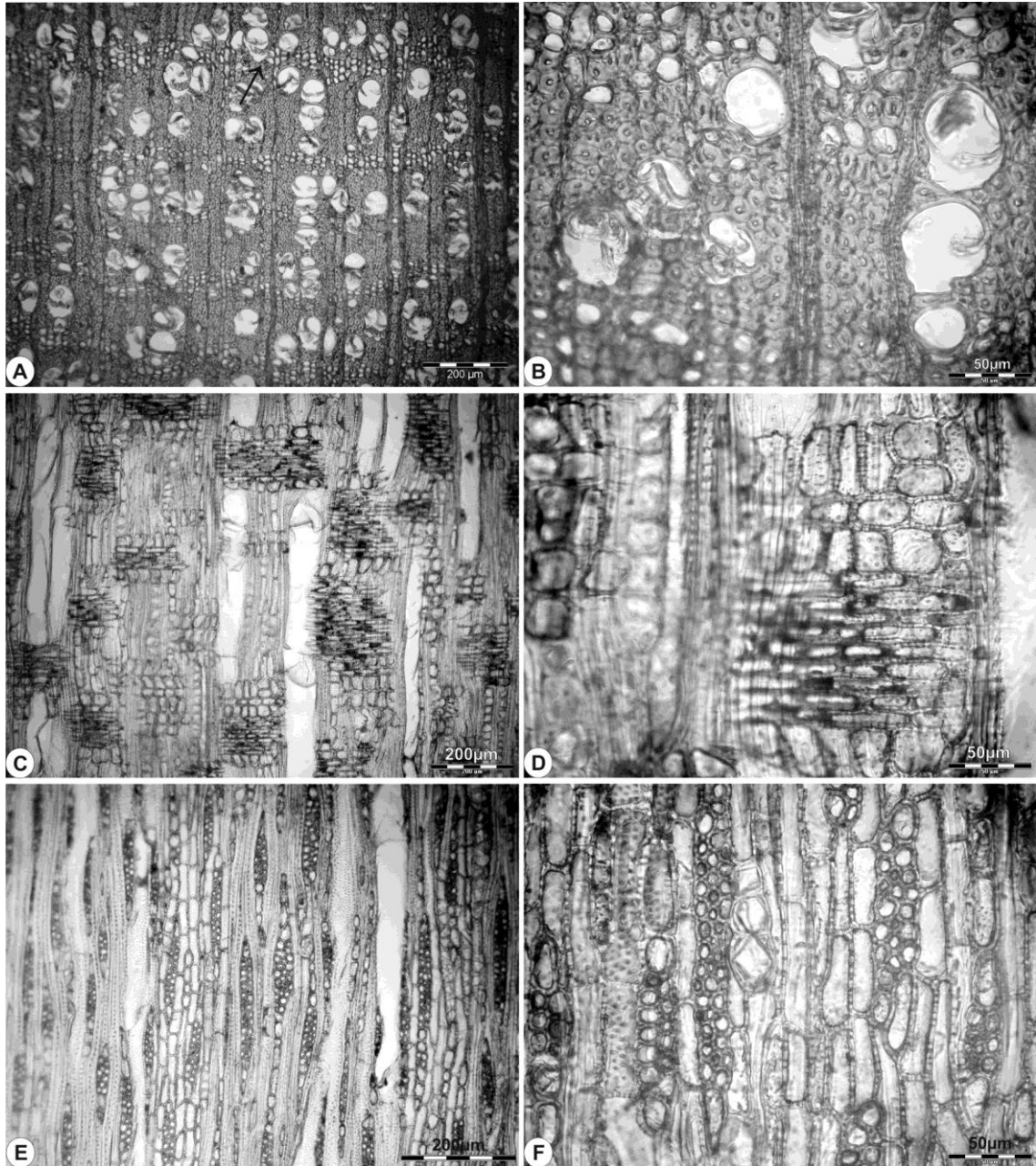


Figura 10 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia rostrifolia*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, poros solitários e em curtos múltiplos radiais e parênquima em faixas tangenciais irregulares (seta). B – Mesma seção, com maior aumento, destacando fibras de paredes muito espessas e parênquima difuso-em-agregados. C – Raios heterogêneos e vasos com placas de perfuração simples (seção longitudinal radial). D – Detalhe de raio com células procumbentes, no corpo central, e margens de células eretas, quadradas e, também, procumbentes, em vista radial. E – Raios com margens geralmente mais curtas do que o corpo central e longas séries de parênquima axial (seção longitudinal tangencial). F – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para raios de até 3 células de largura e cristais no parênquima axial.

Cristais prismáticos muito abundantes, compondo séries de até 24 unidades, em câmaras, por vezes distendidas.

Raios: muito numerosos ( $20 \pm 1,4$  ( $22 - 18$ ) raios/mm), com 1 – 3 (raro 4) células de largura, ocupando  $20 \pm 2,6$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $260 \pm 84,7$  ( $120 - 450$ )  $\mu\text{m}$  e 8 – 16 (21) células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 4 (6) fileiras marginais de células eretas, quadradas e, menos comumente, procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são predominantemente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $172 \pm 96,9$  ( $50 - 420$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 12, mais comumente 2 – 5 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, pouco abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $995 \pm 116,7$  ( $770 - 1290$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $18,6 \pm 2,6$  ( $13,7 - 25$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $6,3 \pm 1,1$  ( $4,3 - 8,1$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $44 \pm 4,7$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

#### 4.1.10 *Eugenia schuechiana* O. Berg (Figura 11)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: pouco numerosos a numerosos ( $20 \pm 5,2$  ( $12 - 25$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $12 \pm 1,6$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $51 \pm 11,1$  ( $17,5 - 70$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,6 \pm 0,71$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $690 \pm 124,3$  ( $410 - 890$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, ligeiramente oblíquas, e apêndices em uma ou, mais frequentemente, em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,5 \pm 0,43$  ( $5,1 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém

menores ( $3,1 \pm 0,34$  ( $2,6 - 3,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Conteúdo, escasso. Espessamentos espiralados, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $19 \pm 4,4$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, compondo, por vezes, curtos segmentos tangenciais ou, menos comumente, faixas contínuas com 1 – 3 (até 5) células de largura, especialmente no lenho tardio. Parênquima paratraqueal escasso, pouco frequente. Séries parenquimáticas de 8 (4 – 10) células e  $710 \pm 72$  ( $580 - 850$ )  $\mu\text{m}$  de altura). Cristais prismáticos grandes e muito abundantes, formando séries de até 14 unidades, em câmaras distendidas.

Raios: muito numerosos ( $18 \pm 1,5$  ( $15 - 20$ ) raios/mm), com 1 – 2 (raro 3) células de largura, ocupando  $15 \pm 2,9$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $465 \pm 182,9$  ( $260 - 1170$ )  $\mu\text{m}$  e 7 – 38, mais comumente 13 – 19 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 5 (1 – 10) fileiras marginais de células eretas, menos comumente quadradas e procumbentes mais altas do que as do corpo central. As margens unisseriadas são geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $258 \pm 98,4$  ( $100 - 500$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 7, mais comumente 2 – 6 células de altura. Raios fusionados, pouco frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1495 \pm 125,5$  ( $1210 - 1680$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $20 \pm 2,9$  ( $15 - 25$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $6 \pm 0,98$  ( $4,4 - 7,5$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $54 \pm 5,5$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

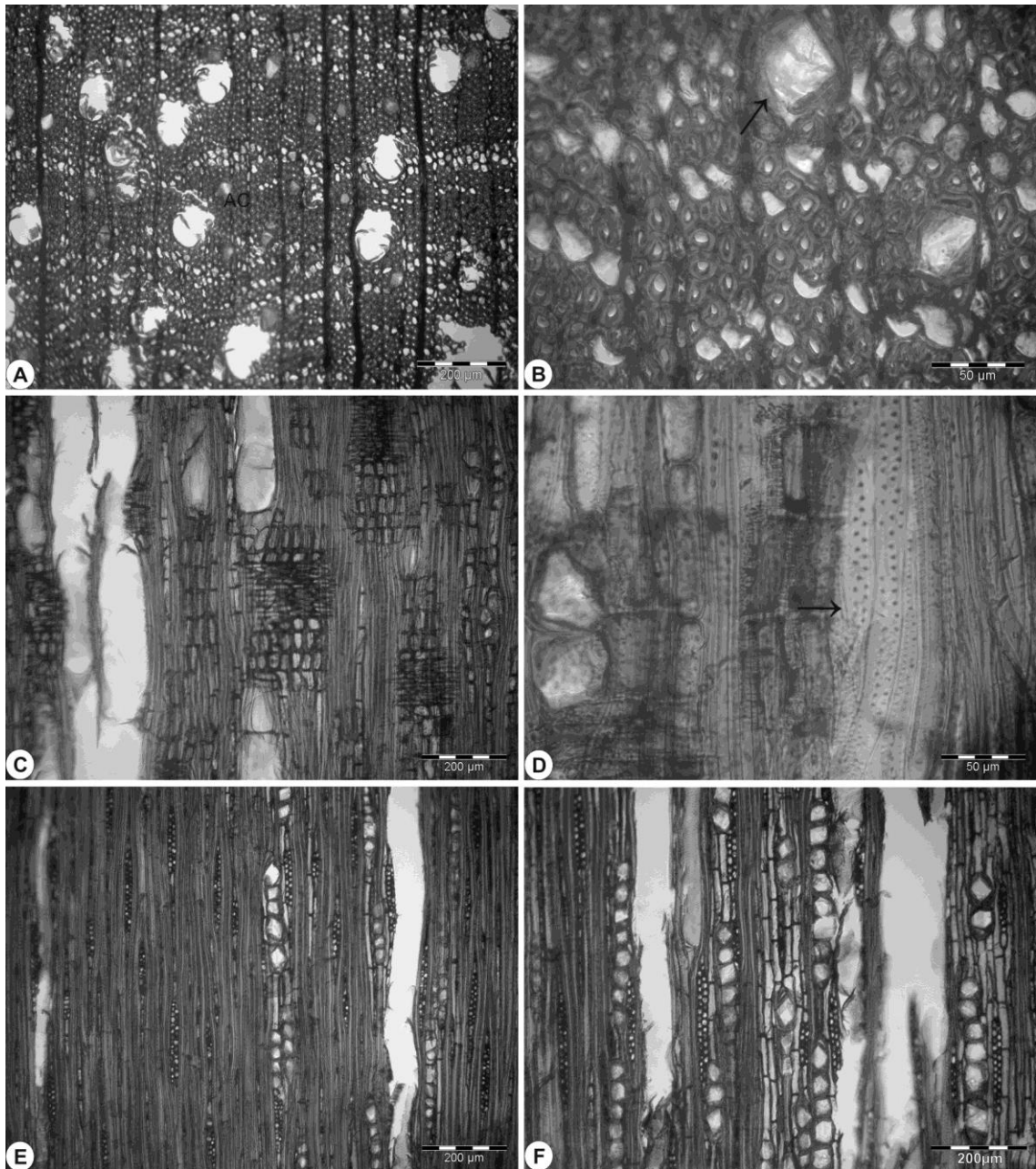


Figura 11 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia schuechiana*. A – Seção transversal, mostrando limite de anel de crescimento pouco distinto (AC), porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima apotraqueal difuso-em-agregados, tendendo a formar faixas estreitas. B - Mesma seção, em maior aumento, com destaque para fibras de paredes espessas e um grande cristal romboédrico (seta). C – Aspecto geral de raio heterogêneo, com células procumbentes, no corpo, e margens de células principalmente eretas, em seção longitudinal radial. D – Traqueídeos vasicêntricos (seta) e cristais, em vista radial. E – Raios estreitos, com margens relativamente longas, e vasos com placas de perfuração simples, oblíquas (seção longitudinal tangencial). F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, mostrando raios uni e bisseriados, séries de parênquima axial e abundantes cristais em idioblastos.

#### 4.1.11 *Eugenia uniflora* L. (Figura 12)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio, ou alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $86 \pm 20,1$  (56 – 119) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $17 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ovais ou circulares, muito pequenos ( $37 \pm 7,7$  (20 – 55)  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,8 \pm 0,7$  (2,5 – 5)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $486 \pm 80,4$  (300 – 690)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas, menos comumente transversais; apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,7 \pm 0,55$  (3,6 – 5,1)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa; ornamentações não visíveis. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,2 \pm 0,62$  (2,1 – 4,1)  $\mu\text{m}$ ) e geralmente restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso ou ausente.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $17 \pm 3,5$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em faixas tangenciais com 3–6 células de largura no lenho inicial, mais estreitas e descontínuas ou em curtos segmentos tangenciais no lenho tardio. Séries parenquimáticas de 4 – 8 (3 – 9) células e  $402 \pm 75,1$  (222,5 – 555)  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos abundantes, em séries de até 16 unidades, em câmaras ou células distendidas.

Raios: muito numerosos ( $20 \pm 2,4$  (14 – 23) raios/mm), com 1 – 2 (raro 3) células de largura, ocupando  $17 \pm 5,6$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $265 \pm 90,1$  (120 – 440)  $\mu\text{m}$  e 4 – 20, mais frequentemente 9 – 18 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 8 (1 – 10) fileiras marginais de células eretas, quadradas e, por vezes, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Corpo central, geralmente muito mais curto do que as margens unisseriadas. Os raios unisseriados, de  $162 \pm 79,9$  (40 – 330)  $\mu\text{m}$  e 1 – 13, mais comumente 3 – 9 células de altura. Raios fusionados, escassos a frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.



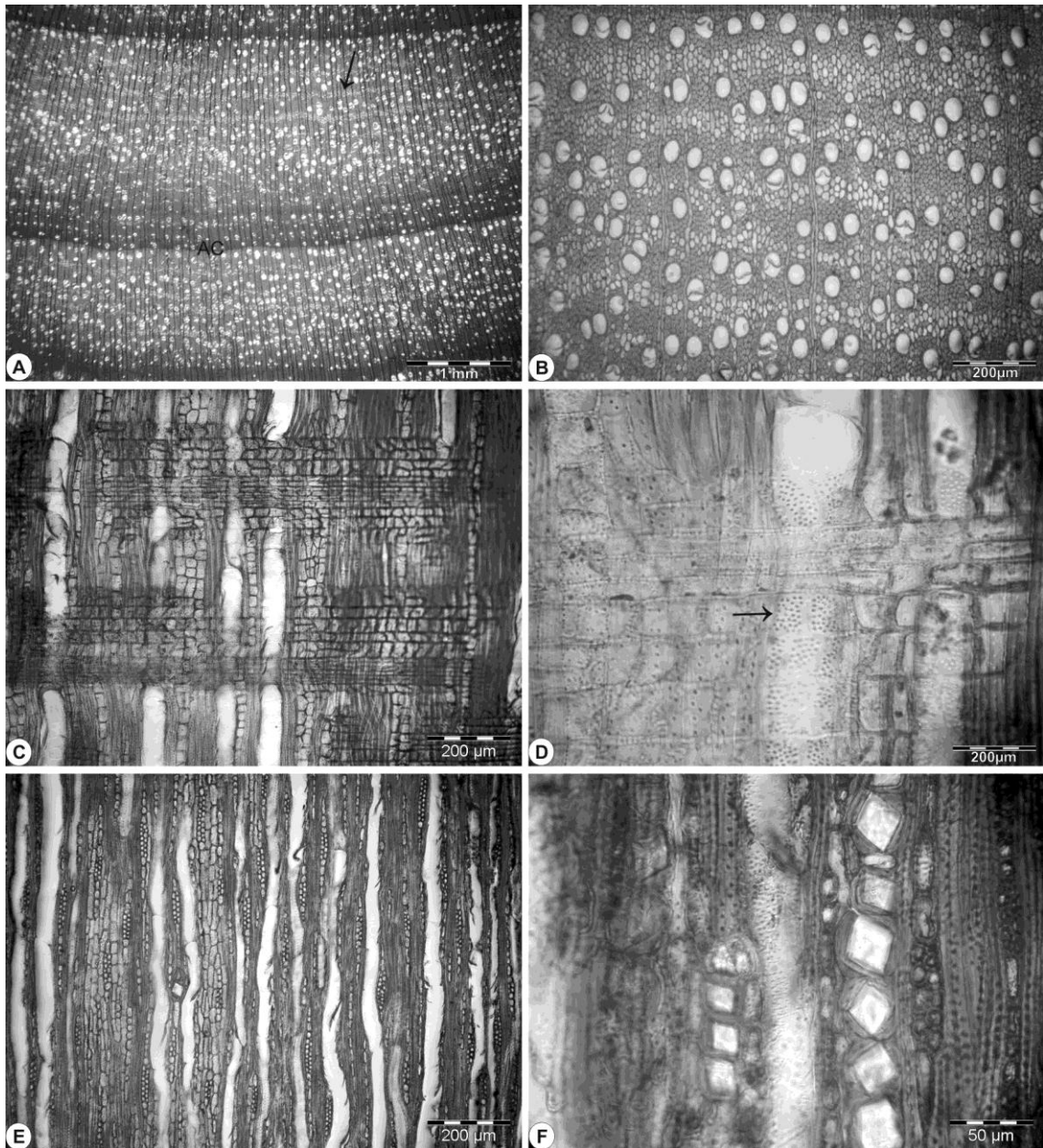


Figura 12 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia uniflora*. A – Seção transversal, mostrando anéis de crescimento distintos (AC), porosidade difusa e parênquima axial em faixas (seta). B – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para fibras de paredes muito espessas, poros exclusivamente solitários e faixas de parênquima axial. C – Aspecto geral de raios heterogêneos, com células procumbentes, no corpo, e margens de células quadradas, eretas e procumbentes, em seção longitudinal radial. D – Detalhe de raio heterogêneo, com pontuações raio-vasculares restritas às margens (seta), em vista radial. E – Raios uni e bisseriados, com margens bem mais longas do que o corpo central, vasos com placas de perfuração simples e séries de parênquima axial, em seção longitudinal tangencial. F – Mesma seção, em maior aumento, destacando séries cristalíferas no parênquima axial e fibras com pontuações areoladas.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, nas faces radiais e tangenciais da parede. Fibras curtas ( $888 \pm 121,2$  ( $670 - 1200$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $15,5 \pm 2$  ( $12,5 - 20$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $5,6 \pm 0,9$  ( $3,7 - 8,7$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $49 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

#### 4.1.12 *Eugenia uruguayensis* Cambess. (Figura 13)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos ( $50 \pm 7,6$  ( $44 - 62$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $15 \pm 3,5$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ovais ou circulares, muito pequenos ( $48 \pm 12$  ( $22,5 - 70$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $4,3 \pm 0,6$  ( $2,5 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $621 \pm 141,6$  ( $350 - 830$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,7 \pm 0,45$  ( $4,1 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa; ornamentações não visíveis. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,2 \pm 0,41$  ( $2,6 - 4,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $20 \pm 3,6$  % do volume da madeira; em arranjo paratraqueal escasso, apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, por vezes tendendo a formar curtas linhas tangenciais unisseriadas. Séries parenquimáticas de  $4 - 5$  ( $2 - 8$ ) células e  $538 \pm 111,3$  ( $300 - 750$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, grandes e pouco abundantes, em séries de  $2 - 4$  ( $7$ ) unidades, em câmaras distendidas.

Raios: muito numerosos ( $19 \pm 1,6$  ( $16 - 21$ ) raios/ $\text{mm}$ ), com  $1 - 3$  células de largura, ocupando  $19 \pm 4,1$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $363 \pm 144,5$  ( $150 - 750$ )  $\mu\text{m}$  e  $5 - 19$ , mais comumente  $8 - 12$  células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e  $1 - 5$  ( $6$ ) fileiras marginais de células quadradas e,

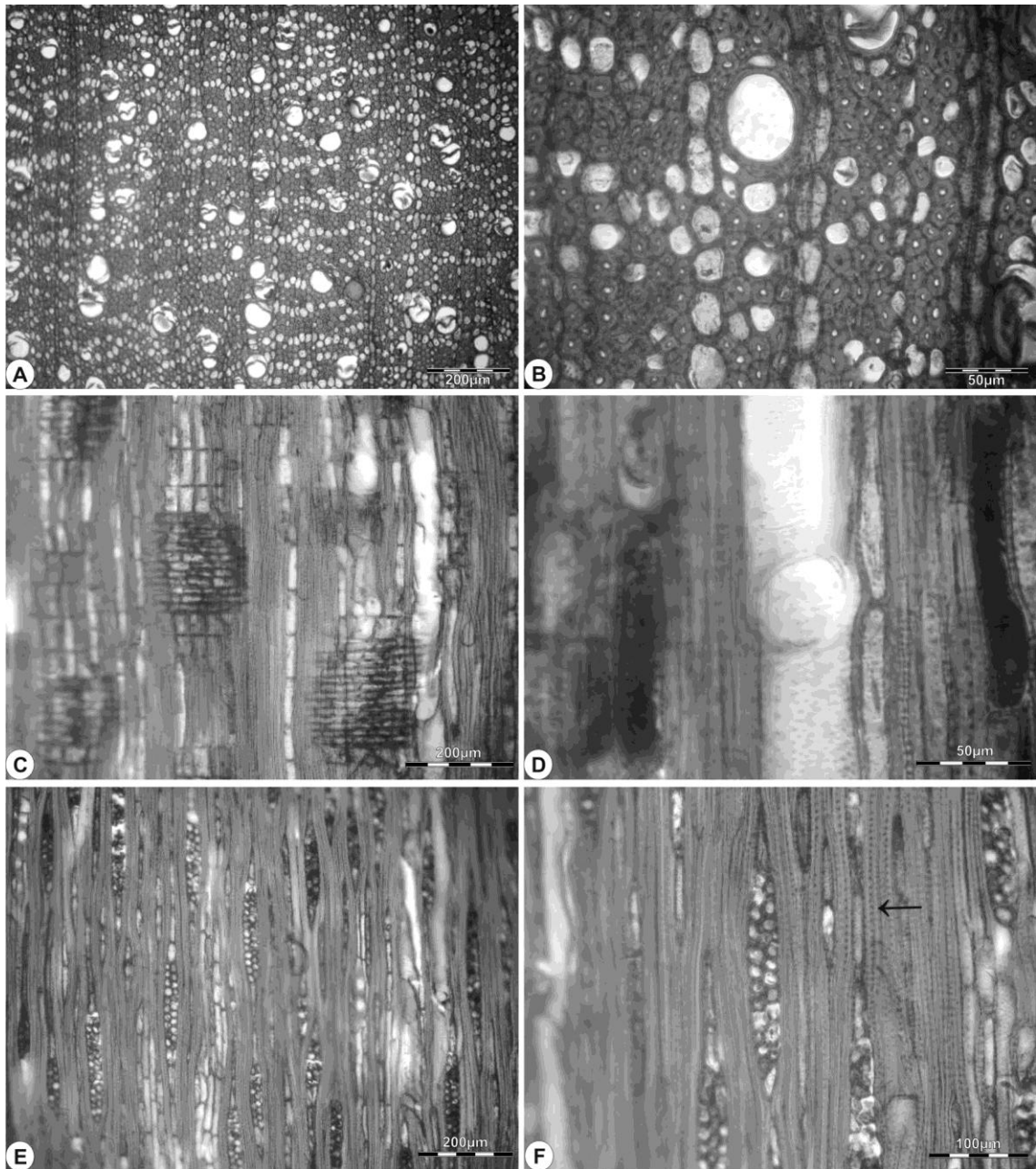


Figura 13 – Fotomicrografias da madeira de *Eugenia uruguayensis*. A – Porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima axial difuso-em-agregados (seção transversal). B – Detalhe da mesma seção, mostrando fibras de paredes muito espessas e parênquima paratraqueal escasso e apotraqueal difuso. C – Raios heterogêneos, com células procumbentes, no corpo central, e células eretas nas margens (seção longitudinal radial). D – Vaso com placa de perfuração simples, em vista radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial, com raios estreitos e séries de parênquima axial. F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, mostrando raios com 1-3 células de largura e fibras com pontoações areoladas (seta).

principalmente eretas, raro procumbentes maiores do que as do corpo central. Margens unisseriadas, predominantemente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $205 \pm 117,6$  (70 – 530)  $\mu\text{m}$  e 1 – 4 (6) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1236 \pm 168,3$  (870 – 1470)  $\mu\text{m}$ ), com  $16,9 \pm 1,9$  (15 – 20)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $5,2 \pm 0,86$  (3,7 – 6,9)  $\mu\text{m}$ ), representando  $46 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, presentes.

#### 4.1.13 *Gomidesia palustris* Kausel (Figura 14)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fibras radialmente estreitas, de paredes mais espessas e fortemente lignificadas no lenho tardio e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas e/ou alinhamento tangencial de poros no limite do anel de crescimento. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos a muito numerosos ( $44 \pm 14$  (25 – 62) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $16 \pm 3,2$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $58 \pm 12,3$  (26,2 – 87,5)  $\mu\text{m}$ ), de paredes muito espessas ( $6,3 \pm 1,4$  (5,0 – 10)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $681 \pm 139$  (360 – 870)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,4 \pm 0,5$  (4,6 – 6,1)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém um pouco menores ( $4,5 \pm 0,47$  (4,1 – 5,1)  $\mu\text{m}$ ) e quase sempre restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

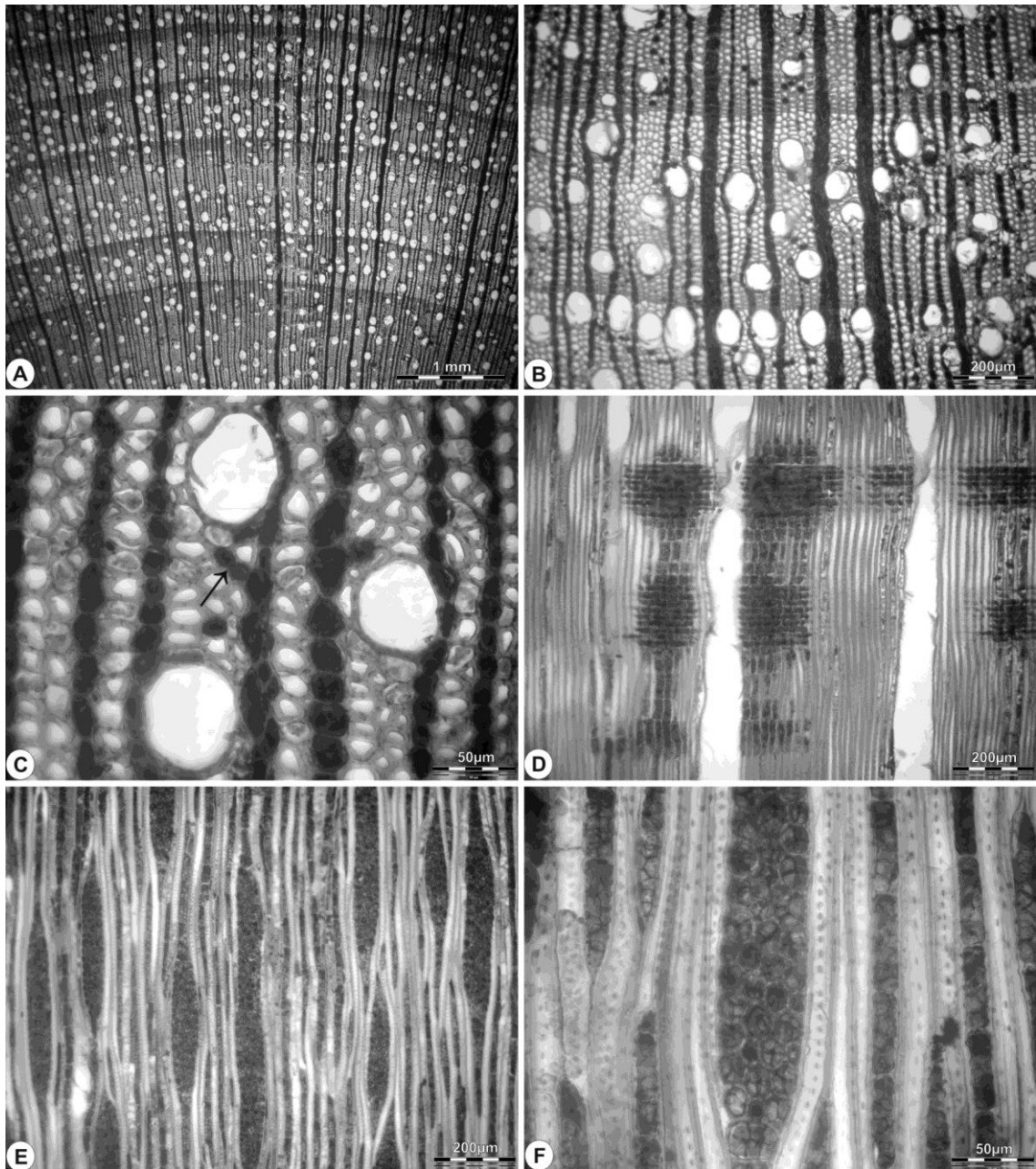


Figura 14 – Fotomicrografias da madeira de *Gomidesia palustris*. Porosidade difusa e anéis de crescimento distintos (seção transversal). B – Mesma seção, em maior aumento, mostrando poros exclusivamente solitários e limite de anel de crescimento com fibras de paredes mais espessas e alinhamento tangencial de poros. C – Detalhe da seção transversal, destacando fibras de paredes finas, parênquima paratraqueal escasso e apotraqueal difuso (seta). D – Vasos com placa de perfuração simples, oblíquas, e raios heterogêneos, com abundante conteúdo e margens de células quadradas e, principalmente, eretas (seção longitudinal radial). E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial, mostrando raios de dois tamanhos distintos, com até 5 células de largura e mais de 1 mm de altura, e parênquima axial seriado. F – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para fibras com pontoaçoões areoladas.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $14 \pm 3,4$  % do volume da madeira; em arranjo paratraqueal escasso, apotraqueal difuso e, menos comumente, difuso-em-agregados. Séries parenquimáticas de 4 – 6 (3 – 8) células e  $556 \pm 114,5$  (320 – 745)  $\mu\text{m}$  de altura. Conteúdo, muito abundante.

Raios: muito numerosos ( $18 \pm 1,1$  (16 – 19) raios/mm), com 1 – 5, raro 6, células de largura e em dois tamanhos distintos, devido à escassez dos bi e trisseriados, ocupando  $28 \pm 5,9$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $1097 \pm 414$  (370 – 1970)  $\mu\text{m}$  e 11 – 60, mais comumente 25 – 50 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 6 – 10 (2 – 16) fileiras marginais de células quadradas e, principalmente, eretas, raro procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais curtas do que o corpo central. Os unisseriados, com  $522 \pm 246,4$  (170 – 1150)  $\mu\text{m}$  e 2 – 20, mais comumente 6 – 10 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, muito abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, mais visíveis nas faces tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1246 \pm 162$  (910 – 1590)  $\mu\text{m}$ ), com  $23,2 \pm 2,7$  (17,5 – 28,7)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,4 \pm 0,6$  (3,1 – 5,6)  $\mu\text{m}$ ), mas com lumens bem abertos, cujo diâmetro supera, nitidamente, a espessura da parede, representando  $42 \pm 8,5$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.14 *Hexachlamys edulis* (O. Berg) Kausel & D. Legrand (Figura 15)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos ( $52 \pm 7,1$  (44 – 62) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $17 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $52 \pm 8,6$  (27,5 – 70)  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,9 \pm 0,8$  (2,5 – 5,0)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $526 \pm 112,8$  (300 – 740)  $\mu\text{m}$ ),

com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices quase sempre em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,4 \pm 0,49$  ( $4,6 - 6,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,0 \pm 0,22$  ( $2,5 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e geralmente restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdos, escassos.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $19 \pm 3$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e em faixas tangenciais irregulares, com 2 – 6 células de largura, principalmente no lenho inicial; raro paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de 4 – 8 (14) células e  $550 \pm 119,3$  ( $342,5 - 750$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, muito abundantes, compondo séries de até 26 unidades, em câmaras não distendidas.

Raios: muito numerosos ( $19 \pm 1,6$  ( $17 - 21$ ) raios/mm), com 1 – 2 células de largura, ocupando  $13 \pm 3,2$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $261 \pm 61,4$  ( $160 - 410$ )  $\mu\text{m}$  e 5 – 15, mais comumente 8 – 14 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 4 (9) fileiras marginais de células quadradas, eretas e, menos frequentemente, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $167 \pm 87,2$  ( $60 - 350$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 6 (8) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas geralmente cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1154 \pm 143$  ( $880 - 1440$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $17,9 \pm 2,1$  ( $15 - 22,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,9 \pm 0,9$  ( $3,1 - 6,8$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $51 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

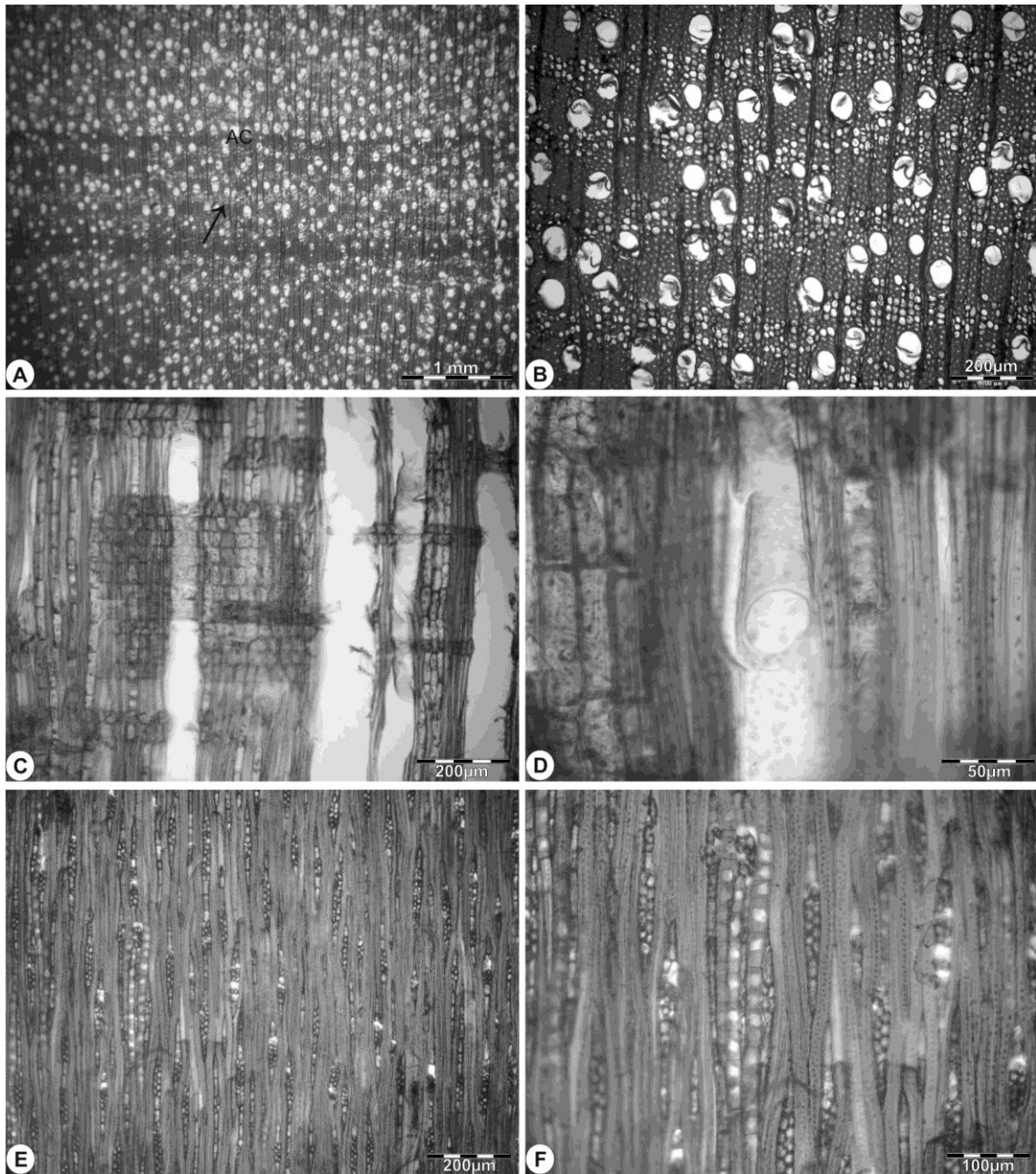


Figura 15 – Fotomicrografias da madeira de *Hexachlamys edulis*. A – Seção transversal, mostrando anéis de crescimento pouco distintos (AC), porosidade difusa e parênquima axial em faixas tangenciais (seta). B – Detalhe da seção anterior, com destaque para faixas parênquimáticas com mais de 3 células de largura, fibras de paredes espessas e poros exclusivamente solitários. C – Raio heterogêneo, com células procumbentes (corpo central), quadradas e eretas (seção longitudinal radial). D – Vaso com placa de perfuração simples, em vista radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesma seção, em maior aumento, mostrando raios estreitos (uni e bisseriados), com margens geralmente maiores do que o corpo central, fibrotraqueídeos e séries cristalíferas em câmaras não distendidas no parênquima axial.



#### 4.1.15 *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand (Figura 16)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio, bem como pelo alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: extremamente numerosos ( $254 \pm 26$  ( $225 - 312$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $25 \pm 6,9$  % do volume da madeira. Poros solitários e em frequente contato lateral, ocasionalmente em múltiplos radiais de 3-4 células; poligonais, muito pequenos ( $29 \pm 5,8$  ( $15 - 40$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,2 \pm 0,6$  ( $1,2 - 3,7$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $541 \pm 116,7$  ( $370 - 850$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração oblíquas, simples e múltiplas (reticuladas, escalariformes com <10 barras, raro foraminadas), as últimas variando de muito frequentes a muito escassas; apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas a opostas, circulares, ovais até horizontalmente estendidas ( $9,6 \pm 2,6$  ( $5,1 - 14,4$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares aparentemente simples, grandes ( $13,3 \pm 5,7$  ( $5 - 22,5$ )  $\mu\text{m}$ ) e horizontalmente estendidas (escalariformes), até circulares ou ovais quando menores, restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, pouco conspícuos e visíveis principalmente nas extremidades dos vasos. Conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $14 \pm 3,2$  % do volume da madeira; paratraqueal escasso, apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados. Séries parenquimáticas de 4 – 6 ( $3 - 8$ ) células e  $432 \pm 83,6$  ( $252 - 600$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: ocupando  $25 \pm 4,9$  % do volume da madeira, muito numerosos ( $29 \pm 2,2$  ( $25 - 33$ ) raios/mm), com 1 – 3, raro 4, células de largura, tendendo a organizar-se em dois tamanhos distintos. Raios multisseriados de  $507 \pm 225$  ( $190 - 1400$ )  $\mu\text{m}$  e 7 – 36, mais comumente 12 – 24 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 4 – 9 ( $2 - 26$ ) fileiras marginais de células eretas, quadradas e, por vezes, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $302 \pm 222,3$  ( $50 - 1180$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 28, mais frequentemente 2–9 células de altura.

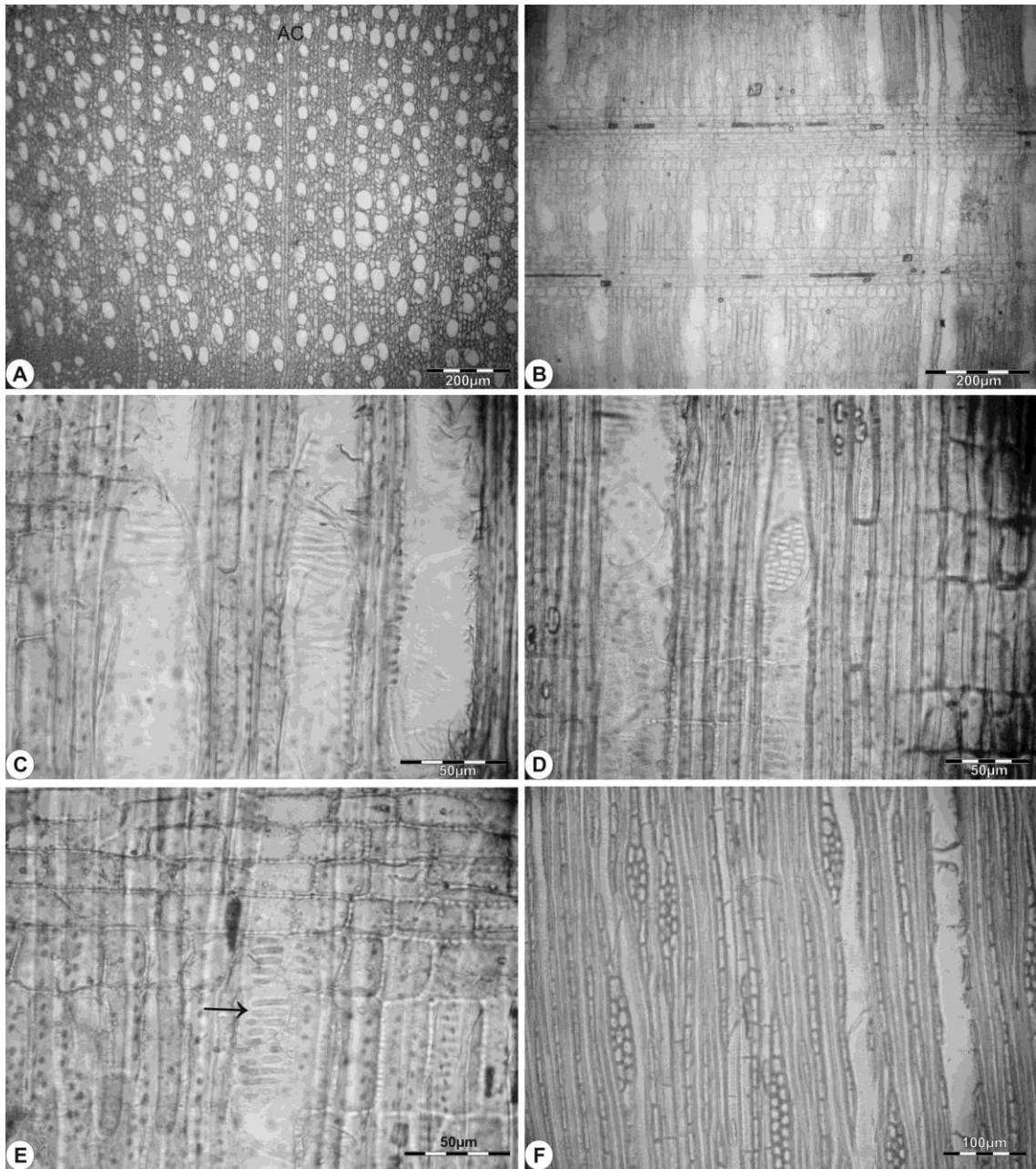


Figura 16 – Fotomicrografias da madeira de *Myrceugenia euosma*. A – Porosidade difusa, limite de anel de crescimento pouco distinto (AC), poros solitários e geminados, e parênquima apotraqueal difuso-em-agregados (seção transversal). B – Raio heterogêneo, com escasso conteúdo em células procumbentes do corpo, em seção longitudinal radial. C, D – Detalhe de vasos com placas de perfuração simples e múltiplas (escalariformes e reticuladas), em vista radial. E – Mesma seção, com destaque para pontoações raios-vasculares simples e horizontalmente estendidas (seta), restritas às células marginais. F – Seção longitudinal tangencial, mostrando raios de 1-3 células de largura, com longas margens unisseriadas, e séries de parênquima axial (centro).

Raios fusionados, escassos a frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $936 \pm 138,2$  ( $610 - 1240$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $16,7 \pm 2$  ( $12,5 - 21,2$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,4 \pm 0,76$  ( $2,5 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $36 \pm 6,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.16 *Myrceugenia miersiana* (Gardner) D. Legrand & Kausel (Figura 17)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pelo alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: extremamente numerosos ( $201 \pm 26$  ( $175 - 237$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $23 \pm 5,1$  % do volume da madeira. Poros solitários e em frequente contato lateral quando muito abundantes; poligonais, muito pequenos ( $35 \pm 7,4$  ( $20 - 45$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,1 \pm 0,31$  ( $1,9 - 2,5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $648 \pm 91,8$  ( $460 - 880$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração geralmente oblíquas, simples, menos comumente múltiplas (reticuladas, escalariformes com <10 barras, ou mistas); apêndices em uma ou, mais comumente, em ambas as extremidades. Espessamentos espiralados largos, embora tênues, presentes. Pontoações intervasculares alternas e opostas, circulares, ovais, até horizontalmente estendidas ( $12,1 \pm 2,4$  ( $8,7 - 15$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com bordas reduzidas a aparentemente simples, grandes ( $14,5 \pm 6,2$  ( $6,2 - 25$ )  $\mu\text{m}$ ) e horizontalmente estendidas (escalariformes), até circulares ou ovais quando menores, e restritas às margens de raios. Conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $26 \pm 4,5$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-

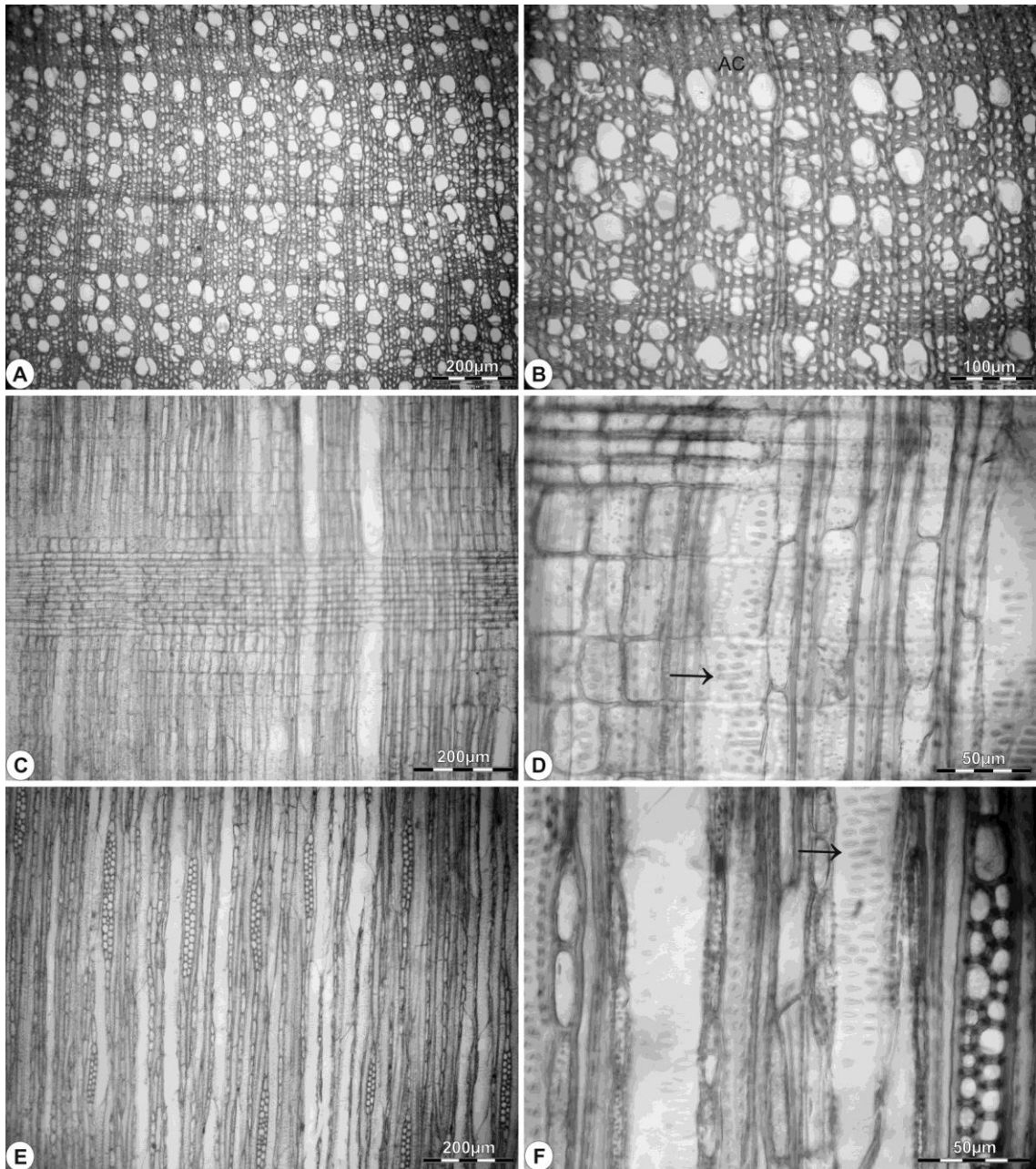


Figura 17 – Fotomicrografias da madeira de *Myrceugenia miersiana*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, anéis de crescimento distintos e poros solitários ou em frequente contato lateral. B – Mesma seção, em maior aumento, destacando poros de seção poligonal, parênquima difuso-em-agregados e fibras de paredes finas a espessas, achatadas no limite do anel de crescimento (AC). C – Raio heterogêneo, em seção longitudinal radial. D – No detalhe, pontoações raio-vasculares simples e horizontalmente estendidas (seta), restritas às margens (seção longitudinal radial). E – Raios com 1-3 células de largura e longas margens unisseriadas (seção longitudinal tangencial). F – Detalhe de vaso, em vista tangencial, com pontoações intervasculares alternas a opostas, de forma oval até horizontais (seta).

agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de 4 – 8 células, medindo  $592 \pm 93,2$  (370 – 740)  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: muito numerosos ( $24 \pm 1,8$  (21 – 26) raios/mm), com 1 – 3 células de largura, ocupando  $19 \pm 2,5$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $646 \pm 278,8$  (260 – 1300)  $\mu\text{m}$  e 10 – 27 (33) células de altura; heterogêneos, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 10 (13) fileiras marginais de células eretas e, menos comumente, quadradas e/ou procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $493 \pm 341$  (100 – 1420)  $\mu\text{m}$  e 1 – 26, mais frequentemente 4 – 8 células de altura. Raios fusionados, pouco frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envoltentes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1163 \pm 98,7$  (980 – 1400)  $\mu\text{m}$ ), com  $17,4 \pm 2,5$  (12,5 – 22,5)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $5,2 \pm 1,1$  (3,7 – 8,1)  $\mu\text{m}$ ), representando  $32 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes.

#### 4.1.17 *Myrcia bombycina* (O. Berg) Nied. (Figura 18)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas, de paredes mais espessas e lignificadas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos ( $34 \pm 5,6$  (25 – 37) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $15 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, pequenos ( $58 \pm 13,8$  (31,2 – 88,7)  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3 \pm 0,7$  (1,9 – 5)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $461 \pm 80,5$  (300 – 630)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas, por vezes, transversais, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $7,5 \pm 0,98$  (6,2 – 9,3)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas

distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,7 \pm 0,53$  ( $3,1 - 4,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $26 \pm 2,3$  % do volume da madeira; em arranjo paratraqueal escasso, apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, por vezes formando pequenos aglomerados. Séries parenquimáticas de 4 ( $2 - 5$ ) células e  $432 \pm 69,1$  ( $257,5 - 517,5$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Conteúdos, abundantes.

Raios: muito numerosos ( $23 \pm 2,6$  ( $23 - 29$ ) raios/mm), com 1 – 3 (raro 4) células de largura, ocupando  $20 \pm 3,4$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $320 \pm 89,3$  ( $200 - 510$ )  $\mu\text{m}$  e 9 – 15 (21) células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 5 (1 – 8) fileiras marginais de células quadradas e, principalmente, eretas, raro procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas de tamanho variável em relação ao corpo central. Os raios unisseriados, predominantes, com  $223 \pm 104,3$  ( $60 - 500$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 7 (12) células de altura. Raios fusionados, escassos. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. Fibras curtas ( $893 \pm 115,2$  ( $730 - 1110$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $15,6 \pm 1,8$  ( $12,5 - 20$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $3,4 \pm 0,7$  ( $2,5 - 4,4$ )  $\mu\text{m}$ ), mas com lumens amplos, de diâmetro nitidamente maior do que a espessura da parede, representando  $39 \pm 4,9$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes. Máculas medulares, presentes.

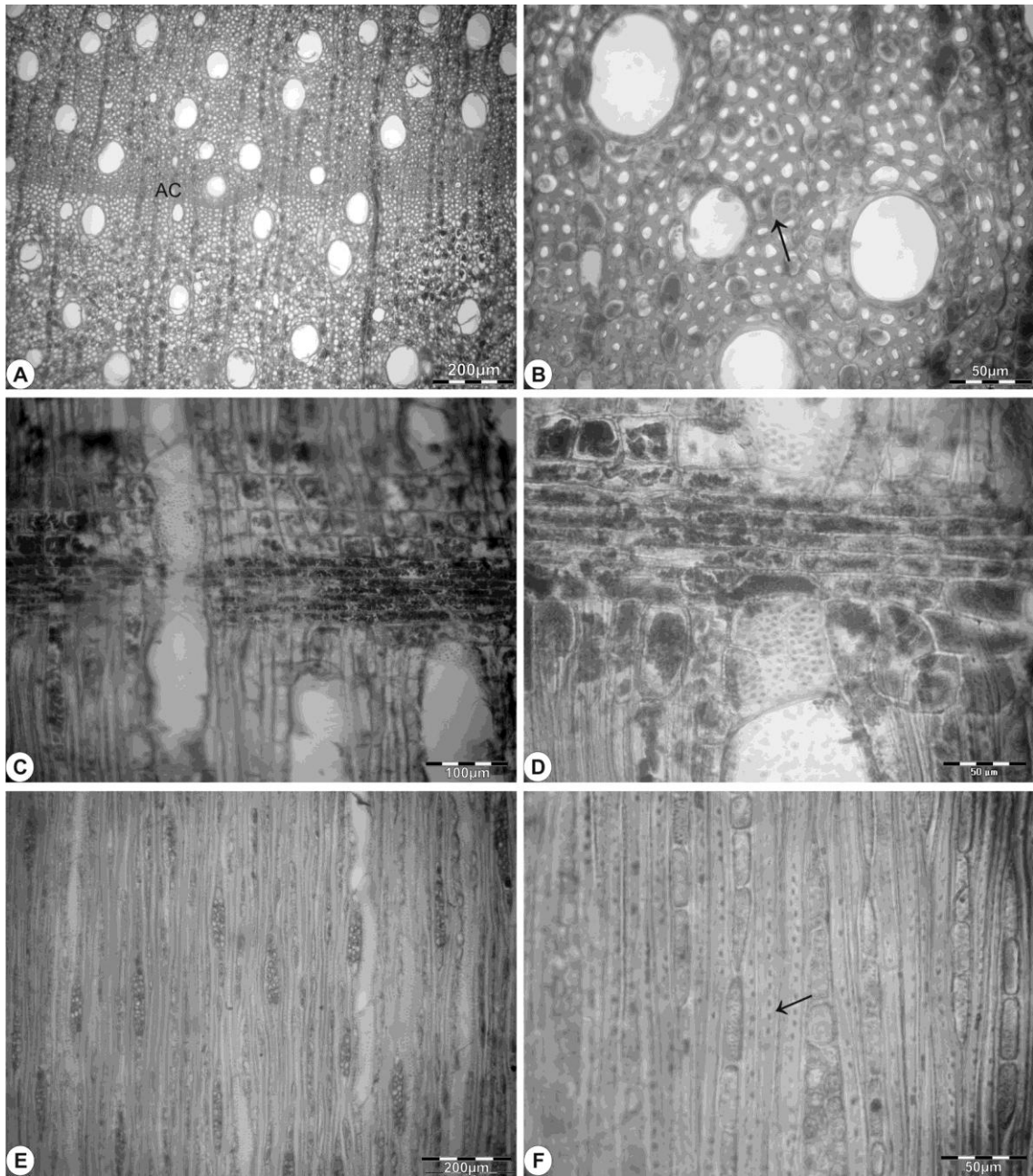


Figura 18 – Fotomicrografias da madeira de *Myrcia bombycina*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, limite de anel de crescimento distinto (AC) e poros exclusivamente solitários. B – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para fibras de paredes finas, poros circulares, parênquima apotraqueal difuso (seta) e paratraqueal escasso. C – Raio heterogêneo, composto por células procumbentes (corpo central), quadradas e eretas, e vasos com placas de perfuração simples, oblíquas (seção longitudinal radial). D – Detalhe de raio com abundante conteúdo e pontoações raio-vasculares restritas às margens, em seção longitudinal radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesmo plano anatômico da foto anterior, com destaque para raios de 1-3 células de largura e fibras com pontoações areoladas (seta).

#### 4.1.18 *Myrcia selloi* (Spreng.) N. Silveira (Figura 19)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: pouco a muito numerosos ( $25 \pm 11,8$  ( $12 - 50$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $7 \pm 2,5$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, circulares ou ovais, muito pequenos ( $46 \pm 11,7$  ( $17,5 - 70$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,6 \pm 0,79$  ( $2,5 - 5,0$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $606 \pm 114,1$  ( $430 - 850$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,7 \pm 0,73$  ( $5,1 - 7,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada, pelo menos em parte dos vasos. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,2 \pm 0,40$  ( $2,6 - 4,1$ )  $\mu\text{m}$ ), e mais frequentes ou restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, ocasionalmente presente.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $13 \pm 4,5$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e difuso-em-agregados; faixas tangenciais, ocasionalmente presentes em anéis de crescimento mais estreitos. Parênquima paratraqueal escasso, pouco frequente. Séries parenquimáticas de  $4 - 6$  ( $2 - 8$ ) células e  $680 \pm 151,9$  ( $400 - 980$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos abundantes, em séries de até 32 unidades, em câmaras não distendidas de parênquima axial.

Raios: muito numerosos ( $21 \pm 1,4$  ( $18 - 23$ ) raios/mm), com  $1 - 2$ , raro  $3$ , células de largura, ocupando  $20 \pm 3,2$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $428 \pm 189$  ( $160 - 1000$ )  $\mu\text{m}$  e  $5 - 22$ , mais comumente  $9 - 14$  células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e  $1 - 6$  ( $10$ ) fileiras marginais de células exclusiva ou quase exclusivamente eretas. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $295 \pm 214,4$  ( $80 - 1110$ )  $\mu\text{m}$  e  $1 - 6$  ( $17$ ) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envoltentes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso até abundante.



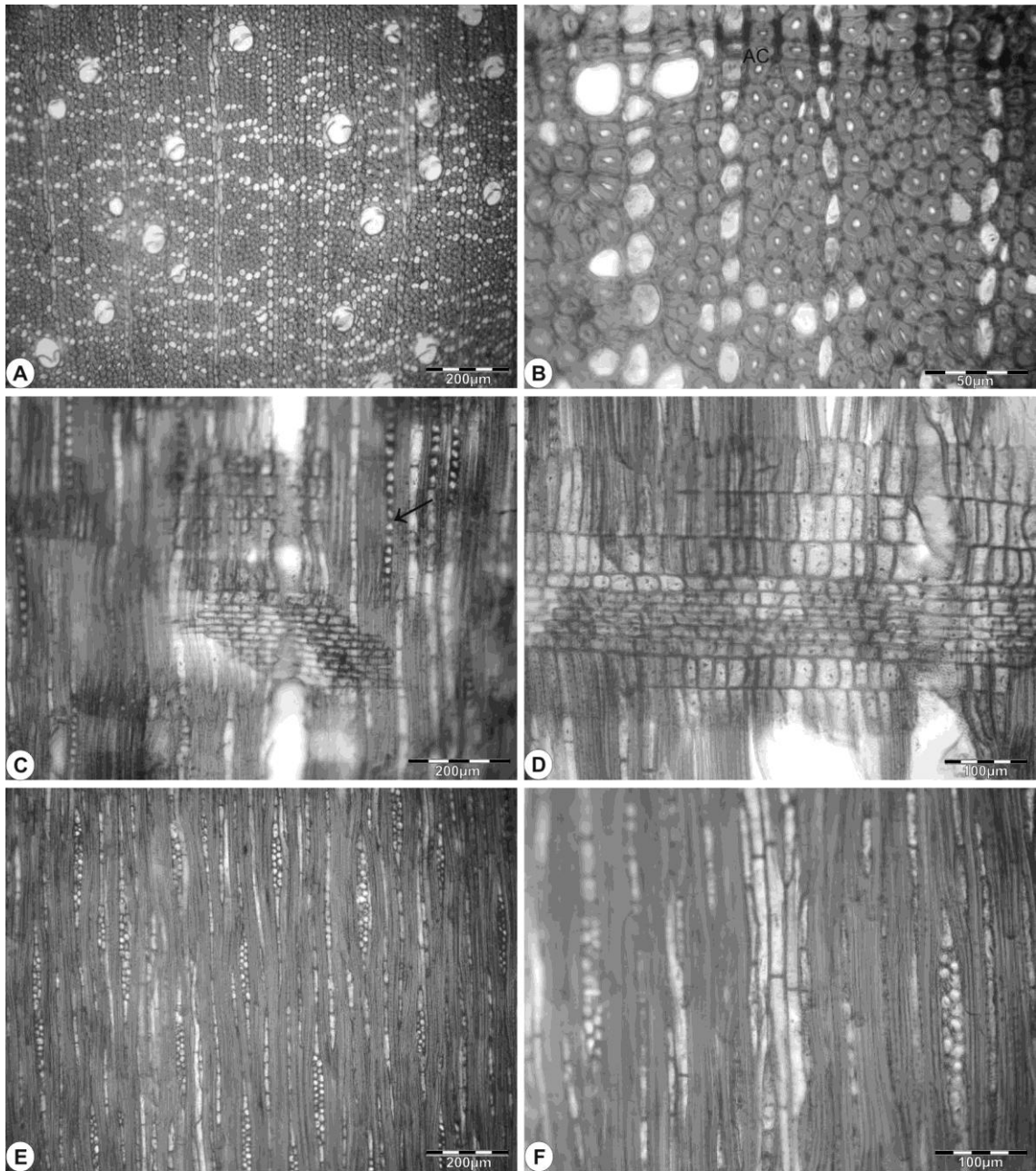


Figura 19 – Fotomicrografias da madeira de *Myrcia selloi*. A – Porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados (seção transversal). B – Mesma seção, em maior aumento, mostrando fibras de paredes muito espessas, achatadas no limite do anel de crescimento (AC). C – Aspecto geral da seção longitudinal radial, com destaque para séries cristalíferas em câmaras não distendidas no parênquima axial (seta). D – Raio heterogêneo, com células procumbentes, no corpo central, e eretas nas margens, em vista radial. E – Raios estreitos, com margens unisseriadas relativamente longas (seção longitudinal tangencial). F – Mesmo plano anatômico, com maior aumento, mostrando raios de 1-2 células de largura e séries de parênquima axial.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1364 \pm 175,1$  ( $990 - 1700$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $15,2 \pm 2,4$  ( $11,2 - 22,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $4,7 \pm 0,8$  ( $1,2 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $60 \pm 6,7$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traquéídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, máculas medulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes.

#### 4.1.19 *Myrcianthes cisplatensis* (Camb.) O. Berg (Figura 20)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pelo alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $178 \pm 55,4$  ( $112 - 312$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $13 \pm 4,9$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $25 \pm 5$  ( $15 - 37,5$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,4 \pm 0,26$  ( $1,2 - 2,5$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $441 \pm 67,9$  ( $260 - 560$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas ou verticais, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,2 \pm 0,42$  ( $4,1 - 6,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $2,9 \pm 0,32$  ( $2,1 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, presentes, mas geralmente pouco visíveis. Conteúdo, escasso ou ausente.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $18 \pm 5,4$  % do volume da madeira; em arranjo paratraqueal escasso, apotraqueal difuso e difuso-agregados. Faixas tangenciais largas (3 – 6 células), ocasionais no lenho inicial. Séries parenquimáticas geralmente de 4 – 7 (8) células e  $439 \pm 78,9$  ( $270 - 780$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: muito numerosos ( $20 \pm 1,9$  ( $16 - 24$ ) raios/ $\text{mm}$ ), com 1 – 3 células de largura, ocupando  $20 \pm 4,9$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $254 \pm 84,5$  ( $100 - 470$ )  $\mu\text{m}$  e 5 – 20, mais comumente 8 – 15 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 7 (1 – 9) fileiras marginais de células quadradas,

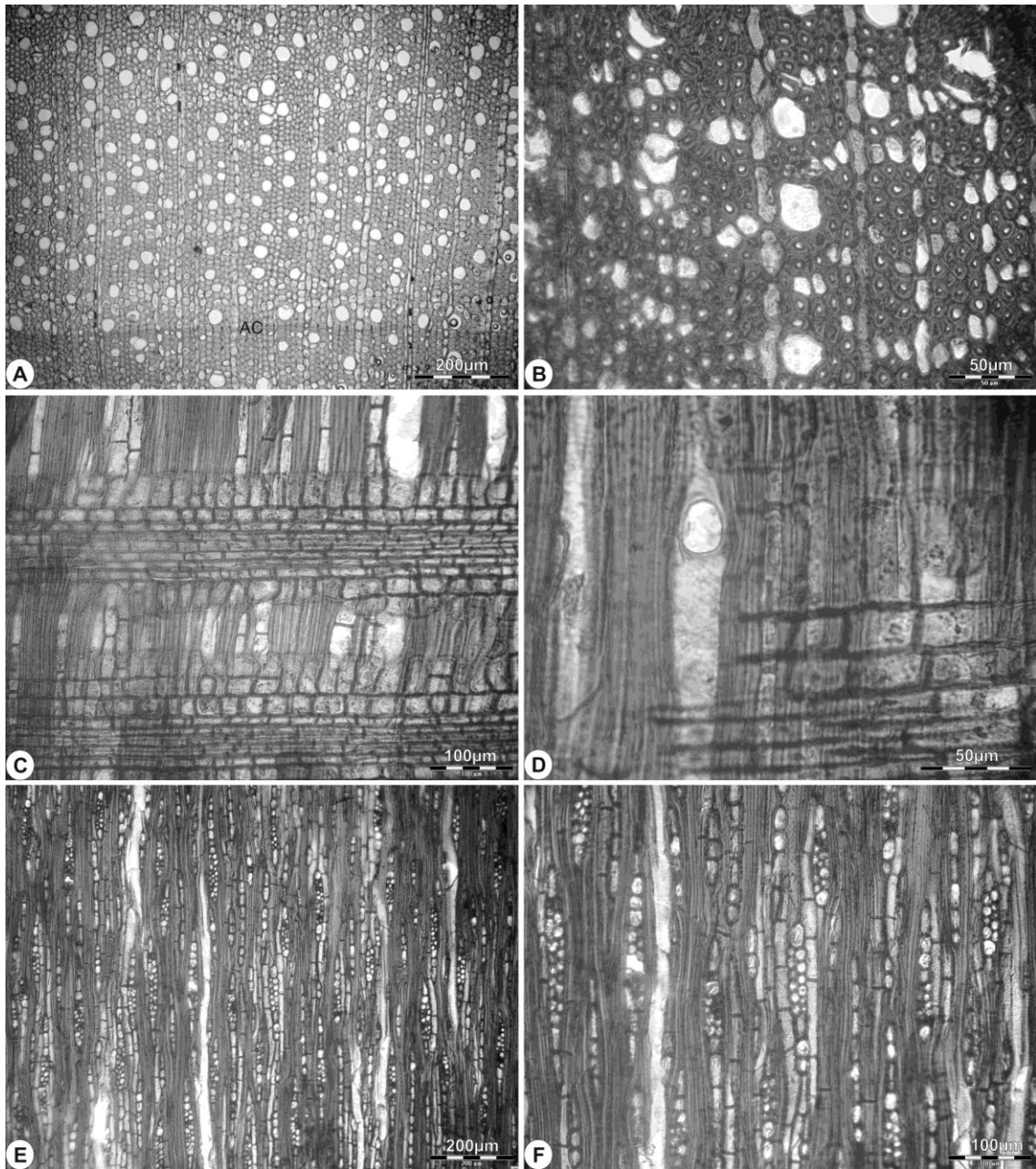


Figura 20 – Fotomicrografias da madeira de *Myrcianthes cisplatensis*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e limite de anel de crescimento distinto (AC). B – Mesma seção, com destaque para fibras de paredes muito espessas e parênquima difuso e difuso-em-agregados. C – Raio heterogêneo, com uma mistura de células eretas, quadradas e, também, procumbentes nas margens (seção longitudinal radial). D – Detalhe de vaso com placa de perfuração simples e espessamentos espiralados tênues, em vista radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesmo plano anatômico da foto anterior, em maior aumento, salientando raios estreitos, com até 3 células de largura, e séries de parênquima axial.

eretas e, menos frequentemente, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, predominantemente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $142 \pm 68,2$  (30 – 330)  $\mu\text{m}$  e 1 – 11, mais comumente 2 – 5 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso a muito abundante.

Fibras: com pontoações areoladas, por vezes muito conspícuas, e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. Fibras curtas ( $899 \pm 77,2$  (710 – 1110)  $\mu\text{m}$ ), com  $16,1 \pm 1,9$  (12,5 – 20)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas, até muito espessas ( $4,6 \pm 0,7$  (3,1 – 6,2)  $\mu\text{m}$ ), representando  $49 \pm 8,1$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes. Máculas medulares com canais intercelulares associados, ocasionais.

#### 4.1.20 *Myrcianthes gigantea* (D. Legrand) D. Legrand (Figura 21)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: extremamente numerosos ( $125 \pm 14,7$  (106 – 137) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $13 \pm 3,5$ % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $28 \pm 5,2$  (20 – 37,5)  $\mu\text{m}$ ) e de paredes finas ( $2,3 \pm 0,33$  (2,1 – 3,1)  $\mu\text{m}$ ). Elementos vasculares de comprimento médio ( $496 \pm 109,8$  (330 – 760)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,4 \pm 0,36$  (5,1 – 6,2)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,1 \pm 0,29$  (2,6 – 3,6)  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados tênues, presentes. Conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $15 \pm 5$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e difuso-em-agregados; paratraqueal escasso, pouco frequente. Séries parenquimáticas de 7 – 8 (4 – 9) células e  $552 \pm 68,7$  (420 – 680)  $\mu\text{m}$  de altura.

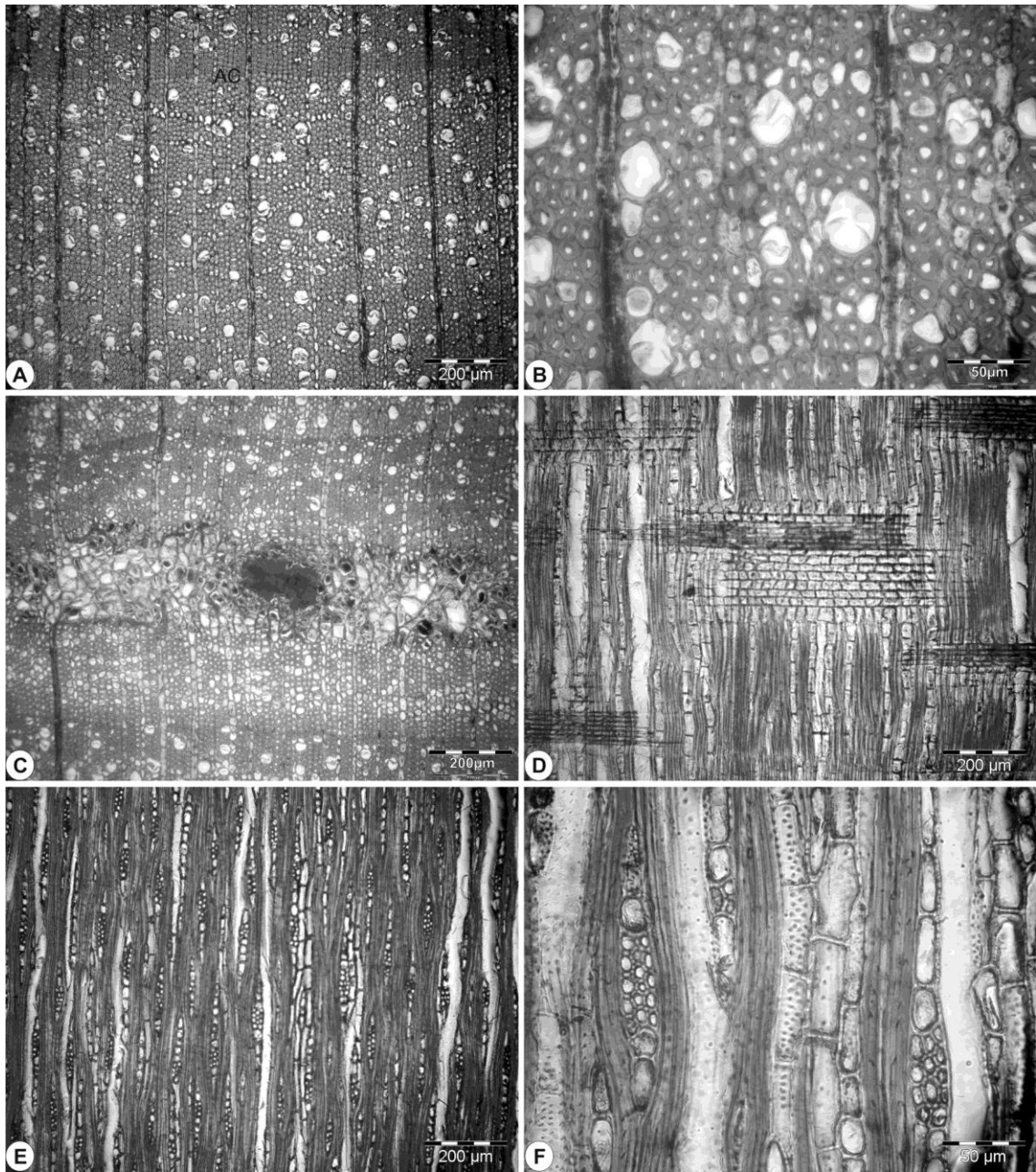


Figura 21 – Fotomicrografias da madeira de *Myrcianthes gigantea*. A – Porosidade difusa, limite de anel de crescimento distinto (AC) e poros exclusivamente solitários (seção transversal). B – Mesma seção, em maior aumento, mostrando fibras de paredes espessas e parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados. C – Aspecto geral de mácula medular, em seção transversal. D – Raios heterogêneos, com células procumbentes, no corpo central, e uma mistura de células eretas, quadradas e procumbentes nas margens (seção longitudinal radial). E – Raios com estreitos, com margens geralmente mais longas do que o corpo central, e séries de parênquima axial, em plano longitudinal tangencial. F – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para raios de 1-3 células de largura e parênquima axial seriado.

Raios: muito numerosos ( $17 \pm 0,95$  (15 – 18) raios/mm), com 1 – 3 células de largura, ocupando  $17 \pm 5,6$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $253 \pm 70,4$  (110 – 380)  $\mu\text{m}$  e 5 – 15, mais comumente 7 – 14 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 6 (1 – 7) fileiras marginais de células quadradas, eretas e procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $143 \pm 70,3$  (50 – 280)  $\mu\text{m}$  e 1 – 8, mais comumente 2 – 6 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, abundante em células do corpo central.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas ou não, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $924 \pm 107,4$  (720 – 1110)  $\mu\text{m}$ ), com  $15,9 \pm 3,1$  (12,5 – 22,5)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $5,9 \pm 1,2$  (3,7 – 8,1)  $\mu\text{m}$ ), representando  $55 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas e fibras gelatinosas, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes. Máculas medulares com canais intercelulares associados, presentes.

#### 4.1.21 *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand (Figura 22)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio, bem como pelo alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $136 \pm 34,2$  (94 – 212) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $22 \pm 3,9$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários ou em frequente contato lateral quando muito numerosos; ovais, circulares, até ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $37 \pm 8,1$  (19 – 55)  $\mu\text{m}$ ), de paredes espessas ( $3,4 \pm 0,84$  (2,5 – 5)  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $505 \pm 103$  (290 – 720)  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,9 \pm 0,39$  (4,6 – 5,1)  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa; ornamentações não visíveis. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares,

embora menores ( $2,7 \pm 0,38$  ( $2,1 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e geralmente restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, ausente ou escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $14 \pm 3,2$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e, principalmente, em faixas tangenciais com 2 – 6 células de largura (sobretudo no lenho inicial), por vezes mais estreitas e descontínuas; raro paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de 6 – 8 (2 – 16) células e  $444 \pm 92,9$  ( $245 - 675$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, ausentes até abundantes, em séries de até 11 unidades, em câmaras distendidas.

Raios: muito numerosos ( $20 \pm 1,9$  ( $15 - 23$ ) raios/mm), com 1 – 3 células de largura, ocupando  $16 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $208 \pm 66,8$  ( $100 - 400$ )  $\mu\text{m}$  e 6 – 19, mais comumente 8 – 13 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 9, mais comumente 2 – 5 fileiras marginais de células eretas, quadradas e, por vezes, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, mais longas ou de tamanho variável em relação ao corpo central. Os unisseriados, de  $115 \pm 64,9$  ( $20 - 260$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 6 (9) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, escasso ou ausente.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1023 \pm 152$  ( $790 - 1370$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $15,9 \pm 2,2$  ( $12 - 21$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas, até muito espessas ( $5,1 \pm 0,76$  ( $3,1 - 6,8$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $48 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, ocasionais.

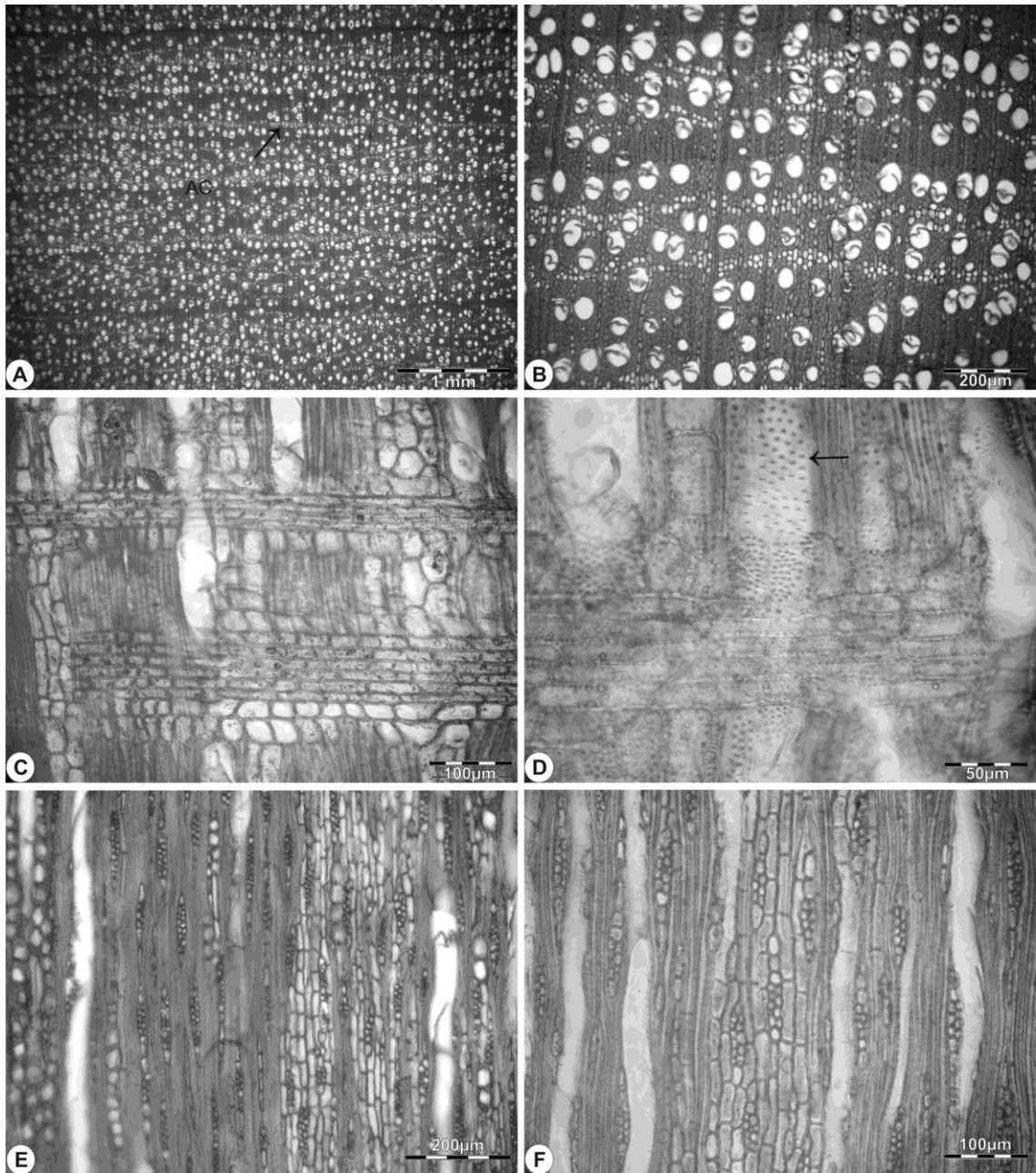


Figura 22 – Fotomicrografias da madeira de *Myrcianthes pungens*. A – Seção transversal, mostrando anéis de crescimento distintos, porosidade difusa e parênquima axial em faixas tangenciais (seta). B – Mesma seção, em maior aumento, com poros principalmente solitários, parênquima apotraqueal difuso-em-agregados e em faixas estreitas e irregulares e limite de anel de crescimento (AC). C – Raios heterogêneos, com corpo de células procumbentes e margens com uma mistura de células eretas, quadradas e, também, procumbentes (seção longitudinal radial). D – Detalhe da seção radial, mostrando pontoações intervasculares alternas (seta) e pontoações raio-vasculares restritas às margens. E – Seção longitudinal tangencial, com raios estreitos, séries parênquimáticas e abundantes cristais. F – Mesmo plano anatômico da foto anterior, destacando raios com 1-3 células de largura, vasos e séries de parênquima axial.



#### 4.1.22 *Myrciaria cuspidata* O. Berg (Figura 23)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $131 \pm 42$  ( $81 - 181$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $12 \pm 2,2$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $29 \pm 6,6$  ( $15 - 40$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,9 \pm 0,4$  ( $2 - 4$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $439 \pm 92$  ( $270 - 620$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $3,8 \pm 0,7$  ( $3,1 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa; ornamentações não visíveis. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, porém menores ( $2,4 \pm 0,5$  ( $2,1 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados, ausentes. Conteúdo, escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $13 \pm 4,3$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas geralmente de  $4 - 7$  ( $3 - 8$ ) células e  $407 \pm 64$  ( $200 - 515$ )  $\mu\text{m}$  de altura.

Raios: muito numerosos ( $29 \pm 1,9$  ( $26 - 32$ ) raios/mm), com  $1 - 2$ , raro  $3$  células de largura, ocupando  $20 \pm 2,3$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $302 \pm 125$  ( $140 - 700$ )  $\mu\text{m}$  e  $7 - 25$ , mais comumente  $12 - 14$  células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e  $2 - 6$  ( $17$ ) fileiras marginais de células quadradas, eretas e, menos comumente, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais longas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $176 \pm 87$  ( $50 - 460$ )  $\mu\text{m}$  e  $1 - 12$ , mais comumente  $2 - 5$  células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, muito abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas geralmente cruzadas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $937 \pm 134$  ( $650 - 1190$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $13 \pm 2$  ( $10 - 17,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,7 \pm 0,7$  ( $3,5 - 6$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $55 \pm 3,6$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

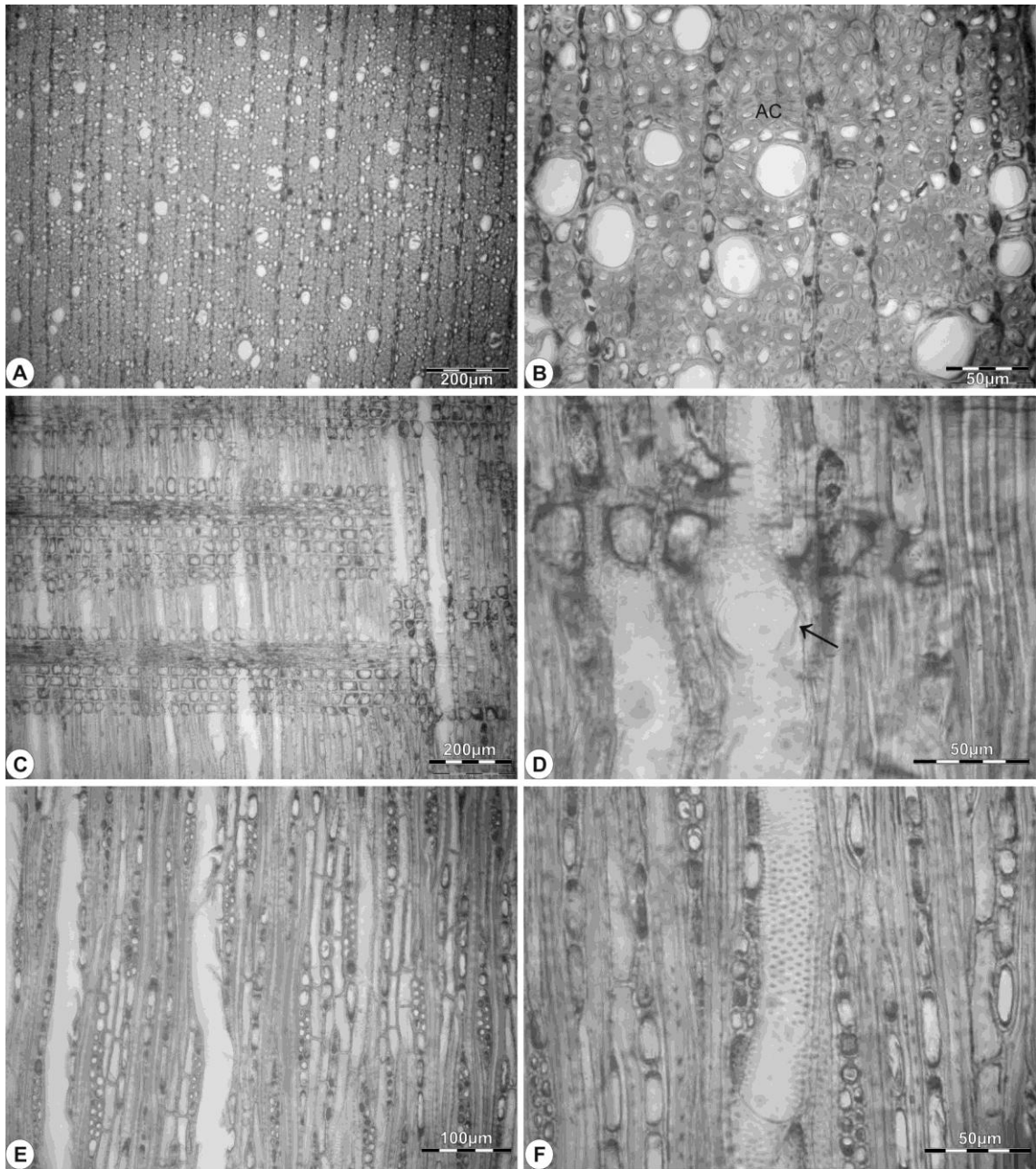


Figura 23 – Fotomicrografias da madeira de *Myrciaria cuspidata*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados. B – Mesma seção, em maior aumento, destacando vasos ligeiramente poligonais, parênquima paratraqueal escasso, fibras de paredes finas a espessas e limite de anel de crescimento (AC). C – Raios heterogêneos, com corpo central de células procumbentes e margens de células principalmente quadradas e eretas, com abundante conteúdo (seção longitudinal radial). D – Detalhe de vaso com placa de perfuração simples (seta), em vista radial. E – Raios estreitos, com margens unisseriadas relativamente longas, e parênquima axial seriado (seção longitudinal tangencial). F – Mesmo plano anatômico, em maior aumento, com destaque para raios uni e bisseriados, pontuações intervasculares alternas (centro) e fibrotraqueídeos.

Outros caracteres: Variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes. Máculas medulares, presentes, com canais intercelulares e cristais associados.

#### 4.1.23 *Plinia rivularis* (Camb.) Rotman (Figura 24)

Anéis de crescimento: distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela presença de zonas fibrosas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos ( $89 \pm 10,3$  ( $75 - 100$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $18 \pm 3,1\%$  do volume da madeira. Poros solitários, menos comumente em curtos múltiplos radiais de 2 – 4 poros; circulares ou ovais, muito pequenos ( $48 \pm 10,8$  ( $32,5 - 70$ )  $\mu\text{m}$ ) e de paredes espessas ( $3,7 \pm 0,42$  ( $3,1 - 4,1$ )  $\mu\text{m}$ ). Elementos vasculares de comprimento médio ( $535 \pm 94,4$  ( $330 - 680$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $5,2 \pm 0,56$  ( $4,1 - 6,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada (ao menos em parte dos vasos) e, por vezes, coalescentes. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3,3 \pm 0,27$  ( $3,1 - 3,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $21 \pm 3,6\%$  do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de 8 ( $7 - 11$ ) células e  $528 \pm 64,4$  ( $430 - 650$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, muito abundantes, em séries de até 20 unidades, em câmaras geralmente não distendidas. São também observados numerosos cristais pequenos dividindo espaço com um cristal grande na mesma câmara, em parte das séries cristalíferas.

Raios: muito numerosos ( $21 \pm 2$  ( $19 - 25$ ) raios/mm), com 1 – 3, raro 4 células de largura, ocupando  $20 \pm 6,4\%$  do volume da madeira. Raios multisseriados de  $319 \pm 99,5$  ( $130 - 520$ )  $\mu\text{m}$  e 7 – 23, mais comumente 12 – 17 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 6 ( $1 - 15$ ) fileiras marginais de células quadradas, eretas e procumbentes mais altas do que as do corpo central. Margens unisseriadas, predominantemente mais altas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $164 \pm 61,6$  ( $40 - 280$ )  $\mu\text{m}$  e 4 – 7 ( $1 - 9$ ) células de altura. Raios fusionados, frequentes.

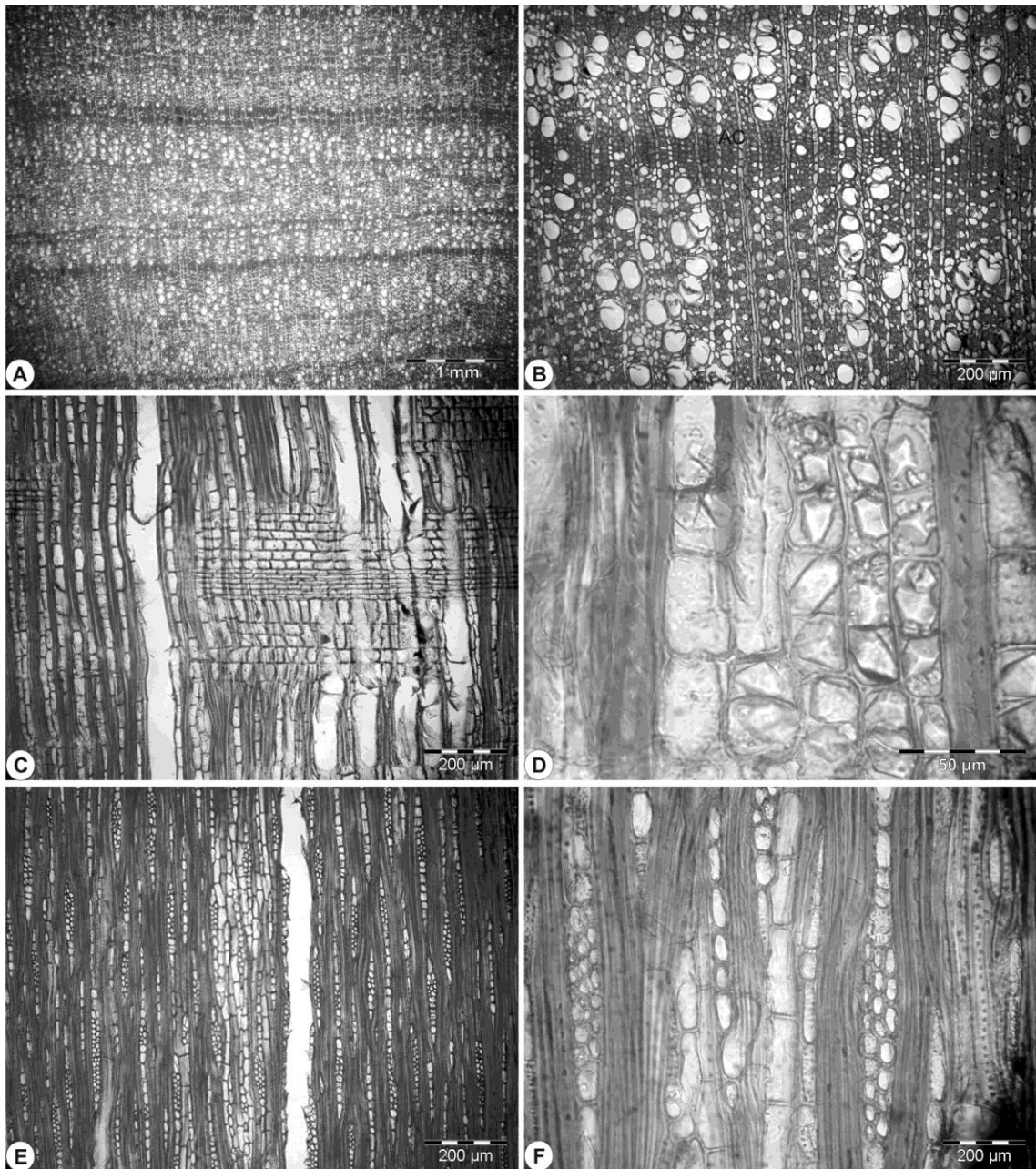


Figura 24 – Fotomicrografias da madeira de *Plinia rivularis*. A – Anéis de crescimento com zonas fibrosas estreitas e porosidade difusa, em seção transversal. B – Mesma plano anatômico da foto anterior, mostrando poros solitários e em curtos múltiplos radiais, parênquima difuso-em-agregados e anel de crescimento distinto (AC). C – Raio heterogêneo, com uma mistura de células quadradas, eretas e procumbentes maiores do que as do corpo central nas margens, e vasos com placas de perfuração simples (seção longitudinal radial). D – Cristais não isolados e com diferentes tamanhos, em câmaras não distendidas no parênquima axial, em vista radial. E – Aspecto geral da seção longitudinal tangencial. F – Mesma seção, em maior aumento, destacando raios de até 3 células de largura, com margens relativamente longas, e parênquima axial seriado.

Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, presentes nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1316 \pm 119,2$  ( $980 - 1550$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $18,8 \pm 1,5$  ( $16,2 - 22,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes muito espessas ( $7,3 \pm 0,88$  ( $6,2 - 8,7$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $41 \pm 4,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, presentes.

#### 4.1.24 *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel (Figura 25)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio. Porosidade difusa.

Vasos: muito numerosos a extremamente numerosos ( $140 \pm 31,4$  ( $94 - 162$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $15 \pm 3,8$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $25 \pm 5,9$  ( $17,5 - 38,7$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,5 \pm 0,44$  ( $1,8 - 3,7$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização. Elementos vasculares de comprimento médio ( $476 \pm 101,1$  ( $290 - 710$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,1 \pm 0,64$  ( $3,0 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada, pelo menos em parte dos vasos. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $3 \pm 0,32$  ( $2,5 - 3$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $21 \pm 3,5$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de  $4 - 5$  ( $2 - 8$ ) células e  $355 \pm 76,8$  ( $197,5 - 487,5$ )  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, abundantes, em séries de até 13 unidades, em câmaras não distendidas. É frequente a presença de numerosos cristais pequenos associados a um cristal grande, na mesma câmara da série cristalífera.

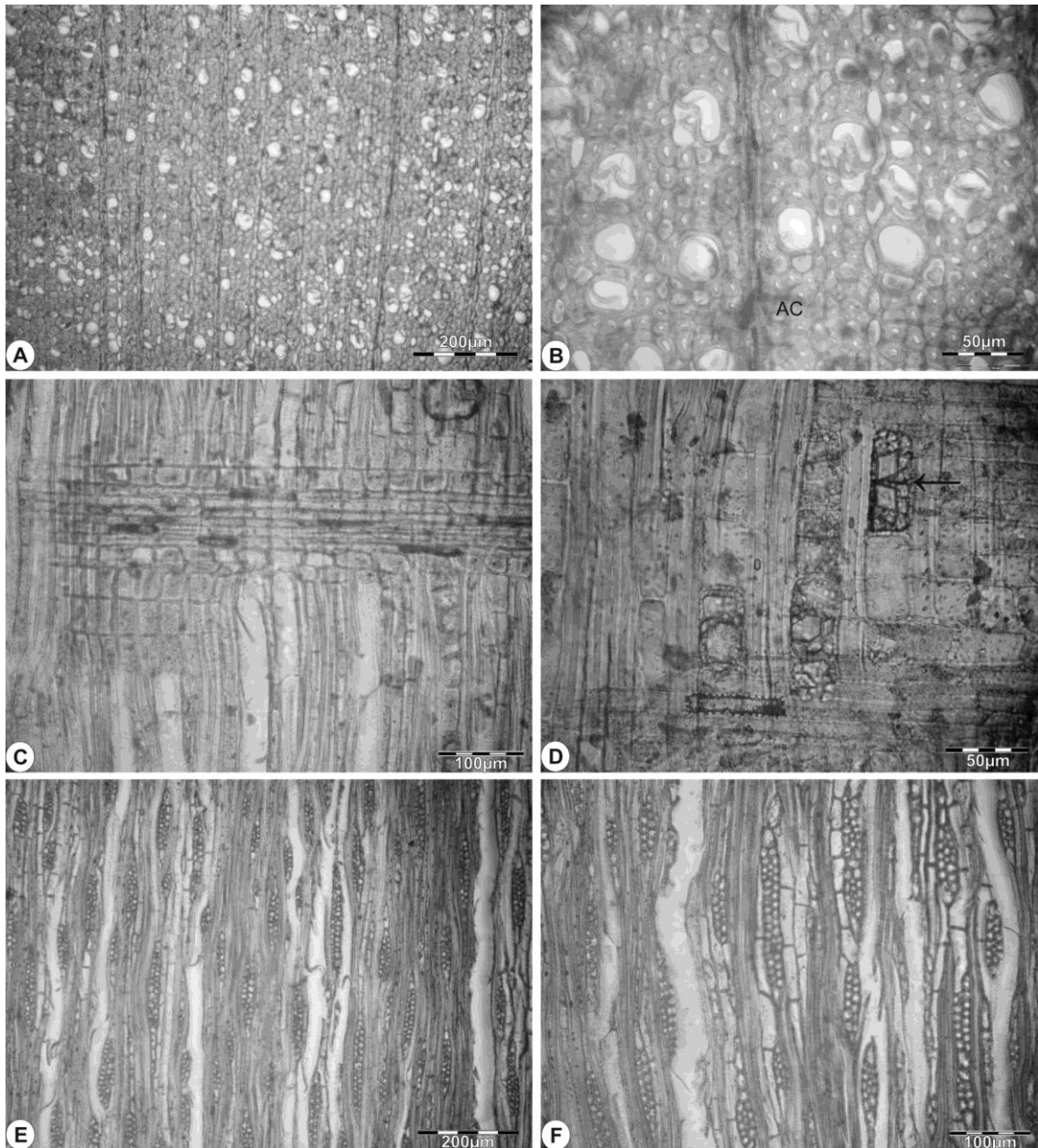


Figura 25 – Fotomicrografias da madeira de *Plinia trunciflora*. A – Porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima axial difuso-em-agregados (seção transversal). B – Mesma seção, com maior aumento, destacando fibras de paredes espessas e limite de anel de crescimento (AC) pouco distinto. C – Raio heterogêneo (seção longitudinal radial). D – Detalhe da seção radial, com destaque para cristais não solitários e de diferentes tamanhos, em câmaras não distendidas no parênquima axial (seta). E – Raios de até 3 células de largura, com margens geralmente mais curtas do que o corpo central, séries de parenquimáticas e vasos, em seção longitudinal tangencial. F – Mesmos aspectos da foto anterior, em maior aumento.

Raios: muito numerosos ( $19 \pm 1,7$  ( $16 - 22$ ) raios/mm), com 1 – 3 células de largura, ocupando  $17 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $181 \pm 53,1$  ( $100 - 280$ )  $\mu\text{m}$  e 6 – 21, mais comumente 9 – 14 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 2 (4) fileiras marginais de células quadradas, eretas e, por vezes, procumbentes mais altas do que as do corpo central. Corpo central multisseriado, geralmente mais alto do que as margens. Os raios unisseriados, de  $83 \pm 32,7$  ( $40 - 150$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 3 (4) células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes e células perfuradas, ausentes. Conteúdo, pouco abundante.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $969 \pm 110,2$  ( $800 - 1190$ )  $\mu\text{m}$ ), com  $17,6 \pm 1,8$  ( $15 - 21,2$ )  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $5,8 \pm 0,89$  ( $3,7 - 7,5$ )  $\mu\text{m}$ ), representando  $47 \pm 6,3$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, presentes.

#### 4.1.25 *Psidium cattleianum* Sabine (Figura 26)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas e, por vezes, pela maior concentração de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: numerosos a muito numerosos ( $49 \pm 7,1$  ( $37 - 62$ ) poros/ $\text{mm}^2$ ), ocupando  $10 \pm 1,8$  % do volume da madeira. Poros solitários e em múltiplos radiais curtos (2 – 4, até 7 poros), pouco frequentes e localizados principalmente no início do anel de crescimento; de seção circular ou oval, por vezes ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $43 \pm 12$  ( $17,5 - 85$ )  $\mu\text{m}$ ) e de paredes espessas ( $3 \pm 0,6$  ( $1,2 - 5$ )  $\mu\text{m}$ ). Elementos vasculares longos ( $809 \pm 152,1$  ( $460 - 1100$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, oblíquas a verticais, e apêndices em ambas as extremidades. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $4,5 \pm 0,49$  ( $3,6 - 5,1$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda incluída, ornamentada, pelo menos em parte dos vasos. Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares, embora

menores ( $3,1 \pm 0,11$  ( $2,5 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às margens de raios. Espessamentos espiralados e conteúdos, ausentes.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em corte transversal, representando  $22 \pm 4,4$  % do volume da madeira; apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas geralmente de 4 – 8 (2 – 9) células e  $764 \pm 206,5$  (240 – 1180)  $\mu\text{m}$  de altura. Cristais prismáticos, escassos a abundantes, em séries curtas, de até 3 unidades, em câmaras ou células distendidas de parênquima axial.

Raios: muito numerosos ( $16 \pm 2,7$  (12 – 22) raios/mm), com 1 – 2, raro 3, células de largura, ocupando  $20 \pm 3,2$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $360 \pm 146,6$  (150 – 780)  $\mu\text{m}$  e 4 – 20, mais comumente 5 – 11 células de altura; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 2 – 4 (1 – 10) fileiras marginais de células quadradas e, principalmente, eretas, raro procumbentes mais altas do que as do corpo central. Corpo central, geralmente bem mais curto do que as margens e de largura semelhante. Devido à frequente fusão axial, os raios multisseriados incluem, na maioria das vezes, mais de uma parte multisseriada. Os raios unisseriados, de  $221 \pm 87,8$  (60 – 430)  $\mu\text{m}$  e 1 – 5 (9) células de altura. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Inclusões minerais, células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

Fibras: com pontoações areoladas e aberturas cruzadas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1570 \pm 233,6$  (1030 – 2020)  $\mu\text{m}$ ), com  $21,9 \pm 2,1$  (17,5 – 25)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $6,5 \pm 0,93$  (5 – 8,7)  $\mu\text{m}$ ), representando  $48 \pm 5,2$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, ausentes. Máculas medulares, ocasionais.



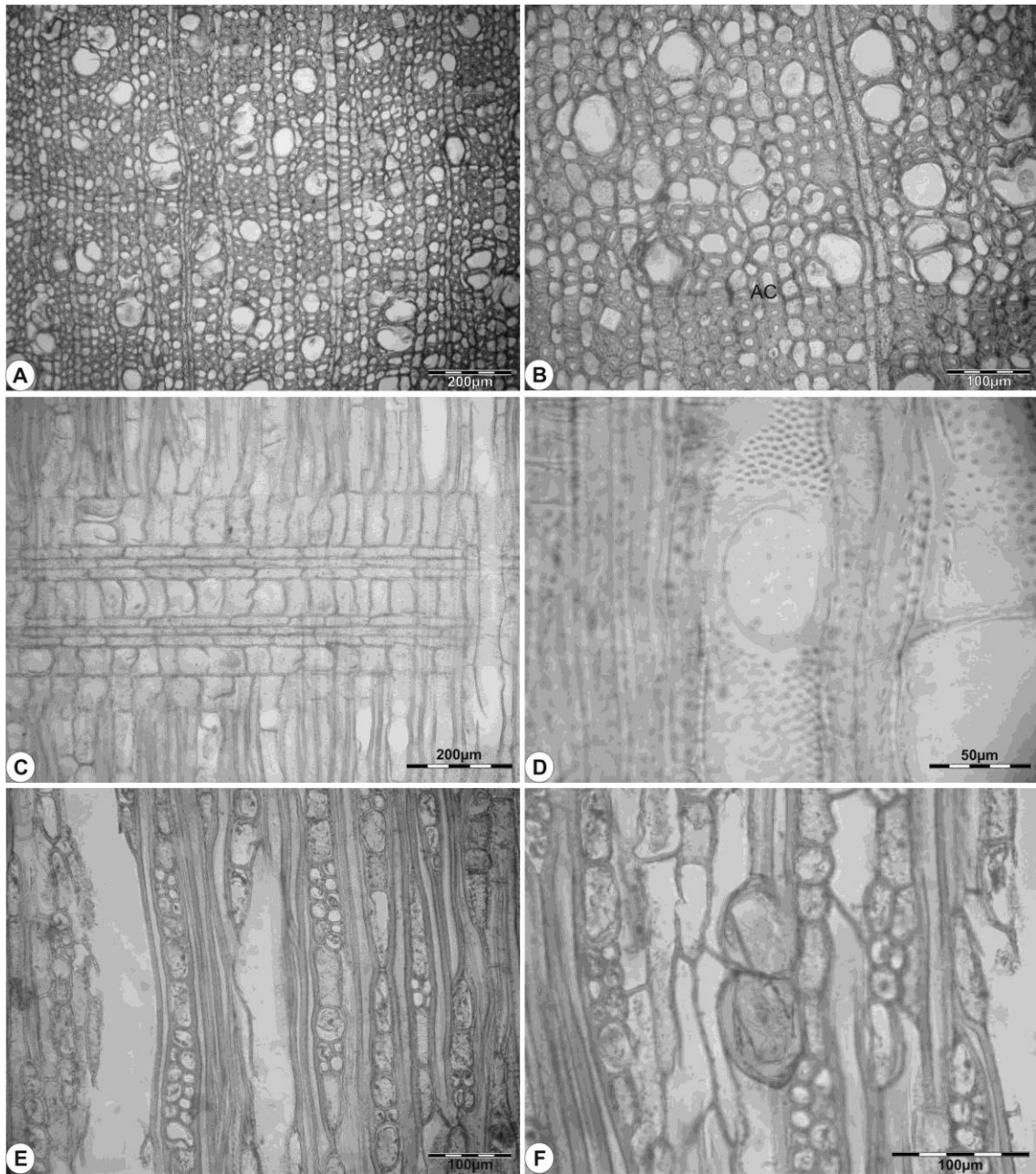


Figura 26 – Fotomicrografias da madeira de *Psidium cattleianum*. A – Porosidade difusa, poros solitários e geminados, parênquima predominantemente difuso-em-agregados e fibras de paredes finas a espessas (seção transversal). B – Limite de anel de crescimento (AC) pouco distinto (seção transversal). C – Seção longitudinal radial, mostrando raio heterogêneo axialmente fusionado. D – Vaso com placa de perfuração simples e pontoações intervasculares alternas, em vista radial. E – Raios de largura constante e frequente fusão axial (seção longitudinal tangencial). F – Detalhe da seção longitudinal tangencial, com destaque para cristais em curta série, no parênquima axial.

#### 4.1.26 *Siphoneugena reitzii* D. Legrand (Figura 27)

Anéis de crescimento: pouco distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio e, por vezes, pela maior abundância e/ou alinhamento tangencial de poros no lenho inicial. Porosidade difusa.

Vasos: extremamente numerosos ( $131 \pm 11,7$  ( $119 - 150$ ) poros/mm<sup>2</sup>), ocupando  $19 \pm 3,1$  % do volume da madeira. Poros exclusivamente solitários, ligeiramente poligonais, muito pequenos ( $36 \pm 6,4$  ( $25 - 47,5$ )  $\mu\text{m}$ ), de paredes finas ( $2,6 \pm 0,4$  ( $2,5 - 3,7$ )  $\mu\text{m}$ ) e sem padrão definido de organização.

Elementos vasculares de comprimento médio ( $407 \pm 71,8$  ( $280 - 630$ )  $\mu\text{m}$ ), com placas de perfuração simples, geralmente oblíquas, e apêndices geralmente em ambas as extremidades. Espessamentos espiralados, ausentes. Pontoações intervasculares alternas, circulares ( $3,9 \pm 0,4$  ( $3 - 4,6$ )  $\mu\text{m}$ ), com abertura em fenda inclusa, ornamentada, ao menos em parte dos vasos. Pontoações raio-vasculares com bordas distintas, semelhantes às intervasculares, embora menores ( $2,6 \pm 0,4$  ( $2,1 - 3,1$ )  $\mu\text{m}$ ) e restritas às células marginais de raios. Conteúdo, muito escasso.

Parênquima axial: muito distinto das fibras em seção transversal, ocupando  $20 \pm 3,4$  % do volume da madeira; em arranjo apotraqueal difuso e, principalmente, difuso-em-agregados, além de paratraqueal escasso. Séries parenquimáticas de  $287 \pm 60,3$  ( $210 - 400$ )  $\mu\text{m}$  e 2 – 4 células de altura.

Raios: muito numerosos ( $22 \pm 1$  ( $20 - 24$ ) raios/mm), com 1 – 2, menos comumente, 3 células de largura, ocupando  $19 \pm 3$  % do volume da madeira. Raios multisseriados de  $193 \pm 64,1$  ( $100 - 330$ )  $\mu\text{m}$  de altura e 5 – 15, mais comumente 8 – 11 células; heterocelulares, reúnem células procumbentes, na parte multisseriada, e 1 – 4 (6) fileiras marginais de células eretas, quadradas e procumbentes maiores do que as do corpo central. Margens unisseriadas, geralmente mais curtas do que o corpo central. Os raios unisseriados, de  $113 \pm 58,3$  ( $40 - 280$ )  $\mu\text{m}$  e 1 – 6 células de altura. Raios fusionados, frequentes. Células radiais de paredes disjuntas, presentes. Raios agregados, células envolventes, células perfuradas e conteúdos, ausentes.

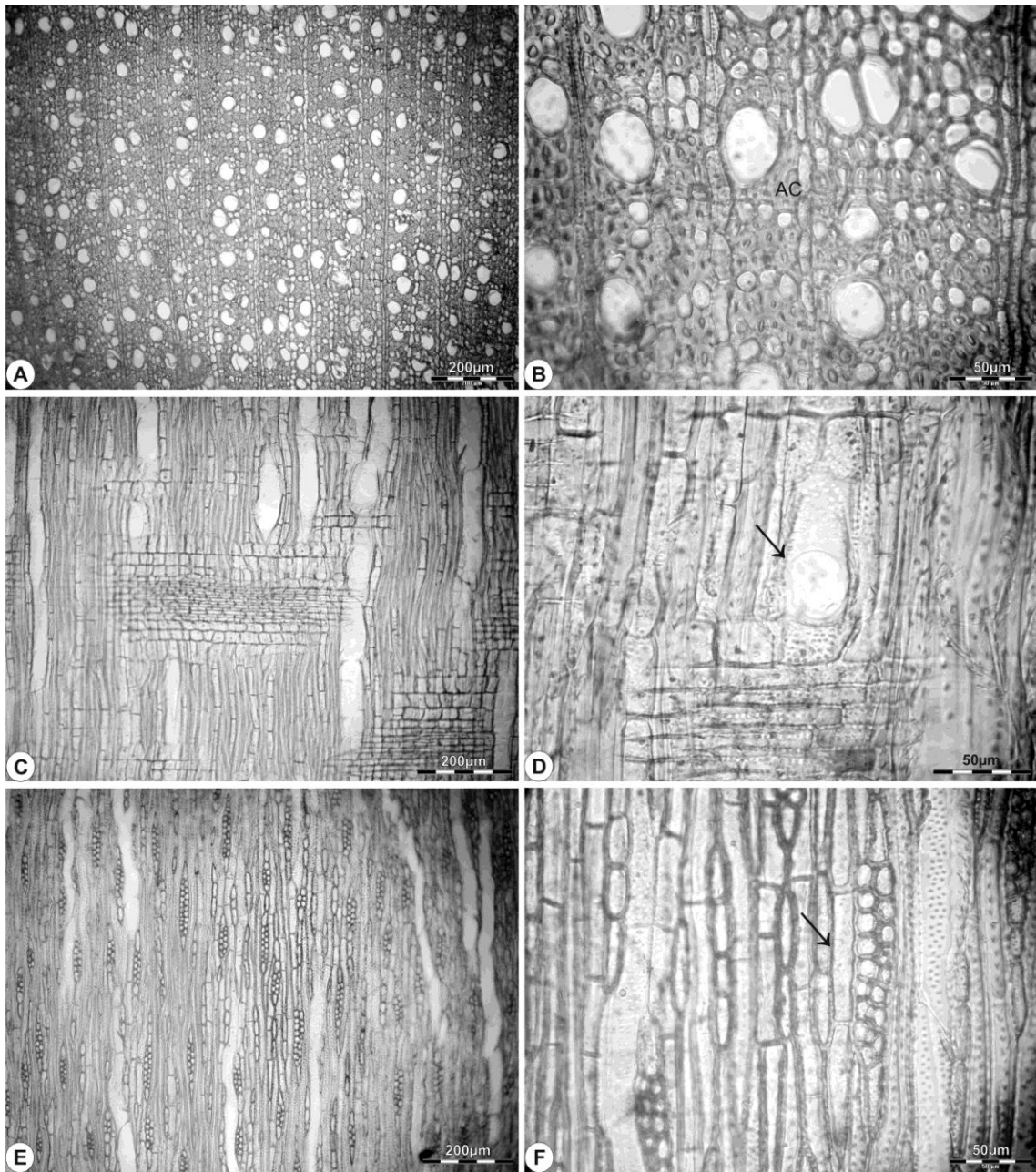


Figura 27 – Fotomicrografias da madeira de *Siphoneugena reitzii*. A – Seção transversal, mostrando porosidade difusa, poros exclusivamente solitários e parênquima apotraqueal difuso-em-agregados. B – Mesma seção, em maior aumento, com limite de anel de crescimento pouco distinto (AC) e fibras de paredes espessas. C – Raios heterogêneos, com células procumbentes, no corpo central, e margens com uma mistura de células procumbentes, quadradas e eretas (seção longitudinal radial). D – Detalhe da seção radial, mostrando vaso com placa de perfuração simples (seta). E – Raios uni e multisseriados, com 2, até 3 células de largura e margens mais curtas do que o corpo central (seção longitudinal tangencial). F – Mesma seção, em maior aumento, com destaque para séries parenquimáticas curtas (seta), vaso com pontoações intervasculares alternas (à direita da foto) e fibrotraquédeos.

Fibras: com pontoações distintamente areoladas, nas faces radiais e tangenciais da parede. De comprimento médio ( $1023 \pm 91$  (860 – 1180)  $\mu\text{m}$ ), com  $17 \pm 1,7$  (15– 20)  $\mu\text{m}$  de largura e paredes finas a espessas ( $4,6 \pm 0,56$  (3,7 – 5,6)  $\mu\text{m}$ ), representando  $42 \pm 4,9$  % do volume da madeira. Fibras septadas, fibras gelatinosas e espessamentos espiralados, ausentes. Traqueídeos vasicêntricos, presentes.

Outros caracteres: Variantes cambiais, tubos laticíferos e taniníferos, canais intercelulares, células oleíferas, células mucilaginosas, estratificação e cristais, ausentes. Máculas medulares, presentes.

#### 4.2 Principais características anatômicas da madeira das 26 espécies investigadas

Tabela 1 – Características anatômicas quantitativas das Mirtáceas estudadas.

Espécie	Vasos			P. axial		Raios						Fibras	
	fr	d	c	h	h1	multiss			uniss			fr	c
						L	h	h1	m	h	h1		
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	90	38	471	2-8	445	2	15	208	<5	8	108	19	926
<i>Calyptrocalyx tricona</i>	17	70	487	2-8	431	3	23	406	<5	12	239	30	1064
<i>Campomanesia aurea</i>	51	28	361	2-4	294	3	16	213	<5	8	114	19	717
<i>C. rhombea</i>	17	70	392	2-4	404	3	20	244	<5	6	103	13	1140
<i>C. xanthocarpa</i>	18	78	423	2-8	458	4	30	277	<5	13	144	13	1246
<i>Eugenia burkartiana</i>	46	25	565	4-9	547	2	26	376	>4	15	216	26	1077
<i>E. hiemalis</i>	26	61	448	2-10	462	3	17	281	<5	7	184	19	1086
<i>E. mansoi</i>	143	30	592	4-11	581	2	24	365	>4	14	257	23	990
<i>E. rostrifolia</i>	134	42	514	4-13	547	3	21	260	<5	12	172	20	995
<i>E. schuechiana</i>	20	51	690	4-10	710	2	38	465	<5	7	258	18	1495
<i>E. uniflora</i>	86	37	486	3-9	402	2	20	265	>4	13	162	20	888
<i>E. uruguayensis</i>	50	48	621	2-8	538	3	19	363	<5	6	205	19	1236
<i>Gomidesia palustris</i>	44	58	681	3-8	556	5	60	1097	>4	20	522	18	1246
<i>Hexachlamys edulis</i>	52	52	526	4-14	550	2	15	261	<5	8	167	19	1154
<i>Myrceugenia euosma</i>	254	29	541	3-8	432	3	36	507	>4	28	302	29	936
<i>M. miersiana</i>	201	35	460	4-8	592	3	33	646	>4	26	493	24	1163
<i>Myrcia bombycina</i>	34	58	461	2-5	432	3	21	320	<5	12	223	23	893
<i>M. selloi</i>	25	46	606	2-8	680	2	22	428	<5	17	295	21	1364
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	178	25	441	4-8	439	3	20	254	<5	11	142	20	899
<i>M. gigantea</i>	125	28	496	4-8	552	3	15	253	<5	8	143	17	924
<i>M. pungens</i>	136	37	505	2-16	442	3	19	208	<5	9	115	20	1023
<i>Myrciaria cuspidata</i>	131	29	439	3-8	407	2	25	302	>4	12	176	29	937
<i>Plinia rivularis</i>	89	48	535	7-11	528	3	23	319	<5	9	164	21	1316
<i>P. trunciflora</i>	140	25	476	2-8	355	3	21	181	<5	4	83	19	969
<i>Psidium cattleianum</i>	49	43	809	2-9	764	2	20	360	<5	9	221	16	1570
<i>Siphoneugena reitzii</i>	131	36	407	2-4	287	3	15	193	<5	6	113	22	1023

fr = frequência (vasos/mm<sup>2</sup>; raios/mm); d = diâmetro (µm); c = comprimento (µm); h = altura máxima (células); h1 = altura (µm); L = largura máxima (células); m = altura das margens unisseriadas (células). < = menor; > = maior. Observação: os números correspondem aos valores médios, exceto quando especificado o contrário.

Tabela 2 – Características anatômicas qualitativas das Mirtáceas estudadas.

Espécie	Vasos				P. axial		Raios		Fibras	Máculas medulares
	arj	pp	ee	prv	arj	cr	m/c	cont	esp	
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	sl	s	-	siv	da	-/+	v	-	fe	+/-
<i>Calyptanthes tricona</i>	sl	s	-	siv	fd	-	m>c	-	fe	-
<i>Campomanesia aurea</i>	sl	s	-	siv	da	-	m<c	-	fe	-
<i>C. rhombea</i>	sl	s	-	siv	da	-	m<c	-	fe	-
<i>C. xanthocarpa</i>	sl	s	-	siv	da	-	m<c	-	fe	-
<i>Eugenia burkartiana</i>	sl	s	-	siv	da	+	m>c	-	me	-
<i>E. hiemalis</i>	sl	s	-	siv	fd	+	m>c	-	fe	-
<i>E. mansoi</i>	mt	s	-	siv	fd	+	m>c	-	fe/me	-
<i>E. rostrifolia</i>	mt	s	-	siv	fx	+	m<c	-	me	-
<i>E. schuechiana</i>	sl	s	-	siv	da	+	m>c	-	fe	-
<i>E. uniflora</i>	sl	s	-	siv	fx	+	m>c	-	me	-
<i>E. uruguayensis</i>	sl	s	-	siv	da	+	m<c	-	me	+
<i>Gomidesia palustris</i>	sl	s	-	siv	d	-	m<c	+	f	-
<i>Hexachlamys edulis</i>	sl	s	-	siv	fx	+	m>c	-	fe	-
<i>Myrceugenia euosma</i>	sl	s/m	+	hz	da	-	m>c	-	fe	-
<i>M. miersiana</i>	sl	s/m	+	hz	da	-	m>c	-	fe	-
<i>Myrcia bombycina</i>	sl	s	-	siv	da	-	v	+	f	+
<i>M. selloi</i>	sl	s	-	siv	da	+	m>c	-	me	-
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	sl	s	+	siv	da	-	m>c	-	fe/me	+/-
<i>M. gigantea</i>	sl	s	+	siv	da	-	m>c	-	fe	+
<i>M. pungens</i>	sl	s	-	siv	fx	-/+	v	-	fe/me	+/-
<i>Myrciaria cuspidata</i>	sl	s	-	siv	da	-	m>c	+	fe	+
<i>Plinia rivularis</i>	mt	s	-	siv	da	+	m>c	-	me	+
<i>P. trunciflora</i>	sl	s	-	siv	da	+	m<c	-	fe	+
<i>Psidium cattleianum</i>	mt	s	-	siv	da	+	m>c	-	fe	+/-
<i>Siphoneugena reitzii</i>	sl	s	-	siv	da	-	m<c	-	fe	+

arj = arranjo (sl solitários; mt múltiplos); pp = placas de perfuração (s simples; m múltiplas); ee = espessamentos espiralados; prv = pontoações raio-vasculares (siv semelhantes às intervasculares; hz horizontalmente estendidas); da = difuso-em-agregados; fx = faixas contínuas, com mais de 3 células de largura; fd = faixas descontínuas e estreitas, com até 3 células de largura; d = difuso; cr = cristais; m/c = altura das margens unisseriadas em relação ao corpo central (v variável; m margem; c corpo); cont = conteúdo abundante no tecido radial; esp = espessura da parede (fe finas a espessas; me muito espessas; f finas); - = caráter ausente; + = caráter presente.

## 5 CHAVE PARA SEPARAÇÃO ANATÔMICA DAS 26 MIRTOÍDEAS INVESTIGADAS

1.1 Pontoações raio-vasculares horizontalmente estendidas .....	
..... <i>Myrceugenia euosma e Myrceugenia miersiana</i>	
1.2 Pontoações raio-vasculares não horizontais (semelhantes às intervasculares) .....	2
2.1 Parênquima axial difuso e/ou difuso-em-agregados .....	9
2.2 Parênquima axial de outros tipos .....	3
3.1 Parênquima em faixas tangencias contínuas, com mais de 3 células de largura .....	4
3.2 Parênquima em linhas ou faixas tangenciais descontínuas e estreitas, com até 4 células .....	7
4.1 Raios com até 2 células de largura .....	5
4.2 Raios com mais de 2 células de largura presentes .....	6
5.1 Margens de raio > do que 4 células; fibras de comprimento médio (> 1000 µm) .....	
..... <i>Eugenia uniflora</i>	
5.2 Margens de raio < do que 5 células; fibras curtas (< 900 µm) .....	
..... <i>Hexachlamys edulis</i>	
6.1 Poros exclusivamente solitários; margens de raio geralmente > corpo .....	
..... <i>Myrcianthes pungens</i>	
6.2 Poros solitários e em curtos múltiplos radiais; margens de raio < corpo central .....	
..... <i>Eugenia rostrifolia</i>	
7.1 Linhas geralmente 1-2 seriadas; cristais presentes .....	8
7.2 Linhas com mais de 2 células de largura presentes; cristais ausentes .....	
..... <i>Calyptranthes tricona</i>	
8.1 Raios com margens < 5 células; menos de 30 poros/mm <sup>2</sup> .....	
..... <i>Eugenia hiemalis</i>	
8.2 Raios com margens > 4 células; mais de 100 poros/mm <sup>2</sup> .....	
..... <i>Eugenia mansoi</i>	
9.1 Cristais não solitários em células de parênquima axial .....	10
9.2 Cristais solitários em células de parênquima axial ou ausentes .....	11
10.1 Poros solitários e em curtos múltiplos radiais; margens de raio geralmente mais longas do que o corpo central .....	
..... <i>Plinia rivularis</i>	
10.2 Poros exclusivamente solitários; margens de raio geralmente mais curtas do que o corpo central .....	
..... <i>Plinia trunciflora</i>	
11.1 Raios multisseriados com 2 células de largura .....	13
11.2 Raios multisseriados com mais de 2 células de largura .....	12
12.1 Raios de 3 ou 4 células de largura .....	18
12.2 Raios com 5 células de largura presentes .....	
..... <i>Gomidesia palustris</i>	
13.1 Frequência de poros inferior a 50 poros/mm <sup>2</sup> .....	14
13.2 Mais de 50 poros/mm <sup>2</sup> .....	17
14.1 Cristais em câmaras não distendidas no parênquima axial .....	
..... <i>Myrcia selloi</i>	
14.2 Cristais em câmaras distendidas (idioblastos) no parênquima axial .....	15

<b>15.1</b> Raios predominantemente fusionados; cristais em séries curtas (até 3 unidades) .....	
.....	<i>Psidium cattleianum</i>
<b>15.2</b> Raios geralmente não fusionados; cristais em séries com mais de 3 unidades .....	16
<b>16.1</b> Margens de raio > 4 células; poros poligonais .....	<i>Eugenia burkartiana</i>
<b>16.2</b> Margens geralmente < 4 células; poros ovais a circulares .....	<i>Eugenia schuechiana</i>
<b>17.1</b> Raios com cerca de 300 µm de altura e abundante conteúdo; anéis de crescimento pouco visíveis .....	<i>Myrciaria cuspidata</i>
<b>17.2</b> Raios de 200 µm de altura, com escasso conteúdo; anéis de crescimento distintos .....	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>
<b>18.1</b> Mais de 100 poros/mm <sup>2</sup> .....	19
<b>18.2</b> Menos do que 100 poros/mm <sup>2</sup> .....	20
<b>19.1</b> Espessamentos espiralados ausentes; séries parenquimáticas de até 4 células .....	<i>Siphoneugena reitzii</i>
<b>19.2</b> Espessamentos espiralados presentes; séries parenquimáticas de 4-8 células .....	<i>Myrcianthes gigantea e M. cisplatensis</i>
<b>20.1</b> Parênquima axial tendendo ao padrão escalariforme; < 20 poros/mm <sup>2</sup> .....	21
<b>20.2</b> Parênquima axial sem esta tendência; > 20 poros/mm <sup>2</sup> .....	22
<b>21.1</b> Raios de até 3 células de largura; séries parenquimáticas com 2-4 células .....	<i>Campomanesia rhombea</i>
<b>21.2</b> Raios com mais de 3 células de largura presentes; séries parenquimáticas de 2-8 células .....	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
<b>22.1</b> Fibras de paredes finas, com lumens bem visíveis; raios com abundante conteúdo .....	<i>Myrcia bombycina</i>
<b>22.2</b> Fibras de paredes espessas, com lúmen pouco visível; conteúdos ausentes ou escassos .....	23
<b>23.1</b> Séries parenquimáticas de 2-4 células; cristais ausentes .....	<i>Campomanesia aurea</i>
<b>23.2</b> Séries parenquimáticas de 2-8 células; cristais presentes .....	<i>Eugenia uruguayensis</i>



## 6 ANÁLISE DA ESTRUTURA ANATÔMICA

### 6.1 Percentagem dos diferentes tecidos

O lenho das 26 espécies estudadas é constituído, basicamente, por proporções variáveis de vasos, parênquima axial, raios e fibras. O volume ocupado pelos diferentes tecidos, todavia, mostra-se pouco variável entre as madeiras.

A fração de poros, parênquima axial e raios varia de 10 a 20%, na maioria das Myrtoídeas investigadas. Com relação aos poros, destacam-se, pelos baixos percentuais deste tecido, *Eugenia burkartiana* (4%), *Calyptranthes tricona* (7%) e *Myrcia selloi* (7%); pela abundância relativa do mesmo, salientam-se *Myrcianthes pungens* (22%), *Eugenia rostrifolia* (25%), *Myrceugenia miersiana* (23%) e *Myrceugenia euosma* (25%).

Quanto ao parênquima axial, as frações mais elevadas correspondem a *Myrcia bombycina* (26%), *Myrceugenia miersiana* (26%) e *Blepharocalyx salicifolius* (27%). No tocante aos raios, apenas *Myrceugenia euosma* (25%) e *Gomidesia palustris* (28%) merecem menção, pelas percentagens relativamente altas do tecido.

O volume percentual de fibras varia de 40 a 50%, com poucas exceções, sendo o tipo celular predominante na estrutura anatômica de todas as espécies estudadas. Entre as espécies que fogem a este intervalo, destacam-se: *Myrceugenia miersiana* (32%), *Myrceugenia euosma* (36%), *Myrcia selloi* (60%), *Eugenia burkartiana* (61%) e *Campomanesia rhombea* (62%).

Caráter pouco lembrado nas descrições anatômicas de Myrtaceae, o percentual dos diferentes tecidos segue, aproximadamente, a mesma tendência observada nas espécies sul-rio-grandenses investigadas por Marchiori (1984a,b,c; 1998), Marchiori e Muñiz (1987a,b; 1988); Marchiori e Brum (1997) e Denardi e Marchiori (2005b), com valores que raramente ultrapassam a 25%, no caso dos vasos, raios e parênquima axial, e 50%, no caso das fibras. Paula e Alves (2007), no entanto, referem valores entre 60 e 78% para fibras em Myrtaceae, bem maiores, portanto, do que o geralmente observado no presente estudo.

## 6.2 Porosidade e anéis de crescimento

Todas as espécies estudadas apresentam porosidade difusa e anéis de crescimento distintos, delimitados por fina camada de fibras radialmente estreitas no lenho tardio (Figura 28). Em algumas espécies, as fibras, além de estreitas, tem paredes notadamente mais espessas, caso de *Gomidesia palustris* e *Myrcia bombycina*. Variações na distribuição dos poros e células de parênquima axial são relativamente comuns no material examinado, resultando, com frequência, em zonas fibrosas estreitas no lenho tardio (Figura 28C), assim como a maior abundância e/ou alinhamento tangencial de poros no lenho inicial (Figura 32F); ambos os aspectos, vale frisar, contribuem para a visualização dos anéis de crescimento, que, aliás, são, geralmente, bem marcados.

Porosidade difusa e anéis de crescimento distintos constituem-se quase em regra nas Myrtaceae, a julgar por referências da literatura, inclusive de espécies nativas. São raros os registros sobre a ausência de anéis de crescimento (DIAS-LEME et al., 1995) e desvios da porosidade difusa (VLIET e BAAS, 1984; MARCHIORI e MUÑIZ, 1987a; ANDRADE et al., 2010). Dias-Leme et al. (1995) mencionaram a ausência de anéis de crescimento para algumas espécies de *Calypttranthes*, *Marlierea* e *Myrcia*. No tocante à porosidade, cabe destacar, apenas, a distribuição semidifusa observada em *Myrciaria tenella* (MARCHIORI e MUÑIZ, 1987a), por tratar-se de espécie sul-rio-grandense. Tanto a porosidade quanto os anéis de crescimento são aspectos anatômicos fortemente influenciados pelas condições ambientais. Os padrões observados nas espécies em estudo estão dentro das possibilidades estruturais para a faixa latitudinal que ocupam, segundo Alves e Angyalossy-Alfonso (2000) e Santos e Marchiori (2010). O mesmo pode-se dizer dos resultados de Dias-Leme et al. (1995).

## 6.3 Vasos

Nas madeiras em estudo predominam poros exclusivamente solitários e sem padrão definido de organização. Poros em curtos múltiplos radiais foram observados apenas em *Eugenia mansoi*, *Eugenia rostrifolia*, *Plinia rivularis* e *Psidium cattleianum*, mas, cabe salientar, sempre em pequena proporção (Figura 28).

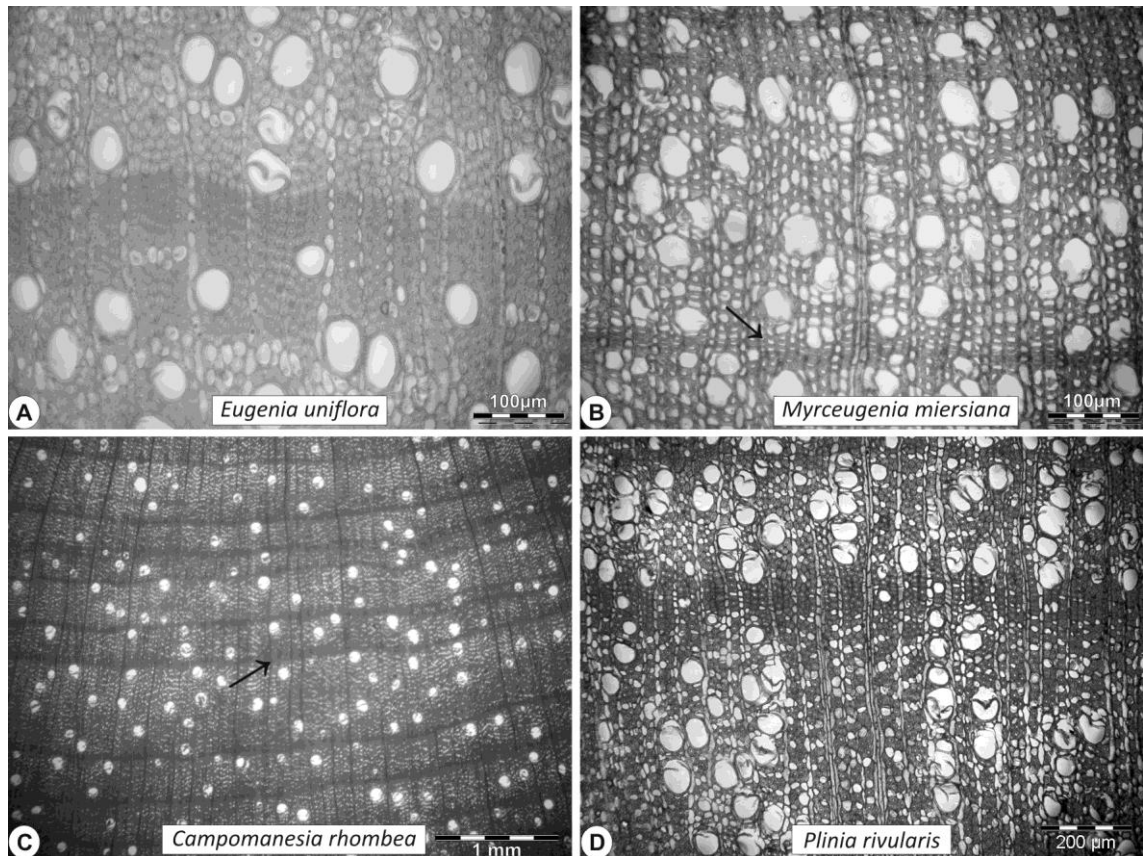


Figura 28 – Detalhes anatômicos da seção transversal da madeira. A – Poros ovais a circulares, de paredes espessas; B – Poros poligonais de paredes finas e fibras radialmente estreitas no lenho tardio (seta); C – Poros exclusivamente solitários e zonas fibrosas (seta); D – Poros solitários e em curtos múltiplos radiais.

Metcalfe e Chalk (1972) referem vasos em múltiplos radiais curtos para algumas espécies de *Calyptrotrichos* e *Gomidesia*; Andrade et al. (2010), por sua vez, registram poros geminados, em pequena proporção, na madeira de *Gomidesia flagellaris*, diferentemente do observado nas espécies destes dois gêneros botânicos, incluídas no presente trabalho. Marchiori e Brum (1997), em estudo de *Calyptrotrichos concinna*, não referem, igualmente, a ocorrência de poros em múltiplos. Das demais espécies brasileiras, apenas *Eugenia copacabanensis* e *Plinia martinellii* apresentam o referido arranjo de poros. Em *Campomanesia* spp., segundo Metcalfe e Chalk (1972), os poros tendem a se distribuir em linhas oblíquas frouxas, padrão não corroborado no presente estudo, bem como em outras espécies nativas do mesmo gênero, constantes na literatura (MARCHIORI, 1998).

Em seção transversal, a forma dos vasos mostra variação apreciável no material em estudo (Figura 28). Poros circulares a ovais são mais frequentes em espécies com vasos de maior diâmetro e paredes mais espessas (ex. *Calyptrotrichos tricona*, *Campomanesia*

*xanthocarpa*, *Eugenia uniflora*, *Gomidesia palustris* e *Plinia rivularis*), ao passo que os poligonais ou ligeiramente poligonais geralmente estão associados a vasos mais estreitos e de paredes mais finas (ex. *Blepharocalyx salicifolius*, *Campomanesia aurea*, *Eugenia mansoi*, *Myrceugenia euosma*, *Myrciantes cisplatensis* e *Myrciaria cuspidata*). Não foram observadas tiloses no material examinado; conteúdos, por sua vez, são ausentes ou escassos.

Para as Myrtaceae, a presença de tilos foi anotada apenas em *Eugenia* (DADSWELL e ECKERSLEY, 1935), *Angophora*, *Baeckia*, *Eucalyptus*, *Melaleuca*, *Rhodamnia*, *Syncarpia*, *Tristania* e *Xanthostemon* (METCALFE e CHALK, 1972). Em nenhuma das madeiras nativas de anatomia conhecida, no entanto, é registrada a ocorrência de tiloses, inclusive nas espécies de *Eugenia*, único dos gêneros acima listados, que foi incluído no presente estudo. A ausência do caráter explica-se pelo reduzido diâmetro dos vasos e pontoações na maioria das espécies da família, aspectos determinantes na formação dos mesmos, segundo Appezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2003).

As placas de perfuração são exclusivamente simples e as pontoações intervasculares são alternas, circulares, com abertura em fenda inclusa (Figura 29-31). As pontoações raio-vasculares são arredondadas, de aréolas distintas e semelhantes às intervasculares, embora menores e quase sempre restritas às margens de raios (Figura 29E,F). Em espécies de *Myrceugenia*, todavia, encontram-se placas múltiplas (reticuladas, escalariformes com <10 barras, raramente foraminadas) não exclusivas e pontoações raio-vasculares simples ou quase simples, horizontalmente estendidas (escalariformes) (Figura 29,30).

Placas múltiplas e pontoações escalariformes são pouco frequentes em Myrtaceae, segundo Record e Hess (1949), Metcalfe e Chalk (1972) e Vliet e Baas (1984). Pontoações desta natureza foram registradas principalmente para *Myrceugenia* (RECORD e HESS, 1949; RAGONESE, 1977). Metcalfe e Chalk (1972) e Patel (1995), no entanto, estenderam a ocorrência deste caráter para todos os gêneros com pontoações intervasculares grandes (inclusive *Eugenia*) e para *Lophomyrtus*, respectivamente. Placas múltiplas são citadas apenas para *Myrceugenia*, *Myrtus communis* e para uma espécie de *Eugenia* não identificada (METCALFE e CHALK, 1972), além de *Luma*, *Myrteola*, *Ugni* e algumas espécies de gêneros monotípicos, tais como *Myrtastrum rufo-punctatum*, *Neomyrtus pedunculata* e *Tepualia stipularis* (SCHMID e BAAS, 1984). Patel (1995) agrega este tipo de placa de perfuração a mais duas espécies de *Lophomyrtus*.

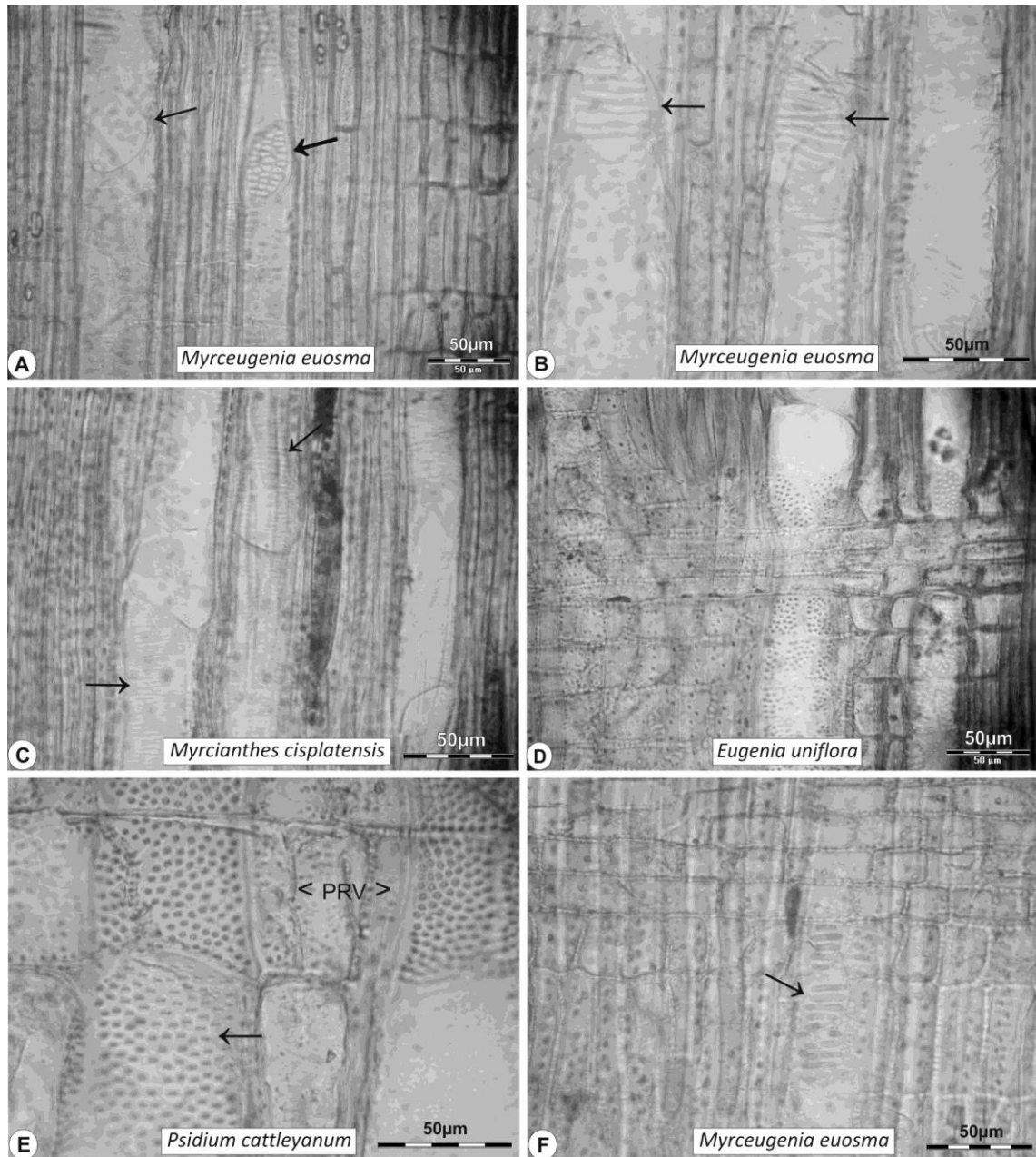


Figura 29 – Detalhes anatômicos de vasos, em corte radial. A – Vasos com placas de perfuração simples (seta fina) e múltiplas reticuladas (seta grossa) na mesma madeira; B – Placas de perfuração escalariformes (setas); C – Vasos com espessamentos espiralados tênues na parede (seta); D – Pontoações raio-vasculares restritas às margens; E – Pontoações raio-vasculares (PRV) semelhantes às intervaseculares (seta); F – Pontoações raio-vasculares horizontalmente estendidas (seta).

No tocante às espécies brasileiras, a literatura refere pontoações radialmente estendidas apenas para *Myrceugenia myrtoides* (MARCHIORI, 1987b) e *M. glaucescens* (MARCHIORI e MUÑIZ, 1988), além de duas espécies de *Myrcia*: *Myrcia pubipetala*, descrita por Barros e Callado (1997), e *Myrcia albotomentosa* DC., descrita por Ovando et al. (2010). Placas múltiplas, no entanto, foram registradas apenas para a primeira destas espécies e, mesmo assim, de maneira não exclusiva (em mistura com placas simples), como no presente estudo. Em estudos recentes, Paula et al. (2000) referiram o caráter para *Siphoneugena densiflora* e Andrade et al. (2010), para *Gomidesia flagellaris* e *G. spectabilis*.

Pouco frequentes nas madeiras investigadas, espessamentos espiralados tênues foram observados nos vasos de *Myrcianthes cisplatensis*, *Myrcianthes gigantea* e *Myrceugenia euosma* (Figura 29,30), em conformidade com a distribuição do caráter em Myrtaceae, segundo Schmid e Baas (1984).

Espessamentos espiralados são também referidos para outras espécies brasileiras da família, inclusive para duas Myrceugenias (*Myrceugenia myrtoides* e *M. glaucescens*), além de *Campomanesia guazumifolia* e *Eugenia involucrata*. Entre os gêneros, nativos ou não, que contam com este reforço na parede, incluem-se, ainda: *Acmena*, *Austromyrtus*, *Psidium*, *Xanthomyrtus*, *Myrtus* (SCHMID e BAAS, 1984), *Lophomyrtus* e *Neomyrtus* (PATEL, 1995). Vale lembrar que espessamentos espiralados e, principalmente, placas múltiplas podem ter natureza ocasional em algumas espécies de *Myrceugenia* (SCHMID e BAAS, 1984).

Os apêndices, se não invariavelmente presentes, encontram-se, ao menos em parte dos vasos e, geralmente, em ambas as extremidades (Figura 31).

A presença de ornamentações no pontoado intervascular foi anotada na maioria das espécies investigadas, pelo menos em parte dos vasos. Em *Eugenia uniflora*, *Eugenia uruguayensis*, *Myrcianthes pungens* e *Myrciaria cuspidata*, todavia, o referido caráter não foi observado.

A ausência de ornamentações em *Eugenia uniflora* não é corroborada pelo estudo de Soffiatti e Angyalossy-Alfonso (1999), e Cury (2002), por sua vez, não faz qualquer menção sobre a ocorrência deste detalhe anatômico na referida espécie. Richter e Dallwitz (2000), por outro lado, não observaram ornamentações no pontoado intervascular de *Myrcianthes pungens*, em consonância com os resultados do presente estudo.

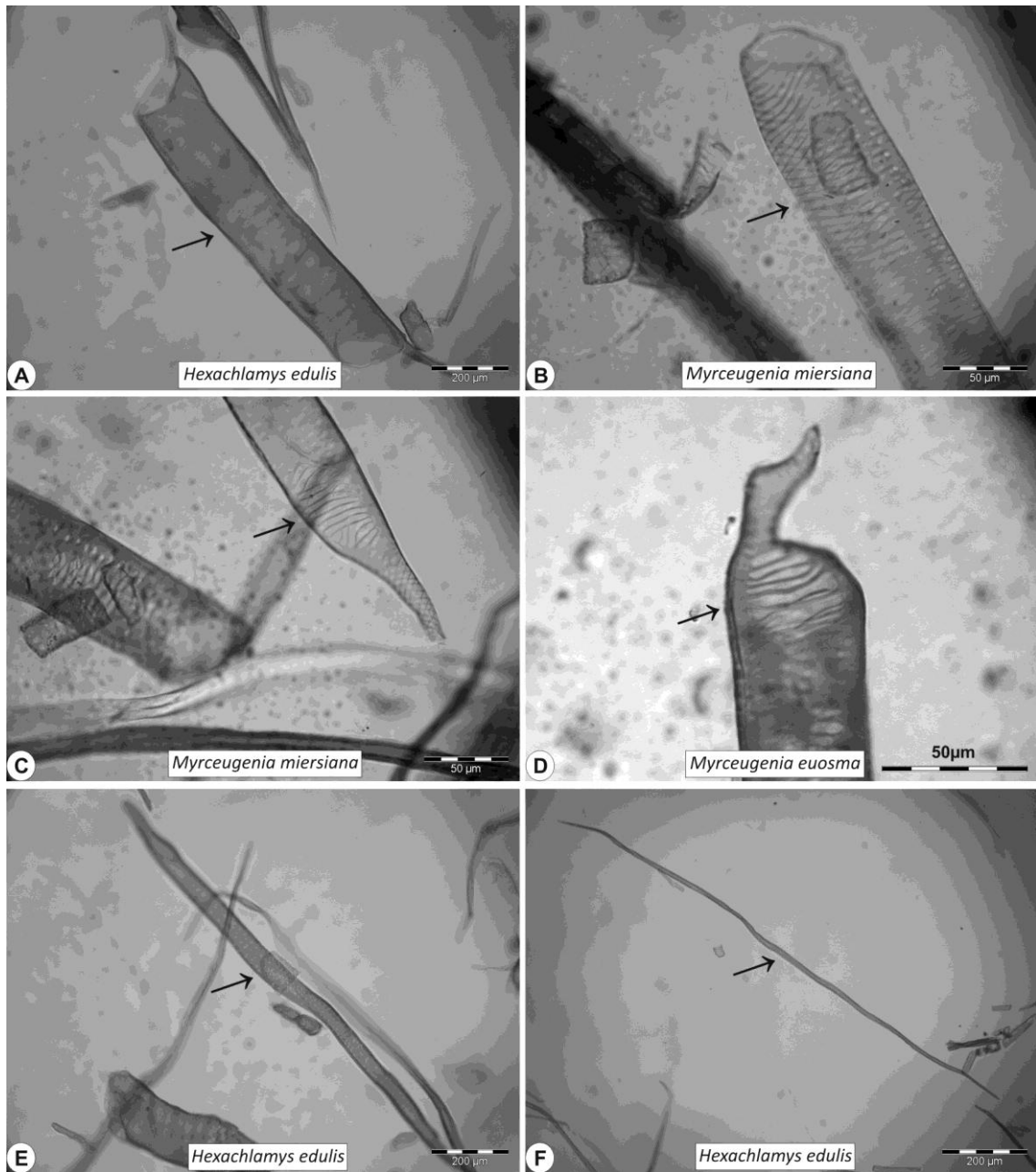


Figura 30 – Detalhes anatômicos em lâminas de macerado. Elementos vasculares com placas de perfuração simples (A,B) e escalariformes (C,D). Notar, também, a presença de espessamentos espiralados (B,C). E – Aspecto geral de um traqueídeo vasicêntrico. F – Aspecto geral de uma fibra.

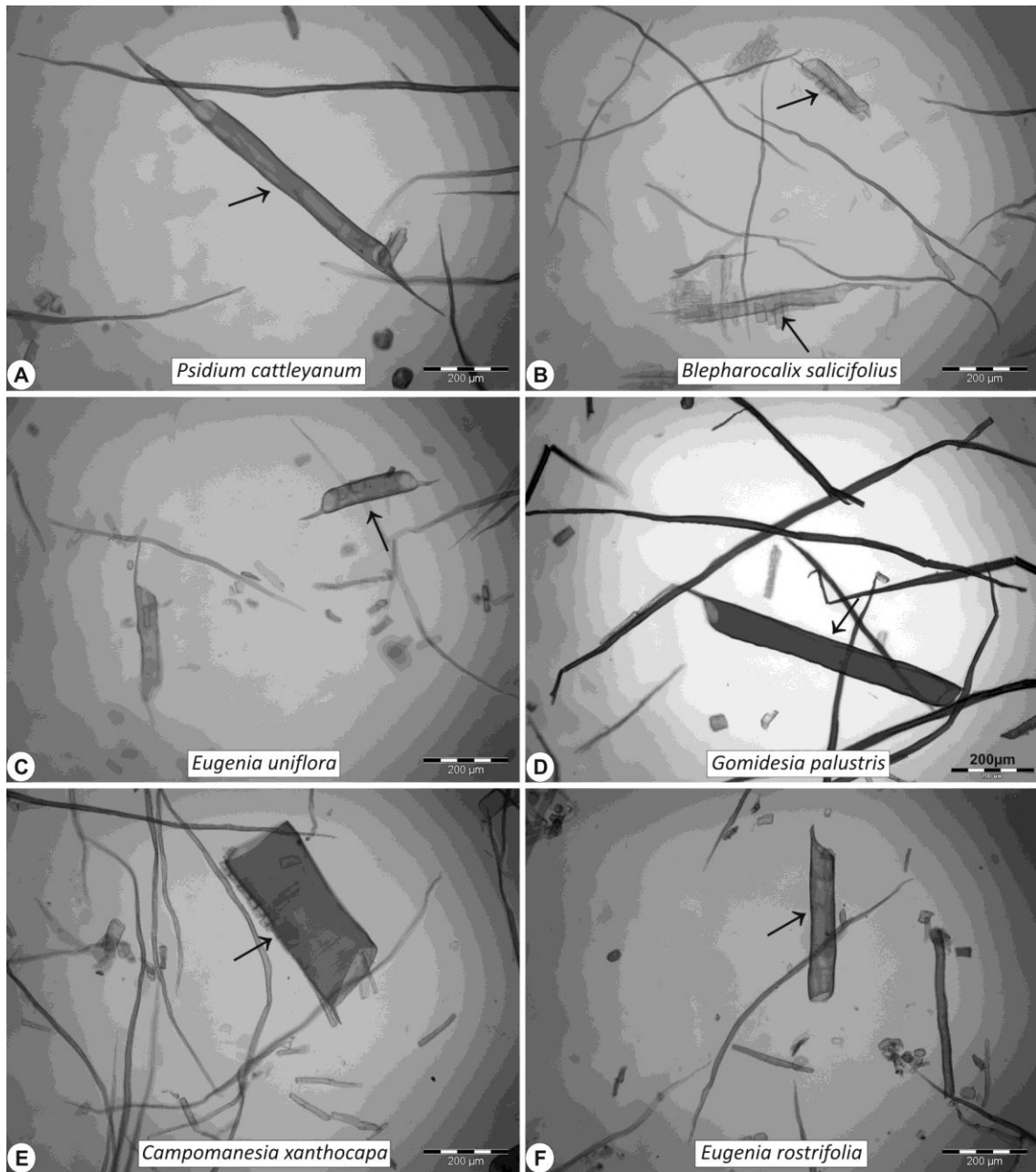


Figura 31 – Detalhes anatômicos em lâminas de macerado. A-F – Elementos vasculares com apêndices em uma (E,F) ou em ambas as extremidades (A,B,C,D) e placas de perfuração simples.



De acordo com Vliet e Baas (1984) e Jansen et al. (2001; 2008), a ocorrência de pontoações ornamentadas é caráter conservativo – e não apenas para as Myrtaceae –, mas para a ordem inteira das Myrtales. Record e Hess (1949) e Metcalfe e Chalk (1972), de igual modo, assinalam a presença de ornamentações ao conjunto das Myrtaceae, sem nenhuma exceção. A presença de ornamentações é citada, também, para a maioria das espécies brasileiras anatomicamente conhecidas, apesar de muitos autores não incluírem informações sobre o pontoado intervascular, como observado em Marchiori (1984a,b), Barros et al. (2001, 2003), Cury (2002) e Denardi e Marchiori (2005). Este fato decorre, como explica Marchiori (1984a), do predomínio de poros solitários e da presença de traqueídeos vasicêntricos, aspectos que dificultam a observação do pontoado.

A respeito das ornamentações, cabe salientar que a sua observação nem sempre é possível pela microscopia óptica, mesmo nos grupos em que o caráter sabidamente ocorre. Como explicam Wheeler et al. (1989), o grau de desenvolvimento, bem como a forma e distribuição das ornamentações, variam de acordo com o grupo taxonômico. Quando as pontoações são grandes e as ornamentações bem desenvolvidas (ex. *Terminalia*, Combretaceae), estas são relativamente fáceis de serem vistas em microscopia convencional; quando muito pequenas (ex. Apocynaceae e Rubiaceae), todavia, a visualização torna-se difícil. Uma determinação mais segura do caráter, neste caso, demanda microscopia eletrônica.

Deste modo, a não observação de ornamentações nas espécies acima referidas pode decorrer, tão simplesmente, do reduzido desenvolvimento do caráter, em vez da ausência do mesmo na estrutura anatômica. Somam-se a isto, ainda, a dificuldade na observação devido ao predomínio de poros solitários e à presença de traqueídeos vasicêntricos, já mencionados.

Os elementos vasculares são de comprimento médio, com exceção de *Psidium cattleianum*, que tem vasos longos (809  $\mu\text{m}$ ), variando, na grande maioria das espécies, de 400–600  $\mu\text{m}$ . Os valores extremos correspondem a *Campomanesia aurea* (361  $\mu\text{m}$ ), um arbusto nanofanerófitico, e à espécie a pouco mencionada (Tabela 1).

Na Tabela 1, vê-se que a maioria das espécies apresenta poros muito pequenos (<50  $\mu\text{m}$ ), com exceção de *Hexachlamys edulis*, *Eugenia schuechiana*, *Myrcia bombycina*, *Gomidesia palustris* e, principalmente, *Calyptanthus triconus* (70  $\mu\text{m}$ ), *Campomanesia rhombea* (70  $\mu\text{m}$ ) e *Campomanesia xanthocarpa* (78  $\mu\text{m}$ ), cujos valores excedem

significativamente o limite anteriormente referido. Dividem o posto de espécies com o menor diâmetro de poros (25  $\mu\text{m}$ ): *Eugenia burkartiana*, *Myrcianthes cisplatensis* e *Plinia trunciflora*.

Os poros são muito numerosos e/ou extremamente numerosos ( $>40/\text{mm}^2$ ) na grande maioria das espécies. Menos comuns, poros pouco numerosos até numerosos ( $<40/\text{mm}^2$ ) foram registrados para as madeiras de *Calyptranthes tricona* (12–25), *Campomanesia rhombea* (12–25), *Campomanesia xanthocarpa* (12–25) e *Myrcia bombycina* (25–37). Em valores médios, a frequência oscila desde menos de 20 poros/ $\text{mm}^2$ , caso de *Calyptranthes tricona*, *Campomanesia rhombea*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Eugenia schuechiana*, até mais de 100 poros/ $\text{mm}^2$ , com destaque para as duas espécies de *Myrceugenia*, que apresentam frequência superior a 200 poros/ $\text{mm}^2$ . Predominam, todavia, as espécies com menos de 100 poros/ $\text{mm}^2$  (Tabela 1).

As paredes são finas ou espessas (Figura 28A,B), variando de 2,0 a 4,3  $\mu\text{m}$ , com exceção de *Gomidesia palustris*, que tem vasos de paredes muito espessas (6,3  $\mu\text{m}$ ). Com relação a este caráter, cabe salientar que se observa, quase sempre, uma correlação positiva entre o aumento na espessura da parede e o diâmetro de poros.

As pontoações intervacuares são diminutas a pequenas ( $<7 \mu\text{m}$ ) em todas as espécies investigadas, com exceção de *Myrcia bombycina* e *Myrcia selloi*, que tem pontoações pequenas a médias ( $<9 \mu\text{m}$ ), bem como *Myrceugenia euosma* e *Myrceugenia miersiana*, que apresentam pontoações grandes ( $>10 \mu\text{m}$ ) (Figura 29E,F). O diâmetro médio varia de 4-6  $\mu\text{m}$ , com raras exceções: *Myrceugenia euosma* (9,6  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia miersiana* (12,1  $\mu\text{m}$ ) e *Myrciaria cuspidata* (3,8  $\mu\text{m}$ ).

As pontoações raio-vasculares são sempre menores do que as intervacuares, exceto nos representantes de *Myrceugenia*, gênero em que se verifica o contrário, por ter pontoações escalariformes. Considerando-se os valores médios, vê-se que as pontoações raio-vasculares raramente ultrapassam 4  $\mu\text{m}$ , citando-se, como exemplos: *Myrceugenia euosma* (13,3  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia miersiana* (14,5  $\mu\text{m}$ ) e *Gomidesia palustris* (4,5  $\mu\text{m}$ ). Os menores valores foram observados em *Campomanesia xanthocarpa* (2,3  $\mu\text{m}$ ) e *Siphoneugena reitzii* (2,6  $\mu\text{m}$ ).

De modo geral, os valores observados nas características quantitativas estão dentro dos limites para a família. Em Myrtaceae, segundo Vliet e Baas (1984), o diâmetro de vasos varia de 30-250  $\mu\text{m}$  e seu comprimento de 260-1090  $\mu\text{m}$ , ficando a maioria entre 400-800

$\mu\text{m}$ , intervalos que incluem praticamente toda a variabilidade observada no presente estudo. Muito variável, a frequência de poros na família, segundo Metcalfe e Chalk (1972), oscila desde menos de 5 até mais de 100 poros/ $\text{mm}^2$ . Os valores atribuídos para os gêneros (Metcalfe e Chalk, 1972), todavia, nem sempre correspondem aos obtidos no presente estudo, como em *Campomanesia*, por exemplo.

No tocante ao diâmetro, frequência e comprimento de elementos vasculares, os valores presentemente observados assemelham-se aos referidos para as demais Myrtoídeas sul-rio-grandenses descritas na literatura, mas diferem consideravelmente do registrado para a maioria das espécies brasileiras de latitudes mais baixas (BARROS et al., 2001, 2003; ANDRADE et al., 2010). Nestes casos, o diâmetro e comprimento de elementos vasculares tendem a ser maiores, ao passo que a frequência de poros é geralmente menor do que na flora sul-brasileira.

A influência da latitude sobre as características anatômicas é fato amplamente reconhecido, havendo numerosos registros na literatura sobre o tema. Em estudo recente sobre tendências estruturais de elementos vasculares na flora sul-rio-grandense, Santos e Marchiori (2010) notaram comportamento idêntico na comparação com a flora do centro do País. Este comportamento sempre deve ser levado em conta, ao se utilizar características quantitativas para separação ou identificação de espécies, principalmente no caso de floras de ambientes distintos. O mesmo se pode dizer com relação à disponibilidade hídrica. Apenas como exemplo, Denardi e Marchiori (2005a) e Marques et al. (2007) encontraram diferenças importantes em quase todas as características quantitativas por eles investigadas, em estudo de *Blepharocalyx salicifolius* e de três espécies de *Eugenia*, respectivamente, procedentes de áreas com disponibilidades hídricas distintas.

#### **6.4 Parênquima axial**

Visto em plano transversal, o parênquima axial se distingue das fibras por ter células de paredes finas, amplos lumens e, por vezes, abundante conteúdo, como em *Myrcia bombycina* e *Gomidesia palustris* (Figura 32).

O arranjo do parênquima axial é muito variável em Myrtaceae, a julgar pelos padrões constantes na literatura, que incluem desde os tipos apotraqueal difuso, difuso-em-agregados e paratraqueal escasso, até em faixas contínuas ou descontínuas, vasicêntrico e

confluente. Esta variabilidade, justamente, é o que confere valor ao caráter para a identificação de espécies (DÉTIENNE e JACQUET, 1983; DIAS-LEME et al., 1995; SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999).

No caso das Mirtoídeas investigadas, a maioria apresenta parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, ou seja, compondo linhas com três ou mais células, irregularmente distribuídas entre as fibras. Em *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia rhombea*, todavia, tais linhas estão distribuídas de modo mais ou menos homogêneo, tendendo ao padrão escalariforme. O padrão apotraqueal difuso é mais saliente em espécies de *Myrcia* e *Myrcianthes* e em *Gomidesia palustris* (*Myrcia palustris sensu* Landrum e Kawasaki, 1997), chegando, inclusive, a predominar nesta espécie. Nas demais, os padrões difuso-em-agregados e em faixas são os mais conspícuos (Figura 32). Parênquima paratraqueal escasso é comum, mas pouco representativo. Sobre o parênquima paratraqueal, cabe salientar que a presença de traqueídeos vasicêntricos, bem como a abundância dos padrões difusos, dificultam, por vezes, a sua determinação.

Metcalf e Chalk (1972) referem a ocorrência de parênquima tipicamente apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, especialmente em Mirtáceas de poros solitários. Em adição a estes padrões, Vliet e Baas (1984) e Dias-Leme et al. (1995) citam o paratraqueal escasso, em consonância com o verificado no presente estudo. Na maioria das espécies brasileiras da família – e, inclusive, em madeiras nativas no Rio Grande do Sul – são igualmente observados os padrões apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, por vezes em combinação com paratraqueal escasso (BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001; MARQUES et al., 2007).

Padrão semelhante ao descrito para *Gomidesia palustris* foi encontrado, por Andrade et al. (2010), em outros representantes do mesmo gênero, bem como por Dias-Leme et al. (1995), em certas espécies de *Myrcia* (*Myrcia sylvatica* (G. Meyer) DC. e *Myrcia guianensis* DC.). Em algumas espécies de *Gomidesia*, no entanto, predominam os padrões paratraqueal escasso e apotraqueal difuso-em-agregados, caso de *G. affinis* e *G. flagellaris*, respectivamente. A tendência observada em *Campomanesia xanthocarpa* e *Campomanesia rhombea*, todavia, não é mencionada na literatura.

Parênquima em faixas tangenciais contínuas e irregulares (com mais de 3 células de largura), não associadas aos vasos, foi observado principalmente em madeiras de *Eugenia* (*Eugenia rostrifolia* e *E. uniflora*), além de *Hexachlamys edulis* (*Eugenia myrciathes sensu* Landrum e Kawasaki, 1997) e *Myrcianthes pungens*, especialmente no lenho inicial (Figura 32A). Em algumas espécies, caso de *Eugenia burkartiana*, *E. mansoi*, *Myrcia selloi* e *Myrcianthes cisplatensis*, verifica-se, também, uma tendência à formação de faixas tangenciais, pelo menos em parte dos anéis de crescimento (Figura 32C).

Em *Calyptranthes tricona*, *Eugenia hiemalis* e *Eugenia mansoi* o parênquima axial está organizado, principalmente, em faixas ou linhas tangenciais estreitas (até 3 células, geralmente) e descontínuas (Figura 32C,E). Padrão semelhante é referido para *Calyptranthes langsdorffii* (BARROS et al., 2001), *C. pileata*, *C. pulchella*, *C. widgreniana*, e mais cinco espécies do gênero *Marlierea* citadas por Dias-Leme et al., (1995), além de *Eugenia cachoeirensis* e *Eugenia chlorophylla*, descritas por Barros et al. (2003). Vale lembrar que nem todas as espécies de *Calyptranthes* mostram o padrão acima referido: *Calyptranthes pileata* (DIAS-LEME et al., 1995) e *Calyptranthes concinna* (MARCHIORI e BRUM, 1997), por exemplo, apresentam parênquima difuso e difuso-em-agregados, o que aumenta a diversidade estrutural do referido gênero.

Parênquima axial em faixas contínuas ou descontínuas, bem como os padrões vasicêntrico e confluyente, são menos comuns na família (VLIET e BAAS, 1984), constando, por exemplo, para algumas espécies de *Calyptranthes*, *Eugenia*, *Jambosa*, *Myrtus*, *Rhodamnia*, *Syzygium* (METCALFE e CHALK, 1972), além de *Marlierea* e *Myrcia* (DIAS-LEME et al., 1995). Na literatura de espécies nativas, o parênquima em faixas é citado apenas para *Eugenia uniflora* (SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999), *Eugenia copacabanensis* (MARQUES et al., 2007), *Myrcia deflexa* (PAULA e ALVES, 2007) e *Myrcia multiflora* (OVANDO et al., 2010). O padrão paratraqueal vasicêntrico, comum em *Eucalyptus*, encontra-se na estrutura anatômica de *Myrcia pubipetala* (BARROS e CALLADO, 1997), mas não foi observado no presente estudo.

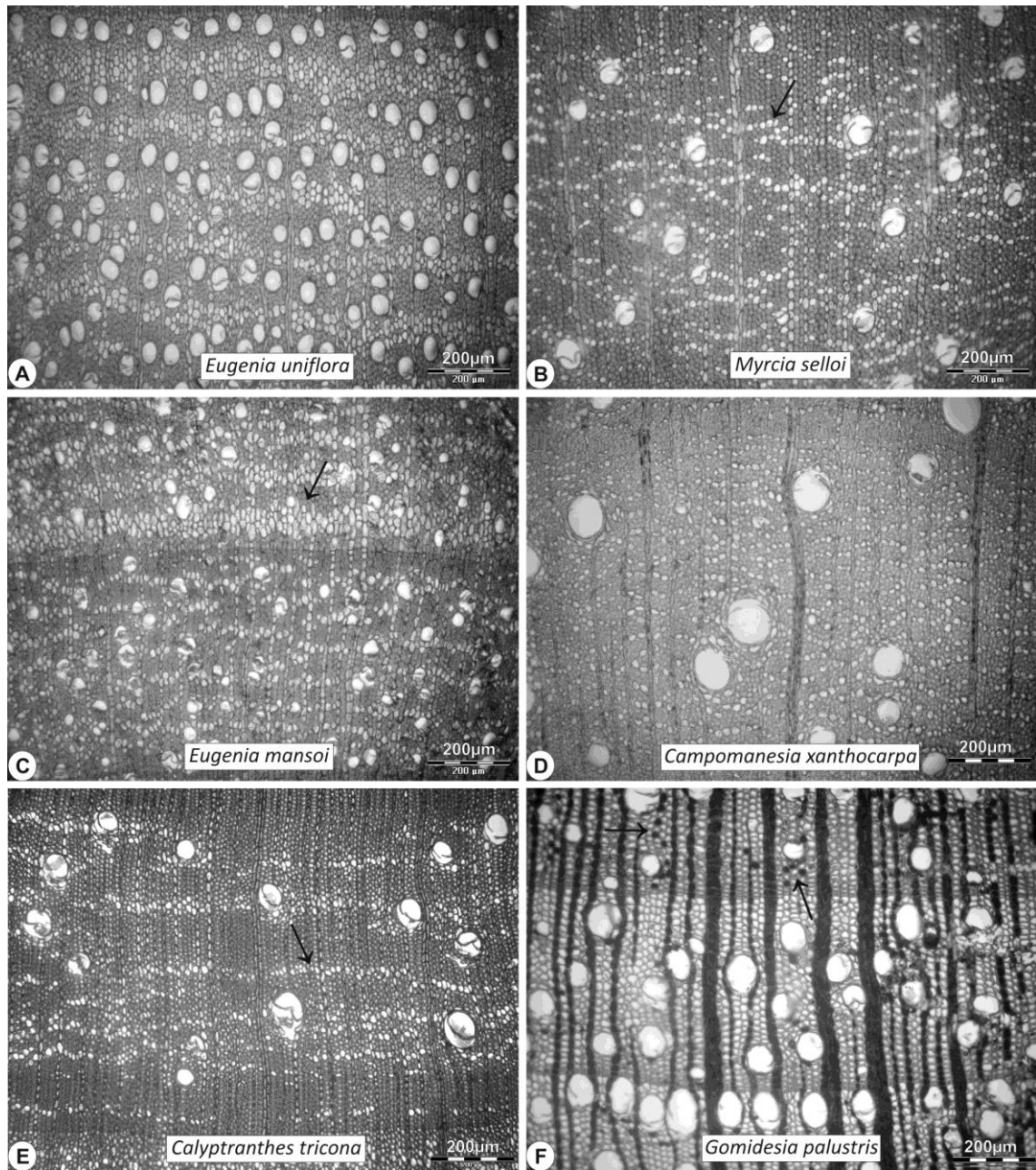


Figura 32 – Diversidade no arranjo do parênquima axial. A – Parênquima em faixas tangenciais irregulares, com 3-6 células de largura; B – Parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados (seta); C, E – Parênquima em linhas ou faixas tangenciais estreitas e descontínuas, ocasionalmente mais largas no lenho inicial (seta); D – Parênquima difuso-em-agregados, tendente a escalariforme; F – Parênquima apotraqueal difuso (setas).

A ausência de parênquima axial é referida, por Paula e Alves (2007), para a madeira de *Myrcia pubipetala* Miq. Nas madeiras presentemente investigadas, todavia, bem como nas demais espécies brasileiras de estrutura anatômica conhecida, o parênquima axial é caráter invariavelmente presente. Na literatura anatômica da família, a ausência deste tecido é atribuída, também, à *Heteropyxis*, gênero recentemente incluído em Myrtaceae (SCHMID, 1980).

O parênquima axial é exclusivamente do tipo seriado, uma condição geral para a família. A altura das séries em número de células mostra-se pouco variável entre as espécies e com intervalos que geralmente se sobrepõem (Tabela 1), motivo pelo qual o caráter mostra-se pouco interessante sob o ponto de vista taxonômico. Na maioria das madeiras são observadas séries parenquimáticas com menos de 10 células de altura (valores extremos), podendo chegar, todavia, até 16 células em alguns casos, especialmente nas espécies com parênquima organizado em faixas, caso de *Myrcianthes pungens*, por exemplo. Dentro destes limites, as séries parenquimáticas baixas, com até 4 células de altura, observadas em *Campomanesia aurea*, *Campomanesia rhombea*, *Myrcia bombycina* e *Siphoneugena reitzii*, são menos comuns do que as com mais de 4 células, principalmente se considerados apenas os tipos predominantes na madeira, que varia de 4-8 células na maioria das espécies.

Medidas linearmente, as séries de parênquima oscilam entre 400 e 600  $\mu\text{m}$  na maioria das espécies, com destaque para os valores observados em *Siphoneugena reitzii* (287  $\mu\text{m}$ ), *Campomanesia aurea* (294  $\mu\text{m}$ ), *Eugenia schuechiana* (710  $\mu\text{m}$ ) e *Psidium cattleianum* (764  $\mu\text{m}$ ).

Os valores observados na altura do parênquima axial concordam com as referências da literatura para a família, que usualmente inclui séries de até 8 células (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972; DIAS-LEME et al., 1995). O mesmo se pode dizer das Mirtoídeas nativas de anatomia conhecida, listadas na bibliografia. Como observado no presente estudo, não é raro que os valores extremos superem o limite de 10 células (BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001, 2003). A tendência na altura linear concorda, igualmente, com o presentemente observado, situando-se, na maioria das espécies, entre 400-600  $\mu\text{m}$ .

Foram observadas, no entanto, discrepâncias no tocante a referências da literatura para a altura das séries de parênquima axial de *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrcianthes pungens*. Denardi e Marchiori (2005b) e Richter e Dallwitz (2000) referem séries com 2-12 e

3-5 células, respectivamente, para estas espécies, diferentemente do observado no presente estudo (2-8 e 2-16 células).

Cristais prismáticos em séries são frequentes no parênquima axial das espécies investigadas, notadamente em *Eugenia* (Tabela 2). Além deste gênero, apresentam cristais: *Blepharocalyx salicifolius*, *Hexachlamys edulis*, *Myrcia selloi*, *Myrcianthes pungens*, *Plinia rivularis*, *Plinia trunciflora* e *Psidium cattleianum*. Em algumas espécies, como *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrcianthes pungens*, o caráter é de natureza ocasional, posto que presente apenas em parte das amostras investigadas. Na maioria das espécies, os cristais são abundantes (Figura 33C); em algumas, todavia, a quantidade é variável, casos de *Eugenia mansoi* e *Psidium cattleianum*, que têm cristais escassos até abundantes.

A presença de cristais no parênquima axial de *Blepharocalyx salicifolius*, *Eugenia uniflora* e *Psidium cattleianum* está de acordo com o referido por Denardi e Marchiori (2005b), Soffiatti e Angyalossy-Alfonso (1999) e Sousa (2000) para estas espécies. Richter e Dallwitz (2000), por outro lado, não encontraram cristais nas madeiras de *Myrcianthes pungens*, confirmando a natureza ocasional do caráter na espécie. Barros et al. (2003), todavia, não fazem referência a ocorrência ou não de cristais na madeira de *Eugenia hiemalis*. A variabilidade na abundância de cristais em *Psidium cattleianum*, por sua vez, foi também observada por Sousa (2000).

Amplamente disseminados na família, os cristais estão presentes em pelo menos parte das espécies dos seguintes gêneros: *Angophora*, *Eucalyptus*, *Eugenia*, *Feijoa*, *Kjellbergiodendron*, *Marlierea*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrrhinium*, *Psidium* (METCALFE e CHALK, 1972), *Agonis*, *Calycorectes*, *Leptospermum*, *Lophomyrtus*, *Myrciaria*, *Nothomyrcia* (VLIET e BAAS, 1984) e *Calyptranthes* (DIAS-LEME et al., 1995). Ao contrário do referido por Metcalfe e Chalk (1972), não foram encontrados cristais nas madeiras de *Myrceugenia* e *Myrciaria*, inclusive naquelas investigadas por Marchiori e Muñiz (1987a,b, 1988). *Calyptranthes tricona* também não apresentou cristais, bem como *Calyptranthes concinna*, descrita por Marchiori e Brum (1997); *Calyptranthes langsdorffii*, no entanto, conta com este detalhe anatômico (BARROS et al., 2001). Vale acrescentar que Metcalfe e Chalk (1972) também não referem a ocorrência de cristais para este gênero. De acordo com os mesmos autores, além de *Calyptranthes*, faltam cristais na estrutura anatômica de *Campomanesia* e *Gomidesia*, aspecto corroborado pelo presente estudo, bem como por Dias-Leme et al. (1995) e Andrade et al. (2010).



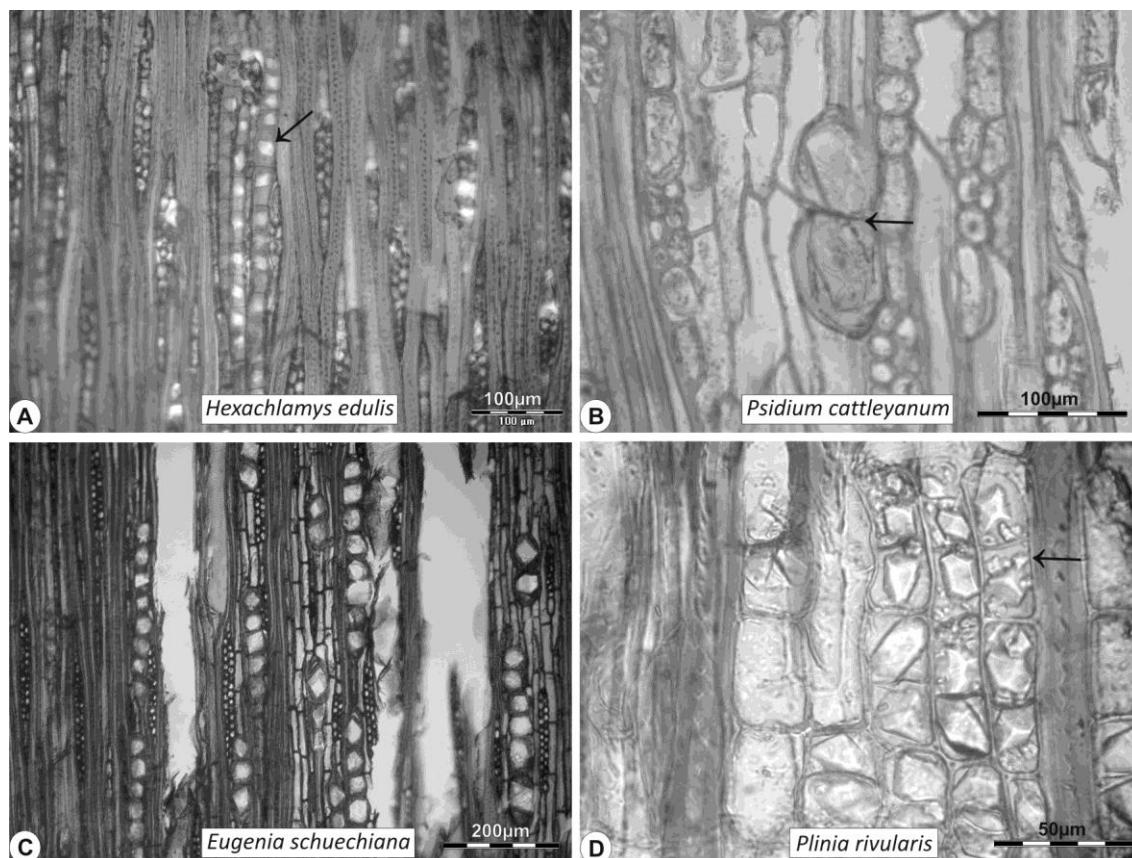


Figura 33 – Diversidade de cristais no parênquima axial. A – Cristais numerosos, em câmaras não distendidas (seta); B – Série cristalífera curta, composta por dois cristais solitários, em câmaras de tamanho maior do que as células de parênquima normal adjacentes (seta); C – Cristais abundantes, também em idioblastos; D – Séries cristalíferas com cristais de diferentes tamanhos, dividindo espaço na mesma câmara (seta).

Como observado neste estudo, a ocorrência de cristais é mais disseminada – e quase uma constante – no gênero *Eugenia*, aparecendo em todas as espécies incluídas na literatura, com exceção de *Eugenia hiemalis* (BARROS et al., 2003). Das espécies nativas no Rio Grande do Sul, foram observadas séries cristalíferas no parênquima axial de *Blepharocalyx salicifolius* (DENARDI e MARCHIORI, 2005b), *Eugenia involucrata* (MARCHIORI, 1984a), *Acca sellowiana* (MARCHIORI, 1984b) e *Myrrhinium loranthoides* (MARCHIORI, 1984c).

Em todas as *Eugenia*s estudadas, com exceção de *Eugenia myrcianthes* (= *Hexachlamys edulis*), bem como em *Psidium cattleianum* e *Myrcianthes pungens*, os cristais encontram-se em idioblastos; nas demais espécies, eles estão dispostos em câmaras de tamanho semelhante ao das células de parênquima axial (Figura 33). Os cristais são sempre solitários, exceto em *Plinia rivularis* e *Plinia trunciflora*, espécies em que geralmente

se observam vários cristais diminutos junto a um cristal grande, na mesma câmara, pelo menos em parte das séries cristalíferas (Figura 33D). O número de cristais por série é variável, embora na maioria das vezes exceda a 10 unidades; destaca-se, neste aspecto, *Psidium cattleianum*, cujas séries, muito curtas, reúnem três cristais, no máximo, em grandes idioblastos.

Metcalfe e Chalk (1972) referiram cristais em séries distintamente mais largas do que as normais para *Myrcia* e *Psidium*; Marchiori (1984b,c), por sua vez, destacou textualmente a ocorrência de cristais em grandes idioblastos nas madeiras de *Acca sellowiana* (= *Feijoa sellowiana*) e *Myrrhinium loranthoides*.

A presença de cristais não isolados e de tamanhos distintos na mesma câmara de parênquima axial é caráter referido na literatura apenas para duas espécies de *Calyptranthes* (DIAS-LEME et al., 1995). Cabe destacar, além disso, que Barros e Callado (1997) não mencionam a ocorrência deste aspecto para *Plinia martinellii*, sugerindo, portanto, não tratar-se de uma característica do gênero em questão.

Metcalfe e Chalk (1972), Rebollar et al. (1994), Dias-Leme et al. (1995) e Cury (2002) encontraram cristais nos raios de *Calyptranthes*, *Psidium sartortianum*, *Myrcia* e *Eugenia uniflora*, respectivamente. Nenhuma das espécies presentemente descritas conta com cristais em raios, inclusive a pitangueira.

Sobre os cristais, cabe salientar que a sua presença e/ou abundância é influenciada pelas condições ambientais. Barajas-Morales (1985), no México, encontrou maior incidência de cristais em plantas de ambientes secos, à semelhança do verificado por Wheeler et al. (2007), em estudo da flora mundial. No caso de madeiras africanas de *Acacia*, Gourlay e Grime (1994 apud RODRIGUES, 2005) observaram que o número de bandas de cristais nos anéis de crescimento corresponde ao número de picos anuais de chuva, o que levou os autores a postular a existência de correlação entre este aspecto anatômico e a disponibilidade hídrica.

Metcalfe e Chalk (1983) discutem a influência nutricional e da idade sobre a frequência de cristais em diferentes tecidos das plantas. De acordo com os autores, a disponibilidade de nitratos tende a aumentar a deposição de cristais, os quais podem, ainda, tornarem-se mais numerosos ou desaparecer com o tempo. Sousa (2000) notou diferença na abundância de cristais em *Psidium cattleianum*, de acordo com o ambiente e cor dos frutos.

Mesmo assim, muitos pesquisadores têm recomendado o uso de cristais como critério para a separação de espécies, e não apenas em Myrtaceae (BOTOSSO e MEIRELLES, 1987; WHEELER ET AL, 1989; LEÓN, 2007; MARCHIORI, 2010). Nesta família, Dias-Leme et al. (1995) e Soffiatti e Angyalossy-Alfonso (1999) são alguns dos autores que se valeram do referido caráter para fins taxonômicos. Para Core et al. (1979), no entanto, os cristais têm valor limitado na identificação de madeiras.

## 6.5 Raios

Em todas as Mirtáceas incluídas no presente trabalho, os raios lenhosos são uni e multisseriados e essencialmente heterogêneos, com corpo de células procumbentes de pouca altura e margens (extremidades unisseriadas) compostas por uma mistura, em proporções variáveis, de células eretas, quadradas e procumbentes mais altas do que as do corpo central (Figura 34).

Em linhas gerais, os aspectos acima elencados correspondem ao descrito na literatura para a subfamília Myrtoideae (RECORD e HESS, 1949; VLIET e BAAS, 1984; DIAS-LEME et al., 1995), inclusive no tocante a espécies brasileiras anteriormente mencionadas. Há que se ressaltar, apenas, certos aspectos da composição celular das margens.

Com exceção de Ragonese (1977), a presença de células procumbentes em margens de raios não tem sido mencionada em descrições de Myrtaceae, disponíveis na literatura. O mesmo se pode dizer a respeito da proporção dos diferentes tipos de células, caráter que, aliás, pode auxiliar na identificação das espécies, posto que variável. *Eugenia rostrifolia* e *Eugenia uruguayensis*, por exemplo, podem ser separadas com base neste simples critério: na primeira, verifica-se uma mistura, em proporções semelhantes, de células eretas e quadradas nas margens; na segunda, há um claro predomínio das células eretas. As células procumbentes, por sua vez, ocorrem, geralmente, em menor número e são mais frequentes nas fileiras próximas ao corpo.

Estas diferenças, combinadas ao número de células nas extremidades unisseriadas, determinam a altura das margens, aspecto igualmente útil para a identificação ou separação de espécies, embora pouco lembrado nas descrições. A maioria das espécies estudadas tem raios com margens de até quatro células. Apesar da pouca altura, predominam as espécies cujas margens são geralmente mais altas do que o corpo central (Tabela 1).

Outra peculiaridade das margens, bem como dos raios unisseriados, é a presença de células de paredes disjuntas, caráter comum a todas as Mirtoídeas estudadas (Figura 34E,F).

Originadas durante o processo de desenvolvimento, devido ao efeito da expansão dos tecidos adjacentes (sobretudo vasos) que forçam a sua separação (KITIN et al., 2009), as células de paredes disjuntas têm ocorrência generalizada em Myrtaceae (RECORD e HESS, 1949; RAGONESE, 1977; DIAS-LEME et al., 1995). Mesmo assim, o caráter é geralmente negligenciado em descrições anatômicas. Apesar da ocorrência limitada a poucas famílias (PATEL, 1995), a utilização das células disjuntas para fins taxonômicos não é recomendada, devido à escassez de informações sobre o tema (HERENDEEN e MILLER, 2000).

Tipicamente estreitos, os raios multisseriados apresentam duas ou três células de largura, na grande maioria das espécies investigadas, concentrando-se os primeiros especialmente no gênero *Eugenia*, ainda mais se considerados apenas os tipos predominantes na madeira (Tabela 1). Raios com mais de três células são anotados para poucas espécies, com destaque para *Campomanesia xanthocarpa* e *Gomidesia palustris*, que apresentam os raios mais largos entre todas as espécies estudadas (quatro e cinco células, respectivamente) (Figura 35).

Raios estreitos são amplamente predominantes em Myrtaceae, como se pode observar nas principais obras de referência sobre a família (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972; VLIET e BAAS, 1984). Raios com mais de 3 células de largura são referidos para certas espécies de *Calyptrotrichos*, *Campomanesia*, *Gomidesia* (METCALFE e CHALK, 1972), *Myrcia* (BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001; OVANDO et al., 2010) e *Myrceugenia* (RAGONESE, 1977).

No presente estudo, bem como no trabalho de Marchiori e Brum (1997), não foram observados raios com mais de 3 células em *Calyptrotrichos*. Para *Gomidesia*, Metcalfe e Chalk (1972) citam raios com até 8 células, mais largos, portanto, do que os observados no presente estudo, bem como por Dias-Leme et al. (1995) e Andrade et al. (2010). Das espécies nativas no Estado, apenas *Campomanesia guazumifolia* (MARCHIORI, 1998) tem raios com mais de 3 células de largura, embora pouco frequentes.

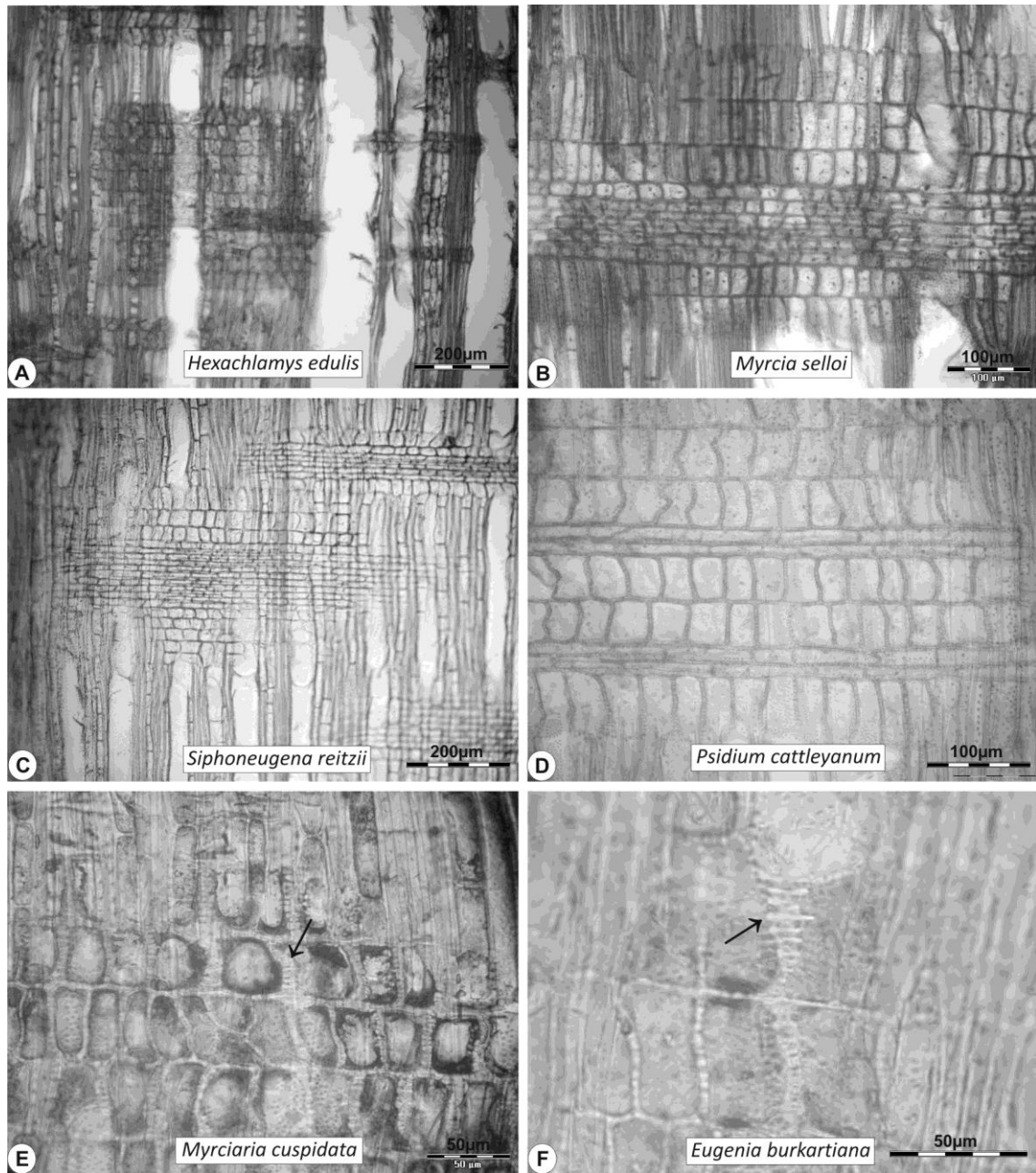


Figura 34 – Detalhes anatômicos de raios, em vista radial. A – Raio com corpo de células procumbentes e margens de células quadradas, eretas e, menos comumente, procumbentes; B – Raios com margens de células quase exclusivamente eretas; C – Margens compostas por uma mistura de células eretas, quadradas e procumbentes; D – Raio fusionado; E – Raio com abundante conteúdo e células de paredes disjuntas (seta); F – Detalhe de células radiais com paredes disjuntas (seta).

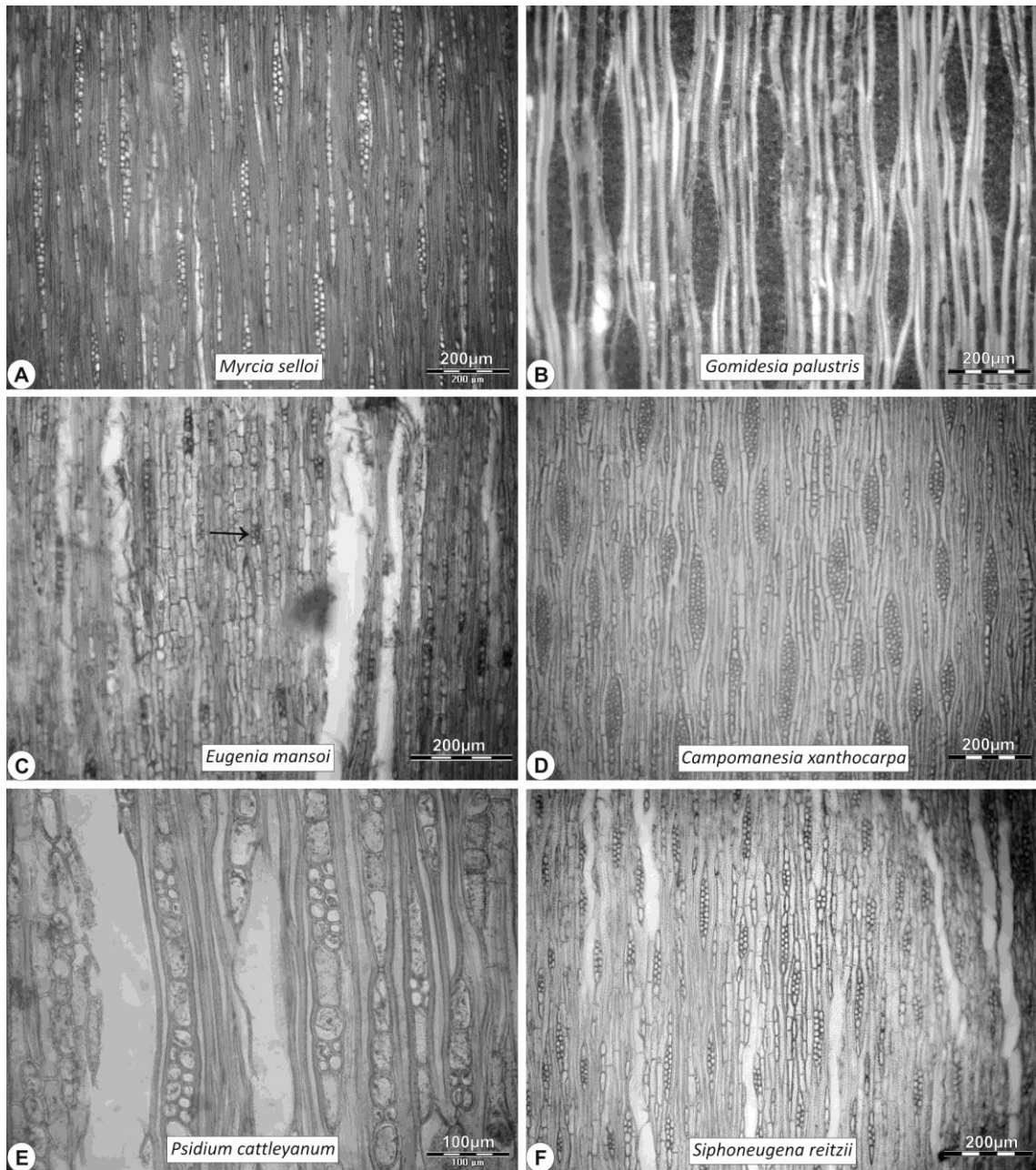


Figura 35 – Diversidade de raios, em vista tangencial. A, C, E – Raios estreitos, com margens mais altas do que o corpo central (seta); B, D, F – Raios com margens unisseriadas mais curtas do que o corpo central. Notar, também, a presença de raios largos e em dois tamanhos distintos (B e D), bem como a largura constante e a frequente fusão axial (E).

Em algumas espécies se observou uma tendência à formação de raios de dois tamanhos distintos, especialmente quando estes são mais largos (>3 células), caso de *Campomanesia xanthocarpa* e *Gomidesia palustris* (Figura 35B,D). Pouco registrado em Myrtaceae, este detalhe anatômico foi, todavia, lembrado na descrição geral da família, feita por Metcalfe e Chalk (1972).

De acordo com Ragonese (1977), em Myrtaceae e em outras famílias botânicas com estrutura radial semelhante, é comum a observação de dois ou três segmentos multisseriados em seção tangencial, unidos por porções unisseriadas, o que pode levar um único raio a ter mais de 1 mm de altura. No presente estudo, observaram-se raios fusionados (como eles são conhecidos) em todas as espécies investigadas e, na maioria das vezes, com elevada frequência (Figura 35E). O caráter, todavia, é mais escasso em espécies de *Campomanesia*, em *Calyptranthes tricona* e em *Eugenia schuechiana*; em *Psidium cattleianum*, ao contrário, o referido aspecto anatômico chega a ser predominante. Nesta espécie, além disso, os raios apresentam largura aproximadamente constante, cujas margens pouco diferem do corpo central.

Raios fusionados são também frequentemente observados nas demais Myrtoideae brasileiras descritas na literatura; em nenhum caso, todavia, como em *Psidium cattleianum*. Raios de largura uniforme, ao contrário, é caráter não citado, até mesmo em trabalhos mais abrangentes, como os de Record e Hess (1949), Metcalfe e Chalk (1972) e Vliet e Baas (1984). Ragonese (1977), todavia, observou que a largura do corpo mal excede o diâmetro das margens no caso de alguns raios bisseriados. Esta tendência foi igualmente observada no presente estudo, em espécies de raios muito estreitos, como *Eugenia mansoi*, *Eugenia burkartiana* e *Eugenia uniflora*; nestes casos, no entanto, o caráter torna-se pouco evidente devido à pequena largura dos raios, motivo pelo qual preferiu-se não salientar a sua presença.

Conteúdos (amido, substâncias fenólicas ou gomo-resinas) são frequentes nos raios das espécies investigadas, especialmente em células procumbentes do corpo. Entretanto, apenas *Myrciaria cuspidata*, *Gomidesia palustris* e *Myrcia bombycina* apresentam quantidade suficientemente importante para serem mencionadas. Muito abundantes, os conteúdos, nestas espécies, estão distribuídos por toda a estrutura radial (Figura 34E).

Caráter comum nos raios de Mirtáceas (RECORD e HESS, 1949; METCALFE e CHALK, 1972), a presença de conteúdos é referida para a maioria das espécies nativas de estrutura

anatômica conhecida, incluindo *Myrceugenia myrtoides* e *Myrceugenia glaucescens* (MARCHIORI e MUÑIZ, 1987b, 1988), *Myrcia pubipetala* (BARROS e CALLADO, 1997), *Calyptranthes concina* (MARCHIORI e BRUM, 1997), *Campomanesia guazumifolia* (MARCHIORI, 1998), *Eugenia uniflora* e *Eugenia cerasiflora* (SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999), *Myrcia albotomentosa* (OVANDO et al., 2010), *Gomidesia* spp. (ANDRADE et al., 2010), entre outras. Destas, destacam-se *Calyptranthes concinna*, *Campomanesia guazumifolia*, *Myrcia albotomentosa* e *Myrcia pubipetala*, devido à abundância dos conteúdos.

Metcalfe e Chalk (1972) mencionaram células envolventes em *Gomidesia*. Souza (2000), por sua vez, registra a ocorrência de células perfuradas de raio em *Psidium cattleianum*. Em *Gomidesia palustris*, como em *Psidium cattleianum* e nas demais Mirtoídeas investigadas, não foram encontrados os tipos celulares acima referidos. Record e Hess (1949), Ragonese (1977), Vliet e Baas (1984), Dias-Leme et al. (1995) e todos os autores brasileiros listados na bibliografia, também não fazem qualquer referência sobre a presença destas estruturas em madeiras da família.

Os raios multisseriados das Mirtoídeas presentemente investigadas poucas vezes ultrapassam a 30 células (geralmente menos que 25) e 1 mm de altura (Tabela 1). Como exceções, citam-se *Gomidesia palustris* (60 células e 1970  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia euosma* (36 células e 1400  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia miersiana* (33 células e 1300  $\mu\text{m}$ ) e *Eugenia schuechiana* (38 células e 1170  $\mu\text{m}$ ); em valores médios, todavia, apenas a primeira (1097  $\mu\text{m}$ ). No outro extremo, *Plinia trunciflora* (280  $\mu\text{m}$ ), *Campomanesia aurea* (310  $\mu\text{m}$ ) e *Siphoneugena reitzii* (330  $\mu\text{m}$ ) se destacam pelos raios mais baixos. Considerando-se os valores médios, a tendência é similar, com *Gomidesia palustris* (1097  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia miersiana* (646  $\mu\text{m}$ ) e *Myrceugenia euosma* (507  $\mu\text{m}$ ) tendo os raios mais altos, e *Plinia trunciflora* (181  $\mu\text{m}$ ) e *Siphoneugena reitzii* (193  $\mu\text{m}$ ), os mais baixos. Para a grande maioria das espécies investigadas, a altura média de raios situa-se entre 200 e 500  $\mu\text{m}$ .

Os unisseriados apresentam 4 a 28 células de altura (*Plinia trunciflora* e *Myrceugenia euosma*, respectivamente), embora a grande maioria não ultrapasse 15 células, em valores extremos. Medidos linearmente, os raios variam desde menos de 200  $\mu\text{m}$  (*Plinia trunciflora*, 150  $\mu\text{m}$ ) até mais de 1 mm de altura, caso de *Myrceugenia miersiana* (1420  $\mu\text{m}$ ), *Myrceugenia euosma* (1180  $\mu\text{m}$ ), *Gomidesia palustris* (1150  $\mu\text{m}$ ) e *Myrcia selloi* (1110  $\mu\text{m}$ ); a maior parte das espécies, todavia, fica entre 250 – 500  $\mu\text{m}$  de altura. Em valores médios, no



entanto, os raios raramente excedem 300  $\mu\text{m}$  (ex. *Gomidesia* e *Myrceugenia*), e os valores mínimos e máximos seguem praticamente a mesma tendência anteriormente referida (Tabela 1).

Os raios são muito numerosos (>12 raios/mm) em todas as espécies investigadas (Tabela 1). A frequência média fica entre 15-25/mm, na maioria das espécies, com destaque para os valores observados em *Campomanesia rhombea* e *Campomanesia xanthocarpa* (13/mm), *Myrciaria cuspidata* (29/mm), *Myrceugenia euosma* (29/mm) e *Calypttranthes tricona* (30/mm).

A variabilidade presentemente observada na altura dos raios concorda com o referido na literatura para a família Myrtaceae e subfamília Myrtoideae, posto que, na maioria das vezes, os raios apresentam menos de 25 células (RECORD e HESS, 1949) e 1 mm de altura (METCALFE e CHALK, 1972). Dentro deste limite, raios com mais de 400  $\mu\text{m}$  são menos comuns do que os menores, e especialmente frequentes em espécies de *Myrcia* (BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001, 2003) e *Myrceugenia* (RAGONESE, 1977; MARCHIORI e MUÑIZ, 1988). Segundo Paula e Alves (2007), a altura dos raios em Myrtaceae varia de 250-450  $\mu\text{m}$ , valores muito próximos aos encontrados no presente estudo.

O mesmo não se pode dizer com relação à frequência, que geralmente é inferior à verificada nas espécies presentemente descritas. Metcalfe e Chalk (1972), por exemplo, referem frequência inferior a 13 raios/mm para *Calypttranthes*, *Eugenia*, *Psidium* e *Gomidesia*, citando, para este último gênero, um valor de apenas 3/mm. Em nenhuma das espécies investigadas, inclusive de gêneros acima referidos, encontrou-se frequência média de raios inferior a 15/mm, com exceção de *Campomanesia rhombea* e *Campomanesia xanthocarpa* (Tabela 1).

Para espécies brasileiras, a literatura refere, não raro, valores abaixo dos obtidos no presente estudo. Cabe salientar que na aferição do caráter foram presentemente considerados todos os raios, tanto os uni como multisseriados, e não apenas estes últimos. Resta informar que a norma do IAWA Committee (1989) não especifica se os mesmos devem ser medidos separadamente ou se apenas os multisseriados devem ser contados, o que pode gerar discrepâncias.

## 6.6 Fibras

Todas as Myrtoideae do presente estudo apresentam fibras com pontoações distintamente areoladas, maiores do que 3  $\mu\text{m}$  (fibrotraqueídeos), nas faces radiais e tangenciais da parede (Figura 36B). Este caráter é também atribuído às demais espécies brasileiras da família de anatomia conhecida, com exceção de *Eugenia involucrata* (MARCHIORI, 1984) e *Campomanesia xanthocarpa* (RODRIGUES, 2005), que apresentam fibras de pontoações simples ou indistintamente areoladas (libriformes). Em estudo recente, Andrade et al. (2010) observaram, igualmente, a ocorrência de fibras libriformes em quatro espécies de *Gomidesia*, mas em mistura com fibrotraqueídeos.

Ao contrário do observado por Rodrigues (2005), a madeira de *Campomanesia xanthocarpa* presentemente estudada apresenta fibrotraqueídeos. Metcalfe e Chalk (1972), por sua vez, também não mencionam a ocorrência de fibras libriformes em *Campomanesia*. Vale lembrar que Rodrigues (2005) utilizou amostras de lenho jovem, com menos de dois anos de idade, o que pode ser o motivo das discrepâncias. No caso de *Eugenia involucrata* pesquisada por Marchiori (1984), uma análise cuidadosa do mesmo material revelou a presença, também, de fibrotraqueídeos na madeira.

Além de *Gomidesia*, podem apresentar fibras libriformes algumas espécies de *Eugenia* (REBOLLAR-DOMÍNGUEZ e TAPIA-TORRES, 2010), *Jambosa* (METCALFE e CHALK, 1972), *Eucalyptus*, *Syzygium*, *Xanthomyrtus* (VLIET e BAAS, 1984) e *Psidium* (REBOLLAR et al., 1994).

No material examinado predominam fibras de paredes finas a espessas; fibras muito espessas, no entanto, não são incomuns, principalmente em *Eugenia* e *Myrcianthes*. As fibras de *Myrcia bombycina* e *Gomidesia palustris*, no entanto, apresentam lumens amplos, com diâmetro superando claramente a espessura da parede, ao contrário das demais espécies (Figura 36A,C,D). Para fins práticos e para diferenciá-las das demais incluídas na mesma categoria (paredes finas a espessas), estas duas últimas espécies serão doravante consideradas como de paredes finas, simplesmente.

Para Mirtáceas, a literatura anatômica menciona apenas fibras de paredes finas, espessas ou muito espessas, em consonância com o presentemente observado; fibras de paredes muito finas, deste modo, ficam excluídas das possibilidades estruturais da família. À semelhança do presente estudo, Dias-Leme et al. (1995) referem fibras de paredes finas

(thin-walled) para algumas espécies de *Gomidesia*. Andrade et al. (2010), no entanto, em estudo de quatro espécies do mesmo gênero (incluindo *G. affinis* e *G. anacardiifolia* pesquisadas por Dias-Leme et al. (1995)), classificaram as fibras como tendo paredes finas a espessas. Se trata-se, ou não, do mesmo tipo, não é possível afirmar.

Traqueídeos vasicêntricos são frequentes em Myrtaceae (RECORD e HESS, 1949; RAGONESE, 1977; VLIET e BAAS, 1984; CARLQUIST, 2001), inclusive em espécies brasileiras (MARCHIORI, 1984a,b,c; MARCHIORI e MUÑIZ, 1988; SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999; BARROS et al., 2001, 2003; ANDRADE et al., 2010; OVANDO et al., 2010), mas nem sempre ocorrem (MARCHIORI, 1998; DENARDI e MARCHIORI, 2005b), sendo que, em muitos casos, sequer é mencionada a presença ou ausência deste tipo celular (MARCHIORI e MUÑIZ, 1987a,b; MARCHIORI e BRUM, 1997; RODRIGUES, 2005; PAULA e ALVES, 2007). Metcalfe e Chalk (1972) e Ragonese (1976) alertam para a dificuldade na determinação do referido caráter em certas espécies da família, devido à semelhança com os fibrotraqueídeos. Por vezes, de acordo com o último autor, se pode observar, inclusive, uma transição morfológica entre traqueídeos, fibrotraqueídeos e fibras libriiformes.

Todas as Myrtoídeas presentemente investigadas contam, em princípio, com traqueídeos vasicêntricos. Cabe salientar, todavia, que, a exemplo do mencionado por Metcalfe e Chalk (1972) e Ragonese (1976), a presença deste caráter nem sempre pôde ser definida com segurança, devido a sua semelhança com fibras (Figura 30E). Em algumas espécies, no entanto, como *Campomanesia xanthocarpa*, *Campomanesia rhombea*, *Eugenia uniflora*, *Myrcia bombycina* e *Psidium cattleianum*, a forma característica dos traqueídeos vasicêntricos (curtos, tortuosos e/ou com pontoações areoladas numerosas e conspícuas) facilita a identificação dos mesmos (Figura 36D,F).

A ausência de septos em fibras, bem como de fibras gelatinosas e espessamentos espiralados são predominantes na família.

Metcalfe e Chalk (1972) citam a ocorrência ocasional de septos em algumas espécies de *Eugenia* e *Marlierea*, o que, todavia, não tem se confirmado em estudos mais recentes (DIAS-LEME et al., 1995). Fibras septadas são, também, atribuídas ao gênero *Psiloxylon*, recentemente incluído em Myrtaceae, o qual conta, ainda, com cristais (SCHMID, 1980).

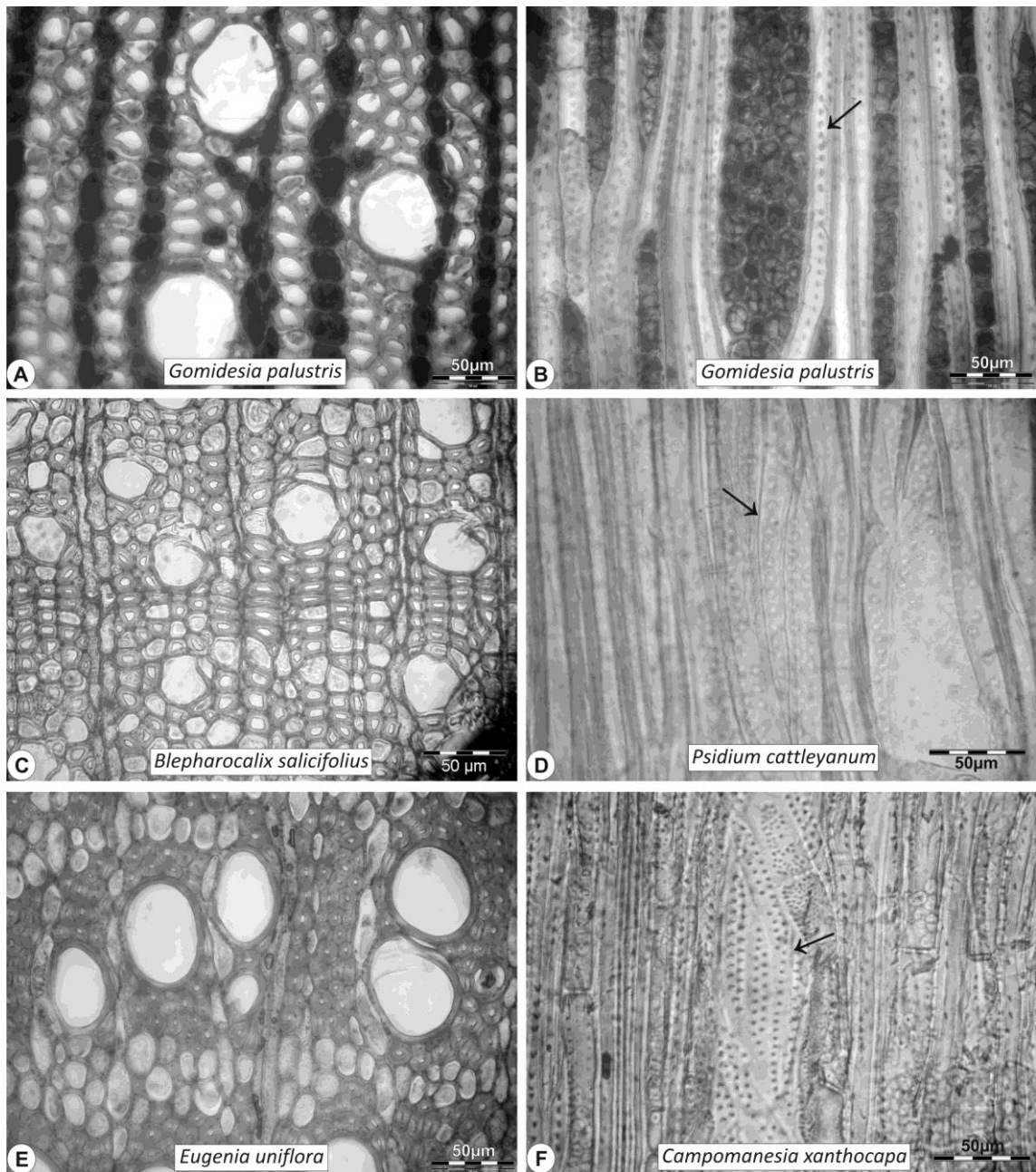


Figura 36 – Aspectos anatômicos de elementos não perfurados. A, C, E – Diferentes espessuras de parede de fibras, em seção transversal: paredes finas (A), finas a espessas (C) e muito espessas (E); B – Detalhe de fibras com pontoações distintamente areoladas (seta), em plano longitudinal radial; D, F – Traqueídeos vasicêntricos bem visíveis (seta), em vista radial.

Caráter de exceção na família, a ocorrência de espessamentos espiralados tênues foi registrada para fibras de *Myrcia bracteata* (DIAS-LEME et al., 1995) e *Neomyrtus pedunculata* (PATEL, 1995), contrariamente ao observado por Record e Hess (1949), Metcalfe e Chalk (1972) e Vliet e Baas (1984). No tocante a espécies nativas, não existem, igualmente, registros na literatura, para os referidos detalhes anatômicos em fibras.

O comprimento das fibras variou de 900 a 1200  $\mu\text{m}$ , na grande maioria das espécies presentemente descritas (Tabela 1), intervalo que inclui quase todas as Myrtoídeas investigadas até o momento no Rio Grande do Sul (MARCHIORI, 1984a,b,c; 1998; MARCHIORI e MUÑIZ, 1987a,b; 1988; MARCHIORI e BRUM, 1997; DENARDI e MARCHIORI, 2005b). Das espécies incluídas neste estudo, destacam-se apenas os valores observados em *Campomanesia aurea* (717  $\mu\text{m}$ ), *Eugenia schuechiana* (1495  $\mu\text{m}$ ) e *Psidium cattleianum* (1570  $\mu\text{m}$ ). As fibras, em outras palavras, são quase sempre de comprimento médio, raramente ultrapassando 1500  $\mu\text{m}$ . Esta observação também vale para madeiras de Myrtaceae de outras regiões brasileiras (BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001, 2003; PAULA e ALVES, 2007; ANDRADE et al., 2010), bem como para a família como um todo (METCALFE e CHALK, 1972; VLIET e BAAS, 1984).

### 6.7 Outros caracteres anatômicos

Originadas em resposta a fatores externos, tais como fogo, geadas, variações severas na disponibilidade hídrica, ataque de insetos, herbivoria e injúrias mecânicas (COSMO, 2008), as máculas medulares ocorrem em boa parte das madeiras investigadas (Tabela 1). Em alguns casos, como *Myrcianthes gigantea* e *Myrciaria cuspidata*, observam-se, inclusive, canais intercelulares e cristais associados (Figura 37), sendo comum, além disso, a presença de conteúdos nos vasos próximos à região onde as mesmas são formadas.

A presença de máculas medulares é relativamente comum em Myrtaceae, tendo sido registrada, anteriormente, por Marchiori (1984c), Dias-Leme et al. (1995), Souza (2000), Denardi e Marchiori (2005b) e Rodrigues (2005), entre outros. Record e Hess (1943), Metcalfe e Chalk (1972) e Vliet e Baas (1984), por sua vez, bem como vários autores brasileiros (SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999; BARROS e CALLADO, 1997; BARROS et al., 2001, 2003; MARQUES et al., 2007), não comentam sobre este caráter anatômico em suas obras, presumivelmente pela ausência de valor taxonômico do mesmo.

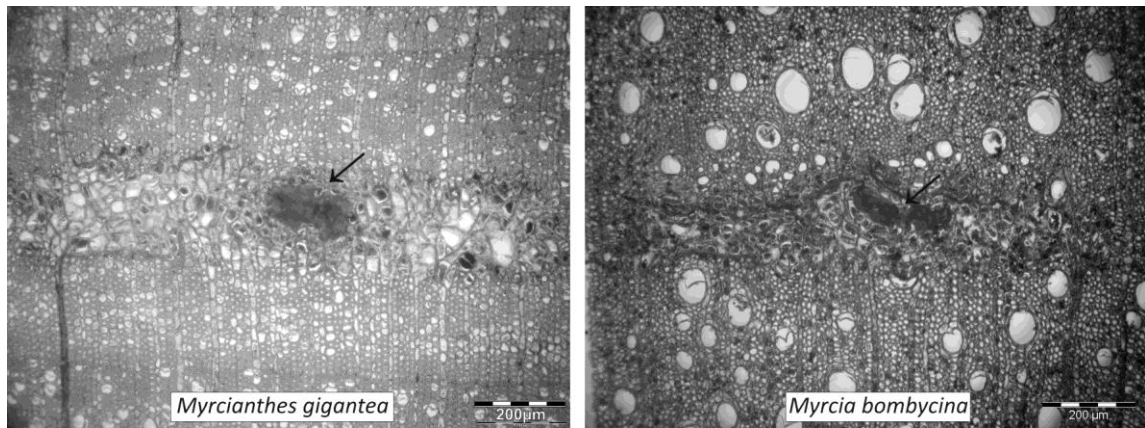


Figura 37 – Máculas medulares com canal intercelular associado (setas), em vista transversal.

Nas madeiras em estudo não foram encontradas variantes cambiais, tubos laticíferos e taníferos, canais intercelulares normais, células oleíferas, células mucilaginosas e estratificação, corroborando a condição predominante na família.

## 7 CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS

As principais características anatômicas das 26 madeiras investigadas concordam, em linhas gerais, com as possibilidades estruturais referidas para a família Myrtaceae, subfamília Myrtoideae (Tribo Myrteae *sensu* WILSON et al., 2005), e respectivos gêneros, bem como com o descrito para as espécies brasileiras deste grupo.

Como se pode observar nas Tabelas 1 e 2, a variabilidade observada na maioria das características anatômicas é baixa, havendo, ao mesmo tempo, um grande número de caracteres anatômicos compartilhados entre as espécies, o que resulta em uma grande homogeneidade estrutural, em consonância com o que tem sido observado (METCALFE e CHALK, 1972; DÉTIENE e JACQUET, 1983), inclusive na morfologia externa (BARROSO, 1991; LANDRUM e KAWASAKI, 1997). Algumas características têm ocorrência generalizada, caso de poros solitários, de placas de perfuração simples, de apêndices, de pontoações intervasculares alternas, de parênquima apotraqueal seriado, difuso e difuso-em-agregados, de raios heterogêneos, de fibras com pontoações areoladas e de células radiais com paredes disjuntas. A presença constante deste conjunto de características favorece a interpretação das análises filogenéticas que consideram a tribo Myrteae como um grupo natural (LUCAS et al., 2005; COSTA, 2009).

Nenhuma característica anatômica serve, isoladamente ou em conjunto, para a identificação de gêneros, com exceção de *Myrceugenia*, que é caracterizado pela combinação de pontoações horizontalmente estendidas, espessamentos espiralados e placas de perfuração múltiplas. Este resultado concorda plenamente com o obtido por Dias-Leme et al. (1995), levando-se em conta que os mesmos não incluíram *Myrceugenia* em seus estudos, apesar de tratar-se de um verdadeiro representante da subtribo *Myrciinae*.

Schmid e Baas (1984), em estudo da ocorrência de espessamentos espiralados e placas de perfuração escalariformes em Myrtaceae, encontraram a presença combinada destas duas características apenas em *Myrceugenia*, o que reforça o valor taxonômico das mesmas. Patel (1995), no entanto, também observou a combinação de pontoações horizontais, placas múltiplas e espessamentos espiralados na madeira de outros gêneros de Myrtaceae, nativos na Nova Zelândia. Cabe salientar, ainda, que pontoações horizontalmente estendidas não se restringem a *Myrceugenia* (BARROS e CALLADO, 1997; OVANDO et al., 2010) e que placas múltiplas, assim como espessamentos espiralados, além

de ocorrerem em outros grupos, não se encontram, invariavelmente, em todas as espécies deste gênero, podendo, faltar, inclusive, em diferentes indivíduos de uma mesma espécie (SCHMID e BAAS, 1984). Estes aspectos, apesar de eventualmente reduzirem a consistência do caráter para a diagnose do gênero, não impedem a sua utilização, ao menos entre os representantes americanos da família.

Devido à presença peculiar deste conjunto de características, *Myrceugenia* mostra-se um gênero a parte, concordando, neste ponto, com o observado pelas análises morfológica (LANDRUM, 1981) e molecular (LUCAS et al., 2005). A singularidade de *Myrceugenia*, todavia, não é novidade. Record e Hess (1949) já haviam registrado textualmente a presença, neste grupo, de uma estrutura anatômica bem distinta da que se pode observar em outros gêneros de Myrtaceae. Cabe, também, a *Myrceugenia*, o status de maior primitividade entre as espécies nativas, devido à presença quase constante de placas de perfuração escalariformes, caráter considerado por Vliet e Baas (1984) como o mais primitivo da ordem Myrtales.

Salvo esta única exceção, não há parâmetro, do ponto de vista da anatomia da madeira, para o reconhecimento de categorias taxonômicas inferiores à tribo, em Myrteae. Dito de outra maneira, nenhuma das diferentes concepções acerca do arranjo interno de Myrteae, discutidas no início deste trabalho, reflete-se na anatomia da madeira das espécies investigadas.

Também não é possível contestar, com base no presente estudo, a inclusão de *Gomidesia* em *Myrcia*, bem como de *Hexachlamys* em *Eugenia*, como sugerido por Landrum e Kawasaki (1997). As características anatômicas observadas em *Hexachlamys edulis* estão dentro das possibilidades estruturais de *Eugenia*, o que não surpreende, tendo em vista que a variabilidade anatômica neste gênero é quase tão grande quanto a verificada na tribo Myrteae, a julgar por referências da literatura. Os raios largos e altos da madeira de *Gomidesia palustris* e outras espécies de *Gomidesia* (METCALFE e CHALK, 1972) não são observados nos demais gêneros da família, incluindo *Myrcia*. Nem todas as espécies de *Gomidesia*, no entanto, tem raios conspícuos na madeira (DIAS-LEME et al., 1995; ANDRADE et al., 2010), motivo pelo qual não se pode utilizar este caráter como critério para a diagnose do gênero.



Em suma: a falta de características anatômicas específicas para os gêneros e grupos taxonômicos superiores limita a atuação da anatomia da madeira em discussões taxonômicas, pelo menos na tribo Myrteae.

Ainda sobre os gêneros, Metcalfe e Chalk (1972) relacionam para *Campomanesia*: baixa frequência de poros ( $<20/\text{mm}^2$ ); vasos solitários de diâmetro médio, em linhas oblíquas frouxas; e raios heterogêneos com 4 – 6 células de largura e 1 – 3 fileiras marginais de células quadradas e eretas. Os resultados do presente estudo indicam, todavia, que este conjunto de características nem sempre ocorre e não é restrito ao gênero em questão (Tabela 1,2). Embora não exclusivas de *Campomanesia*, tais características, quando presentes, são, mesmo assim, importantes sob o ponto de vista taxonômico, por reduzirem o universo de espécies na identificação.

Acerca de *Campomanesia*, resta salientar que *Campomanesia rhombea* é, por vezes, tratada na literatura botânica como sinônimo de *Campomanesia xanthocarpa* (LANDRUM, 1986). A análise comparativa da estrutura anatômica destas duas espécies descarta tal interpretação, pois foram observadas diferenças anatômicas importantes, que justificam a manutenção de ambas as entidades taxonômicas como distintas, em concordância com a interpretação de Sobral (2003), feita com base na morfologia externa: *Campomanesia xanthocarpa* apresenta raios mais largos (1-4 células de largura) e séries parenquimáticas mais altas (4-8 células de altura) do que *Campomanesia rhombea*, que tem raios com 1-3 células de largura e séries de parênquima de até 4 células.

Apesar da grande homogeneidade estrutural e da falta de características específicas para gêneros e grupos taxonômicos superiores, a separação das espécies é possível de ser realizada, embora nem sempre. As maiores semelhanças foram observadas entre espécies congêneres, sendo que, por vezes, sequer é possível separá-las, tamanha a homogeneidade estrutural apresentada. Em alguns casos, todavia, observa-se maior similaridade anatômica entre espécies de gêneros distintos, como em *Myrcianthes pungens*, que se parece mais a *Eugenia uniflora* do que com *Myrcianthes cisplatensis* e *Myrcianthes gigantea*.

Das características qualitativas, o arranjo do parênquima axial é a que exhibe a maior variabilidade (Tabela 1), confirmando o valor taxonômico do caráter na família, em consonância com referências da literatura (DÉTIENNE e JACQUET, 1983; DIAS-LEME et al., 1995; SOFFIATTI e ANGYALOSSY-ALFONSO, 1999). Dos gêneros estudados, *Eugenia* é o que apresentou a maior variação, em parte pelo maior número de espécies incluídas, resultado

que corrobora, igualmente, a já conhecida heterogeneidade do grupo (RECORD e HESS, 1949). Nem todos os gêneros, todavia, apresentam heterogeneidade no arranjo do parênquima axial, casos de *Campomanesia* e *Myrceugenia*, por exemplo (Tabela 1).

Depois do arranjo do parênquima axial, a presença ou não de cristais é a característica qualitativa de maior utilidade para a separação de espécies. O uso deste caráter para fins taxonômicos, todavia, nem sempre é recomendado, devido à natureza ocasional, observada em muitas espécies, incluindo *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrcianthes pungens*, presentemente investigadas (Tabela 1).

Se a presença ocasional de cristais não recomenda, por vezes, o uso do caráter para fins taxonômicos, o padrão de distribuição constante, verificado em grupos como *Eugenia* e *Campomanesia* (Tabela 1), justificam o emprego criterioso do mesmo, pelo menos nestes casos, sobretudo tendo-se em vista a ausência de aspectos diferenciais mais importantes e a grande homogeneidade estrutural da família. Além da presença ou ausência de cristais, a ocorrência dos mesmos isoladamente, em grupos ou em idioblastos, bem como o número de unidades por série, são peculiaridades anatômicas merecedoras de observação e que podem auxiliar na separação de espécies.

A presença ou ausência de traqueídeos vasicêntricos e de ornamentações no pontoado intervacular, por outro lado, não é um bom critério para a identificação ou separação segura de espécies em Myrtaceae. A análise destes aspectos revelou que os traqueídeos vasicêntricos não são claramente distinguíveis na maioria das espécies, devido a sua semelhança com fibras, e que as ornamentações, seja pelo seu baixo grau de desenvolvimento ou pela limitação da microscopia óptica, bem como pela escassez e tamanho reduzido das pontoações, são, por vezes, difíceis de determinar, o que desfavorece o uso do caráter para fins taxonômicos.

Como no caso dos traqueídeos e das ornamentações, a ocorrência ou não de máculas medulares não é aspecto confiável para a separação e identificação de espécies, devido à natureza ocasional, derivada de causas externas.

Nas espécies investigadas, é comum a presença de conteúdos na estrutura radial. O uso deste caráter para fins taxonômicos, todavia, recomenda-se apenas quando muito abundante, como em *Myrciaria cuspidata*, *Gomidesia palustris* e *Myrcia bombycina*, e na falta de caracteres anatômicos mais confiáveis. Deve-se cuidar, no entanto, com as possibilidades de variação, decorrentes da idade, localização da amostra no tronco e

processos utilizados na microtécnica. Como explicam Coradin e Muñiz (1992), em “Normas e Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira”, o estudo de conteúdos nos vasos requer que se examinem cortes não submetidos à clarificação e coloração, pois, além de mascarar a cor, aglomerados de corante podem ser confundidos com depósitos. O mesmo raciocínio aplica-se ao exame de conteúdos em outros tecidos, como raios e parênquima axial.

Devido à grande homogeneidade estrutural das Mirtáceas, torna-se necessário recorrer, com frequência, ao exame de caracteres quantitativos para a separação dos diferentes taxa, tarefa que, mesmo assim, nem sempre é possível, sobretudo no caso de espécies de um mesmo gênero (ex. *Myrceugenia euosma* e *Myrceugenia miersiana*; *Myrcianthes gigantea* e *Myrcianthes cisplatensis*). Dos caracteres investigados, a frequência e diâmetro de poros foram os que se mostraram mais úteis para este fim, devido à variabilidade apresentada (Tabela 2). Cabe salientar que ao se utilizar este tipo de característica para fins taxonômicos, deve-se sempre levar em conta a variação devida a condições ambientais, especialmente no caso de espécies de regiões distintas.

Para a identificação ou separação das diferentes espécies, além das características de maior variabilidade, discutidas acima, salienta-se a presença de: poros em múltiplos radiais, placas múltiplas, pontoações raio-vasculares horizontais, espessamentos espiralados e raios de largura constante ou com mais de 3 células, devido à ocorrência mais restrita na família.

A largura de raios, apesar de pouco variável (Tabela 2), é aspecto bastante útil para a diferenciação de espécies. Outra característica dos raios de fácil visualização e que se mostrou muito eficaz, inclusive dentro de um mesmo gênero, é a altura das margens unisseriadas em relação ao corpo central.

Como se pode observar na chave de separação de espécies (p. 94), outros caracteres anatômicos de menor importância, como a altura de raios e séries parenquimáticas, e o comprimento de fibras, também podem ser úteis. Neste grupo, aliás, não se pode descartar o uso de nenhuma característica (com exceção das anteriormente discutidas), posto que a homogeneidade estrutural é grande e dificulta a separação das espécies, como já salientado.



## 8 CONCLUSÕES

A análise da estrutura anatômica das 26 Mirtáceas sul-rio-grandenses investigadas, aliada a referências da literatura sobre outras espécies nativas da tribo Myrteae, permite as seguintes conclusões:

- As principais características anatômicas das madeiras estudadas estão de acordo com as referências da literatura para a família Myrtaceae e subfamília Myrtoideae (tribo Myrteae *sensu* Wilson et al., 2005);

- Verifica-se uma grande homogeneidade estrutural entre as espécies, reflexo do elevado número de caracteres anatômicos compartilhados;

- A presença constante de poros solitários, de placas de perfuração simples, de apêndices, de pontoações intervasculares alternas, de parênquima apotraqueal difuso e difuso-em-agregados, seriado, de raios heterogêneos, de fibras com pontoações areoladas e de células radiais com paredes disjuntas, contribui positivamente à interpretação monofilética da subfamília Myrtoideae (tribo Myrteae).

- Devido à falta de caracteres anatômicos exclusivos, nenhum gênero pode ser identificado com base na anatomia da madeira, com exceção de *Myrceugenia*; as distintas espécies, todavia, podem ser separadas, embora nem sempre;

- Do ponto de vista da anatomia da madeira, também não é possível reconhecer, em Myrteae, categorias taxonômicas inferiores à tribo;

- A inclusão de *Hexachlamys* e *Gomidesia* em *Eugenia* e *Myrcia*, respectivamente, não pode ser contestada com base na anatomia da madeira, devido à falta de características anatômicas peculiares e de presença constante, nestes gêneros;

- A falta de caracteres anatômicos exclusivos para os gêneros e grupos taxonômicos superiores em Myrteae limita a atuação da anatomia da madeira na discussão taxonômica;

- Das características anatômicas observadas, o arranjo do parênquima axial, a ocorrência ou não de cristais, a frequência e diâmetro de poros, bem como a largura de raios e altura das margens, são as que permitem separar o maior número de espécies;

- A presença de ornamentações e de traqueídeos vasicêntricos não constituem bons critérios para a separação ou identificação de espécies, por serem de difícil determinação.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v. 21, p. 3-30, 2000.
- ANDRADE, I.M. et al. Anatomia comparada do lenho de quatro espécies de *Gomidesia* spp. Berg (Myrtaceae) do Parque Estadual Carlos Botelho - SP. **4º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal**, 2010.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. 438 p.
- APG III. 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.
- ARAÚJO, P.A.; MATTOS FILHO, A. A importância da anatomia do lenho para a comercialização da madeira. **Rodriguesia**, v. 53, p. 315-311, 1980.
- BAAS, P.; WERKER, E.; FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bull.**, v. 4, p. 141-160, 1983.
- BAILEY, I.W.; TUPPER, W.W. Size variation in tracheary cells. I. A comparison between the secondary xylems of vascular Cryptogams, Gymnosperms and Angiosperms. **Am. Acad. Arts Sci. Proc.**, v. 54, p. 149-204, 1918.
- BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.
- BARROS, C.F.; CALLADO, C.H. **Madeiras da mata atlântica**. Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. 86 p.
- BARROS, C.F. et al. **Madeiras da Mata Atlântica**. Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2001. 94 p.
- BARROS, C.F. et al. **Madeiras da Mata Atlântica**. Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2003. 86 p.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. 377 p.
- BERG, O. Revisio Myrtacearum Americae. **Linnaea**, v. 27, p. 1-472. 1855-56.
- BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.F.P. von. **Flora Brasiliensis**, v. 14, p. 1 - 655. 1857-59.

BOLZON, R.T.; MARCHIORI, J.N.C. Lenhos fósseis de Myrtaceae da região de Uruguaiana, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Geológica Leopoldensia**, n. 54, p. 41-63, 2002.

BOTOSSO, P.C.; MEIRELLES, J.W. Alguns aspectos estruturais das células cristalíferas de *Cariniana integrifolia* Ducke (Lecythidaceae). **Ciência & Natura**, v.9, p. 105-112, 1987.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. (Boletim técnico n. 30). Recife, PE, 1973. 431 p.

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, p. 155-256. 1979.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Ed. Nobel, 1991. 154 p.

BURIOL, G.A. et al. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter E Lieth. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution**. Berkeley: University of California Press, 1975. 259p.

CARLQUIST, S. Wood anatomy of Stilbaceae and Retziaceae: ecological and systematic implications. **Aliso**, v. 11, p. 299-316, 1986.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**. Systematic, ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon wood. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 2001. 448 p.

CARLQUIST, S. Wood anatomy of Aextoxicaceae and Berberidopsidaceae is compatible with their inclusion in Berberidopsidales. **Systematic Botany**, v. 28, p. 317-325, 2003.

CHIMELO, J.P. et al. Madeiras do município de Aripuanã, Estado do Mato Grosso. I. Caracterização anatômica e aplicação. **Acta Amazônica**, v.6, n.4, p. 95-106, 1976.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira**: I- Angiospermae II- Gimnospermae. Série Técnica 15. IBAMA. DIRPED. LPF. Brasília, 1992. 17 p.

CORE, H.A.; CÔTÉ, W.A.; DAY, A.C. **Wood structure and identification**. New York: Syracuse University Press, 1979. 182 p.

COSMO, N.L. **Anatomia ecológica e crescimento do lenho de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs, em diferentes condições geomorfológicas e pedológicas da planície do rio Iguaçu-PR**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.



COSTA, I.R. **Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no sudeste do Brasil.** 2004. 80 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004.

COSTA, I.R. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados.** 2009. 235 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

CURY, G. **Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do cerrado e da mata atlântica do estado de São Paulo.** 2001. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

DADSWELL, J.D.; ECKERSLEY, A.M. **The identification of the principal commercial australian timbers other than Eucalypts.** Melbourne: Govt. Printer, Division of Forest Products, Technical Paper n. 16, 1935. 102 p.

DE CANDOLLE, A.P. Myrtaceae. In: **Prodromus Systematis naturalis regni vegetabilis.** v. 3, p. 207–296, 1828.

DENARDI, L.; MARCHIORI, J.N.C. Anatomia ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 119-127, 2005a.

DENARDI, L.; MARCHIORI, J.N.C. Anatomia do lenho da murta, *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 267-274, 2005b.

DENARDI, L., MARCHIORI, J.N.C., FERREIRA, M.R. Anatomia da madeira de *Plinia rivularis* (Camb.) Rotman. **Balduinia**, Santa Maria, n. 3, p. 21-25, 2005.

DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des regions voisines.** Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne, 1983. 640 p.

DIAS-LEME, C.L.; GASSON, P.; LUGHADA, E.N. Wood anatomy of four Myrtaceae genera in the subtribo Myciinae from south America. **IAWA Bulletin**, n. 16, p. 87-95, 1995.

GOVAERTS, R. et al. **World Checklist of selected plant families – Myrtaceae.** Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew. 2008.

HERENDEEN, P.S.; MILLER, R.B. Utility of wood anatomical characters in cladistic analyses. **IAWA Journal**, v. 21, p. 247–276, 2000.

HERENDEEN, P.S.; WHEELER, E.A.; BAAS, P. Angiosperm wood evolution and the potential contribution of paleontological data. **The Botanical Review**, v. 65, n. 3, p. 278-300, 1999.

HEYWOOD, V.H. **Taxonomia vegetal.** São Paulo: Editora Nacional/EPU, USP (Estudos de Biologia, 5), 1970. 180p.

- JANE, F.W. **The structure of wood**. London: Adam e Charles Black. 1970. 478 p.
- JANSEN, S; BAAS, P; SMETS, E. Vestured pits: their occurrence and systematic importance in eudicots. **Taxon**, v. 50, n. 1, p. 135-167, 2001.
- JANSEN, S. et al. Vestured pits: a diagnostic character in the secondary xylem of Myrtales. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 20, n. 4, p. 328-339, 2008.
- JOHNSON, L.A.S.; BRIGGS, B.G. Myrtales and Myrtaceae: a phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, p. 700-756, 1984.
- KITIN, P. et al. What is disjunctive xylem parenchyma? A case study of the african tropical hardwood *Okoubaka aubrevillei* (Santalaceae). **American Journal of Botany**, v. 96, p. 1399-1408, 2009.
- KLEIN, R.M. Importância sociológica das Mirtáceas nas florestas rio-grandenses. **Anais do XXXIV Congresso Nacional de Botânica** (Porto Alegre), p. 367-375, 1984.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.
- LEÓN, W. Anatomía del xilema secundario de diez especies de la familia Bignoniaceae de Venezuela. **Acta Bot. Venez.**, v. 30, n. 2, p. 361-384, 2007.
- LANDRUM, L.R. A monograph of the genus *Myrceugenia*. **Flora Neotropica**, n. 29, p. 1-137, 1981.
- LANDRUM, L.R.; KAWASAKI, M.L. The genera of Myrtaceae in Brasil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, n. 49, p. 508-536, 1997.
- LINDORF, H. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. **IAWA Bull.**, v. 15, p. 361-376, 1994.
- LUCAS, E.J. et al. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 35-51, 2005.
- MAINIERI, C. **Identificação das principais madeiras de comércio no Brasil**. São Paulo: Bol. Inst. Pesq. Tecnol., v. 46, p. 1-189, 1958.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. p. 385-386, 1989.
- MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MARCHIORI, J.N.C. **Estudo anatômico do xilema secundário de algumas espécies dos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, nativas no Estado do Rio Grande do Sul.** 1980. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980a.

MARCHIORI, J.N.C. Comprovação da viabilidade da utilização da secção longitudinal tangencial para a determinação histométrica dos elementos axiais do xilema secundário. In: **Anais do IV Congresso Florestal Estadual**, Nova Prata, RS, p. 180-184, 1980b.

MARCHIORI, J.N.C. Anatomia da madeira de *Eugenia involucrata* DC. (Myrtaceae). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 6, p. 127-136, 1984a.

MARCHIORI, J.N.C. Anatomia descritiva do lenho de *Feijoa sellowiana* Berg. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 6, p. 117-125, 1984b.

MARCHIORI, J.N.C. Anatomia descritiva da madeira do murtilho *Myrrhinium loranthoides* (Hook. et Arn.) Burret (Myrtaceae). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 43-50, 1984c.

MARCHIORI, J.N.C. **Anatomia das madeiras do gênero *Acacia*, nativas e cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul.** 1990. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

MARCHIORI, J.N.C. Estudo anatômico da madeira de sete-capotes, *Campomanesia guazumifolia* (Camb.) Berg. (Myrtaceae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 47-51, 1998.

MARCHIORI, J.N.C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul.** Enfoque histórico e sistemas de classificação. Porto Alegre: EST, 2002. 118 p.

MARCHIORI, J.N.C. Anatomia da madeira de *Vachellia farnesiana* (L.) Wight. & Arn. **Balduinia**, n. 22, p. 9-14, 2010.

MARCHIORI, J.N.C.; MUÑIZ, G.I.B. Estudo anatômico da madeira de *Myrciaria tenella* (DC.) Berg. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 9, p. 87-95, 1987a.

MARCHIORI, J.N.C.; MUÑIZ, G.I.B. Anatomia descritiva da madeira de *Myrceugenia myrtoides* Berg. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 9, p. 113-120, 1987b.

MARCHIORI, J.N.C.; MUÑIZ, G.I.B. Estudo anatômico da madeira de *Myrceugenia glaucescens* (Camb.) Legr. et Kaus. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 10, p. 105-113, 1988.

MARCHIORI, J.N.C.; BRUM, E.T. Anatomia da madeira do guamirim-facho, *Calyptanthus concinna* DC. (Myrtaceae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 217-222, 1997.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas.** Myrtales. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 304 p.

MARCHIORI, J.N.C.; OLIVEIRA-DEBLE, A.S. Anatomia da madeira na subtribo Baccharinae Less. Tendências gerais de ordem taxonômica e ecológica. **Balduinia**, n. 11, p. 9-15, 2007.

MARCHIORI, J.N.C.; DENARDI, L.; FERREIRA, M.R. Anatomia da madeira de *Myrcianthes gigantea* (Legr.) Legr. **Balduinia**, Santa Maria, n. 12, p. 27-31, 2008.

MARQUES, P.A. et al. Anatomia do lenho de três espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) de mata e restinga. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 801-803, 2007.

MARTIN, F.W.; MATT, L.; MICHAEL, J.S. A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matk gene resolves many well-supported subclades within the family. **American Journal of Botany**, v. 9, p. 1846-1862, 2004.

MELFI, A.D.C.C. **Anatomia da madeira em Sapotaceae**. 2007. 86 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo: Instituto de Biociências, 2007.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1972, 1500 p.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Wood structure and conclusions of the general introduction. Oxford: Clarendon Press, 1983.

McVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae, an interim report. **Taxon**, v. 17, n. 8, p. 354-418, 1968.

MORI, S.A. et al. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian Wet Forest. **Biotropica**, v. 15, p. 68-70, 1983.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

NAKAJIMA, J.N. et al. Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ripárias da Bacia do rio Tibagi. 5. Fazenda Monte Alegre, Município de Telêmaco Borba, Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, p. 933-948, 1996.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.

NIEDENZU, F. Myrtaceae. In: ENGLER, A.; PRANTL, K. **Die natürlichen Pflanzenfamilien**, v. 3, p. 57-105, 1893.

OVANDO, P.C. et al. Anatomia do lenho de *Myrcia albotomentosa* DC. e *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. (Myrtaceae). **4º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal**, 2010.

PAULA, J.E.; JUNIOR, F.G.S.; SILVA, A.P.P. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. **Scientia Forestalis**, v. 58, p. 73-89, 2000.

PAULA, J.E.; ALVES, J.L.H. **Madeiras nativas no Brasil**. Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007. 438 p.

PATEL, R.N. Wood anatomy of the dicotyledons indigenous to New Zealand. 25 Myrtaceae – subfam. Myrtoideae (part 1). **New Zealand Journal of Botany**, v. 33, p. 541-555, 1995.

RAGONESE, A.M. Consideraciones sobre el problema de la clasificación de los elementos traqueales no perforados de las Dicotiledóneas y en especial de algunas Mirtáceas. **Darwiniana**, v. 20, n.3/4, p. 476-490, 1976.

RAGONESE, A.M. Caracteres anatómicos del parénquima radial y axial en leño de las Mirtáceas. **Darwiniana**, v. 21, n. 1, p. 27-41, 1977.

REBOLLAR-DOMÍNGUEZ, S.; TAPIA-TORRES, N.A. Anatomía de la madera de dos especies de *Eugenia* (Myrtaceae) de Quintana Roo, México. **Madera y Bosques**, v. 16, n. 1, p. 85-98, 2010.

REBOLLAR, S.; QUINTANAR, A.; PEREZ, C. Estudio anatomico de la madera de *Psidium sartorianum* (Myrtaceae) e *Cordia gerascanthus* (Boraginaceae). **Acta Botánica Mexicana**, v. 27, p. 89-97, 1994.

RECORD, S.J. Keys to woods. **Tropical Woods**, v. 72, p. 19-35, 1942.

RECORD, S.J.; HESS R.W. **Timbers of the New World**. New Haven: Yale University Press, 1949. 640 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, p. 1-525, 1983.

RENDLE, B.J. On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of Dicotyledons. 3. The role of anatomy in the practical identification of commercial timbers. **Proc. Linn. Soc. London**, v. 155, p. 218-221, 1944.

RICHTER, H.G.; DALLWITZ, M.J. **Commercial timbers**: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. 2000 onwards. Version: 25th June 2009. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/wood/pt/www/myrmyapun.htm>>. Acesso em 3 nov. 2009.

RODRIGUES, T.T. **Os efeitos do solo contaminado com petróleo na estrutura anatômica e estado nutricional do lenho jovem de *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae) e *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae)**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SANTOS, S.R.; MARCHIORI, J.N.C. Tendências anatômicas na flora sul-rio-grandense. 1 – Elementos vasculares. **Balduinia**, n. 21, p. 01-14, 2010.

SCHMD, R. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon**, n. 29, p. 559-595, 1980.

SCHMID, R.; BAAS, P. The occurrence of scalariform perforation plates and helical thickenings in wood of Myrtaceae. **IAWA Bulletin**, v. 5, n. 3, p. 197-215, 1984.

SCHULTZ, A.R.H. **Introdução à Botânica Sistemática**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1984. v. 2. 414 p.

SOBRAL, M. **A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, 2003. 215 p.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.A. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 175-184, 1999.

SONEGO, R.C.; BACKES, A.; SOUZA, A.F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Bot. Bras.**, v. 21, n. 4, 2007.

SOUZA, L. P. **Anatomia ecológica do lenho de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) e sua relação com a morfologia foliar e a cor dos frutos**. 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

STERN, W.L. A retrospective view of comparative anatomy, phylogeny and plant taxonomy, **IAWA Bulletin**, v. 2, p. 33-39. 1978.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS - ASCAR, 2008. 222 p.

VESTAL, P.A. Wood anatomy as an aid to classification and phylogeny. **Chronica Botanica**, v. 6, n. 3, p. 53-54, 1940.

VLIET, G.J.C. van; BAAS, P. Wood anatomy and classification of the Myrtales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 71, p. 783-800, 1984.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. Wood identification – A review. **IAWA Bulletin**, v. 19, n. 3, p. 241-264, 1998.

WHEELER, E.A.; BAAS, P.; GASSON, P.E. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bull.**, v.10, n. 3, p. 218-359, 1989.

WHEELER, E.A; BAAS, P.; RODGERS, S. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the insidewood database. **IAWA Journal**, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.

WHITE, M.E. **The flowering of Gondwana**. Princeton: Princeton Univ. Press, 1990. 256 p.

WIEDENBRUG, W. Maderas chilenas: contribución a su anatomía e identificación. **Lilloa**, Tucuman, n. 16, p. 263-375, 1948.

WILSON, P.G. et al. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 11, p. 2013-2015, 2001.

WILSON, P.G. et al. Relationship within Myrtaceae sensu lato based on matk phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 3-19, 2005.