

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na
identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, no estado do
Pará, Brasil**

Álison Rangel Albuquerque

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Tecnologia e Utilização de
Produtos Florestais

Piracicaba
2012

Álison Rangel Albuquerque
Engenheiro Florestal

**Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na
identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, no estado do
Pará, Brasil**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador
Prof. Dr. **MARIO TOMAZELLO FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Programa: Recursos
Florestais. Opção em: Tecnologia e Utilização de
Produtos Florestais

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Albuquerque, Álisson Rangel

Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 76 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil / Álisson Rangel Albuquerque. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2012.
249 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Anatomia vegetal 2. Antracologia 3. Carvão vegetal 4. Estrutura da madeira
5. Árvores florestais - Amazônia I. Título

CDD 634.909811
A345a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

"Um homem se torna sábio somente quando adquire três qualidades: não desprezar quem estiver abaixo dele; não invejar quem estiver acima dele; e não comercializar o seu saber."

(Sabedoria Oriental)

DEDICATÓRIA

A minha filha Sophia Albuquerque Rangel, um anjo enviado a mim, uma dádiva a qual agradeço todos os dias.

A minha esposa Raquel Albuquerque Rangel, por todo amor, alegria e otimismo que me deposita.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS por tudo de bom que aconteceu e acontece em minha vida. Sem Ele para agradecer, os momentos de glória não teriam o mesmo sabor e os momentos de infortúneos não teriam o mesmo conforto.

A minha família que tanto amo.

Ao meu orientador, Prof. Mário Tomazello Filho, por me orientar e direcionar meus passos no “mundo” acadêmico. Por todas as conversas, oportunidades e desafios impostos.

A Prof.^a Rita Scheel-Ybert, pela amizade, oportunidades e conhecimento proporcionados durante o período de iniciação científica.

Aos amigos do Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras: Alejandro VD. V. Gonzalez, Angel Boschiero, Cláudio R. Anholetto Jr, Hugo L. Belini, Marco A. A. Almonacid, Maria Aparecida R. C. Bermudez, Mariana P. Franco, Marta K. Leite, Matheus P. Chagas, Priscila G. Geroto, Tassio T. Trevizor, Vinícius R. de Castro.

Aos Profs. Gilles Chaix, Moisés S. Lobão e Víctor H. P. Moutinho por todas as conversas, ajudas, etc.

Aos estagiários: Lauro de Camargo Neto, Julianne O. S. Lima, Karen R. Bermudez e Guilherme R. de Pontes (em especial) pela ajuda nas análises.

Ao Prof. Jose Otávio Brito e ao técnico Udemilson Ceribelli do LQCE, pelas conversas e utilização da infraestrutura na carbonização dos corpos de prova.

A Prof.^a Célia Regina Montes e a Dra. Débora Ayumi Ishida, do Núcleo de Pesquisa em Geoquímica e Geofísica da Litosfera e ao Prof. Mário F. de Goes e ao Técnico Adriano Luis Martins da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/Unicamp pelo uso do MEV.

A Kizzy França do IPEF do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pela ajuda com a bibliografia.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais e ao Departamento de Ciências Florestais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela cessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 11 |
| ABSTRACT | 13 |
| LISTA DE FIGURAS | 15 |
| LISTA DE TABELAS | 25 |
| LISTA DE ESPÉCIES | 31 |
| 1 INTRODUÇÃO | 34 |
| Objetivos Geral e Específicos | 36 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 39 |
| 2.1 Floresta Nacional do Tapajós..... | 39 |
| 2.2 Importância da identificação e do registro das espécies vegetais..... | 39 |
| 2.3 Anatomia da madeira (lenho) | 40 |
| 2.4 Antracologia | 40 |
| 2.5 O carvão vegetal | 42 |
| 2.6 Carbonização e alterações no lenho | 44 |
| 2.7 Propriedades físicas da madeira | 46 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 49 |
| 3.1 Coletas das amostras de lenho | 49 |
| 3.2 Caracterização do local de coleta..... | 49 |
| 3.3 Relação das espécies florestais estudadas..... | 49 |
| 3.4 Caracterização anatômica do lenho | 53 |
| 3.4.1 Confecção de lâminas histológicas | 53 |
| 3.4.2 Descrição anatômica microscópica do lenho | 53 |
| 3.5 Caracterização anatômica do carvão | 54 |
| 3.5.1 Carbonização das amostras do lenho | 54 |
| 3.5.2 Descrição anatômica microscópica do carvão | 54 |
| 3.6 Caracterização física das amostras | 55 |
| 3.6.1 Densidade | 55 |
| 3.6.2 Retratibilidade volumétrica das amostras..... | 59 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 60 |
| 4.1 Caracterização anatômica quali e quantitativa do lenho e do carvão..... | 61 |
| 4.1.1 Família Anacardiaceae..... | 61 |
| 4.1.2 Família Araliaceae..... | 68 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.3 Família Bignoniaceae | 69 |
| 4.1.4 Família Boraginaceae | 79 |
| 4.1.5 Família Burseraceae | 81 |
| 4.1.6 Família Caryocaraceae | 89 |
| 4.1.7 Família Clusiaceae | 91 |
| 4.1.8 Família Combretaceae | 93 |
| 4.1.9 Família Euphorbiaceae | 95 |
| 4.1.10 Família Leguminosae | 98 |
| 4.1.10.1 Sub-família Caesalpinioideae | 98 |
| 4.1.10.2 Sub-família Mimosoideae | 113 |
| 4.1.10.3 Sub-família Papilionoideae | 131 |
| 4.1.11 Família Goupiaceae | 157 |
| 4.1.12 Família Hypericaraceae | 159 |
| 4.1.13 Família Lauraceae | 161 |
| 4.1.14 Família Lecythidaceae | 171 |
| 4.1.15 Família Malvaceae | 181 |
| 4.1.16 Família Meliaceae | 183 |
| 4.1.17 Família Moraceae | 187 |
| 4.1.18 Família Myristicaceae | 193 |
| 4.1.19 Família Sapotaceae | 197 |
| 4.1.20 Família Simaroubaceae | 205 |
| 4.1.21 Família Vochysiaceae | 207 |
| 4.2 Caracterização dos parâmetros anatômicos das amostras de carvão | 211 |
| 4.3. Contração dos elementos anatômicos no processo de carbonização | 215 |
| 4.4 Densidade aparente e retratibilidade volumétrica da madeira e do carvão | 227 |
| 5 CONCLUSÕES | 232 |

RESUMO

Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil

A antracologia, como ciência, tem como objetivo a análise da estrutura anatômica dos carvões vegetais arqueológicos e modernos direcionada para a paleoecologia, paleoetnobotânica, identificação das espécies, etc. No Brasil, a identificação de espécies florestais através da análise dos carvões vegetais atuais reveste-se de importante caráter conservacionista, por ser o maior produtor mundial de carvão vegetal, com grande parte produzida pela extração ilegal de madeira de florestas nativas. Com esse objetivo, no presente trabalho, foi avaliada a estrutura anatômica microscópica, a densidade e a contração do lenho e do carvão de 75 espécies da floresta Amazônica, estado do Pará. Os resultados evidenciaram para o parâmetro (i) anatômico, deformação de diferentes níveis dos elementos de vasos (e pontoações), das células do parênquima axial e radial e das fibras entre as espécies, (ii) físico, significativa variação da densidade da madeira e do carvão entre as espécies; as de madeira de maior densidade aparente apresentam carvão de maior densidade; (iii) contração, resultando na alteração da morfologia dos elementos anatômicos da madeira, com variações entre espécies. Além disto, os resultados permitiram (i) avaliar o efeito melhor do processo de carbonização nos parâmetros anatômicos e físicos da madeira, (ii) demonstrar a aplicação da antracologia como ferramenta na identificação de espécies tropicais e seu potencial no controle ambiental e na fiscalização, além de possibilitar a (iv) criação de uma coleção antracológica de referência, iniciando-se com 75 espécies de madeira e de carvão tropical.

Palavras-chave: Antracologia; Carvão vegetal; Anatomia da madeira; Espécies arbóreas da Amazônia

ABSTRACT

Comparative anatomy of the wood and charcoal applied in the identification of 75 species of the Amazon forest in the state of Pará, Brazil

The anthracology, as science, aims to analyze the anatomical structure of archaeological and modern vegetal charcoal applied for paleoecology, paleoetnobotanical, species identification, etc. In Brazil, the identification of forest species through analysis of vegetal charcoal is important to the nature conservation, considered that the country is the largest producer of charcoal produced, in part, by the illegal logging of native forests. With this objective, in the present study was evaluated the anatomical microscopical structure, density and contraction of wood and charcoal of 75 species of the Amazon forest, from Pará state. The results showed an (i) different levels of anatomical deformation of vessels (and pits), axial and radial parenchyma and fibers with variation between species, (ii) significant change of the wood and charcoal density between the tree species; the higher wood apparent density resulted in higher charcoal density, (iii) the retraction resulted in alteration of the wood anatomical elements, with variations between species. Moreover, the results allowed (i) to evaluate the effect of the carbonization process in the wood anatomy and physical parameters, (ii) to demonstrate the application of anthracology as a tool for tropical species identification and its potential to environmental control and monitoring, in addition to enabling the (iv) creation of an anthracological collection, starting with 75 species of tropical wood and charcoal.

Keywords: Anthracology; Charcoal; Wood anatomy; Amazon tree species

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Três planos de estudo - A, transversal; B-C, longitudinais tangencial e radial- e fotomicrografias em MEV do carvão do lenho de *Symphonia globulifera*, Clusiaceae (Scheel-Ybert, 2008; modif.).....42
- Figura 2 - Localização das carvoarias nos estados do Pará e Maranhão (Monteiro, 2002; modif.)44
- Figura 3 - Area de coleta das amostras do lenho das árvores na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará (MMA-IBAMA, 2004; mod.)49
- Figura 4 - Ruptura do corpo de prova de carvão vegetal. (A) manual; (B) com lâmina de aço54
- Figura 5 – Análise dos corpos de prova de carvão vegetal. (A) metalização das amostras; (B) equipamento MEV da Jeol; (C) amostras inseridas no MEV; (D) imagem da seção transversal do carvão e programa de captura de imagens do MEV56
- Figura 6 – Janela do programa “Image Pro Plus” para a avaliação dos parâmetros anatômicos da seção transversal do carvão vegetal: determinação do diâmetro tangencial dos vasos.....56
- Figura 7 - Fotomicrografias das pontoações intervasculares. (A) lenho de *Terminalia sp.*, com a mensuração da IAWA e a aplicada pela antracologia; (B) carvão de *Micropholis melinoniana* (amostra 2), com a homogeneização das paredes dos vasos e a mensuração da abertura das pontoações pela antracologia (Gonçalves, 2011, mod.)57
- Figura 8 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Anacardium gigantum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm.....62
- Figura 9 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Astronium gracile* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm.....64
- Figura 10 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Astronium leicontei* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm.....66
- Figura 11 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Schefflera morototoni* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm.....68

- Figura 12 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Jacaranda copaiba* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 70
- Figura 13 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm..... 72
- Figura 14 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus incanus* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 74
- Figura 15 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus serratifolius* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm..... 76
- Figura 16 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus* sp. nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 78
- Figura 17 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cordia goeldiana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 80
- Figura 18 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Protium altsonii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 82
- Figura 19 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Protium sagotianum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 84
- Figura 20 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Trattinnickia burserifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 86
- Figura 21 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de *Trattinnickia rhoifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 88
- Figura 22 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de

- Caryocar villosum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm90
- Figura 23 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Symphonia globurifera* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm92
- Figura 24 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Terminalia grabrescens* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm94
- Figura 25 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Glycydendron amazonicum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 96
- Figura 26 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Apuleia leicarpa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm98
- Figura 27 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cassia ramiflora* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm100
- Figura 28 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Chamaecrista apoucouita* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm102
- Figura 29 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Copaifera sp.* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm104
- Figura 30 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenaea courbaril* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm106
- Figura 31 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Peltogyne venosa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm108
- Figura 32 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Tachigaly myrmecophyla* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm110

- Figura 33 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vouacapoua americana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 112
- Figura 34 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Dinizia excelsa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 114
- Figura 35 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Enterolobium schomburgkii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm..... 116
- Figura 36 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia gigantocarpa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 118
- Figura 37 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia multijuga* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 120
- Figura 38 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia pendula* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 122
- Figura 39 - Fotomicrografias da anatomia do (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Pseudopiptadenia suaveolens* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 124
- Figura 40 - Fotomicrografias da anatomia do (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Stryphnodendron paniculatum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 126
- Figura 41 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Stryphnodendron pulcherrimum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm..... 128
- Figura 42 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Zygia racemosa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 130
- Figura 43 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Andira*

- surinamensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 132
- Figura 44 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bowdichia nitida* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 134
- Figura 45 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Dipteryx odorata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 136
- Figura 46 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium excelsum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 138
- Figura 47 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium flavum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 140
- Figura 48 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium modestum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 142
- Figura 49 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium petraeum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 144
- Figura 50 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ormosia flava* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 146
- Figura 51 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Swartzia laurifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 148
- Figura 52 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Swartzia leptopetala* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 150
- Figura 53 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vatairea paraensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 152

- Figura 54 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vaitareopsis sp.* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 154
- Figura 55 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vataireopsis sp* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 156
- Figura 56 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Goupia glabra* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 158
- Figura 57 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vismia cayennensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 160
- Figura 58 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Licaria aritu* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 162
- Figura 59 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Mezilaurus itauba* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 164
- Figura 60 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Rhodostemonodaphne dioica* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 166
- Figura 61 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ocotea matogrossensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 168
- Figura 62 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ocotea petalantha* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 170
- Figura 63 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bertholletia excelsa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 172
- Figura 64 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de Couratari

- guianensis nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 174
- Figura 65 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Couratari stellata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 176
- Figura 66 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Lecythis lurida* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 178
- Figura 67 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Lecythis pisonis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 180
- Figura 68 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ceiba pentandra* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 182
- Figura 69 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Carapa guianensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 184
- Figura 70 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cedrela odorata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 186
- Figura 71 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bagassa guianensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 188
- Figura 72 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Brosimum acutifolium* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 190
- Figura 73 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Brosimum potabile* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 192
- Figura 74 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Virola michelii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm 194

- Figura 75 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Virola surinamensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 196
- Figura 76 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Chrysophyllum lucentifolium* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm..... 198
- Figura 77 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Manilkara huberi* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 200
- Figura 78 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Micropholis melinoniana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 202
- Figura 79 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Pouteria oppositifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 204
- Figura 80 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Simarouba amara* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 206
- Figura 81 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de *Erismia unicanthum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 208
- Figura 82 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Qualea dinizii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm 210
- Figura 83 – Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Apuleia leiocarpa*; (B) *Astronium gracile*; (C) *Bagassa guianensis*; (D) *Bertholletia excelsa*; (E) *Brosimum acutifolium*; (F) *Brosimum rubescens*. Escala: 100 µm..... 220
- Figura 84 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Carapa guianensis*; (B) *Cassia ramiflora*; (C) *Cedrela odorata*; (D) *Chamaechrista apoucouita*; (E) *Copaifera* sp.; (F) *Couratari guianensis*. Escala: 100 µm 221
- Figura 85 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Dinizia excelsa*; (B) *Dipteryx odorata*; (C) *Hymenaea*

courbaril; (D) *Hymenolobium excelsum*; (E) *Jacaranda copaia*; (F) *Micropholis melinoniana*. Escala: 100 μm 222

Figura 86 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Nectandra dioica*; (B) *Ocotea matogrossensis*; (C) *Ormosia flava*; (D) *Parkia gigantocarpa*; (E) *Parkia multijuga*; (F) *Parkia pendula*. Escala: 100 μm223

Figura 87 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Pouteria oppositifolia*; (B) *Protium altosonii*; (C) *Protium sagotianum*; (D) *Pseudopiptadenia suaveolens*; (E) *Qualea dinizii*; (F) *Simarouba amara*. Escala: 100 μm 224

Figura 88 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Stryphnodendron paniculatum*; (B) *Stryphnodendron pulcherrimum*; (C) *Swartzia laurifolia*; (D) *Handroanthus impetiginosus var. lepidota*; (E) *Handroanthus* sp.; (F) *Tachigali myrmecophylla*. Escala: 100 μm225

Figura 89 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Terminalia glabrescens*; (B) *Trattinickia burserifolia*; (C) *Vaitareopsis* sp.; (D) *Virola michelii*; (E) *Virola surinamensis*; (F) *Brosimum rubescens*. Escala: 100 μm 226

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Amostras do lenho analisadas: nome científico, comum, família, número de registro e local de coleta..... | 50 |
| Tabela 2 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Anacardium giganteum</i> | 61 |
| Tabela 3 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Astronium gracile</i> | 63 |
| Tabela 4 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Astronium leiconteii</i> | 65 |
| Tabela 5 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Schefflera morototoni</i> | 67 |
| Tabela 6 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Jacaranda copaia</i> | 69 |
| Tabela 7 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Handroanthus impetiginosus var. lepidota</i> | 71 |
| Tabela 8 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Handroanthus incanus</i> | 73 |
| Tabela 9 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Handroanthus serratifolius</i> | 75 |
| Tabela 10 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Handroanthus sp</i> | 77 |
| Tabela 11 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Cordia goeldiana</i> | 79 |
| Tabela 12 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Protium altisonii</i> | 81 |
| Tabela 13 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Protium sagotianum</i> | 83 |
| Tabela 14 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Trattinnickia burserifolia</i> | 85 |
| Tabela 15 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Trattinnickia rhoifolia</i> | 87 |
| Tabela 16 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Symphonia globulifera</i> | 89 |
| Tabela 17 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Caryocar villosum</i> | 91 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 18 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Terminalia glabrescens</i> | 93 |
| Tabela 19 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Glycydendron amazonicum</i> | 95 |
| Tabela 20 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 97 |
| Tabela 21 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Cassia ramiflora</i> | 99 |
| Tabela 22 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Chamaecrista apoucouita</i> | 101 |
| Tabela 23 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Copaifera sp</i> | 103 |
| Tabela 24 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Hymenaea courbaril</i> | 105 |
| Tabela 25 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Peltogyne venosa</i> | 107 |
| Tabela 26 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Tachigaly myrmecophylla</i> | 109 |
| Tabela 27 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Voacapoua americana</i> | 111 |
| Tabela 28 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Dinizia excelsa</i> | 113 |
| Tabela 29 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Enterolobium schomburgkii</i> | 115 |
| Tabela 30 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Parkia gigantocarpa</i> | 117 |
| Tabela 31 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Parkia multijuga</i> | 119 |
| Tabela 32 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Parkia pendula</i> | 121 |
| Tabela 33 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> | 123 |
| Tabela 34 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Stryphnodendron paniculatum</i> | 125 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 35 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> | 127 |
| Tabela 36 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Zygia racemosa</i> | 129 |
| Tabela 37 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Andira surinamensis</i> | 131 |
| Tabela 38 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Bowdichia nitida</i> | 133 |
| Tabela 39 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Dipteryx odorata</i> | 135 |
| Tabela 40 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Hymenolobium excelsum</i> | 137 |
| Tabela 41 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Hymenolobium flabum</i> | 139 |
| Tabela 42 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Hymenolobium modestum</i> | 141 |
| Tabela 43 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Hymenolobium petraeum</i> | 143 |
| Tabela 44 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Ormosia flava</i> | 145 |
| Tabela 45 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Swartzia laurifolia</i> | 147 |
| Tabela 46 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Swartzia leptopetala</i> | 149 |
| Tabela 47 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Vatairea paraensis</i> | 151 |
| Tabela 48 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Vaitareopsis sp 1</i> | 153 |
| Tabela 49 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Vataireopsis sp 2</i> | 155 |
| Tabela 50 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Goupia glabra</i> | 157 |
| Tabela 51 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Vismia cayennensis</i> | 159 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 52 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Licaria aritu</i> | 161 |
| Tabela 53 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Mezilaurus itauba</i> | 163 |
| Tabela 54 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Rhodostemodaphne dióica</i> | 165 |
| Tabela 55 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Ocotea matogrossensis</i> | 167 |
| Tabela 56 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Ocotea petalanthera</i> | 169 |
| Tabela 57 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Bertholletia excelsa</i> | 171 |
| Tabela 58 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Couratari guianensis</i> | 173 |
| Tabela 59 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Couratari stellata</i> | 175 |
| Tabela 60 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Lecythis lurida</i> | 177 |
| Tabela 61 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Lecythis pisonis</i> | 179 |
| Tabela 62 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Ceiba pentandra</i> | 181 |
| Tabela 63 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Carapa guianensis</i> | 183 |
| Tabela 64 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Cedrela odorata</i> | 185 |
| Tabela 65 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Bagassa guianensis</i> | 187 |
| Tabela 66 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Brosimum acutifolium</i> | 189 |
| Tabela 67 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Brosimum potabile</i> | 191 |
| Tabela 68 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Virola michelii</i> | 193 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 69 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Virola surinamensis</i> | 195 |
| Tabela 70 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Cryosophyllum lucentifolium</i> | 197 |
| Tabela 71 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Manilkara huberi</i> | 199 |
| Tabela 72 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Micropholis melinoniana</i> | 201 |
| Tabela 73 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Pouteria oppositifolia</i> | 203 |
| Tabela 74 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Simarouba amara</i> | 205 |
| Tabela 75 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Erismia unicantum</i> | 207 |
| Tabela 76 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de <i>Qualea dinizii</i> | 209 |
| Tabela 77 – Dados físicos por espécies: densidade aparente, densidade anidra, densidade do carvão, retratibilidade volumétrica | 227 |
| Tabela 78 – Dados da densidade aparente do lenho, da densidade do carvão vegetal e da contração Volumétrica do lenho a 12% de umidade até o produto carvão vegetal, carbonizado a 400°C, também a 0% de umidade | 230 |

LISTA DE ESPÉCIES

| | |
|--|-----|
| Espécie 1 - <i>Anacardium giganteum</i> Hanc. ex Engl. | 61 |
| Espécie 2 - <i>Astronium gracile</i> Engl..... | 63 |
| Espécie 3 - <i>Astronium leicontei</i> Ducke | 65 |
| Espécie 4 - <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl) Maguire | 67 |
| Espécie 5 - <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don..... | 69 |
| Espécie 6 - <i>Handroanthus impetiginosus</i> var. <i>lepidota</i> (Mart. ex DC.) Standl. | 71 |
| Espécie 7 - <i>Handroanthus incanus</i> A.H. Gentry | 73 |
| Espécie 8 - <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) Nicholson | 75 |
| Espécie 9 - <i>Handroanthus</i> sp. | 77 |
| Espécie 10 - <i>Cordia goeldiana</i> Huber..... | 79 |
| Espécie 11 - <i>Protium altsonii</i> Sandwith. | 81 |
| Espécie 12 - <i>Protium sagotianum</i> March..... | 83 |
| Espécie 13 - <i>Trattinnickia burserifolia</i> (Mart.) Wild. | 85 |
| Espécie 14 - <i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd..... | 87 |
| Espécie 15 - <i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers. | 89 |
| Espécie 16 - <i>Symphonia globulifera</i> Linn.f. | 91 |
| Espécie 17 - <i>Terminalia glabrescens</i> C. Mart..... | 93 |
| Espécie 18 - <i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke (Glícia) | 95 |
| Espécie 19 - <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr. | 97 |
| Espécie 20 - <i>Cassia ramiflora</i> Vogel | 99 |
| Espécie 21 - <i>Chamaecrista apoucouita</i> (Aubl.) H.S.Irwin & Barneby | 101 |
| Espécie 22 - <i>Copaifera</i> sp. | 103 |
| Espécie 23 - <i>Hymenaea courbaril</i> L. | 105 |
| Espécie 24 - <i>Peltogyne venosa</i> Benth..... | 107 |
| Espécie 25 - <i>Tachigaly myrmecophylla</i> Ducke..... | 109 |
| Espécie 26 - <i>Vouacapoua americana</i> Aubl..... | 111 |

| | |
|---|-----|
| Espécie 27 - <i>Dinizia excelsa</i> Ducke..... | 113 |
| Espécie 28 - <i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth. | 115 |
| Espécie 29 - <i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke..... | 117 |
| Espécie 30 - <i>Parkia multijuga</i> Benth. | 119 |
| Espécie 31 - <i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp..... | 121 |
| Espécie 32 - <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes | 123 |
| Espécie 33 - <i>Stryphnodendron paniculatum</i> Poepp. & Endl. | 125 |
| Espécie 34 - <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr. | 127 |
| Espécie 35 - <i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes..... | 129 |
| Espécie 36 - <i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff | 131 |
| Espécie 37 - <i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth..... | 133 |
| Espécie 38 - <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd | 135 |
| Espécie 39 - <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke..... | 137 |
| Espécie 40 - <i>Hymenolobium flavum</i> Kleinh..... | 139 |
| Espécie 41 - <i>Hymenolobium modestum</i> Ducke | 141 |
| Espécie 42 - <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke..... | 143 |
| Espécie 43 - <i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd..... | 145 |
| Espécie 44 - <i>Swartzia laurifolia</i> Benth..... | 147 |
| Espécie 45 - <i>Swartzia leptopetala</i> Benth. | 149 |
| Espécie 46 - <i>Vatairea paraensis</i> Ducke..... | 151 |
| Espécie 47 - <i>Vataireopsis</i> sp. 1 | 153 |
| Espécie 48 - <i>Vataireopsis</i> sp. 2 | 155 |
| Espécie 49 - <i>Goupia Glabra</i> Aubl. | 157 |
| Espécie 50 - <i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers. | 159 |
| Espécie 51 - <i>Licaria aritu</i> Ducke | 161 |
| Espécie 52 - <i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub. | 163 |
| Espécie 53 - <i>Rhodostemonodaphne dioica</i> (Mez) Rohwer | 165 |

| | |
|--|-----|
| Espécie 54 - <i>Ocotea matogrossensis</i> Vatt. | 167 |
| Espécie 57 - <i>Ocotea petalantha</i> (Meisn.) Mez. | 169 |
| Espécie 58 - <i>Betholletia excelsa</i> H.B.K. | 171 |
| Espécie 57 - <i>Couratari guianensis</i> Aubl. | 173 |
| Espécie 58 - <i>Couratari stellata</i> A. C. Smith | 175 |
| Espécie 59 - <i>Lecythis lurida</i> (Miers) S. A. Mori..... | 177 |
| Espécie 60 - <i>Lecythis pisonis</i> Cambess. | 179 |
| Espécie 61 - <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn..... | 181 |
| Espécie 62 - <i>Carapa guianensis</i> Aubl. | 183 |
| Espécie 63 - <i>Cedrela odorata</i> L..... | 185 |
| Espécie 64 - <i>Bagassa guianensis</i> Aubl. | 187 |
| Espécie 65 - <i>Brosimum acutifolium</i> (Huber) Ducke. | 189 |
| Espécie 66 - <i>Brosimum potabile</i> Faub..... | 191 |
| Espécie 67 - <i>Virola michelii</i> Heckel. | 193 |
| Espécie 68 - <i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb. | 195 |
| Espécie 71 - <i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist..... | 197 |
| Espécie 70 - <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Stand. | 199 |
| Espécie 71 - <i>Micropholis melinoniana</i> Pierre..... | 201 |
| Espécie 72 - <i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni..... | 203 |
| Espécie 73 - <i>Simarouba amara</i> Aubl..... | 205 |
| Espécie 74 - <i>Erisma unicanthum</i> Warm. | 207 |
| Espécie 75 - <i>Qualea dinizii</i> Ducke..... | 209 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a segunda maior área florestal do mundo (atrás apenas da Rússia) e a maior floresta tropical, somando cerca de 5,5 milhões de km² ou 65% do seu território (PNF, 2004). Desse total, 3,3 milhões de km² são florestas tropicais úmidas e estão situadas na Amazônia Legal, abrangendo os estados do Amazonas, Amapá, Acre, Mato Grosso, oeste do Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (NPO, 2010). Originalmente, a floresta amazônica ocupava 4 milhões de km², mas o avanço da fronteira agrícola já removeu cerca de 0,7 milhões de quilômetros quadrados até 2010 (IBGE, 2010).

A Amazônia constitui-se no maior reservatório de biodiversidade da terra, com 21-80 mil espécies de Angiospermas (RODRIGUES, 1993, 1994). Da grande variedade de espécies madeireiras na Amazônia, poucas são consagradas e, até momento, muitas não têm estudos tecnológicos da madeira conclusivos, para a sua utilização sustentável e para a manutenção da biodiversidade das florestas tropicais (OLIVEIRA, 2001).

A utilização da madeira tem uma enorme importância econômica no Brasil, sendo parte direcionada para a produção de carvão vegetal, e, desta, 90% destinando-se a produção de ferro-gusa, 9% para o setor residencial e 1% para o comercial (SILVA e ABRAMOVAY, 2008). A cadeia produtiva de carvão vegetal movimenta parte da economia do país e constitui-se matéria-prima na indústria siderúrgica para a produção de ferro e aço (FERREIRA, 2000; MONTEIRO, 2006; BRASIL, 2009).

Por outro lado, a antracologia como ciência tem como objetivo a análise da estrutura anatômica dos carvões vegetais arqueológicos e modernos direcionada para a (i) *paleoecologia* – informações sobre o tipo de vegetação pretérita e, conseqüentemente, do clima, pela análise de fragmentos de carvão provenientes de incêndios naturais ou de origem antrópica em sítios arqueológicos; (ii) *paleoetnobotânica* – analisa os fragmentos de carvão de sítios arqueológicos que representam vestígios da atividade humana, como os da população pré-histórica em relação a vegetação, como combustível, artefatos, rituais, etc.; (iii) *caracterização anatômica* – analisa e descreve a estrutura anatômica dos carvões antigos e atuais visando a elaboração de bancos de dados e de chaves de identificação das

espécies (BEAUCLAIR et al., 2009); (BIANCHINI et al., 2007); (GONÇALVES et al., 2008); (GONÇALVES E SCHEEL-YBERT, 2003); (RANGEL et al., 2008); (RANGEL & SCHEEL-YBERT, 2007, 2008a, 2008b); (SCHEEL-YBERT, 1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2002a, 2002b, 2003a, 2003b) ; (SCHEEL-YBERT & DIAS, 2007); (SCHEEL et al. 1996a, 1996b); (SCHEEL-YBERT et al., 1996a, 1996b, 2006).

Apesar da estrutura anatômica da madeira manter-se conservada após transformação em carvão, podem ocorrer variações morfométricas durante o processo de carbonização, que dificultam a distinção de espécies próximas, com implicações na identificação de carvões atuais e para os estudos ecológicos, recomendando-se a análise estrutural das amostras do lenho e, após, carbonizadas identificar as alterações anatômicas (PRIOR E GASSON, 1993).

No Brasil, a identificação de espécies florestais através da análise dos carvões vegetais atuais reveste-se de importante caráter conservacionista, por ser o maior produtor mundial de carvão vegetal, com grande parte produzida pela extração ilegal de madeira de florestas nativas. Destaque-se a carência de informações da anatomia da madeira de espécies nativas do Brasil, em especial às da flora amazônica, com 2.300 espécies vegetais, em 100 gêneros e 120 famílias (LISBOA, 1991). O conhecimento da anatomia da madeira e do carvão é importante na identificação das espécies - Antracologia – sendo ferramenta para a comprovação da origem do carvão, possibilitando um controle ambiental, melhor fiscalização e aplicação de políticas públicas no controle da utilização da madeira de espécies nativas.

Objetivos Geral e Específicos

Geral: avaliar a estrutura anatômica, a densidade e contração do lenho e do carvão visando à identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, estado do Pará.

Específicos: (i) descrever a anatomia comparada do lenho e do carvão de espécies arbóreas da floresta Amazônica; (ii) determinar a densidade aparente e anidra da madeira e do carvão e as contrações de 12-0% de umidade e de 12% ao carvão; (iii) demonstrar a aplicação da antracologia como ferramenta na identificação de espécies tropicais e seu potencial no controle ambiental e na fiscalização; (iv) iniciar a criação de Coleção Antracológica de Referência, com 75 espécies de madeira e de carvão tropical.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Floresta Nacional do Tapajós

A Floresta Nacional do Tapajós localiza-se na região oeste do estado do Pará, nos municípios de Belterra, Aveiro, Rurópolis e Placas, sendo constituída por um conjunto de ecossistemas complexos, heterogêneos e, atualmente, vem sofrendo pressões de uso e ocupação do solo (LBA, 1995). É uma unidade de conservação criada pelo Decreto nº 73.684, de fevereiro de 1974, com 600 mil ha, administrada pelo IBAMA, situada nos paralelos de 2° 45' e 4° 10' de latitude sul e meridianos de 54° 45' e 55° 30' de longitude oeste. Limita-se ao norte, com o paralelo que cruza o km 50 da rodovia Cuiabá-Santarém, ao sul, com a Rodovia Transamazônica e os rios Cupari e Cuparitinga ou Santa Cruz, a leste, com a BR 163 e a oeste com o rio Tapajós (ESPÍRITO-SANTO et al., 2005).

O clima é caracterizado como tropical com temperatura média do dia mais frio do ano superior a 18 °C, do tipo AmW de acordo com a classificação de Köppen. A avaliação da precipitação, de 1950-2000, na estação meteorológica de Belterra indica um período sazonal seco (jan-jun) e chuvoso (jul-dez) definidos (EIDT, 1968).

A geomorfologia da região é caracterizada por duas unidades morfo-estruturais bem distintas, denominadas de Planalto Rebaixado do Médio Amazonas - unidade morfoestrutural que estende desde a Planície Amazônica acompanhando a margem direita do rio Amazonas - e o Planalto Tapajós-Xingu (RADAMBRASIL, 1976).

A Floresta Nacional do Tapajós possui cota altimétrica de 100-170 m, com relevo de forma tabular, drenagem adensada e formação de lagoas; possui colinas com ravinas e vales encaixados com superfícies aplainadas, inundadas periodicamente (TORRES, 2000).

O solo predominante é caracterizado como latossolo amarelo Distrófico, com diferentes texturas, geralmente profundo, ácido, friável e coberto por florestas densas; incluindo o latossolo amarelo Distrófico Plíntico, de textura média e argilosa, dentre outros. O mapa de solos do INPE/IBAMA/FUNATURA/ITTO (1992), compilado do RADAMBRASIL (1976) indica que argissolos vermelho-amarelo e latossolos amarelo distrófico ocupam 37,1 e 25,34% da Floresta Nacional do Tapajós, respectivamente.

2.2 Importância da identificação e do registro das espécies vegetais

Considera-se que a Botânica iniciou-se com o estudo e utilização das plantas medicinais, com primeiros registros compilados pelos egípcios nos textos do Livro dos Mortos e dos Vivos, com a descrição e aplicação das plantas no embalsamento e na cura de doenças (CRISTIANA et al., 2011). Outras civilizações antigas, como os gregos e chineses, registraram, da mesma forma, aspectos da identificação e aplicação das plantas e, com o aumento do conhecimento, foram implementados os sistemas de classificação (GEMTCHÚJNICOV, 1976).

Aristóteles (370 aC.) apresentou o sistema de classificação de plantas em árvores, arbustos e ervas, utilizado durante a Idade Média, considerado como o início da sistemática botânica. Com a ocupação da Europa pelos árabes - séculos IX a XIII - ocorreu um aumento dos conhecimentos sobre as plantas, com a necessidade de novo ordenamento dos conhecimentos. O sistema de classificação proposto por Karl von Lineu (1707-75), reconhecido como o pai da sistemática botânica e zoológica, com uma nomenclatura científica de designação binária, com conceito de espécie/gênero é utilizado até os dias atuais (GEMTCHÚJNICOV, 1976; MARTINS-DA-SILVA, 2002).

O Brasil, segundo o Index Herbariorum, tem catalogadas apenas 3.200.000 exsicatas desidratadas de plantas, com os E.U.A., França e Inglaterra com 60.500.000, 20.200.000 e 15.700.000, respectivamente, demonstrando apesar de abrigar a maior biodiversidade, não conhece a totalidade de sua flora (HOLMGREEN et al., 1990),

Na Amazônia esta situação é caracterizada pela rica biodiversidade da cobertura florestal, com herbários contando com 500 mil exsicatas, correspondendo a 20 mil espécies, de uma estimativa de 60 a 100 mil espécies vegetais (MARTINS-DA-SILVA, 2002).

Por outro lado, na floresta Amazônica ocorrem árvores de inúmeras espécies que produzem madeira de importância comercial com uma única denominação popular, sendo comum, também, a aplicação de múltiplos nomes populares para uma mesma espécie. Nesse aspecto, a anatomia da madeira (lenho) é reconhecida como a principal ferramenta para a correta identificação das espécies florestais, face à ausência de material botânico (CORADIN e CAMARGOS, 2002).

Souza et al (2006) citam como exemplo a madeira das árvores de diferentes

espécies de ipê (*Handroanthus* spp) sendo comercializadas como cumaru (*Dipteryx* spp) com prejuízos ecológicos e econômicos; Moutinho et al (2008) encontraram a madeira de árvores de 6 espécies de 4 gêneros distintos comercializadas como pau-mulato no estado do Amapá.

2.3 Anatomia da madeira (lenho)

A anatomia da madeira compreende o estudo dos diversos tipos de células e tecidos que constituem o xilema secundário (lenho) das árvores, como sua organização, funções e particularidades estruturais. A anatomia da madeira tem sua importância na identificação das espécies, como subsídio à taxonomia vegetal, aplicada nos inventários florestais e fito-sociológicos direcionados aos estudos ecológicos e conservacionistas; também é aplicada na avaliação tecnológica e preconização do uso e propriedades da madeira (ZENID, 2008). A possibilidade da anatomia da madeira ser aplicada na identificação ao nível de gênero, família ou espécie é, da mesma forma, importante no segmento de comercialização da madeira evitando fraudes e adulterações (METCALF & CHALK, 1983).

O lenho das árvores, no entanto, como material biológico, é constituído por células e tecidos diferenciados para o desempenho de funções específicas, apresentando variações dentro da árvore (base-topo; medula-casca), entre árvores, em relação à idade, condições do sítio, etc., além da variabilidade genética. As variações devem-se, também à formação do cerne e alburno, da madeira de reação (compressão em coníferas; tração em folhosas), dos anéis de crescimento, da inclinação da grã, da ramificação e formação dos nós, etc. (KOLLMANN & CÔTÉ, 1968; TRUGILHO et al., 1996). Segundo Latorraca (2000), as pesquisas têm procurado identificar os fatores que afetam as propriedades tecnológicas do lenho das árvores, inerentes à própria espécie, e os induzidos pelas condições de crescimento (ambiente).

2.4 Antracologia

A antracologia (derivado do grego *anthrak*, carvão) é ciência que analisa a estrutura anatômica dos carvões vegetais, incluindo o estudo e a interpretação dos fragmentos de madeira carbonizada. A preservação da estrutura anatômica da

madeira após a sua carbonização torna possível a aplicação da antracologia. A análise da estrutura anatômica do carvão vegetal, nos três planos de estudo, permite a identificação taxonômica da espécie, bem como inferir sobre as suas características e estado de conservação (biodegradação por organismos xilófagos-fungos, insetos, etc.) em relação às condições ambientais (temperatura, disponibilidade de água) (Figura 1) (SCHEEL *et al.*, 1996; THÉRY-PARISOT, 2001).

A análise dos carvões, como objeto de estudo da antracologia, tem como objetivo a reconstituição paleoambiental e paleoetnobotânica pela identificação das espécies através das amostras do lenho carbonizadas coletadas no perfil do solo (incêndios: fornecendo informações paleoecológicas) e de sítios arqueológicos (resgatando o vestígio de paleoincêndios e da atividade humana) (SCHEEL-YBERT, 2004).

A identificação de espécies através da análise da madeira carbonizada é antiga (HEER, 1865; PREJAWA, 1896; BREUIL, 1903), aplicando o método de confecção e de análise de lâminas finas de material carbonizado, muito lento e de alta complexidade. A aplicação da microscopia de luz refletida, a partir da década de 1960, resultou em simplificação da metodologia e a possibilidade de aumento da eficiência das análises antracológicas visando a avaliação paleoecológica dos carvões (WESTERN, 1963; VERNET, 1973).

Nas últimas décadas têm sido ampliadas as pesquisas em antracologia, direcionadas, principalmente, para a reconstituição paleoecológica da Europa e do Mediterrâneo (VERNET e THIÉBAULT, 1987; HEINZ, 1991; VERNET, 1992; BADAL *et al.*, 1994; FIGUEIRAL, 1995; THIÉBAULT, 1997; HEINZ e THIÉBAULT, 1998; THÉRY-PARISOT, 2001; NELLE, 2002; MARGUERIE e HUNOT, 2007; SADORI e GIARDINI, 2007; THÉRY-PARISOT, 2010). Outros estudos de antracologia foram realizados Argentina (SOLARI, 1990, 1993/94; PIQUÉ I HUERTA, 1999, MARCONETTO, 2002) e na África e no Oriente Próximo (PRIOR e WILLIAMS, 1985; TUSENIUS, 1989; NEUMANN, 1989; NEUMANN *et al.*, 1998; WILLCOX, 2002; TENGBERG, 2002). No Brasil, as pesquisas em antracologia são do final da última década em sambaquis dos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina, evidenciando a ocupação da restinga em cordões arenosos litorâneos no Holoceno recente (SCHEEL-YBERT, 2000).

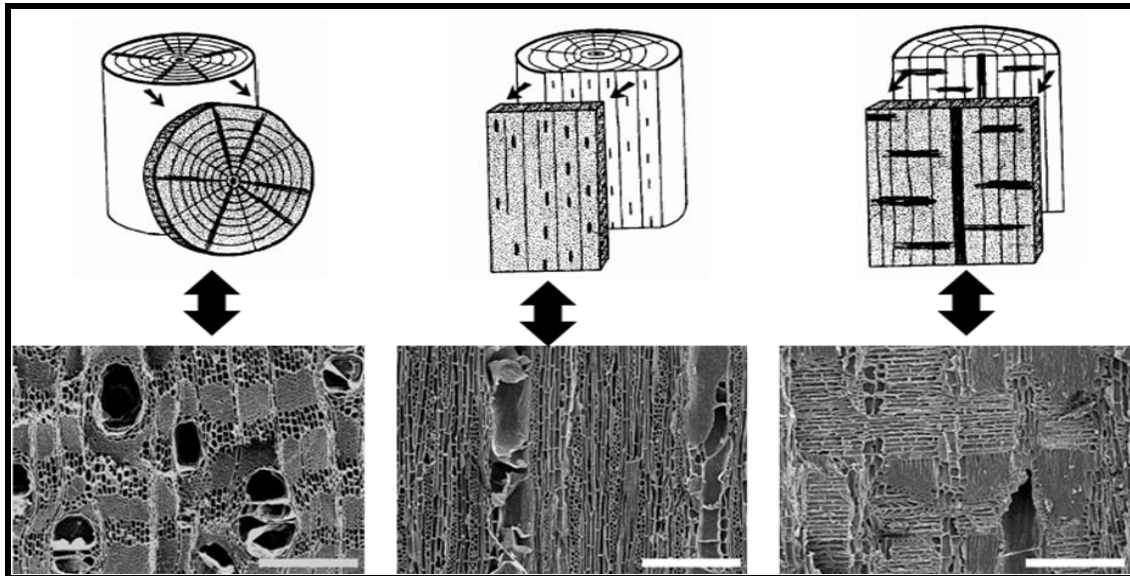


Figura 1 - Três planos de estudo - A, transversal; B-C, longitudinais tangencial e radial- e fotomicrografias em MEV do carvão do lenho de *Symphonia globulifera*, Clusiaceae (Scheel-Ybert, 2008; modif.)

2.5 O carvão vegetal

O carvão vegetal constitui-se em fonte energética de grande importância para diferentes países, incluindo o Brasil, por ser renovável e pelo contexto histórico e econômico, sendo produzido a partir da madeira de forma tradicional (geralmente de floresta nativa) e moderna (geralmente de floresta plantada) (NOGUEIRA E LORA, 2003).

A utilização da energia da biomassa representa a “fotossíntese inversa”, pelo resgate da energia solar armazenada, consumindo o oxigênio e restituindo o dióxido de carbono (NOGUEIRA *et al.*; 2000; INFOTEC/PRÓ-CARVÃO, 2000, 2001). O processo de produção de carvão vegetal consiste na concentração do Carbono da madeira, liberando os demais elementos químicos da sua composição pela ação da energia térmica (THIBAU, 2000). Brito (1990), Andrade (1993) e Andrade e Carvalho (1998) salientaram que, durante a conversão da madeira a carvão vegetal, ocorre a concentração de carbono e, da mesma forma, fenômenos físico-químicos que resultam no resíduo sólido carbonoso (carvão) e em uma fração gasosa.

O carvão vegetal, de acordo com Meira (2002), é o resíduo sólido da carbonização da madeira, quando queimada ou aquecida em atmosfera restrita de oxigênio, em que à medida do aumento da temperatura ocorre a expulsão da água, dos compostos voláteis, uma fração de compostos orgânicos condensáveis à

temperatura ambiente, etc., sem a ocorrência de combustão total pela pouca quantidade de O².

O segmento industrial brasileiro das indústrias siderúrgica e metalúrgica constitui-se em significado consumidor do carvão vegetal como termo-redutor de minério (BRASIL, 2006; AMS, 2005). Mesmo com aumento significativo do uso de madeira de espécies de reflorestamento, grande parte é, ainda, proveniente de florestas nativas e de corte ilegal: em 2006, o consumo de carvão vegetal de origem nativa foi de 17.189.000 mdc, equivalendo 49% da produção do cavão nacional (DE FREITAS et al., 2006).

O Brasil é o maior produtor e consumidor do carvão vegetal pelo desenvolvimento da indústria siderúrgica (DELEPINASSE e BONSE, 2002). A produção de carvão vegetal é destinada ao mercado interno, sendo que no estado de Minas Gerais a madeira nativa representa 10% da produção, nos estados do Maranhão e Pará (Figura 2), 27% no pólo siderúrgico do Carajás, nos estados da Bahia e do Mato Grosso, 14 e 24%, respectivamente (IBGE, 1996). Este número pode estar equivocado, haja visto que os números apresentados podem estar distorcidos (MONTEIRO, 2006; HESS, 2007).

As siderúrgicas têm interesse na Amazônia pelas imensas reservas minerais, disponibilidade de mão-de-obra e de madeira – extraída das florestas nativa a baixo custo e sem a autorização dos órgãos ambientais. A Amazonia produz o melhor ferro gusa do mundo, com 2,2 milhões de toneladas/ano equivalentes a 400 milhões de dólares, utilizado para a produção de peças automotivas da indústria siderúrgica dos Estados Unidos. O produto é destinado a um mercado de alta tecnologia, o dos aços especiais e em parte de sua produção ocorre, contudo, o trabalho de exploração humana relatado em muitas carvoarias da floresta amazônica. O carvão produzido da madeira de reflorestamentos (47,8% da produção nacional) provém de árvores de *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis*, etc. No entanto, 52,2% da produção nacional provém de madeiras de florestas nativas dos biomas do Cerrado e da Amazonia (VERAS e CASARA, 2004; MONTEIRO, 2006).

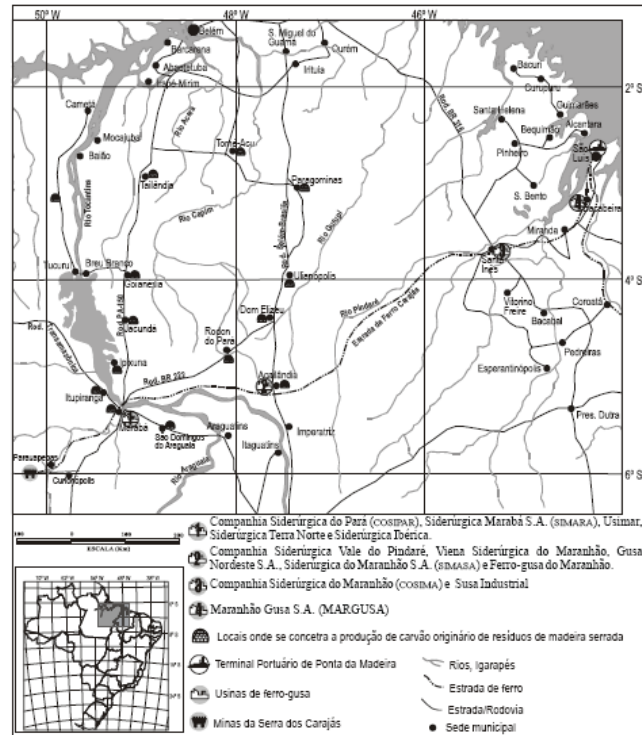


Figura 2 - Localização das carvoarias nos estados do Pará e Maranhão (Monteiro, 2002; modif.)

2.6 Carbonização e alterações no lenho

A carbonização é um processo em que madeira é submetida a tratamento térmico sob temperatura elevada em atmosfera redutora controlada (ALMEIDA e REZENDE, 1982). A formação do carvão pode ocorrer com o aquecimento do lenho (i) em presença de oxigênio quando ocorre o processo de queima, com a liberação das substâncias voláteis que se inflamam, produzindo chamas; o processo de combustão pode se completar até a formação de cinzas, ou se apresentar de maneira incompleta com a produção de carvão; (ii) em ausência de oxigênio, com a liberação das substâncias voláteis pelo aquecimento, sem a formação de chamas e o processo de carbonização resultando na formação do carvão (BRAADBART e POOLE, 2008).

A composição físico-química da madeira é importante, com a densidade do carvão relacionada com a da madeira: quanto mais denso maior é a quantidade de energia/volume e melhor o aproveitamento do espaço do reator. A madeira de menor dimensão produz carvão mais duro e mais denso que a de maior dimensão, com menor tendência a estourar na carbonização e com menor número de gretas de contração. A carbonização lenta induz menor quebra do carvão; a temperatura é

importante influenciando no rendimento gravimétrico e teor de carbono fixo (VALE *et al.*, 2001).

A proporção e a espessura da parede das fibras da madeira influenciam a massa específica, a retratibilidade e as propriedades de resistência mecânica da madeira (BURGER e RICHTER, 1991). A determinação da porcentagem e da estrutura da parede das fibras é importante para a qualificação e uso da madeira, fornecendo subsídios para a sua aplicação na geração de energia (PAULA, 2003). Madeira com fibras de parede espessa, diâmetro do lume reduzido e densidade elevada indica produção de carvão vegetal mais denso e menor volume de poros (OLIVEIRA, 1988).

O lenho quando submetido à carbonização sofre alterações na (i) coloração, com escurecimento que, ao final do processo, se torna negro; (ii) propriedades físicas, com significativa perda de massa, contração, distorções anatômicas e perda de substâncias voláteis; (iii) propriedades químicas, como a conversões contínua e gradual da celulose, hemicelulose e lignina, formando um produto rico em carbono e quimicamente distinto (SHAFIZADEH, 1982; BOON *et al.*, 1994; BRAADBART e POOLE 2008; GONÇALVES, 2010). Diversos trabalhos avaliaram as modificações estruturais do carvão obtido a diferentes temperaturas, com abordagem tecnológica (KOLLMANN e SACHS, 1967; MCGINNES *et al.*, 1971; BEALL *et al.*, 1974; SLOCUM *et al.*, 1978; KIM e HANNA, 2006; KWON *et al.*, 2009), arqueológica e paleoambiental (PRIOR e ALVIN, 1983; PRIOR e GASSON, 1993; BRAADBART e POOLE, 2008; GONÇALVES, 2010; GONÇALVES *et al.*, 2011).

Slocum *et al.* (1978) estudaram a produção de carvão de madeira de *Quercus alba* e *Carya ovata* verificaram que a perda de massa foi maior em *C. ovata*, de 80% a 400°C e menor acima de 400°C para as 2 espécies. A contração do carvão relacionou-se à estrutura anatômica e composição química, em comparação à perda de massa a maior % de lignina e os raios largos da madeira de *Quercus alba* influenciaram o padrão de contração na carbonização do que a perda de massa (GONÇALVES, 2010).

A perda da água e de substâncias voláteis da madeira na carbonização provoca sua contração volumétrica, com variações morfométricas pela reorganização da parede celular das células. A estrutura anatômica (% de fibras, parênquima, vasos, etc.), % de umidade inicial, tempo de exposição, temperatura de carbonização, presença de compostos inorgânicos, etc., influenciam no

comportamento da madeira. Quanto mais seca a madeira a ser carbonizada, menor será a alteração dos tecidos provocada pela expansão da água e do vapor durante o processo de carbonização (MCGINNES *et al.*, 1971; SLOCUM *et al.*, 1978; PRIOR e ALVIN, 1986; JONES e CHALONER, 1991; PRIOR e GASSON, 1993).

Na carbonização, as hemiceluloses degradam-se entre 170-300°C, a celulose acima de 240°C e a lignina acima de 280°C (BEALL e EICKNER, 1970; FENGEL e WEGENER, 1989; ZERIOUH e BELKBIR, 1995; BYRNE e NAGLE, 1997). Entretanto, a decomposição do lenho não é evidente até a temperatura atingir 275°C (KOLLMANN e SACHS, 1967) e a carbonização do lenho não é constatada abaixo de 300°C (KWON *et al.*, 2009).

2.7 Propriedades físicas da madeira

Retratibilidade: indica a redução das dimensões da madeira pela saída da água de constituição; é a propriedade que alterar a dimensão e o volume da madeira, quando o teor de umidade varia entre o estado anidro e o estado de saturação (impregnação); a madeira sofre inchamento ou retração com o aumento ou a diminuição da umidade (VALDUGA, 2003; DAGOSTINI, 2006). Segundo Puehringer (2002) a madeira é um material higroscópico que entra em equilíbrio com a temperatura e umidade do meio; e anisotrópico, com diferente taxa de contração e inchamento com a perda ou ganho de água. A variação dimensional na peça de madeira começa quando há perda ou ganho de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, em torno de 28-30% (SKAAR, 1972; 1988). Segundo Oliveira e Silva (2003) a contração e a expansão higroscópica da madeira são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade.

Densidade da madeira: é uma das propriedades físicas fundamentais na definição da aplicação da madeira, sendo a densidade básica expressa pela relação da sua massa seca e volume saturado, sendo relacionada com as suas propriedades mecânicas (DE PAULA *et al.*, 1986; NASCIMENTO, 1993). A densidade expressa à estrutura anatômica da madeira (vasos, fibras, traqueídeos, parênquima) e suas dimensões (parede celular, lume, espaços intercelulares). Na madeira de coníferas depende da % de lenho tardio, das dimensões e da espessura da parede celular das traqueídes (SCHNEIDER, 1993; PANSWIN e DE

ZEEUW,1980). Madeiras de densidade elevada apresentam, com frequência, a impregnação de substâncias como alcalóides e taninos, aumentando a sua durabilidade natural (KOLLMANN e CÔTÉ, 1968). A densidade da madeira varia em função da taxa de crescimento das árvores, do local de origem, espaçamento, idade, procedência, entre e dentro de árvores (base-topo; medula-casca), etc. (FOELKEL *et al.*, 1975; FERREIRA e KAGEYAMA, 1978; TOMAZELLO Fo, 1985; SOUZA *et al.*, 1986; BUSNARDO *et al.*, 1987; NASCIMENTO, 2000). Nascimento (1993) verificou a variabilidade da densidade básica da madeira de árvores de 4 regiões da Amazônia, com diferença entre espécies e das condições edafo-climáticas; a variabilidade dentro das espécies foi similar à de determinadas áreas de ocorrência das espécies.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coletas das amostras de lenho

As amostras do lenho foram coletadas de árvores cortadas em 4 áreas de floresta primária dos municípios de Santarém, Mojú, Paragominas e Tailândia no estado do Pará, no período 2003-2004 (Figura 3). As espécies foram selecionadas pelo potencial de utilização da madeira sólida não representando, desta forma, a totalidade das espécies que ocorrem naturalmente nesse bioma. A seleção e o corte das árvores, coleta das amostras de lenho e material botânico vegetativo/reprodutivo de 100 árvores de 64 espécies do Projeto Dendrogene foram feitas pelos pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental; as amostras do lenho de outras 11 espécies foram coletadas no município de Belterra, em parceria da Universidade Federal do Oeste do Pará e do Instituto de Biodiversidade e Florestas. O projeto “Dendrogene: Conservação Genética em Florestas Manejadas na Amazônia”, desenvolvido através da cooperação bilateral dos governos brasileiro e britânico (ABC e DFID), foi coordenado pela Embrapa Amazônia Oriental. O projeto teve como objetivo a aplicação do conhecimento científico (composição de espécies, capacidade reprodutiva e diversidade genética de populações arbóreas) no manejo florestal sustentado na Amazônia, contando com a participação de instituições nacionais e internacionais (KANASHIRO, 2003). As exsicatas possibilitaram a identificação botânica das árvores, sendo, posteriormente, registradas e depositadas no Herbário “João Murça Pires”, do Departamento de Botânica, da Embrapa Amazônia Oriental.

3.2 Caracterização do local de coleta

A área de coleta das amostras para confecção da coleção de referência localiza-se na Floresta Nacional do Tapajós – Flona do Tapajós (Figura 3), nos municípios de Belterra, Moju, Paragominas, Tailândia, todas localizadas no estado do Pará, onde a geomorfologia da região é caracterizada por duas principais unidades morfoestruturais denominadas Planalto Rebaixado da Amazônia e Planalto Tapajós-Xingu (RADAMBRASIL, 1976 apud BERNADES, 1996).

A altitude está em torno de 175 m acima do nível do mar e o relevo é plano a levemente ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Ami, tropical com uma estação seca de 2 a 3 meses no ano e precipitação anual acima de 2000mm. A média anual de temperatura é em torno de 25°C, com médias mínimas de 18,4°C e máximas de 32,6°C. A umidade relativa é de aproximadamente 86%. O solo predominante é o latossolo amarelo moderado com textura pesada (FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ, 1986).

O solo predominante é o latossolo amarelo moderado com textura pesada (60-94% de argila), com inclusão de latossolo amarelo concrecionário, derivado de argila pedregosa (CARVALHO, 1992). A Floresta Nacional do Tapajós é uma floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (VELOSO *et al.*, 1991). Dubois (1976) a classificou mais detalhadamente, em floresta alta com babaçu (*Orbignya speciosa* Burret); floresta alta sem babaçu; complexo de florestas baixas; complexo de florestas cipoólicas e cipoal; florestas inundadas; e capoeiras.

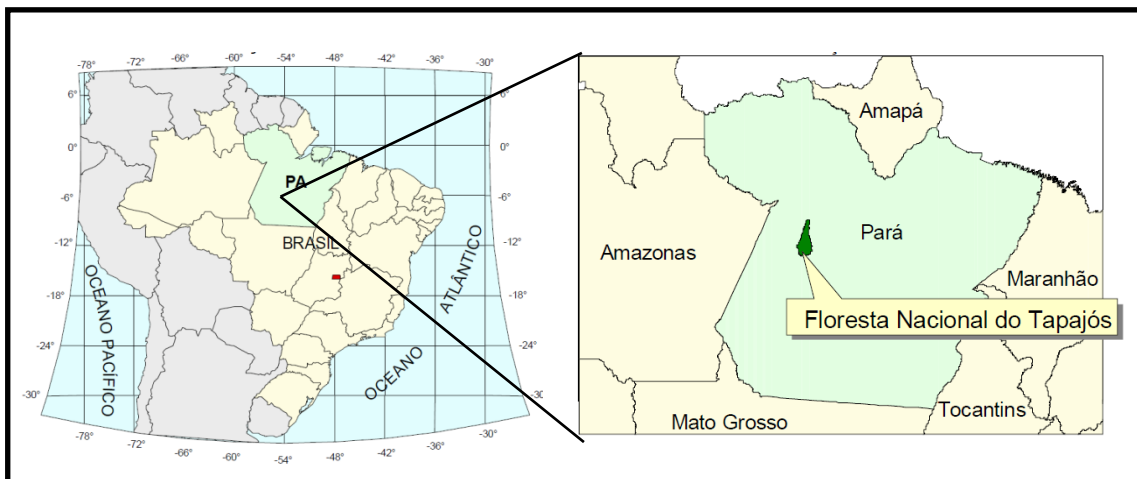


Figura 3 - Área de coleta das amostras do lenho das árvores na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará (MMA-IBAMA, 2004; mod.)

3.3 Relação das espécies florestais estudadas

As amostras de lenho das árvores de 76 espécies, 56 gêneros e 21 famílias analisadas (Tabela 1), indicando-se o nome da espécie, nome comum, família botânica, nº de registro e local de coleta.

Tabela 1 - Amostras do lenho analisadas: nome científico, comum, família, número de registro e local de coleta

| Espécie | Família | Nº de registro | Local de coleta |
|---|----------------|------------------------------|-----------------------------|
| <i>Anacardium giganteum</i> (caju-açu) | Anacardiaceae | 7456, 7523, 7591 | Tailândia |
| <i>Andira surinamensis</i> (jataua) | Leg-Fab | 7449 | Tailândia |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (amarelão) | Leg-Cae | 7385, 7409(1); 7460, 7585(2) | (1) Belterra; (2) Tailândia |
| <i>Astronium gracile</i> (muiracatiara) | Anacardiaceae | 7518, 7522 | Tailândia |
| <i>Astronium leicontei</i> (muiracatiara) | Anacardiaceae | 7419 | Belterra |
| <i>Bagassa guianensis</i> (tatajuba) | Moraceae | 7293(1), 7428(2) | (1) Tailândia; (2) Belterra |
| <i>Bertholletia excelsa</i> (castanheira) | Lecythidaceae | 7589 | IND |
| <i>Bowdichia nitida</i> (sucupira) | Leg-Fab | 7592 | Tailândia |
| <i>Brosimum acutifolium</i> (mururé) | Moraceae | 7378, 7415 | Belterra |
| <i>Brosimum potabile</i> (amapai) | Moraceae | 7102 | Belterra |
| <i>Carapa guianensis</i> (andiroba) | Meliaceae | 7376, 7401, 7417 | Belterra |
| <i>Caryocar villosum</i> (piquiá) | Cariocaraceae | 7404, 7424(1); 7515(2) | (1) Belterra; (2) Tailândia |
| <i>Cassia ramiflora</i> (fava-paricá) | Leg-Cae | 7104 | Belterra |
| <i>Cedrela odorata</i> (cedro) | Meliaceae | 7545 | Tailândia |
| <i>Ceiba pentandra</i> (sumaúma) | Malvaceae | 7298 | Tailândia |
| <i>Chamaecrista apoucouita</i> (coração de negro) | Leg-Cae | 7354 | Belterra |
| <i>Chrysophyllum lucentifolium</i> (goibão) | Sapotaceae | 7373, 7418 | Belterra |
| <i>Copaifera</i> sp (copaíba) | Leg-Cae | 7521 | Tailândia |
| <i>Cordia goeldiana</i> (freijó) | Boraginaceae | 7422, 7387 | Belterra |
| <i>Couratari guianensis</i> (tauari) | Lecythidaceae | 7534 | Tailândia |
| <i>Couratari stellata</i> (tauari) | Lecythidaceae | 7400, 7405, 7411, 7420 | Belterra |
| <i>Dinizia excelsa</i> (angelim vermelho) | Leg-Mim | 7592 | IND |
| <i>Dipteryx odorata</i> (cumaru) | Leg-Fab | 7283(1), 7406(2) | (1) Tailândia; (2) Belterra |

| | | | |
|---|---------------|---------------------------|-----------------------------------|
| <i>Enterolobium schomburgkeii</i> (orelha de macaco) | Leg-Mim | 7398(1), 7570(2) | (1) Belterra; (2) Tailândia |
| <i>Erisma unicanthum</i> (quarubarana) | Vochysiaceae | 7427 | Belterra |
| <i>Glycydendron amazonicum</i> (jataúa) | Euphorbiaceae | 7452 | Tailândia |
| <i>Goupia glabra</i> (cupiúba) | Goupiaceae | 7560 | Paragominas |
| <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá) | Leg-Cae | 7350, 7389, 7395 | Belterra |
| <i>Hymenolobium excelsum</i> (angelim pedra) | Leg-Fab | 7445, 7451, 7455 | Tailândia |
| <i>Hymenolobium flavum</i> (angelim da mata) | Leg-Fab | 6306 | Moju |
| <i>Hymenolobium modestum</i> (angelim-pedra-paraguai) | Leg-Fab | 7414(1); 7453(2); 7447(3) | (1)Belterra; (2)Tailândia; (3)IND |
| <i>Hymenolobium petraeum</i> (angelim pedra) | Leg-Fab | 7446 | Tailândia |
| <i>Jacaranda copaia</i> (pará-pará) | Bignoniaceae | 7421 | Belterra |
| <i>Lecythis lurida</i> (jarana) | Lecythidaceae | 7563 | Tailândia |
| <i>Lecythis pisonis</i> (sapucaia) | Lecythidaceae | 7532 | IND |
| <i>Licaria aritu</i> (louro-preto) | Lauraceae | 7397 | Belterra |
| <i>Manilkara huberi</i> (maçaranduba) | Sapotaceae | 7285, 7372(1); 7425(2) | (1) Belterra, (2) IND |
| <i>Mezilaurus itauba</i> (itauba) | Lauraceae | 7413 | Belterra |
| <i>Micropholis melinoniana</i> (curupiá) | Sapotaceae | 7510 | Tailândia |
| <i>Ocotea matogrossensis</i> (louro abacate) | Lauraceae | 7399 | Belterra |
| <i>Ocotea petalantha</i> (louro preto) | Lauraceae | 7412 | Belterra |
| <i>Ormosia flava</i> (sucupira-babona) | Leg-Fab | 7511(1), 7517(2) | (1) Belterra; (2) IND |
| <i>Parkia gigantocarpa</i> (faveira-bolota) | Leg-Mim | 7593 | IND |
| <i>Parkia multijulga</i> (fava) | Leg-Mim | 7390 | Belterra |
| <i>Parkia pendula</i> (visgueiro) | Leg-Mim | 7594 | IND |
| <i>Peltogyne venosa</i> (pau-roxo) | Leg-Cae | 7462 | Paragominas |
| <i>Pouteria oppositifolia</i> (guajará-bolacha) | Sapotaceae | 7574 | Paragominas |
| <i>Protium altsonii</i> (breu) | Burseraceae | 7393 | Belterra |
| <i>Protium sagotianum</i> (breu branco) | Burseraceae | 7112 | Belterra |
| <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (fava-timborana) | Leg-Mim | 7286(1), 7377(2) | (1) Belterra; (2) Tailândia |

| | | | |
|--|----------------|------------|-------------|
| <i>Qualea dinizii</i> (mandioqueira-rosa) | Vochysiaceae | 7110 | Belterra |
| <i>Rhodostemonodaphne dioica</i> (louro preto) | Lauraceae | 7109 | Belterra |
| <i>Schefflera morototoni</i> (morototó) | Araliaceae | 07.05.4727 | IND |
| <i>Simarouba amara</i> (marupá) | Simaroubaceae | 7305 | Tailândia |
| <i>Stryphnondendron paniculatum</i> 1 (taxirana) | Leg-Mim | 7382 | Belterra |
| <i>Stryphnondendron pulcherrimum</i> (taxirana) | Leg-Mim | 7105 | Belterra |
| <i>Swartzia leptopetala</i> (gombeira) | Leg-Fab | 7410 | Belterra |
| <i>Swartzia laurifolia</i> (gombeira) | Leg-Fab | 7101 | Belterra |
| <i>Symphonia globulifera</i> (anani) | Clusiaceae | 7423 | Belterra |
| <i>Androanthus impetiginosus</i> (ipê-roxo) | Bignoniaceae | 7562 | Paragominas |
| <i>Handroanthus incanus</i> (ipê) | Bignoniaceae | 7458, 7565 | Tailândia |
| <i>Handroanthus serratifolius</i> (ipê amarelo) | Bignoniaceae | 7514, 7544 | Tailândia |
| <i>Handroanthus</i> sp. (ipê) | Bignoniaceae | 7379 | Tailândia |
| <i>Tachigali myrmecophylla</i> (taxi preto) | Leg-Cae | 7108 | Belterra |
| <i>Terminalia glabrescens</i> (cuiarana) | Combretaceae | 7111 | Belterra |
| <i>Trattinickia burserifolia</i> (breu-amescla) | Burseraceae | 7107 | Belterra |
| <i>Trattinickia rhoifolia</i> (amesclão) | Burseraceae | 7566 | Tailândia |
| <i>Vatairea paraensis</i> (angelim amargoso) | Leg-Fab | 7555 | Paragominas |
| <i>Vataireopsis</i> sp. 1 (angelim amargoso) | Leg-Fab | 7450 | Tailândia |
| <i>Vataireopsis</i> sp. 2 (angelim amargoso) | Leg-Fab | 7459 | Tailândia |
| <i>Virola micheli</i> (virola) | Myristicaceae | 7106, 7384 | Belterra |
| <i>Virola surinamensis</i> (virola) | Myristicaceae | 7374 | Belterra |
| <i>Vismia cayennensis</i> (virola) | Hypericaraceae | 7457 | Tailândia |
| <i>Voucapoua americana</i> (acapu) | Leg-Cae | 7281, 7516 | Tailândia |
| <i>Zygia racemosa</i> (angelim-rajado) | Leg-Mim | 7573, 7579 | Paragominas |

*IND: Espécies cujos dados de coletas são indeterminados; Leg-Pap: Leguminosae-Papilionideae, Leg-Cae: Leguminosae-Caesalpinioideae, Leg-Mim: Leguminosae-Mimosoideae

3.4 Caracterização anatômica do lenho

3.4.1 Confeção de lâminas histológicas

As lâminas histológicas para a avaliação da estrutura microscópica do lenho foram obtidas pela (i) preparação dos blocos de madeira nos três planos de estudo; (ii) amolecimento dos blocos de madeira em água em ebulição (2 dias); (iii) cortes histológicos dos 3 planos (12-14 μm espessura) e armazenamento entre lâminas histológicas e papel metálico; (iv) clarificação dos cortes histológicos (água sanitária e destilada) (1:1); lavagem dos cortes histológicos em água destilada; (v) desidratação dos cortes histológicos em álcool (30/50%); (vi) coloração com safranina astra-blue (30/70%); (vii) desidratação em uma série alcoólica (50/100%) e de acetato e álcool (1:1) e, acetato de N-Butila; (viii) seleção dos melhores cortes e montagem em lâmina de vidro com bálsamo de Canadá com uma lamínula (JOHANSEN, 1940 e SASS, 1951). As lâminas histológicas do lenho das 55 espécies foram preparadas no Laboratório de Madeiras e Produtos Derivados (LMPD), do Centro de Tecnologia de Recursos Florestais, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e descritas por Trevizor (2011). As lâminas histológicas do lenho de 11 espécies foram preparadas no Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

3.4.2 Descrição anatômica microscópica do lenho

A descrição da estrutura anatômica do lenho das espécies foi conduzida de acordo as normas da IAWA - "List of microscopic feature for hardwood identification" (IAWA-Committee, 1989) e as Normas e Procedimentos em Estudos da Anatomia da Madeira (CORADIN & MUÑIZ, 1992). As características anatômicas quantitativas analisadas foram (i) diâmetro tangencial e Comprimento dos vasos (μm); (ii) diâmetro tangencial da abertura das pontoações intervasculares (μm); (iii) altura e largura dos raios (μm); (iv) diâmetro das fibras no sentido tangencial e radial. De acordo com a IAWA Committee (1989) foram feitas 25 medições para análise de cada parâmetro anatômico. Os dados quantitativos foram tabulados no programa EXCEL para os cálculos de média e desvio padrão de cada um dos parâmetros, resultados submetidos às análises estatísticas. As lâminas histológicas com os cortes anatômicos do lenho foram observadas sob microscópio de luz + câmara

digital e, em seguida, coletadas as imagens dos elementos anatômicos pelo programa Image Pro Plus, no Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras, do Departamento de Ciências Florestais d ESALQ-USP.

3.5 Caracterização anatômica do carvão

3.5.1 Carbonização das amostras do lenho

As amostras do lenho das árvores (2 corpos de prova/amostra; dimensões de 3x 2x3 cm) foram carbonizadas em forno mufla a 400°C por 40 min., sendo o 1º corpo de prova registrado no laboratório e o 2º para o desenvolvimento das análises. Para a obtenção da seção de fratura dos fragmentos de carvão nos 3 planos de estudo foi utilizada a metodologia descrita por (SCHEEL-YBERT, 1999) e, também, uma lâmina aço em função da densidade elevada dos carvões, obtendo-se fragmentos paralelos de forma mais limpa e prática (Figura 4-A,B).

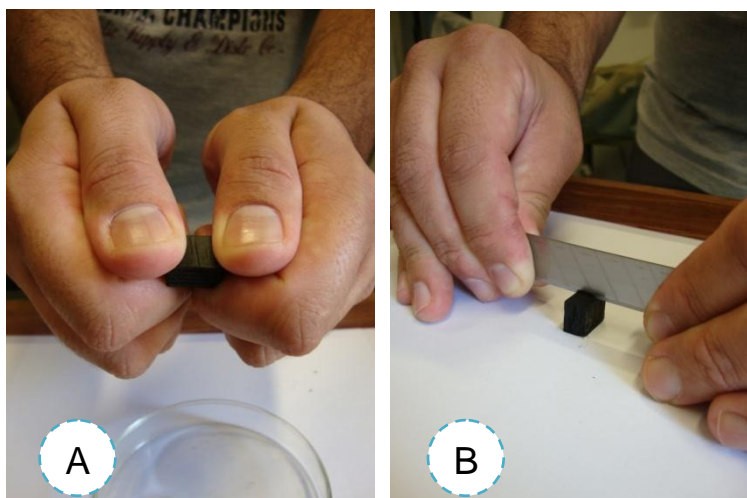


Figura 4 - Ruptura do corpo de prova de carvão vegetal. (A) manual; (B) com lâmina de aço

3.5.2 Descrição anatômica microscópica do carvão

Os fragmentos de carvão vegetal, quebrados e identificados nos 3 respectivos planos, foram secos em estufa a 50 °C com circulação de ar por 2 dias. Em seguida, foram fixados, com uso de cola à base de carbono, em suportes apropriados para observações no microscópio eletrônico de varredura (MEV) marca Jeol, modelo JSN 5600 LV, acoplado com sistema de microanálise por raios X por espectroscopia de energia dispersiva (NORAN). As amostras de carvão foram recobertas com filme de

ouro de espessura média de $2 \cdot 10^{-5}$ mm, por 120 seg., em equipamento BAL-TEC SCD 050 Sputter Coster (Figura 5-A,B,C) para posterior observação no MEV. Para a aquisição das informações morfológicas (topográficas) no MEV, foram utilizados elétrons secundários acelerados com tensão de 15 kV (ISHIDA, 2010). Foram obtidas mais de 1.200 imagens das amostras de carvão, nas 3 seções de estudo, em diferentes aumentos e campos, utilizando no presente trabalho somente a ampliação de 80X.

A descrição da anatomia do carvão vegetal das espécies foi conduzida de acordo as normas descritas no item 3.4.2, sendo feitas 25 medições para análise de cada parâmetro anatômico. Foi determinada a média e o desvio padrão dos parâmetros anatômicos e submetidos às análises estatísticas, sendo as imagens medidas com o programa Image Pro Plus (Figura 6).

Dos caracteres anatômicos da madeira e do carvão, a avaliação da largura das pontoações intervasculares não atendeu às normas da IAWA Committee (1989), pois a carbonização provoca a completa homogeneização da parede celular dos vasos, observando-se somente a abertura da pontoação, uma vez que o limite da câmara de pontoação torna-se indistinto (GONÇALVES, 2011) (Figura 7).

3.6 Caracterização física das amostras

3.6.1 Densidade

As amostras do lenho (2x2x3 cm) foram cortadas com os planos orientados formando 90°, com a aresta lateral na direção axial e as demais nas direções radial e tangencial. As amostras do lenho foram mantidas em câmara climatizada (20° C, 50% UR), por 7 dias, estabilizando a 12% de umidade. Em seguida, as amostras do lenho foram transferidas para estufa (105°C), por 72 horas, atingindo 0% de umidade. Na sequência, as amostras do lenho foram carbonizadas em forno mufla, com a temperatura aumentada (1°C/minuto) até 400°C por 40 min. Nas diferentes etapas do tratamento das amostras do lenho até o final do processo de carbonização foram feitas determinações contínuas da massa (balança eletrônica de precisão Mark M 254 Ai 250g-0,001g) e das dimensões das amostras nas 3 direções

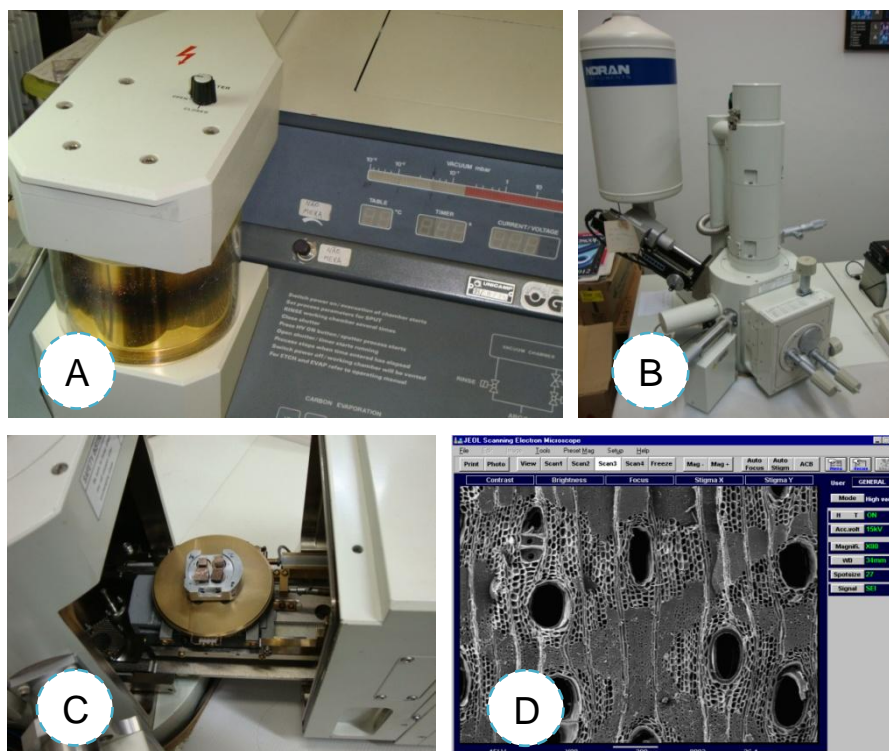


Figura 5 – Análise dos corpos de prova de carvão vegetal. (A) metalização das amostras; (B) equipamento MEV da Jeol; (C) amostras inseridas no MEV; (D) imagem da seção transversal do carvão e programa de captura de imagens do MEV

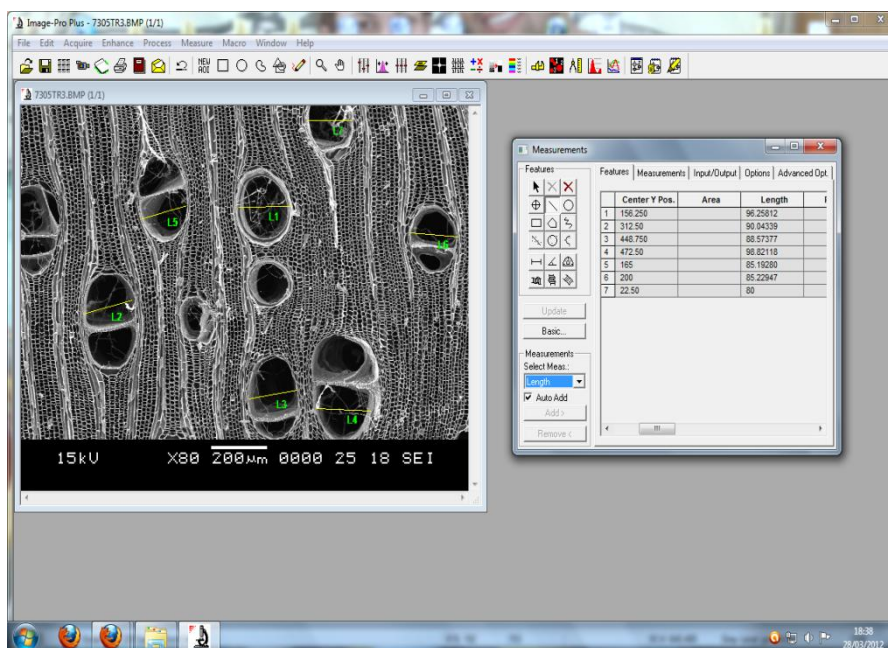


Figura 6 – Janela do programa “Image Pro Plus” para a avaliação dos parâmetros anatômicos da seção transversal do carvão vegetal: determinação do diâmetro tangencial dos vasos

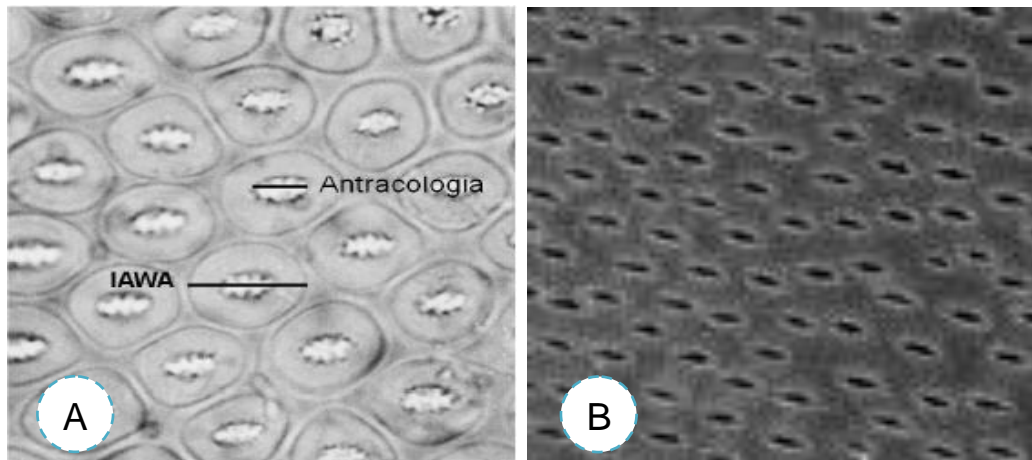


Figura 7 - Fotomicrografias das pontoações intervasculares. (A) lenho de *Terminalia* sp, com a mensuração da IAWA e a aplicada pela antracologia; (B) carvão de *Micropholis melinoniana* (amostra 2), com a homogeneização das paredes dos vasos e a mensuração da abertura das pontoações pela antracologia (Gonçalves, 2011, mod.)

(paquímetro de precisão Mitutoyo - 0,001cm), permitindo o cálculo da umidade, da densidade aparente e variação das dimensões das amostras; com as avaliações realizadas nas amostras do lenho a (i) 12% de umidade (Equação 1), (ii) 0% de umidade (Equação 2) e no (iii) carvão (Equação 3).

$$Dapa = \frac{Mapa}{Vapa} \quad (1)$$

$$Dani = \frac{Mani}{Vani} \quad (2)$$

$$Dcar = \frac{mcar}{Vcar} \quad (3)$$

(1) Dapa = densidade aparente da madeira a 12% de umidade (g/cm^3)

(2) Dani = densidade anidra da madeira a 0% de umidade

(3) Dcar = densidade do carvão a 0% de umidade.

PAS = peso da amostra (g)

VOL = volume (tangencial X radial X transversal) (cm^3)

3.6.2 Retratibilidade volumétrica das amostras

A retratibilidade linear axial, radial e tangencial das amostras do lenho, nos diferentes teores de umidade, da amostra saturada até completamente seca, foi determinada pelas Equações 4 e 5 (NBR 7190/97; ABNT, 1997). Para a determinação da retratibilidade volumétrica das amostras utilizou-se as Equações 6 e 7:

$$R_{sec} = \frac{D_{apa} - D_{ana}}{D_{apa}} \quad (4)$$

$$R_{car} = \frac{D_{ani} - D_{car}}{D_{ani}} \quad (5)$$

sendo:

R_{sec} = retratibilidade linear para madeira seca em %;

R_{car} = retratibilidade linear para madeira carbonizada em %.

D_{apa} = dimensão linear na condição de volume aparente em cm;

D_{ani} = dimensão linear na condição anidra;

D_{car} = dimensão linear na condição de carvão vegetal com 0% de umidade.

$$R_{vsec} = \frac{V_{apa} - V_{ani}}{V_{apa}} \quad (6)$$

$$R_{vcar} = \frac{V_{ani} - V_{car}}{V_{ani}} \quad (7)$$

sendo:

R_{vsec} = retratibilidade volumétrica da madeira climatizada até a condição anidra %;

R_{vcar} = retratibilidade volumétrica da madeira na condição anidra até a carbonização %.

V_{apa} = volume na condição aparente (12% de umidade) (cm^3);

V_{ani} = volume na condição anidra u% (cm^3).

V_{car} = volume na condição carbonizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho visa proporcionar o conhecimento da estrutura anatômica comparativa do lenho e do carvão de árvores de 75 espécies da Amazônia, contribuindo para o preenchimento de uma lacuna de informações científicas em antracologia tropical. Por outro lado, possibilita a complementação das coleções de referência de amostras de carvão vegetal, a antracoteca (AGUIAR *et al*, 2006; DI PASQUALE & ALLEVO, 2007; SCHEEL-YBERT, 2004). Para atingir esses objetivos, foram analisadas as modificações da estrutura anatômica quantitativa e qualitativa do lenho e do lenho carbonizado. Os parâmetros anatômicos do lenho e do carvão mensurados foram os elementos de vaso (diâmetro, altura, diâmetro das pontoações), parênquima radial (largura, altura) e das fibras (fração parede tangencial e radial).

As espécies florestais foram, inicialmente, agrupadas por famílias, seguindo-se o nome da espécie, o número de registro da amostra de carvão na antracoteca, a ficha de descrição da estrutura anatômica do lenho e carvão, as tabelas (Tabelas 2 a 77) com os valores comparativos das dimensões dos vasos, pontoações, raios e fibras do lenho e do carvão e as respectivas contrações (em %) resultantes do processo de carbonização. A análise da madeira e carvão de cada espécie foi complementada com as figuras (Figuras 8 a 82) das fotomicrografias em microscopia de luz e eletrônica das 3 seções transversais do lenho e do carvão, respectivamente.

Em seguida, foram apresentadas a micrografias em microscópio eletrônico de varredura-MEV dos diferentes tipos de pontoações e das variações dos vasos no carvão vegetal de diferentes espécies (Figuras 84 a 90). O capítulo é completado com as tabelas (Tabelas 78 e 79) dos valores da densidade aparente e anidra da madeira, densidade aparente do carvão e as respectivas contrações da madeira de 12 a 0% de umidade e do respectivo carvão, de 0% à umidade final do carvão.

4.1 Caracterização anatômica qualitativa e quantitativa do lenho e do carvão

4.1.1 Família Anacardiaceae

Espécie 1 - *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7456, CV-7523, CV-7591

Camada de crescimento: com limites indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas a médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares. **Parênquima axial:** vasicêntrico. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito fina. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes

Tabela 2 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Anacardium giganteum*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 163 (99-192) | 25,57 | 117 (82-168) | 29,90 | 28,22 |
| Comp. dos vasos | - | - | - | - | - |
| Ø das pontoação | 7 (5-9) | 1,02 | 5 (4-8) | 0,75 | 28,57 |
| Largura dos raios | 19 (16-22) | 1,29 | 18 (12-25) | 2,42 | 5,26 |
| Altura dos raios | 314 (133-482) | 97,63 | 241 (114-393) | 70,74 | 23,25 |
| FP Tangencial | 6 (4-9) | 1,28 | 5 (3-8) | 1,10 | 16,67 |
| FP Radial | 5 (3-5) | 0,62 | 4 (2-7) | 0,98 | 20,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} – média; X – máximo; x – mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede. O Parâmetro anatômico Comprimento dos vasos não foi mensurado devido aos tilos.

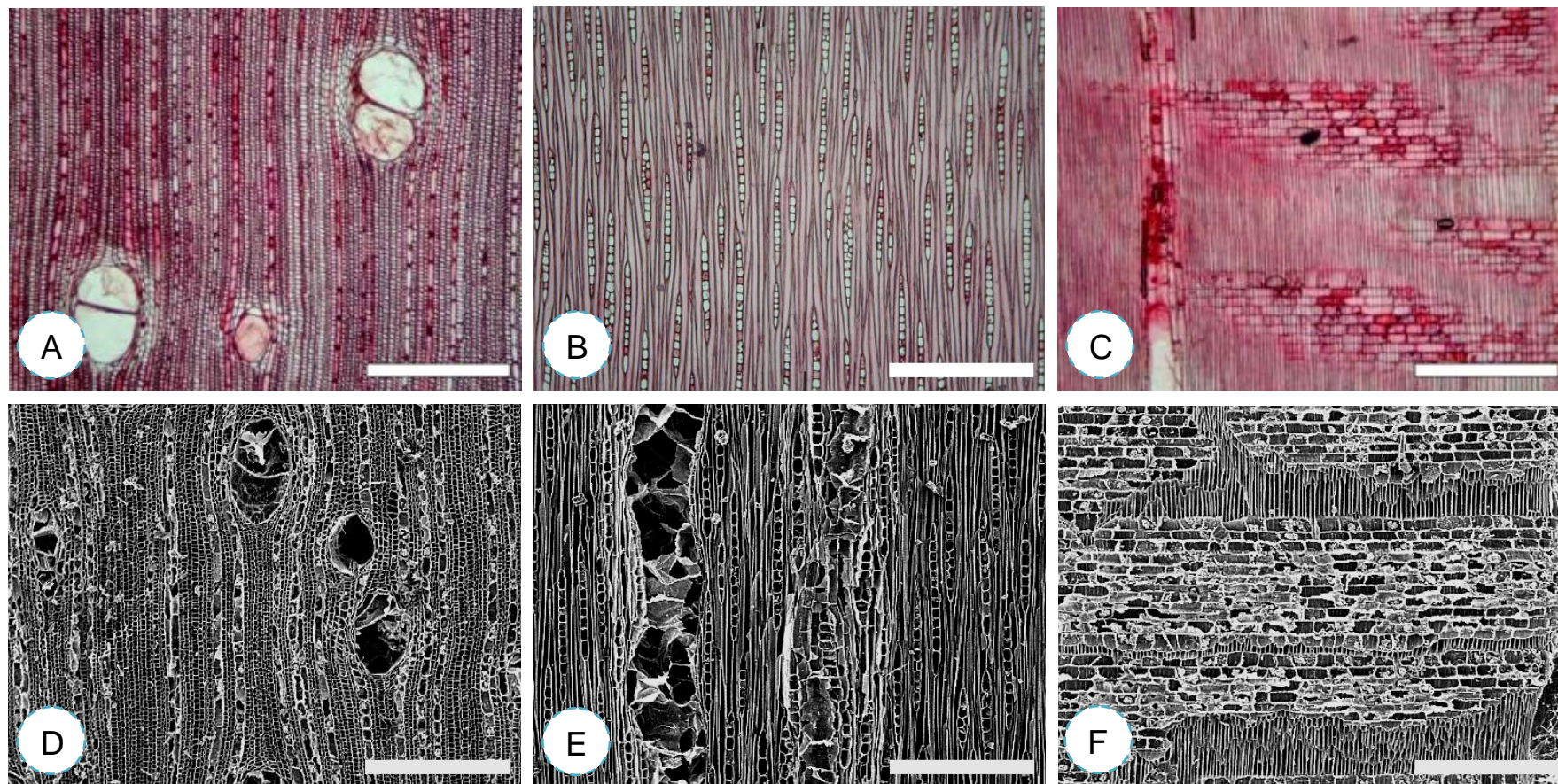


Figura 8 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Anacardium giganteum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 2 - *Astronium gracile* Engl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7518, CV-7522

Camada de crescimento: de limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas), arredondadas ou angulares. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso, 3-4 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Traqueídes e fibras:** Fibras septadas e não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos nas células do parênquima radial em câmaras. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 3 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Astronium gracile*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 174 (121-209) | 43,08 | 170 (132-210) | 22,53 | 2,30 |
| Comp. dos vasos | - | - | 348 (264-397) | 54,74 | - |
| Ø das pontoação | 7 (4-12) | 3,40 | 5 (3-10) | 1,47 | 28,57 |
| Largura dos raios | 38 (24-49) | 7,18 | 31 (23-38) | 5,22 | 18,42 |
| Altura dos raios | 287 (135-483) | 95,53 | 250 (145-327) | 47,06 | 12,89 |
| FP tangencial | 6 (3-10) | 1,99 | 5 (3-7) | 1,04 | 16,67 |
| FP radial | 5 (3-8) | 1,30 | 5 (2-7) | 1,08 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - Comprimento; FP - fração parede

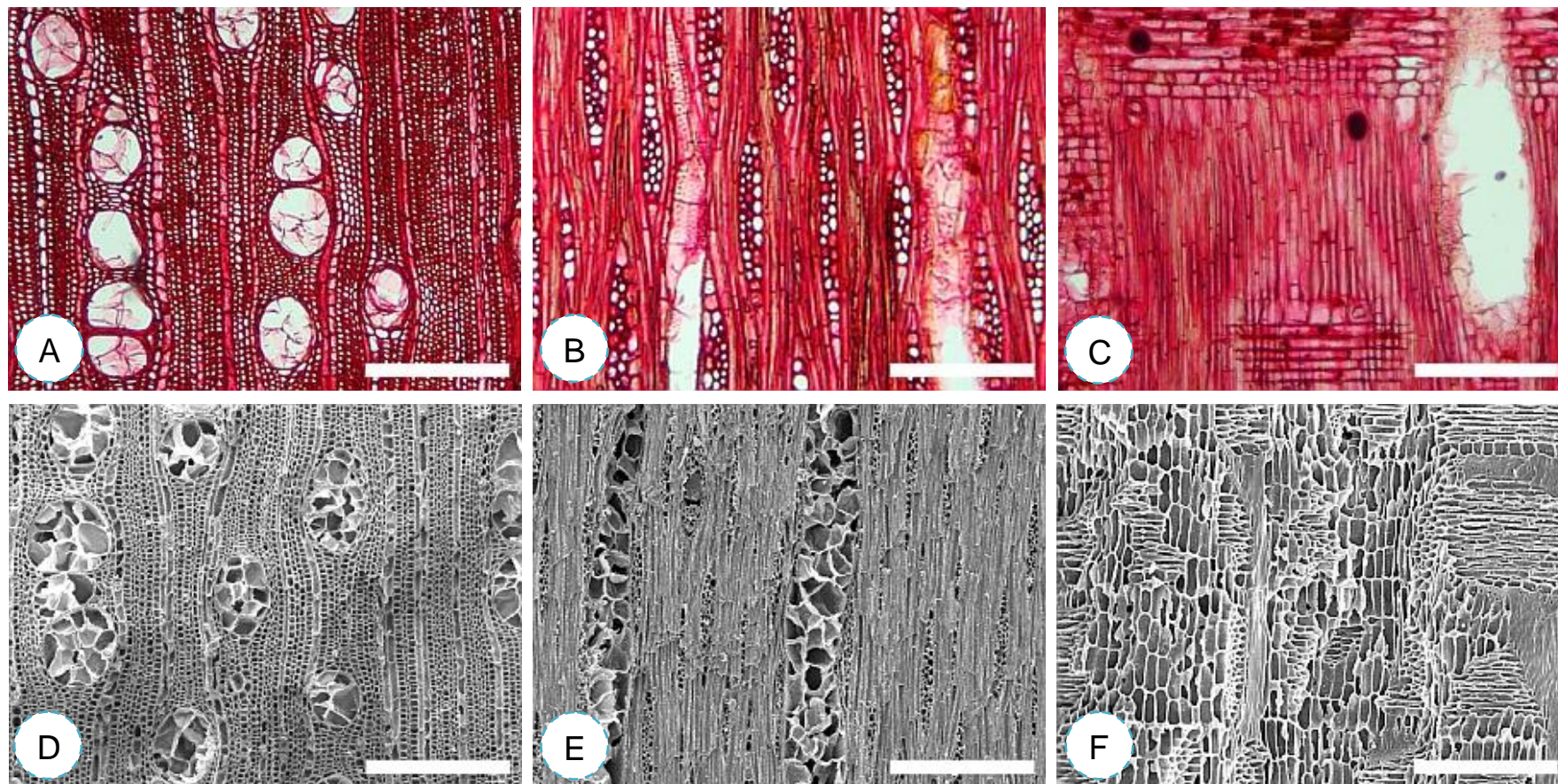


Figura 9 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Astronium gracile* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 3 - *Astronium leicontei* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7419

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas ou angulares. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas.

Fibras: Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Canais não deformando raios. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos nas células marginais do parênquima radial, sem câmara e presentes em tiloses. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 4 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Astronium leicontei*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 128 (99-160) | 20,22 | 122 (93-150) | 17,16 | 4,68 |
| Comp. dos vasos | 295 (199-363) | 69,63 | 280 (235-350) | 51,59 | 5,08 |
| Ø das pontoação | 5 (2-11) | 3,00 | 4 (2-7) | 1,59 | 20,00 |
| Largura dos raios | 35 (28-46) | 4,78 | 33 (15-53) | 9,96 | 5,71 |
| Altura dos raios | 351 (267-402) | 41,07 | 303 (210-400) | 60,92 | 13,67 |
| FP tangencial | 7 (4-10) | 2,12 | 6 (4-8) | 1,15 | 14,29 |
| FP radial | 5 (2-8) | 1,63 | 5 (4-6) | 0,45 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

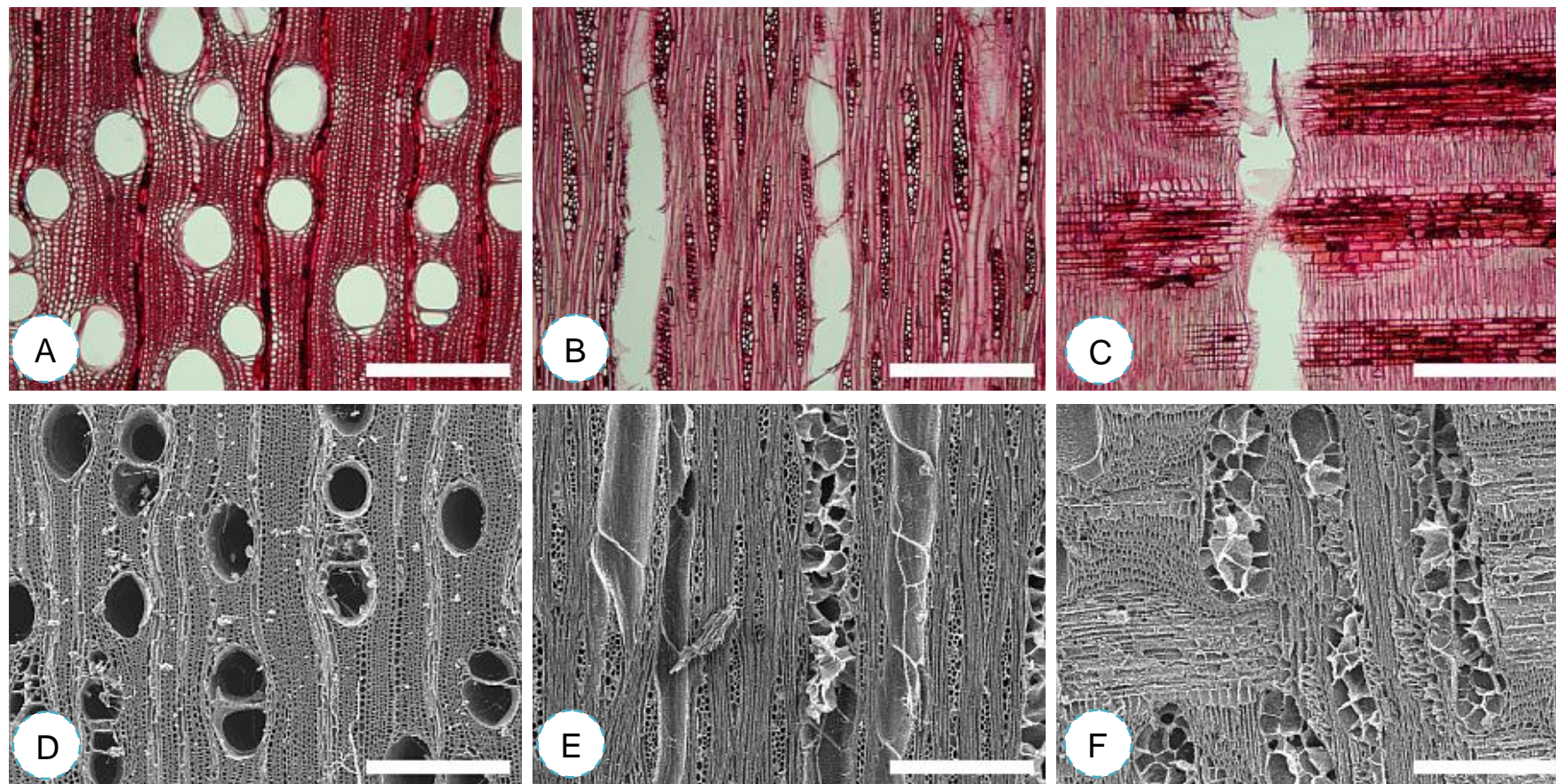


Figura 10 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Astronium leiconte* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.2 Família Araliaceae

Espécie 4 - *Schefflera morototoni* (Aubl) Maguire

Nº Registro Antracoteca: CV-07.05.4727

Camadas de crescimento: com limites indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários angular. Tiloses ausentes. Placas de perfuração escalariforme. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em tamanho e forma. **Parênquima axial:** ausente ou muito raro. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 4-6 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas; parede das fibras muito fina. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 5 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Schefflera morototoni*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 101 (62-121) | 13,27 | 84 (60-116) | 15,19 | 16,84 |
| Comp. dos vasos | 536 (264-952) | 191,26 | 448 (290-780) | 189,05 | 16,42 |
| Ø das pontoação | 7 (4-8) | 1,63 | 6 (4-8) | 1,44 | 14,28 |
| Largura dos raios | 93 (76-125) | 12,85 | 71 (43-95) | 12,08 | 23,66 |
| Altura dos raios | 741 (330-978) | 206,40 | 569 (319-790) | 138,09 | 23,21 |
| FP tangencial | 6 (3-9) | 2,00 | 4(2-7) | 2,07 | 33,33 |
| FP radial | 4 (2-6) | 0,99 | 3(1-5) | 1,60 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

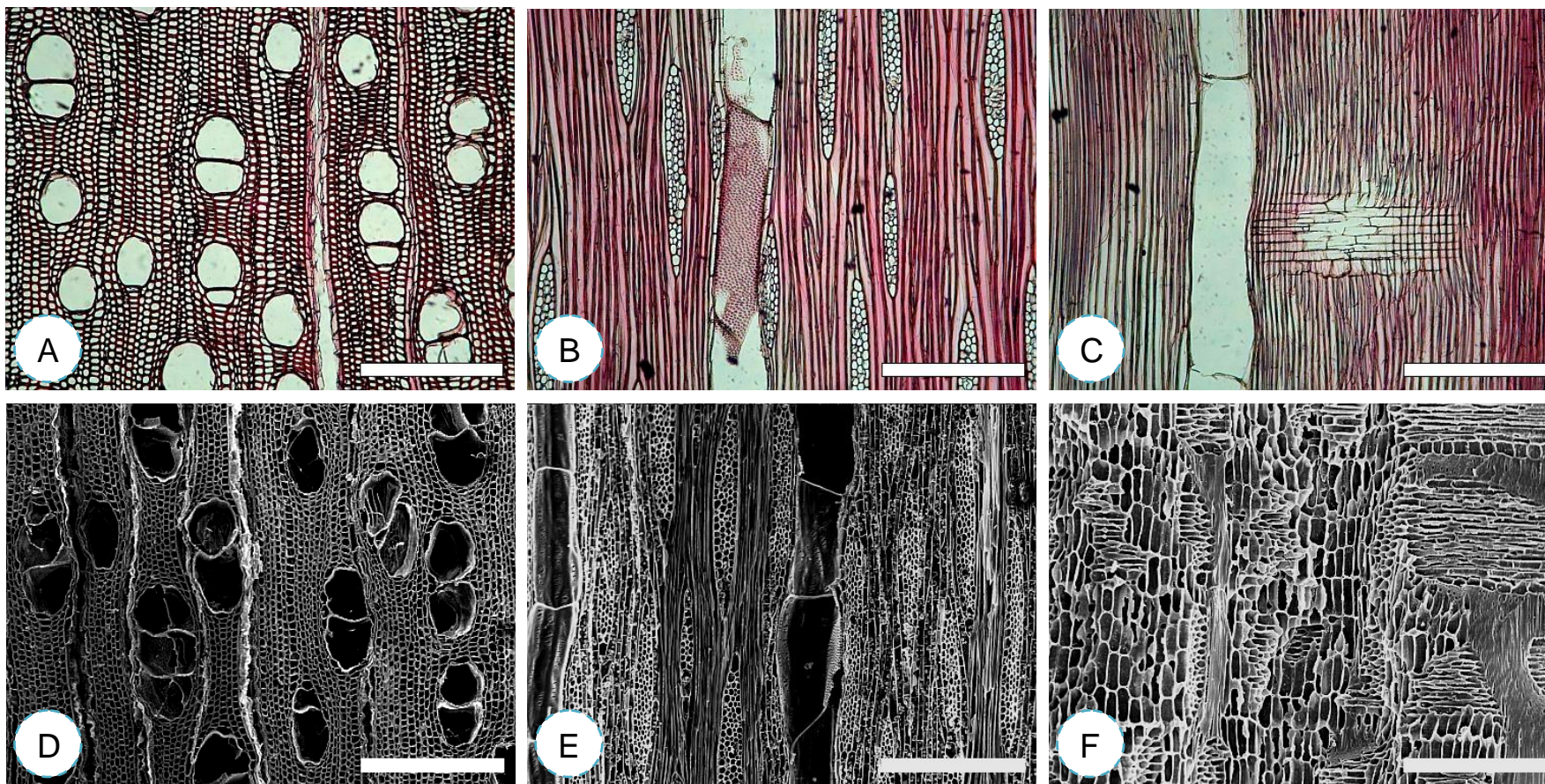


Figura 11 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Schefflera morototoni* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.3 Família Bignoniaceae

Espécie 5 - *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Nº Registro Antracoteca: CV-7421

Camadas de crescimento: com limites distintos demarcados por zonas fibrosas tangenciais.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas muito pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso e aliforme. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas, com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 6 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Jacaranda copaia*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 137(98-187) | 22,62 | 94(63-113) | 13,92 | 31,39 |
| Comp.dos vasos | 333 (197-562) | 90,94 | 311 (203-555) | 68,67 | 6,61 |
| Ø das pontoação | 3(2-4) | 0,28 | 2(1-4) | 0,62 | 33,34 |
| Largura dos raios | 50(39-66) | 5,27 | 46(29-64) | 7,71 | 8,00 |
| Altura dos raios | 432(307-585) | 98,34 | 250(131-415) | 56,00 | 42,13 |
| FP tangencial | 6(4-9) | 1,04 | 3(3-6) | 0,73 | 50,00 |
| FP radial | 4(3-6) | 0,68 | 3(21-4) | 0,45 | 0,25 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

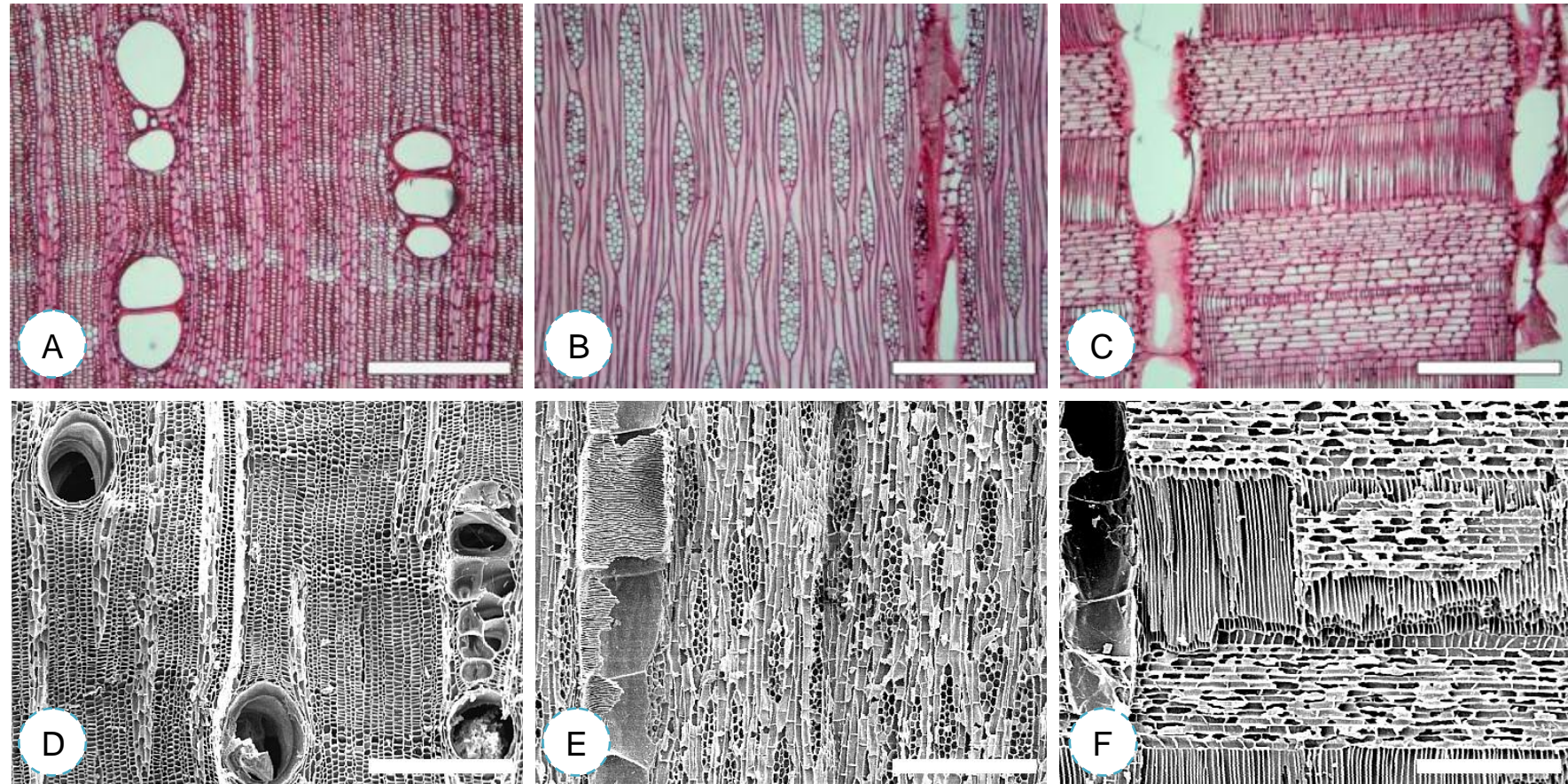


Figura 12 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Jacaranda copaiba* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 6 - *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota* (Mart. ex DC.) Standl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7562

Camadas de crescimento: parênquima marginal.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal vasicêntrico e aliforme. Células do parênquima axial fusiformes. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados, Parênquima axial estratificado e Elementos de vaso estratificados. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 7 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 133 (89-175) | 30,27 | 118 (76-149) | 13,50 | 11,28 |
| Comp. dos vasos | 242 (178-299) | 38,50 | 219 (200-242) | 13,51 | 9,50 |
| Ø das pontoação | 7 (6-9) | 1,21 | 6 (3-9) | 1,51 | 14,29 |
| Largura dos raios | 51 (32-64) | 7,33 | 49 (35-71) | 8,44 | 3,92 |
| Altura dos raios | 157 (162-299) | 9,55 | 152 (106-190) | 17,78 | 3,18 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

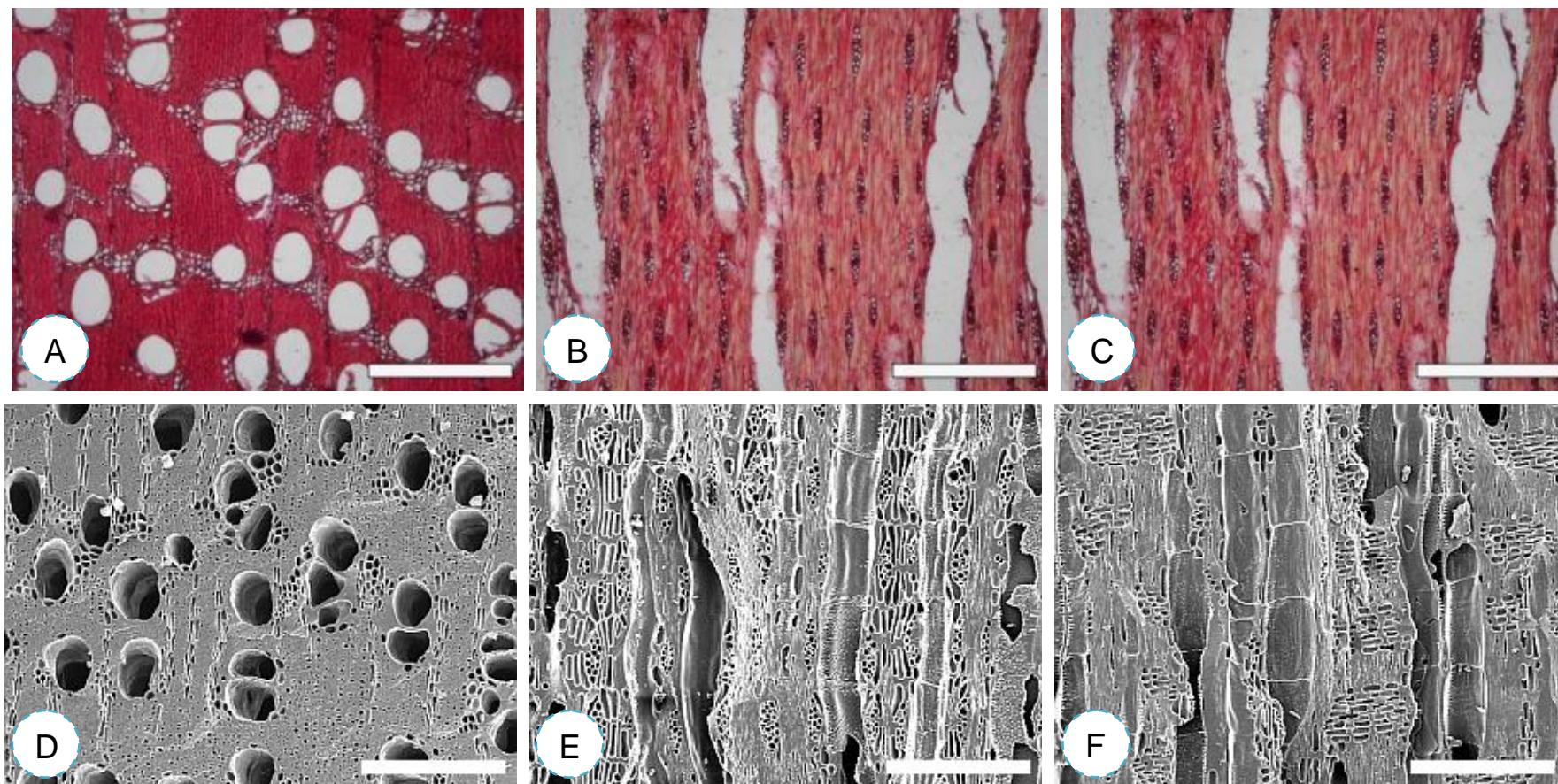


Figura 13 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 7 - *Handroanthus incanus* A.H. Gentry

Nº Registro Antracoteca: CV-7458; CV-7565

Camadas de crescimento: com limites indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme e aliforme confluyente Células do parênquima axial fusiformes. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. **Raios:** 2-4 seriados, compostos por células. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 8 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Handroanthus incanus*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 266 (132-360) | 71,44 | 255 (172-338) | 36,22 | 4,15 |
| Comp. dos vasos | 375 (325-412) | 24,13 | 365 (313-388) | 19,33 | 2,67 |
| Ø das pontoação | 4 (3-7) | 1,07 | 3 (2-4) | 0,68 | 25,00 |
| Largura dos raios | 59 (32-88) | 17,08 | 55 (40-80) | 8,12 | 6,78 |
| Altura dos raios | 302 (202-398) | 43,89 | 293 (222-445) | 37,94 | 2,98 |
| FP tangencial | 13 (8-16) | 2,49 | 12 (9-15) | 1,56 | 7,69 |
| FP radial | 9 (7-12) | 1,00 | 8 (6-10) | 1,32 | 11,11 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

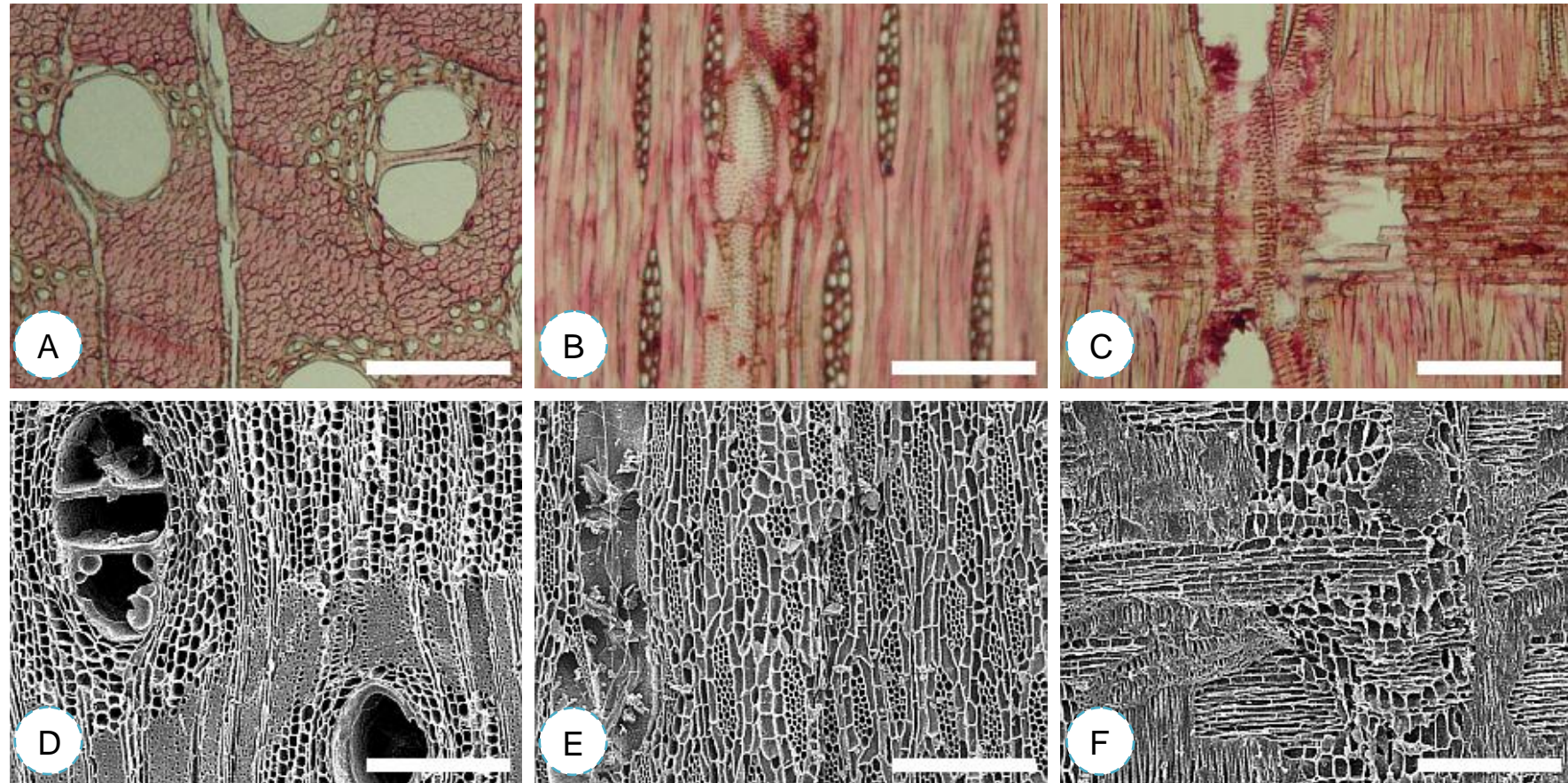


Figura 14 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus incanus* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 8 - *Handroanthus serratifolius* (Vahl) Nicholson

Nº Registro Antracoteca: CV-75-14; CV-7544

Camadas de crescimento: parênquima marginal.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso e aliforme. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados, Parênquima axial estratificado. Elementos de vaso estratificados. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 9 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Handroanthus serratifolius*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 121 (96-146) | 12,92 | 116 (86-150) | 13,06 | 4,13 |
| Comp. dos vasos | 315 (305-324) | 6,89 | 294 (288-305) | 5,50 | 6,67 |
| Ø das pontoação | 5 (4-6) | 0,67 | 4 (3-5) | 0,77 | 20,00 |
| Largura dos raios | 41 (20-55) | 6,89 | 33 (20-55) | 5,99 | 19,51 |
| Altura dos raios | 252 (201-300) | 35,67 | 234 (179-281) | 24,85 | 7,14 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

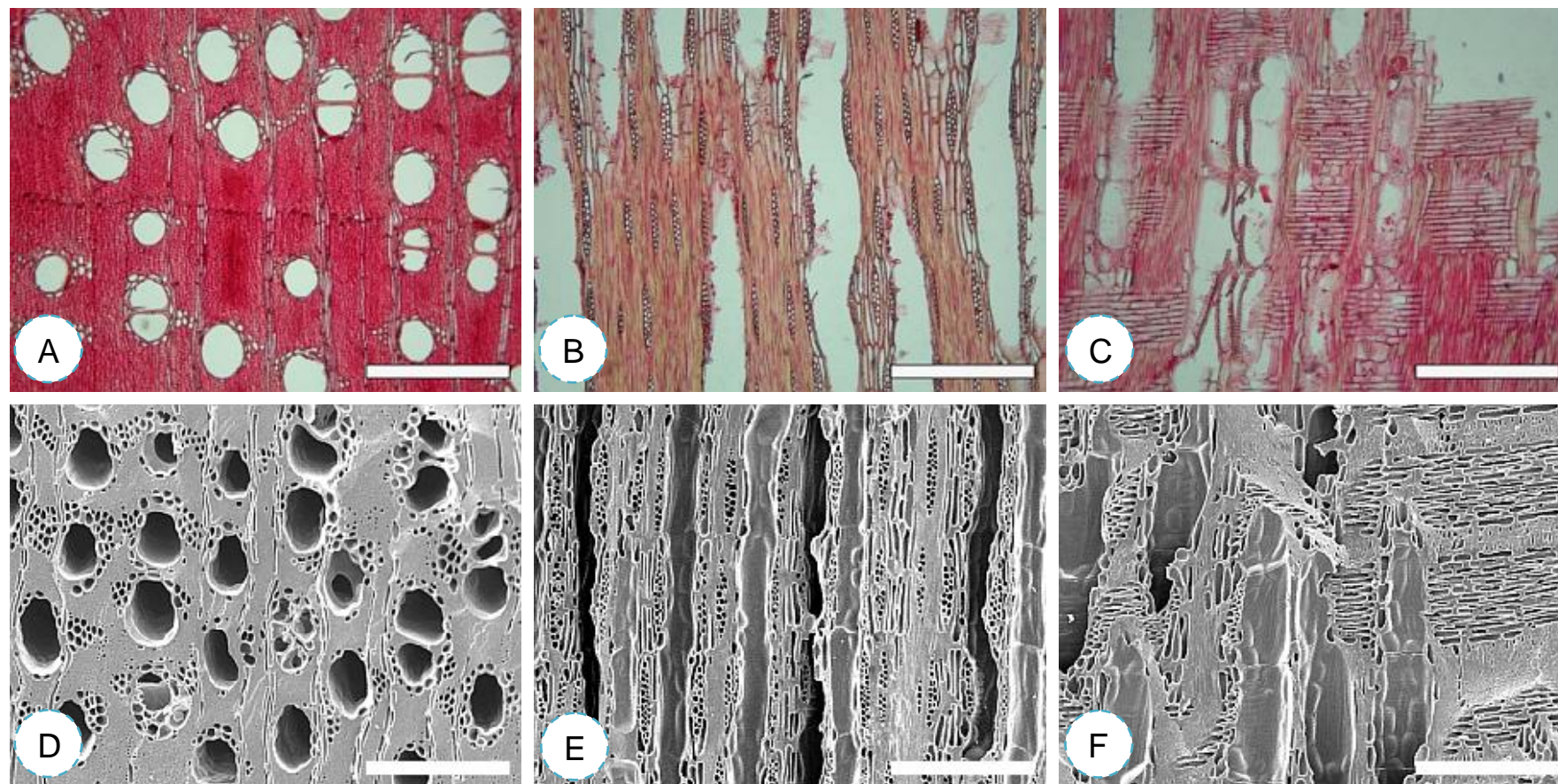


Figura 15 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus serratifolius* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 9 - *Handroanthus* sp.

Nº Registro Antracoteca: CV-7379

Camadas de crescimento: com limites distintos

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso e aliforme. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. Parênquima axial estratificado. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 10 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Handroanthus* sp

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 117 (89-135) | 10,76 | 106 (81-126) | 10,82 | 9,40 |
| Comp. dos vasos | 212 (120-253) | 48,98 | 194 (122-256) | 32,99 | 8,49 |
| Ø das pontoação | 5 (3-7) | 1,42 | 4 (2-6) | 1,22 | 20,00 |
| Largura dos raios | 44 (28-60) | 9,83 | 33 (25-48) | 4,62 | 25,00 |
| Altura dos raios | 182 (116-225) | 29,29 | 162 (120-189) | 12,81 | 10,99 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

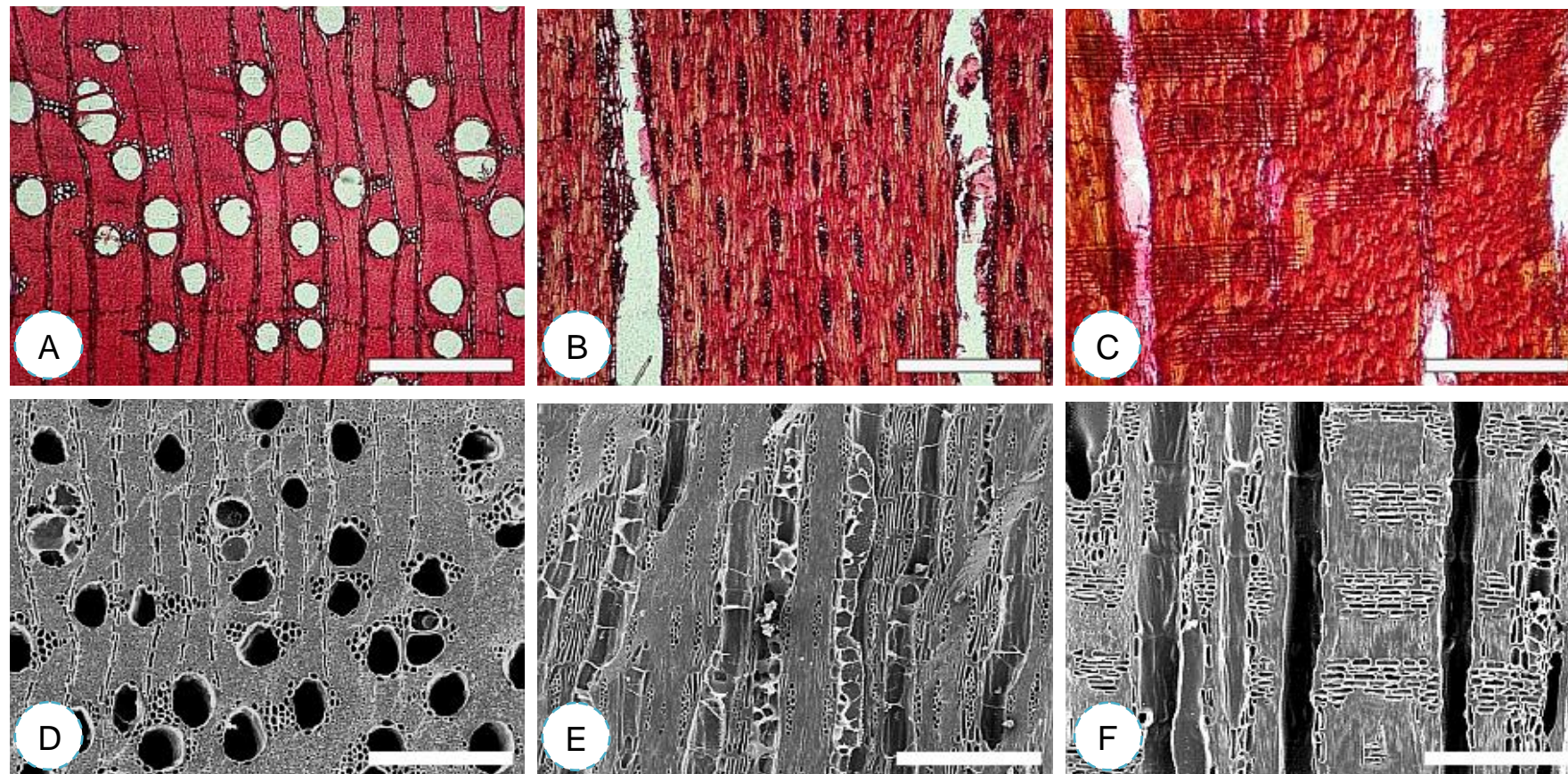


Figura 16 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Handroanthus* sp. nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.4 Família Boraginaceae

Espécie 10 - *Cordia goeldiana* Huber

Nº Registro Antracoteca: CV-7422; CV-7387

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários angular. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso, vasicêntrico e aliforme. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 4-8 seriados, compostos células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. Altura dos raios maiores que 1 mm. Presença de células envolventes. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial e em fibras. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 11 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Cordia goeldiana*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 194 (142-206) | 27,56 | 186 (148-270) | 21,15 | 4,12 |
| Comp. dos vasos | - | - | 468 (413-523) | 55,0 | - |
| Ø das pontoação | 4 (3-6) | 0,98 | - | - | - |
| Largura dos raios | 108 (96-154) | 20,57 | 106 (86-132) | 13,47 | 1,85 |
| Altura dos raios | 1030 (615-1465) | 39,50 | 918 (723-114) | 130,22 | 10,87 |
| FP tangencial | 13 (9-17) | 2,09 | 12 (9-16) | 1,96 | 7,69 |
| FP radial | 9 (5-12) | 1,63 | 9 (5-12) | 1,63 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

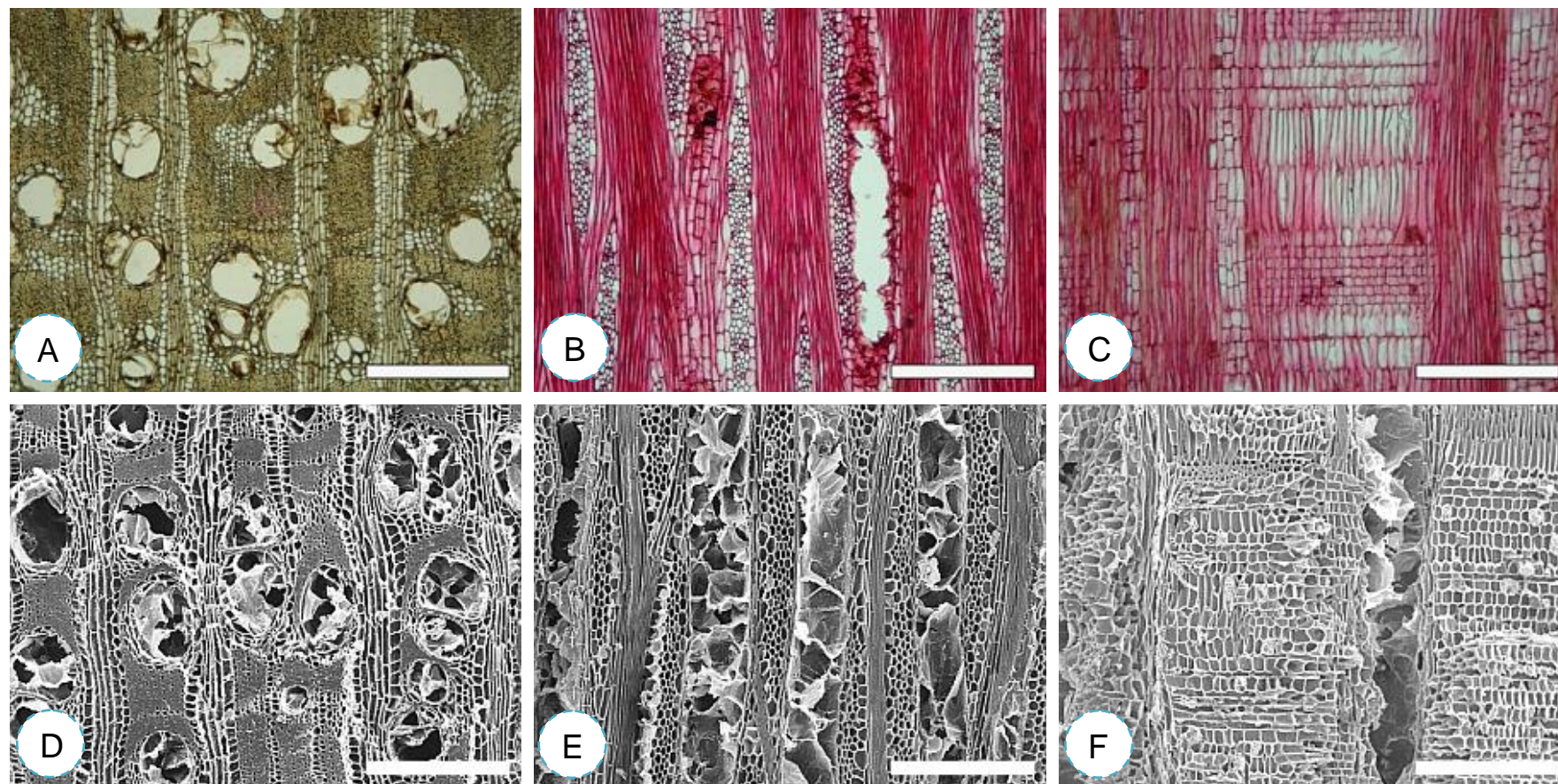


Figura 17 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cordia goeldiana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.5 Família Burseraceae

Espécie 11 - *Protium altsonii* Sandwith.

Nº Registro Antracoteca: CV-7393

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares, grandes, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas, angulares, alongadas horizontalmente e alongadas verticalmente. **Parênquima axial:** ausente ou muito raro **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos em células procumbentes alinhados radialmente em células procumbentes no parênquima radial. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 12 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Protium altsonii*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 114 (89-150) | 10,73 | 110 (78-132) | 8,83 | 3,51 |
| Comp. dos vasos | 274 (150-435) | 80,13 | 257 (144-413) | 84,69 | 6,20 |
| Ø das pontoação | 16 (5-24) | 3,90 | 14 (4-23) | 5,00 | 12,50 |
| Largura dos raios | 41 (21-57) | 10,85 | 37 (28-51) | 4,99 | 9,76 |
| Altura dos raios | 362 (200-682) | 110,66 | 323 (185-606) | 73,53 | 10,77 |
| FP tangencial | 6 (4-7) | 0,82 | 5 (3-6) | 0,66 | 16,67 |
| FP radial | 4 (3-5) | 0,67 | 3 (2-5) | 0,84 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

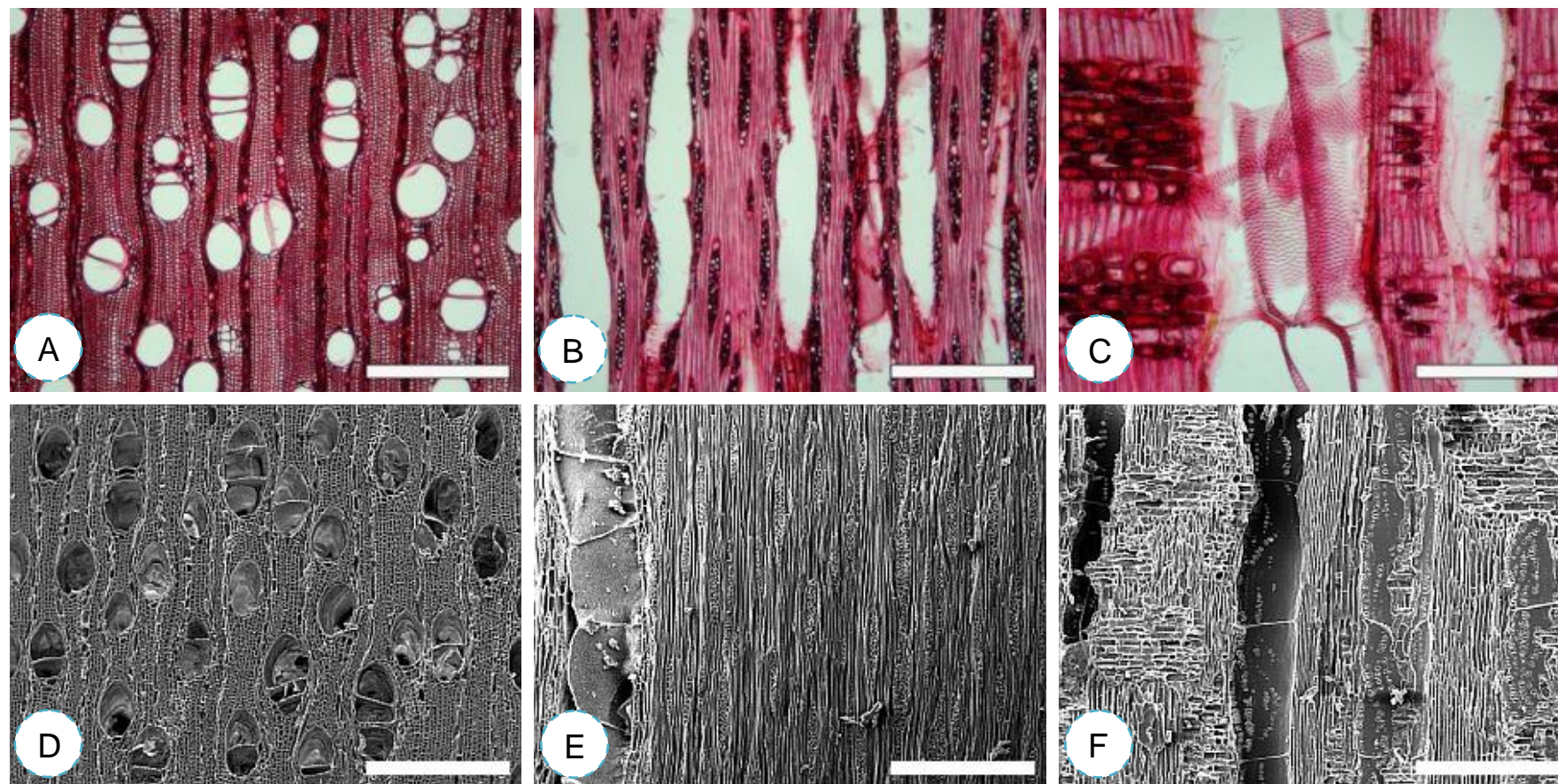


Figura 18 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Protium altsonii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 12 - *Protium sagotianum* March.

Nº Registro Antracoteca: CV-7012

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas, angulares, alongadas horizontalmente e alongadas verticalmente. **Parênquima axial:** ausente ou muito raro. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2 seriados, , compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas, com pontoações simples a aréolas reduzidasparede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 13 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Protium sagotianum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 107 (93-140) | 10,21 | 92 (67-114) | 11,48 | 14,02 |
| Comp. dos vasos | - | - | 228 (111-286) | 58,38 | - |
| Ø das pontoação | 10 (6-14) | 1,02 | 7 (4-10) | 1,48 | 30,00 |
| Largura dos raios | 45 (32-57) | 5,45 | 34 (24-41) | 5,71 | 24,44 |
| Altura dos raios | 284 (215-343) | 43,08 | 204 (114-381) | 58,57 | 28,17 |
| FP tangencial | 8 (6-9) | 0,97 | 5 (3-5) | 0,44 | 37,50 |
| FP radial | 8 (7-11) | 0,69 | 3 (2-5) | 0,76 | 62,50 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

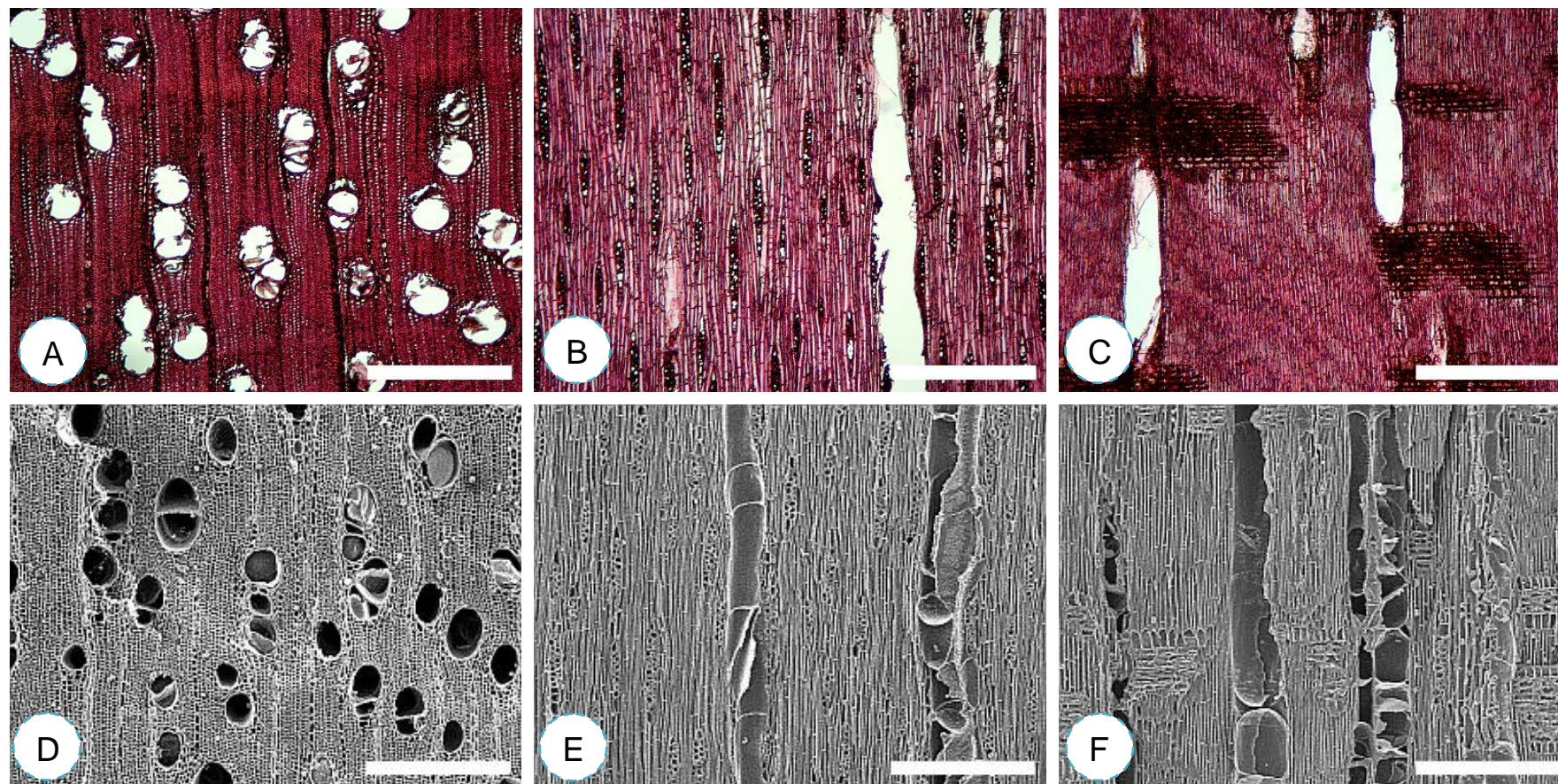


Figura 19 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Protium sagotianum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 13 - *Trattinnickia burserifolia* (Mart.) Wild.

Nº Registro Antracoteca: CV-7107

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** ausente ou muito raro. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito fina. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** ausentes. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 14 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Trattinnickia burserifolia*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 201(168-229) | 17,57 | 170(132-200) | 19,45 | 15,42 |
| Comp. dos vasos | - | - | 329 (207-415) | 34,60 | |
| Ø das pontoação | 6(5-7) | 0,60 | 5(5-7) | 0,34 | 16,67 |
| Largura dos raios | 35 (25-43) | 4,88 | 34(29-43) | 3,45 | 2,86 |
| Altura dos raios | 329(207-415) | 34,60 | 318(272-395) | 36,39 | 3,34 |
| FP tangencial | 5(2-7) | 1,08 | 4(2-7) | 0,87 | 20,00 |
| FP radial | 6(3-8) | 1,12 | 3(2-3) | 0,51 | 50,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

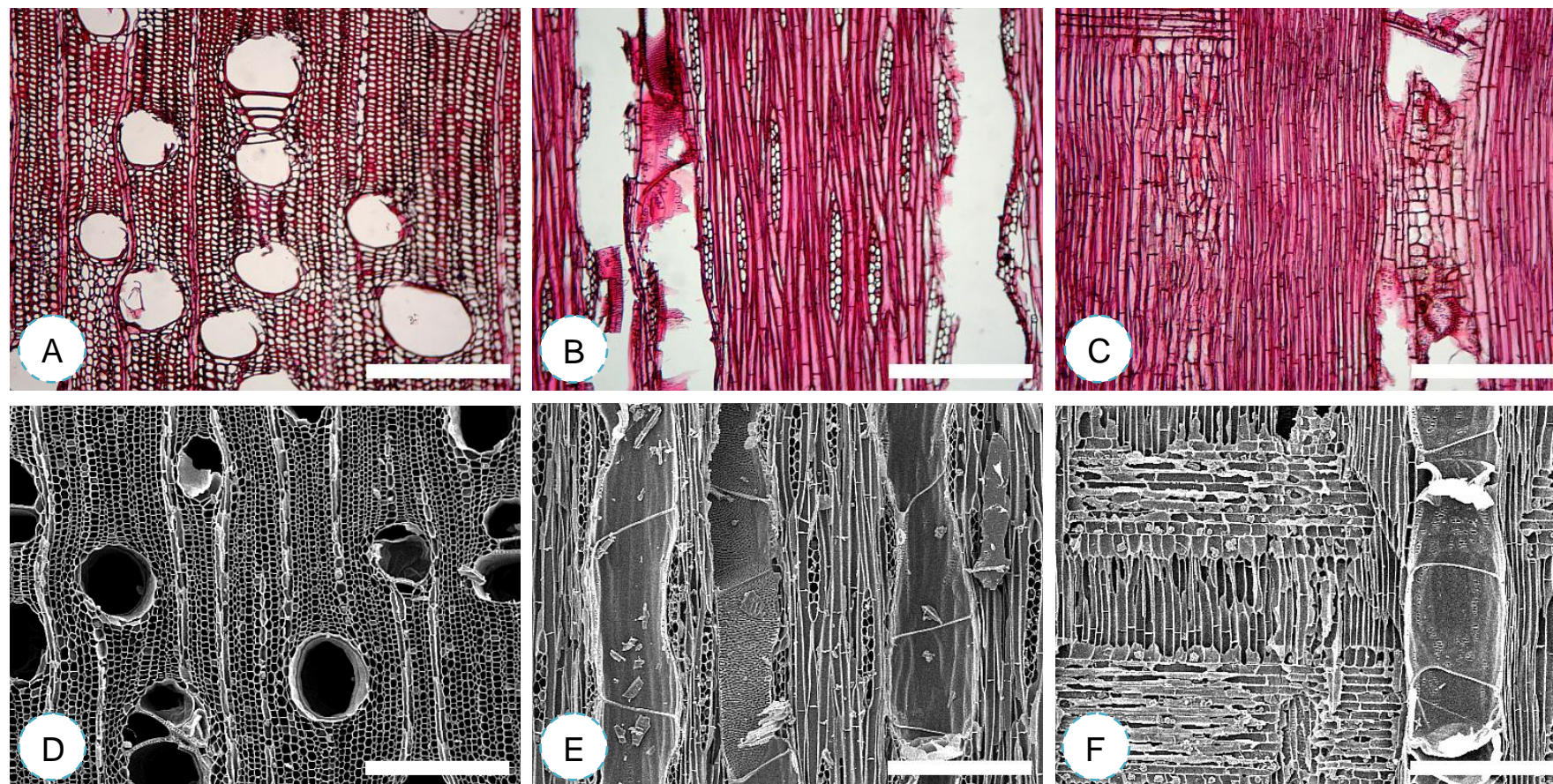


Figura 20 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Trattinnickia burserifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 14 - *Trattinnickia rhoifolia* Willd.

Nº Registro Antracoteca: CV-7566

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: ausente ou muito raro. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa a muito espessa. **Elementos secretores:** ausentes. **Inclusões minerais:** Presença de corpos silicosos nos raios. **Variantes cambiais:** ausentes.

Tabela 15 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Trattinnickia rhoifolia*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 239 (186-288) | 25,41 | 205 (157-256) | 35,00 | 14,23 |
| Comp. dos vasos | 343 (174-399) | 43,41 | 319 (189-560) | 104,72 | 7,00 |
| Ø das pontoação | 10 (7-12) | 0,81 | 8 (3-13) | 3,71 | 20,00 |
| Largura dos raios | 85 (43-106) | 9,07 | 76 (51-96) | 12,50 | 10,59 |
| Altura dos raios | 326 (228-440) | 60,16 | 312 (193-407) | 55,88 | 4,29 |
| FP tangencial | 8 (6-9) | 0,88 | 7 (6-8) | 0,57 | 12,50 |
| FP radial | 6 (5-9) | 1,12 | 5 (3-7) | 1,21 | 16,67 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

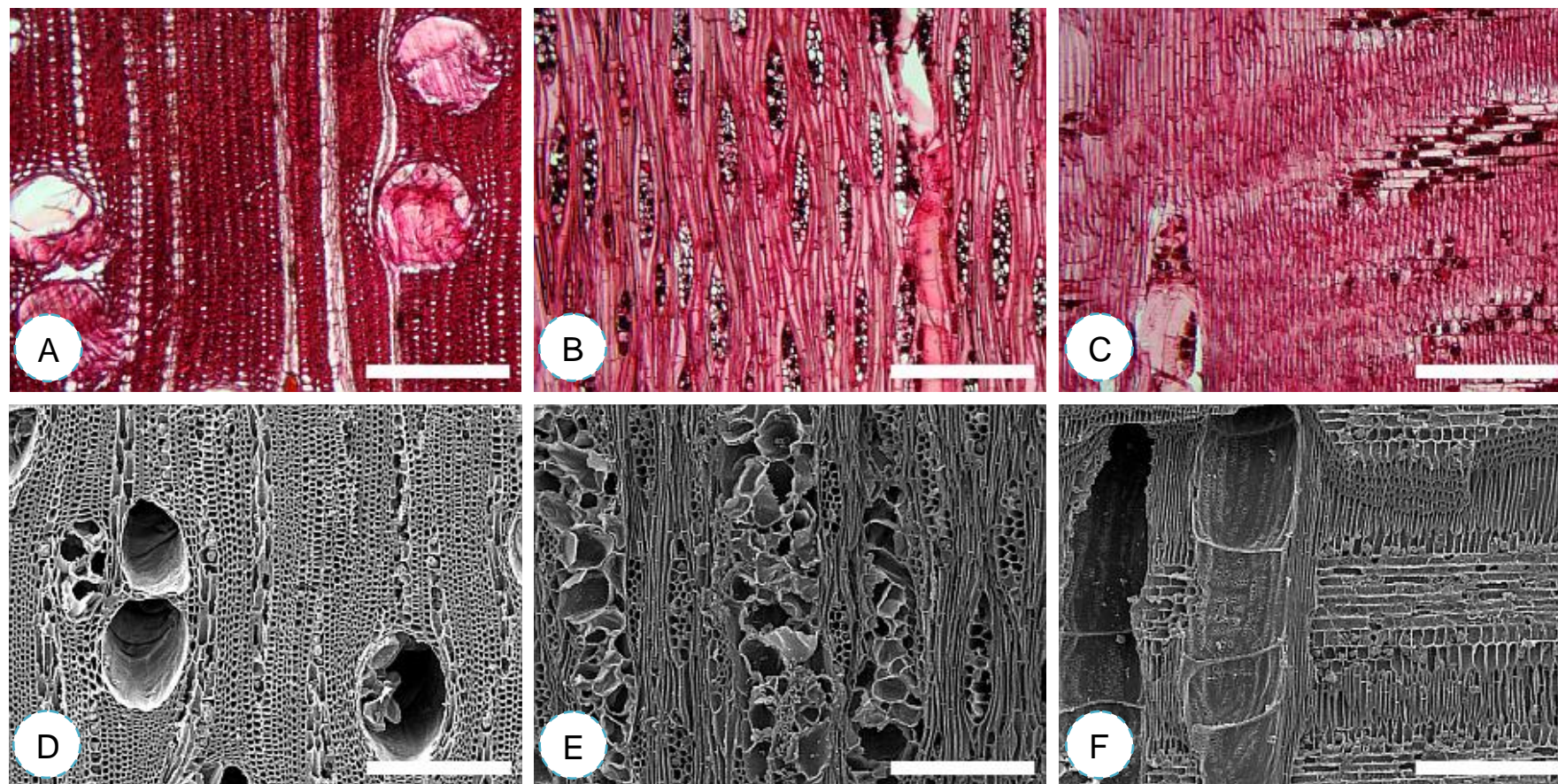


Figura 21 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de *Trattinnickia rhoifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.6 Família Caryocaraceae

Espécie 15 - *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.

Nº Registro Antracoteca: CV-7404; CV-7424; CV-7515

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: apotraqueal difuso e difuso e em agregados. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados compostos por células procumbentes. com 2 a 4 camada marginal de células eretas e/ou quadradas **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas. fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Presença de corpos silicosos nos raios. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 16 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Symphonia globulifera*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 201(166-224) | 15,49 | 177(114-210) | 18,79 | 13,43 |
| Comp. dos vasos | 521 (328-701) | 111,35 | 496 (299-677) | 86,25 | 4,80 |
| Ø das pontoação | 5(4-6) | 0,50 | 4(2-4) | 0,72 | 20,00 |
| Largura dos raios | 45(35-52) | 5,45 | 43(36-48) | 3,18 | 4,44 |
| Altura dos raios | 655(323-932) | 176,65 | 616(358-870) | 200,14 | 5,95 |
| FP tangencial | 12(8-15) | 2,01 | 11(7-14) | 2,36 | 8,33 |
| FP radial | 12(7-18) | 1,88 | 10(7-12) | 1,57 | 16,67 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

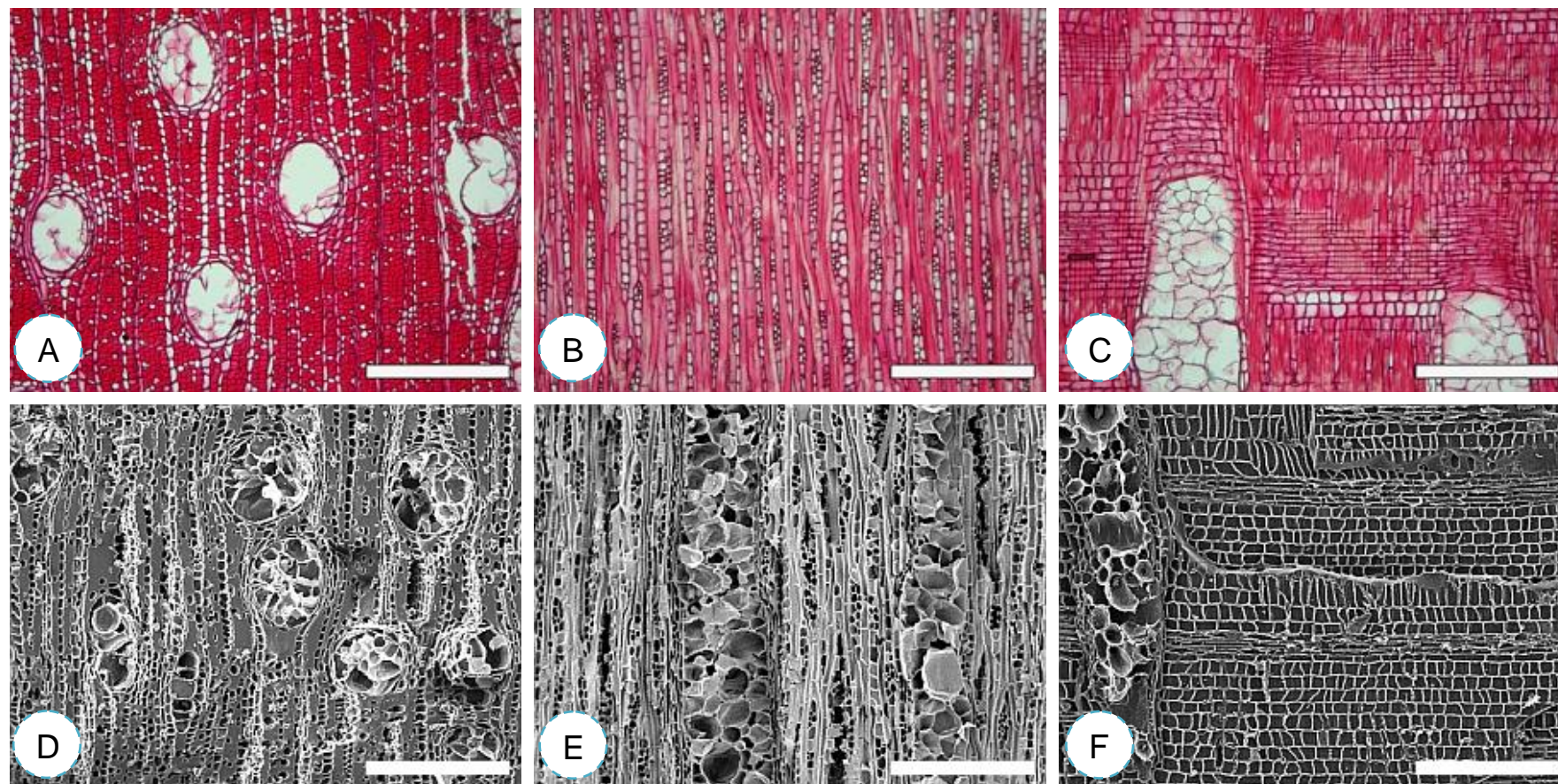


Figura 22 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de *Caryocar villosum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.7 Família Clusiaceae

Espécie 16 - *Symphonia globulifera* Linn.f.

Nº Registro Antracoteca: CV-7423

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares. **Parênquima axial:** em bandas perpendiculares aos raios, com 5-8 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. Altura dos raios maiores que 1 mm. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas.; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** não observados.

Tabela 17 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Caryocar villosum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 259 (183-360) | 75,25 | 244 (83-357) | 68,10 | 5,79 |
| Comp. dos vasos | 487 (357-616) | 129,50 | - | - | - |
| Ø das pontoação | 6 (3-11) | 1,67 | - | - | - |
| Largura dos raios | 57 (53-67) | 4,88 | 50 (40-61) | 5,31 | 12,28 |
| Altura dos raios | 276 (217-374) | 50,00 | 230 (152-311) | 43,25 | 16,67 |
| FP tangencial | 9 (5-12) | 1,44 | - | - | - |
| FP radial | 5 (3-9) | 1,33 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

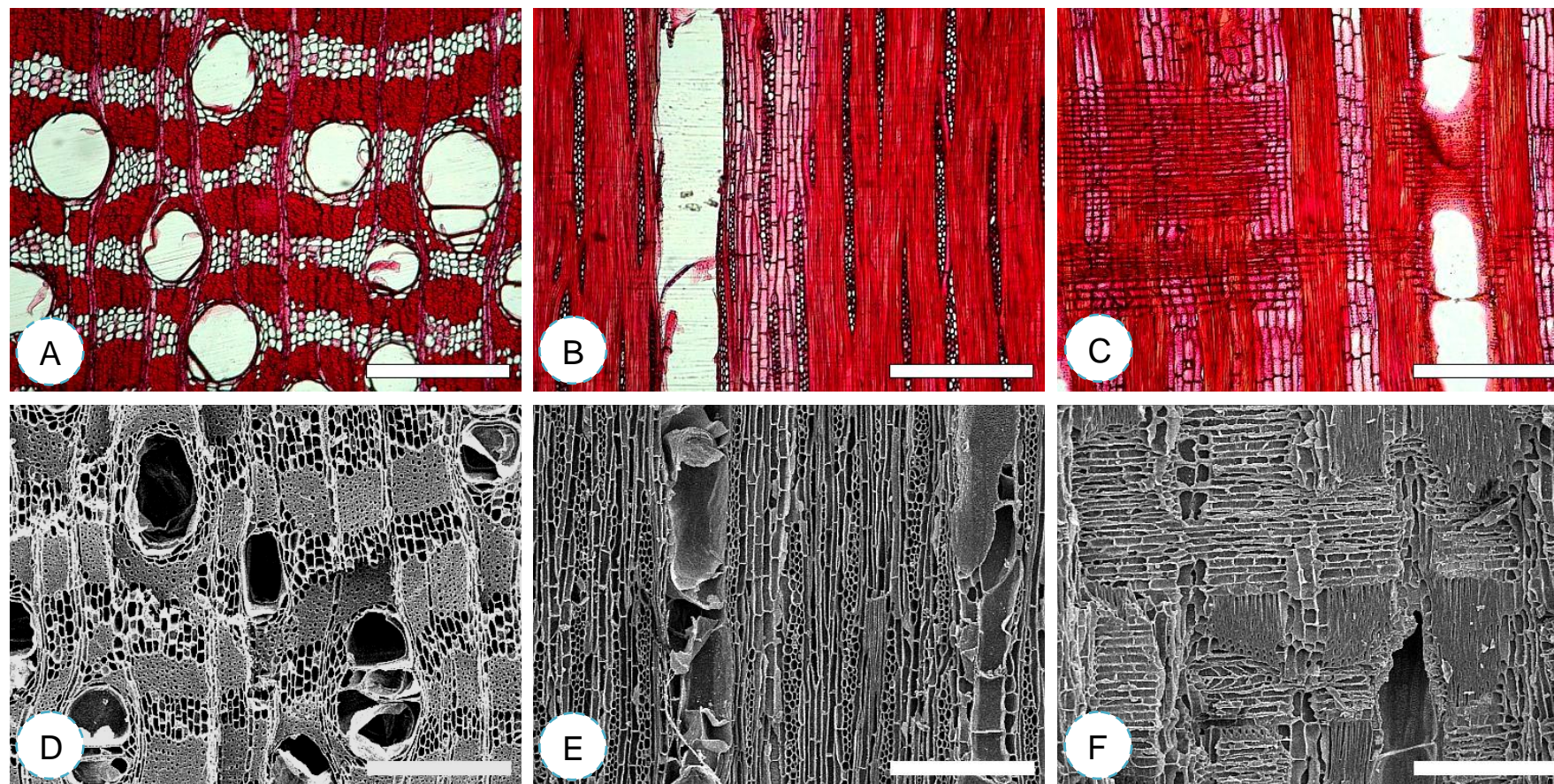


Figura 23 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Symphonia globurifera* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.8 Família Combretaceae

Espécie 17 - *Terminalia glabrescens* C. Mart.

Nº Registro Antracoteca: CV-7111

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas. parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 18 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Terminalia glabrescens*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 172(103-217) | 31,61 | 107(72-193) | 19,55 | 37,79 |
| Comp. dos vasos | - | - | 392 (323-485) | 46,00 | - |
| Ø das pontoação | 8(7-10) | 0,89 | 5(4-6) | 0,48 | 37,50 |
| Largura dos raios | 31(21-43) | 4,94 | 30(22-44) | 4,92 | 3,26 |
| Altura dos raios | 405(241-616) | 92,88 | 397(222-616) | 103,52 | 1,98 |
| FP tangencial | 9 (6-11) | 1,48 | 8(7-9) | 0,75 | 11,11 |
| FP radial | 7(6-7) | 0,20 | 6(6-7) | 0,48 | 14,29 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

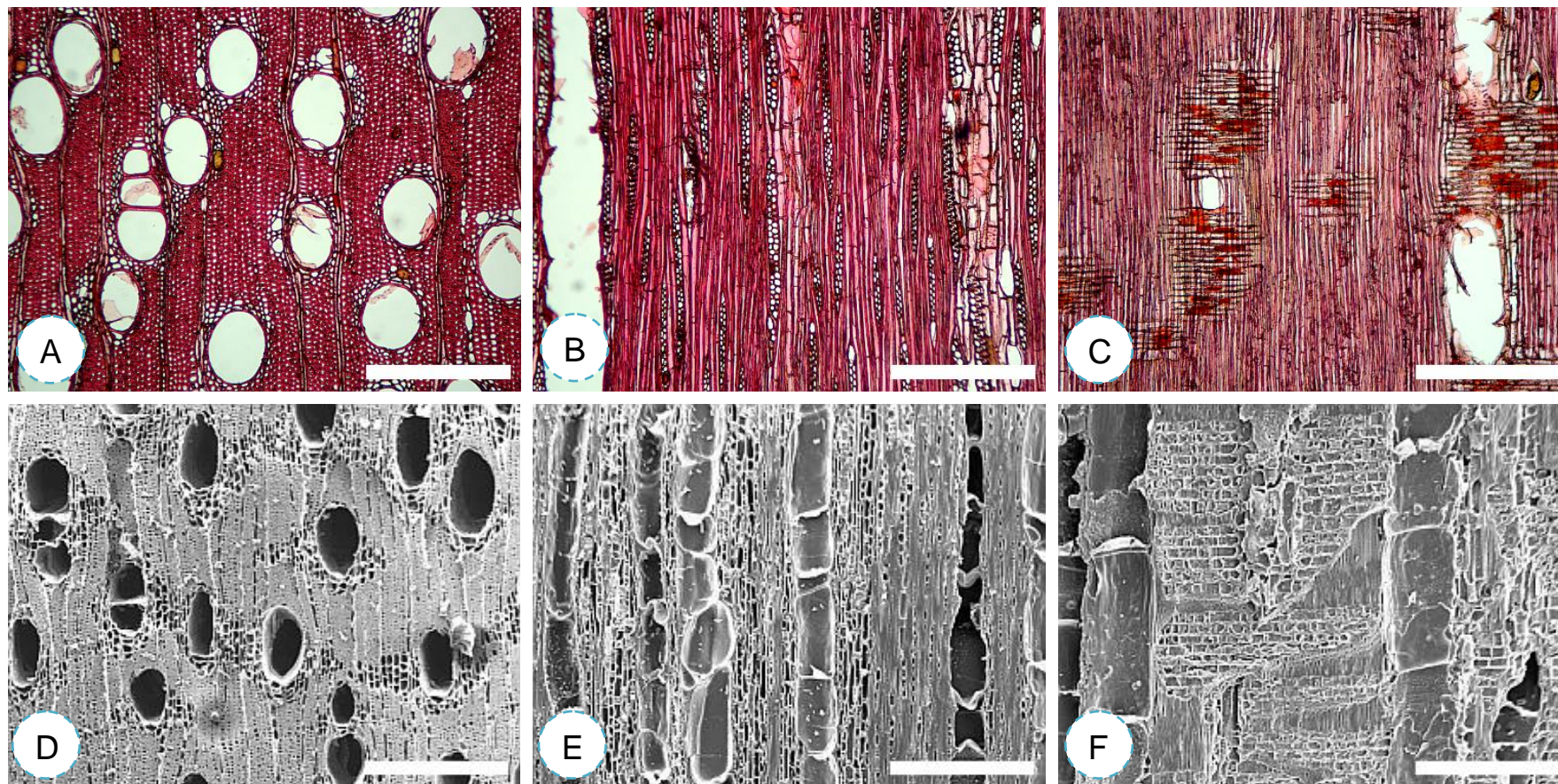


Figura 24 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Terminalia grabrescens* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.9 Família Euphorbiaceae

Espécie 18 - *Glycydendron amazonicum* Ducke (Glícia)

Nº Registro Antracoteca: CV-7452

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas), arredondadas e angulares. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso e apotraqueal difuso e difuso e em agregados. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas, distintamente areoladas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial e radial, com e sem câmara. **Variantes cambiais:** Não observados

Tabela 19 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Glycydendron amazonicum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø de vasos | 101(83-133) | 11,17 | 99(73-124) | 15,66 | 1,98 |
| Altura vasos | 160 (55-228) | 54,64 | 154 (57-215) | 34,78 | 3,75 |
| Ø Pontoação | 6(5-11) | 1,56 | 5(4-10) | 1,39 | 16,67 |
| Largura dos raios | 64(46-105) | 10,91 | 58(43-76) | 9,28 | 9,38 |
| Altura dos raios | 588(288-998) | 183,54 | 586(449-875) | 138,24 | 0,34 |
| FP tangencial | 6(4-10) | 1,19 | 5(4-7) | 0,47 | 16,67 |
| FP radial | 4(3-5) | 0,60 | 3(2-5) | 0,95 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

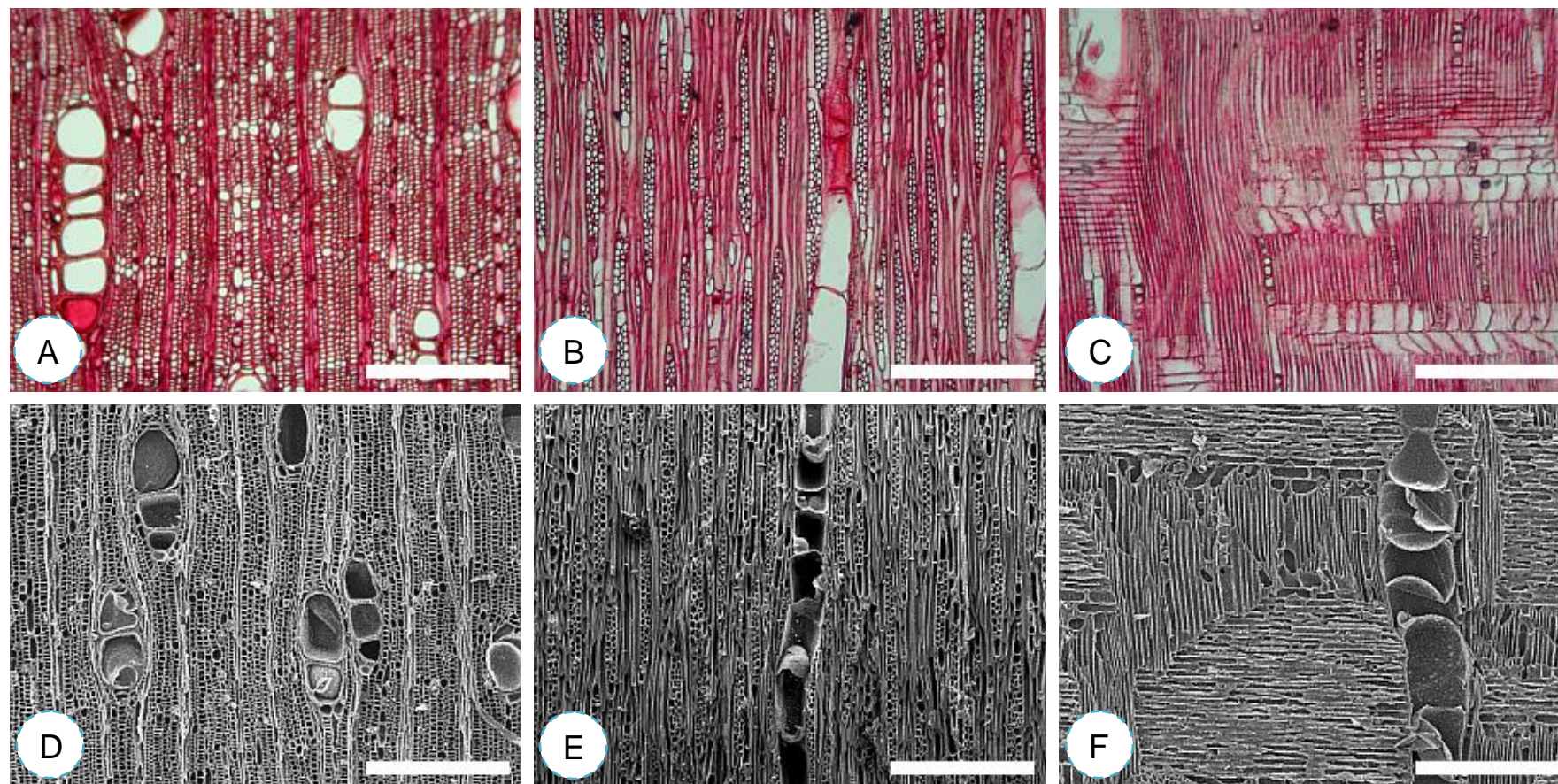


Figura 25 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Glycydendron amazonicum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.10 Família Leguminosae

4.1.10.1 Sub-família Caesalpinioideae

Espécie 19 - *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.

Nº Registro Antracoteca: CV-7385; CV-7409; CV-7460; CV-7585

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas ou bandas marginais e aliforme confluyente. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados, Parênquima axial estratificado, Elementos de vaso estratificados. Fibras estratificadas. **Raios:** 2-4 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 20 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Apuleia leiocarpa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø vasos | 89 (71-108) | 13,25 | 88 (71-119) | 12,78 | 1,12 |
| Altura vasos | 221 (148-55) | 40,40 | 212 (182-251) | 16,95 | 4,07 |
| Ø Pontoação | 6 (4-7) | | 5 (3-7) | 1,00 | 16,67 |
| Largura dos raios | 37 (27-54) | 7,02 | 32 (17-56) | 7,56 | 13,51 |
| Altura dos raios | 202 (165-333) | 49,03 | 168 (132-202) | 18,96 | 16,83 |
| FP Tangencial | 6 (4-8) | 1,53 | - | - | - |
| FP Radial | 4 (2-6) | 1,44 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

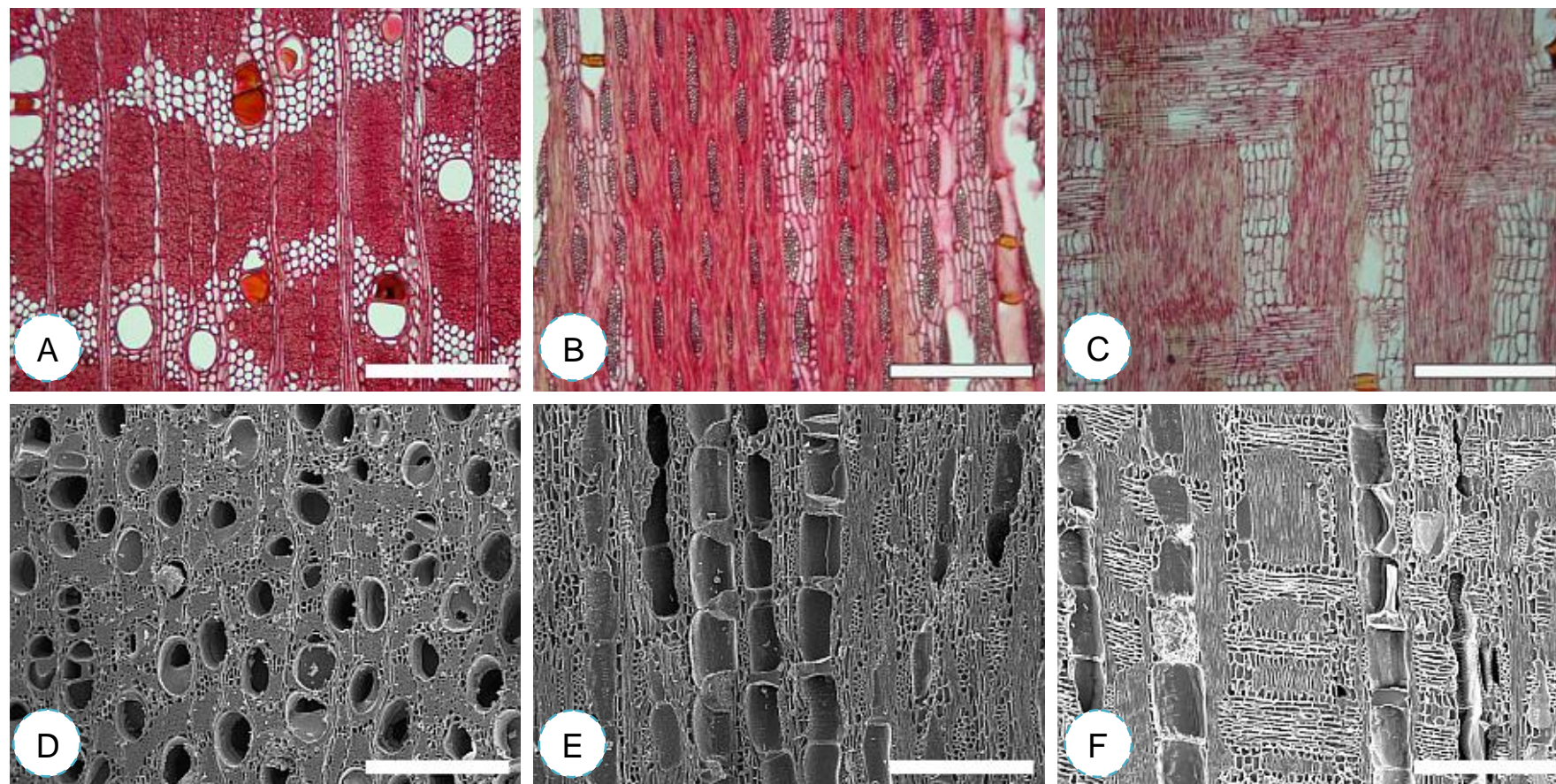


Figura 26 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Apuleia leicarpa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 20 - *Cassia ramiflora* Vogel

Nº Registro Antracoteca: CV-7102

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, guarneçadas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho. **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente, com 4-8 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 21 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Cassia ramiflora*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 114 (55-156) | 27,28 | 106 (63-182) | 26,51 | 7,02 |
| Comp. dos vasos | 252 (173-342) | 78,00 | 240 (124-334) | 48,93 | 4,76 |
| Ø pontoação | 3 (2-3) | 0,56 | 2 (1-3) | 0,61 | 33,33 |
| Largura dos raios | 34 (18-42) | 5,13 | 31 (20-38) | 2,92 | 8,84 |
| Altura dos raios | 193(131-243) | 38,33 | 180 (106-229) | 30,83 | 6,74 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

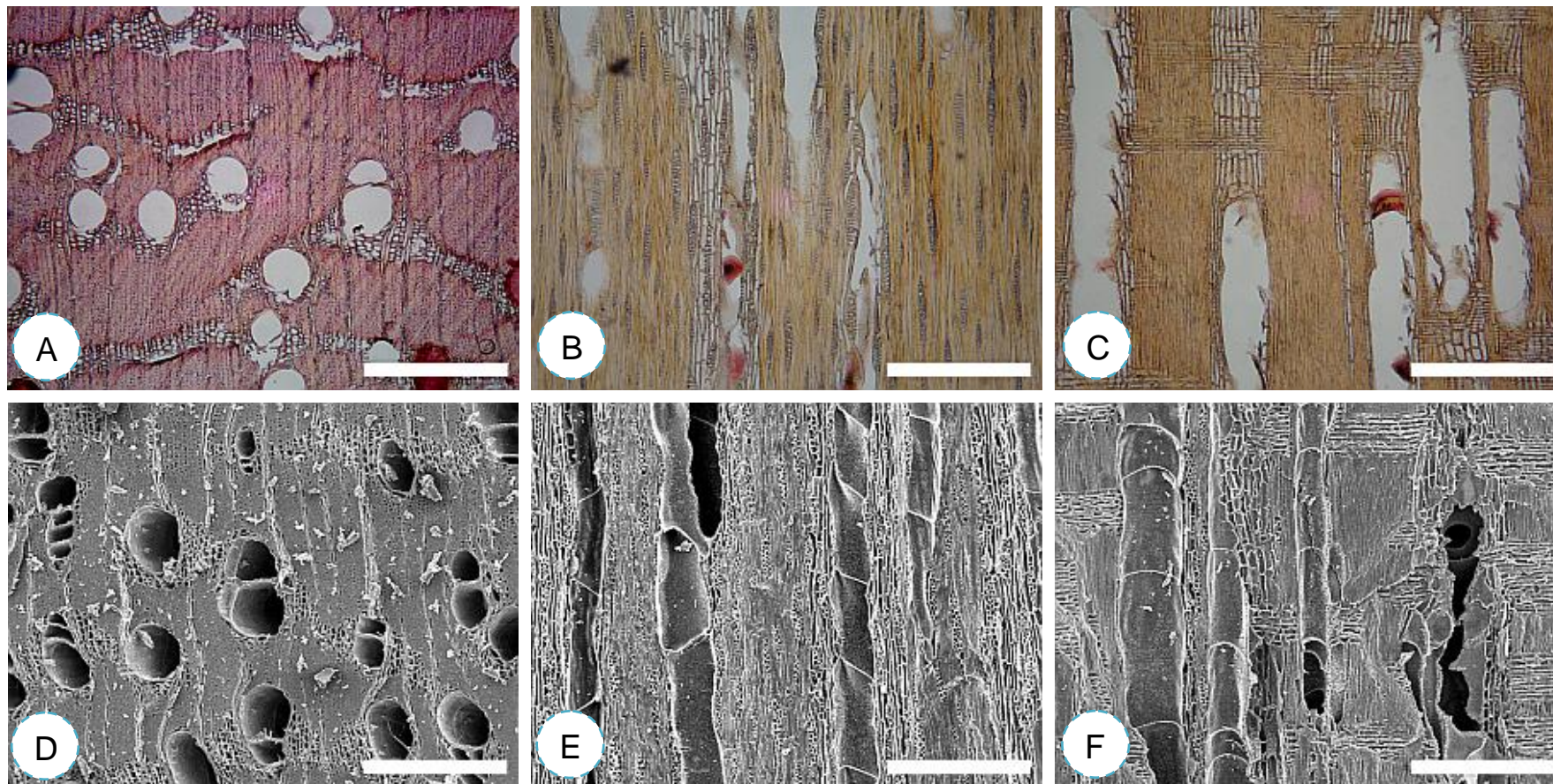


Figura 27 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cassia ramiflora* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 21 - *Chamaecrista apoucouita* (Aubl.) H.S.Irwin & Barneby

Nº Registro Antracoteca: CV-7354

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares. **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme linear confluyente com 3-6 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observado.

Tabela 22 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Chamaecrista apoucouita*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 121(102-144) | 11,06 | 116(96-134) | 13,48 | 4,13 |
| Comp. dos vasos | 310 (229-453) | 73,04 | 291 (215-453) | 88,80 | 6,13 |
| Ø das pontoação | 3(3-4) | 0,44 | 3(2-3) | 0,26 | 0,00 |
| Largura dos raios | 26(19-35) | 4,08 | 24(18-33) | 4,23 | 7,69 |
| Altura dos raios | 160(126-203) | 19,69 | 158(122-191) | 19,46 | 1,25 |
| FP tangencial | 11(9-14) | 1,36 | 8(4-11) | 2,29 | 27,27 |
| FP radial | 7(5-8) | 1,25 | 4(4-7) | 0,64 | 42,86 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

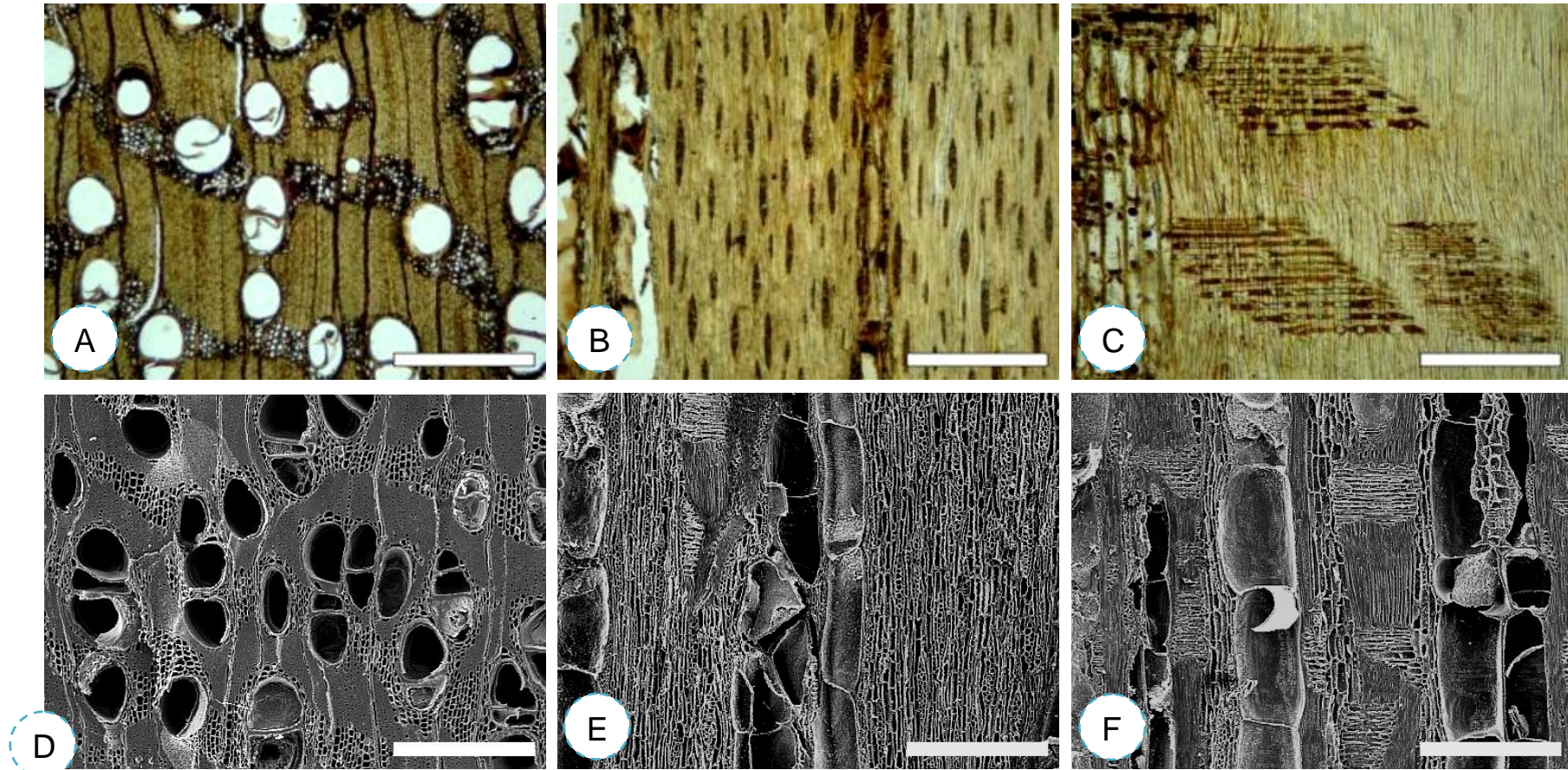


Figura 28 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Chamaecrista apoucouita* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 22 - *Copaifera* sp.

Nº Registro Antracoteca: CV-7521

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares. **Parênquima axialem** linhas ou bandas marginais e aliforme confluyente tendendo a formar faixas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, compostos por células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Canais axiais em linhas. **Inclusões minerais:** Cristais no parênquima axial em câmaras e células marginais do raio. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 23 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Copaifera* sp

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| \emptyset dos vasos | 165(96-232) | 35,25 | 146(119-203) | 24,82 | 11,52 |
| Comp. dos vasos | 291 (208-338) | 55,33 | 241 (134-353) | 51,49 | 17,18 |
| \emptyset das pontoação | 3(2-4) | 0,48 | 3(2-4) | 0,58 | 0,00 |
| Largura dos raios | 51(40-60) | 4,59 | 51(31-76) | 10,87 | 0,00 |
| Altura dos raios | 321(187-470) | 60,17 | 284(129-534) | 60,54 | 11,53 |
| FP tangencial | 4(3-5) | 0,30 | 4(3-7) | 0,90 | 0,00 |
| FP radial | 4(2-5) | 0,80 | 3(2-5) | 1,02 | 25,00 |

Nota: \emptyset - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

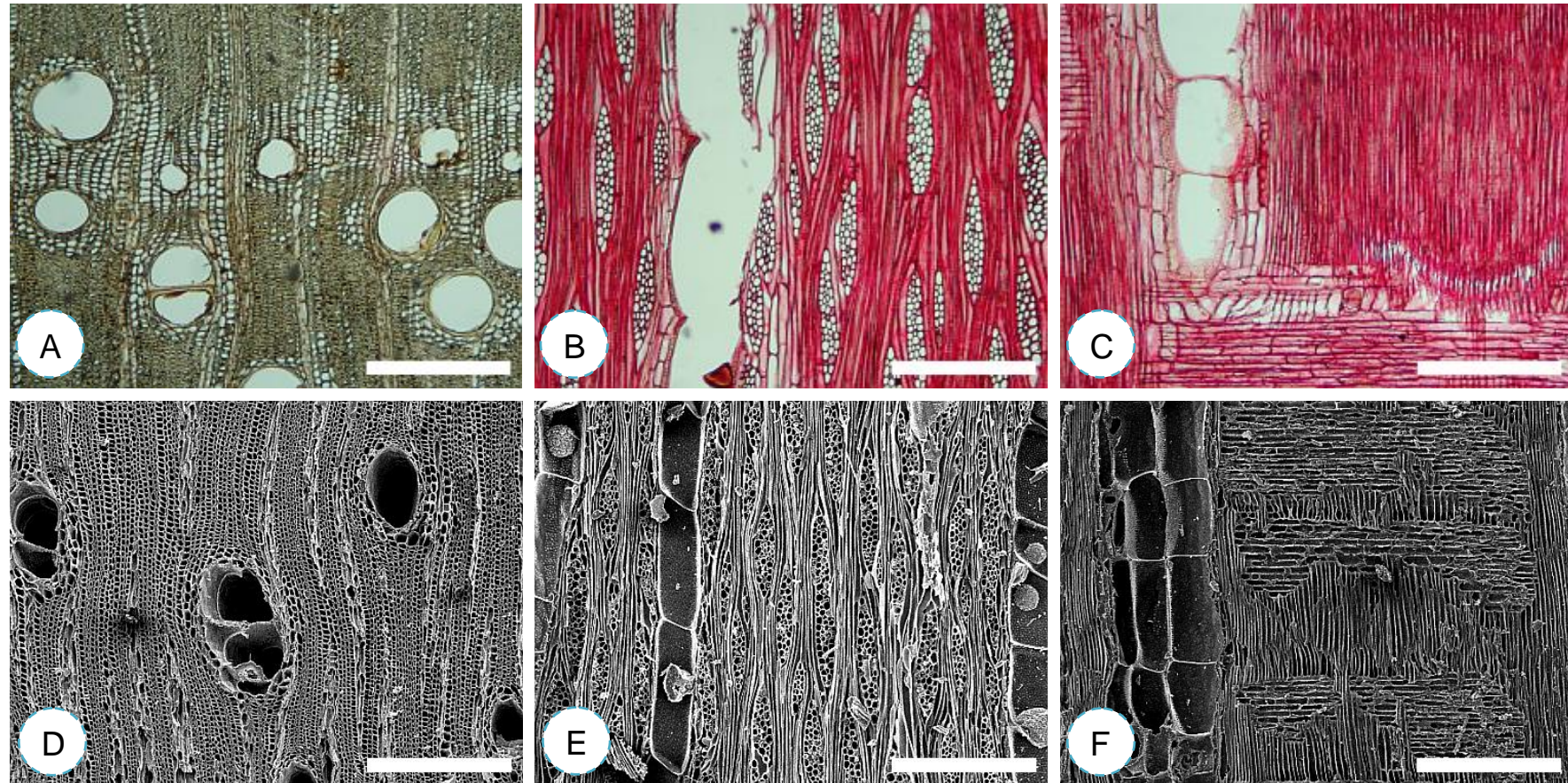


Figura 29 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Copaifera sp.* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 23 - *Hymenaea courbaril* L.

Nº Registro Antracoteca: CV-7350; CV-7389; CV-7395

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** em linhas ou bandas marginais e aliforme confluyente tendendo a formar faixas, com 3-6 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 5-10 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observado.

Tabela 24 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Hymenaea courbaril*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 163 (127-218) | 20,27 | 159 (134-217) | 21,47 | 2,45 |
| Comp. dos vasos | 269 (131-396) | 95,83 | 250 (106-397) | 84,69 | 7,06 |
| Ø das pontoação | 5 (3-7) | 1,06 | 4 (2-5) | 0,78 | 20,00 |
| Largura dos raios | 71 (39-96) | 10,40 | 65 (16-103) | 14,04 | 8,45 |
| Altura dos raios | 417 (252-531) | 63,69 | 392 (143-739) | 97,09 | 5,96 |
| FP tangencial | 10 (8-13) | 1,44 | 9 (5-12) | 1,17 | 10,00 |
| FP radial | 6 (3-10) | 1,40 | 5 (4-8) | 0,86 | 16,67 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

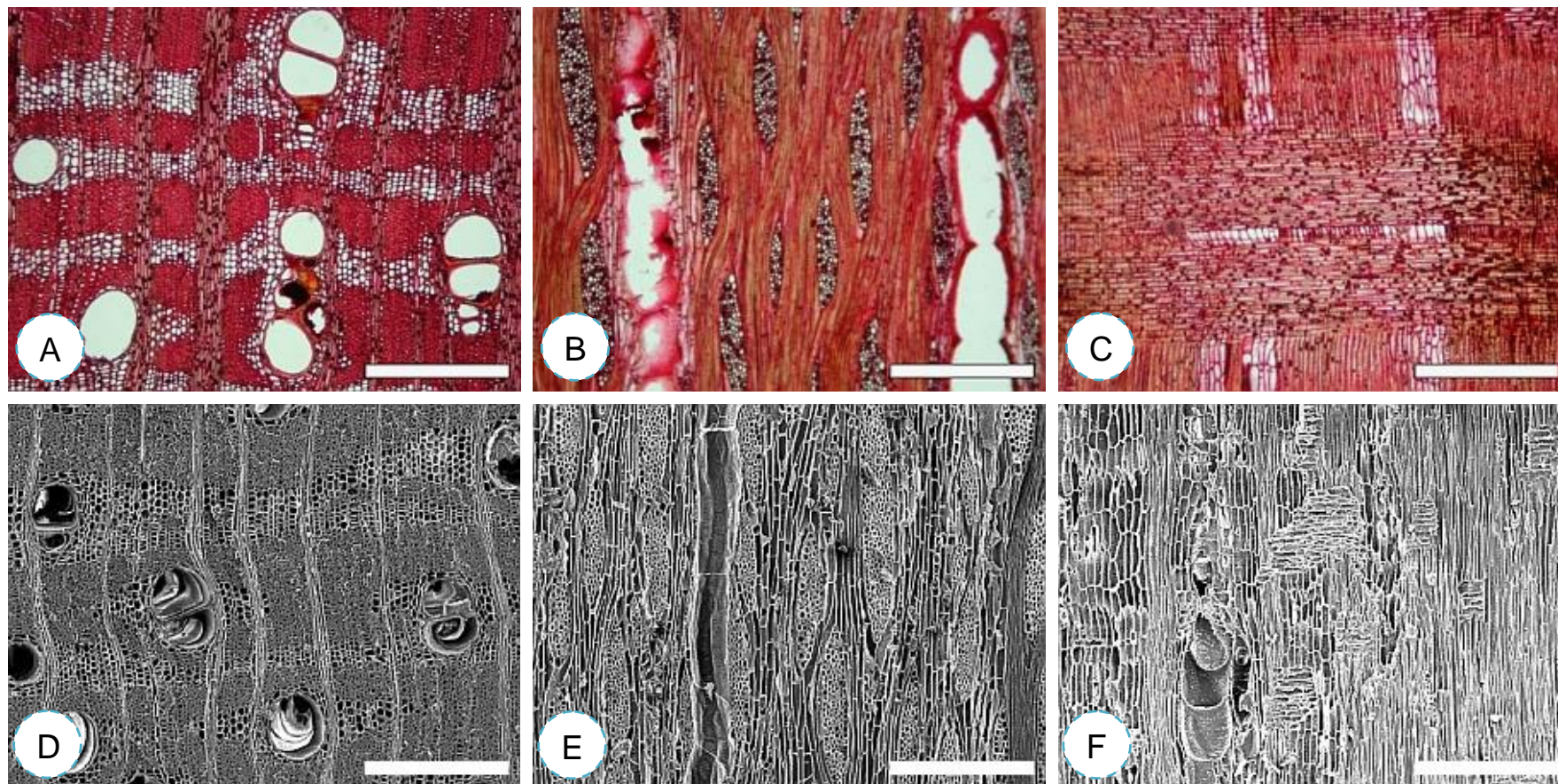


Figura 30 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenaea courbaril* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 24 - *Peltogyne venosa* Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7462

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval e angular. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** em linhas ou bandas marginais e aliforme confluyente tendendo a formar faixas, com 3-7 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações distintamente areoladas); parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 25 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Peltogyne venosa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 161 (116-219) | 22,69 | 151(119-195) | 27,43 | 6,21 |
| Comp. dos vasos | 325 (154-486) | 100,89 | 313 (177-471) | 81,78 | 3,69 |
| Ø das pontoação | 2 (1-3) | 0,62 | 2 (1-3) | 0,63 | 0,00 |
| Largura dos raios | 34 (24-40) | 5,07 | 34 (29-38) | 2,55 | 0,00 |
| Altura dos raios | 401 (190-545) | 123,22 | 386 (325-482) | 55,71 | 3,74 |
| FP Tangencial | 5 (3-7) | 1,26 | 5 (4-7) | 0,69 | 0,00 |
| FP Radial | 4 (2-5) | 0,81 | 4 (2-6) | 1,10 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

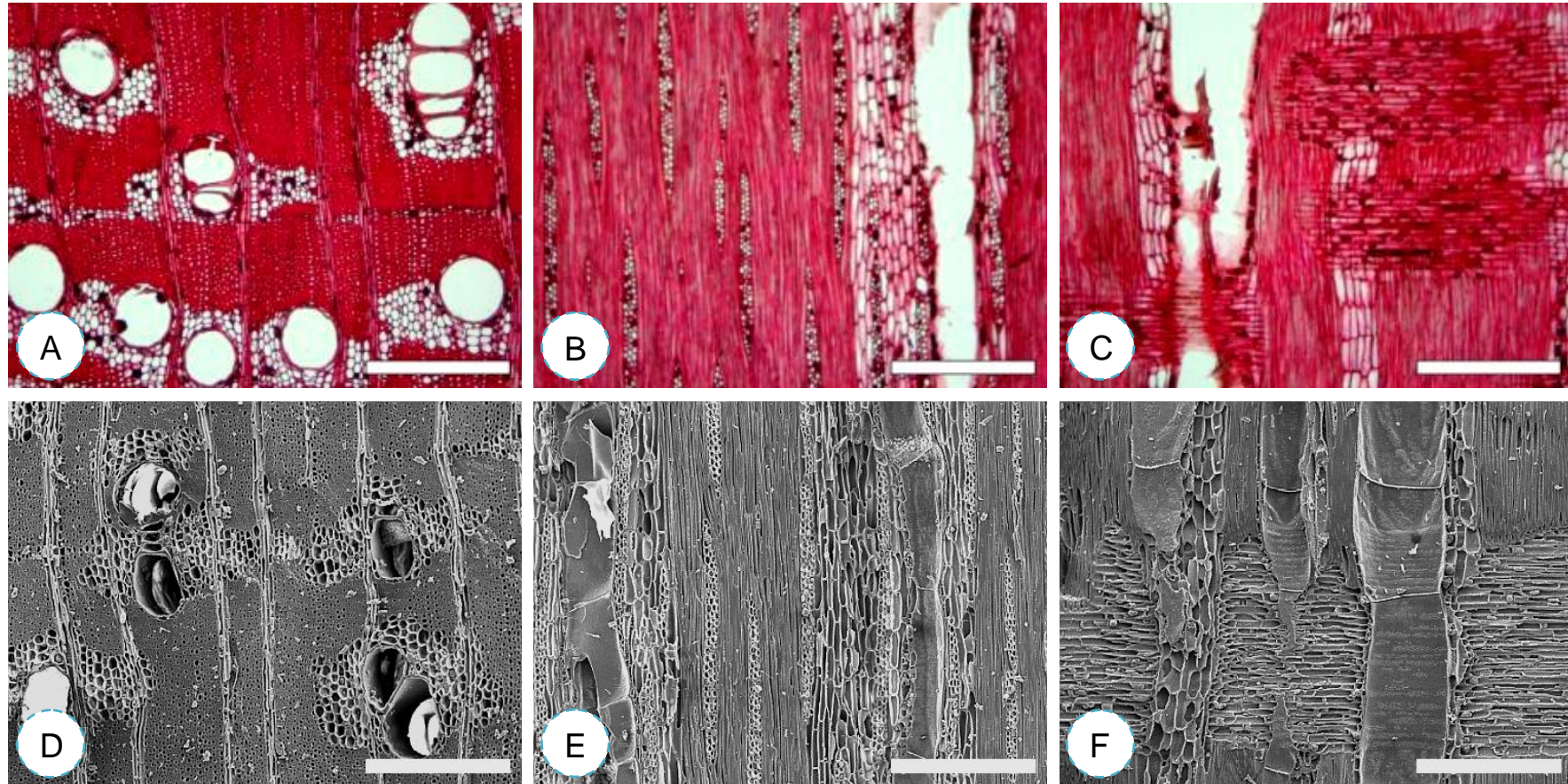


Figura 31 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Peltogyne venosa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 25 - *Tachigaly myrmecophylla* Ducke.

Nº Registro Antracoteca: CV-7108

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos, Contorno dos vasos solitários, circular e oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, guarneçadas. Pontoações raio-vasculares **Parênquima axial:** vasicêntrico e aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações [simples a aréolas reduzidas]; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observado.

Tabela 26 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Tachigaly myrmecophylla*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 150 (116-180) | 24,50 | 137 (117-153) | 13,56 | 8,67 |
| Comp. dos vasos | 392 (204-546) | 112,41 | 351 (108-572) | 114,00 | 10,46 |
| Ø das pontoação | - | - | 3 (2-4) | 0,60 | - |
| Largura dos raios | 16 (7-20) | 3,27 | 14 (8-22) | 2,58 | 12,50 |
| Altura dos raios | 289 (111-445) | 90,52 | 251 (162-352) | 46,62 | 13,15 |
| FP tangencial | 5 (4-6) | 0,52 | 4 (2-5) | 0,83 | 20,00 |
| FP radial | 4 (3-5) | 0,61 | 4 (2-7) | 1,61 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

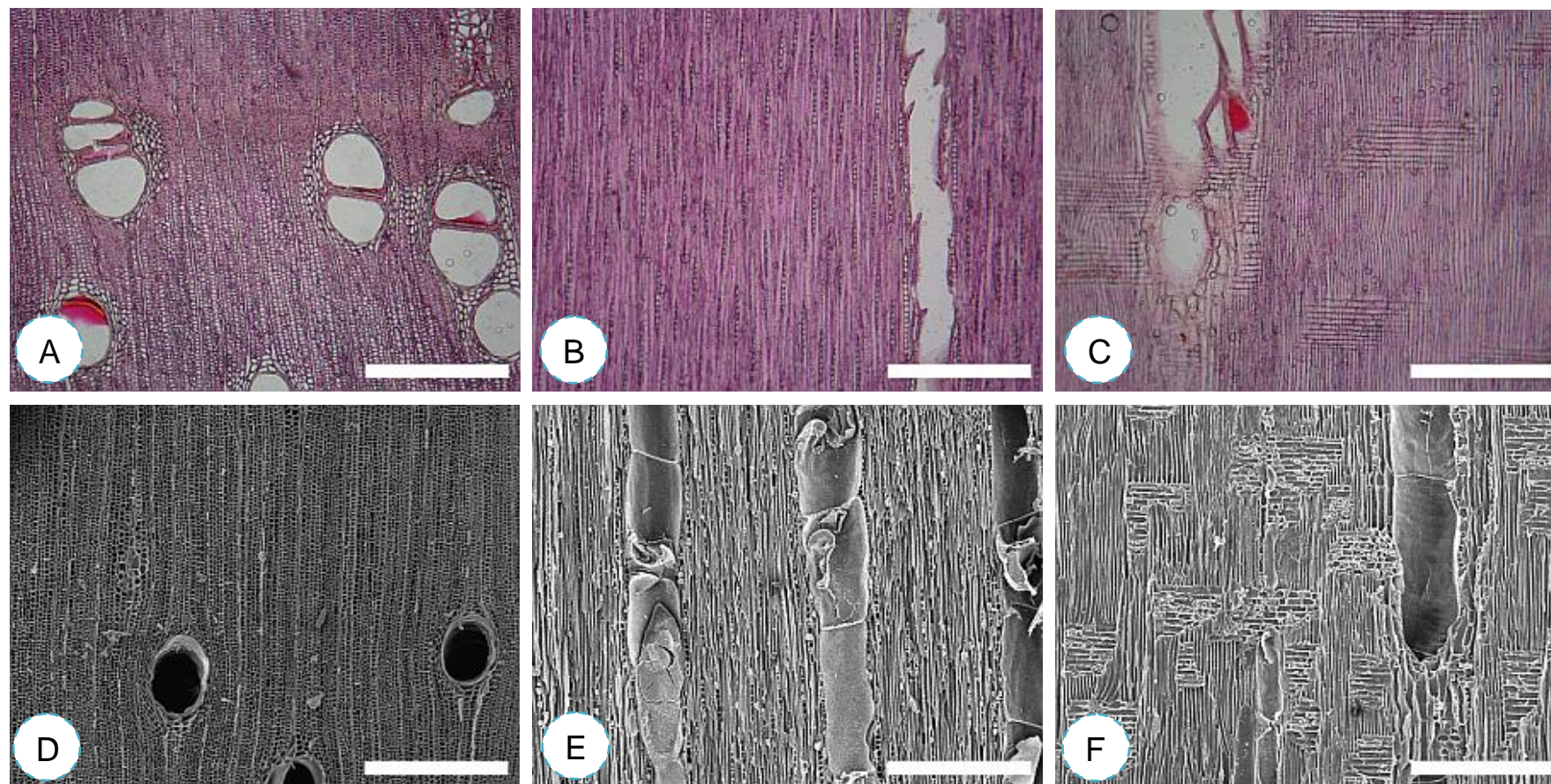


Figura 32 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Tachigaly myrmecophyla* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 26 - *Vouacapoua americana* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7281; CV-7516

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas ou bandas marginais e aliforme confluyente, com 5-12 células por série de parênquima axial. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 27 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Voacapoua americana*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 115 (96-132) | 9,39 | 102 (74-128) | 14,16 | 11,30 |
| Comp. dos vasos | 323 (237-360) | 48,53 | 312 (291-332) | 20,50 | 3,41 |
| Ø das pontoação | 3 (2-4) | 0,45 | - | - | - |
| Largura dos raios | 23 (8-35) | 5,07 | 19 (17-33) | 4,71 | 17,39 |
| Altura dos raios | 241 (131-352) | 75,99 | 225 (129-319) | 41,98 | 6,64 |
| FP tangencial | 14 (11-16) | 2,12 | 12 (9-14) | 1,00 | 14,29 |
| FP radial | 7 (4-11) | 1,45 | 6 (4-9) | 1,23 | 14,29 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

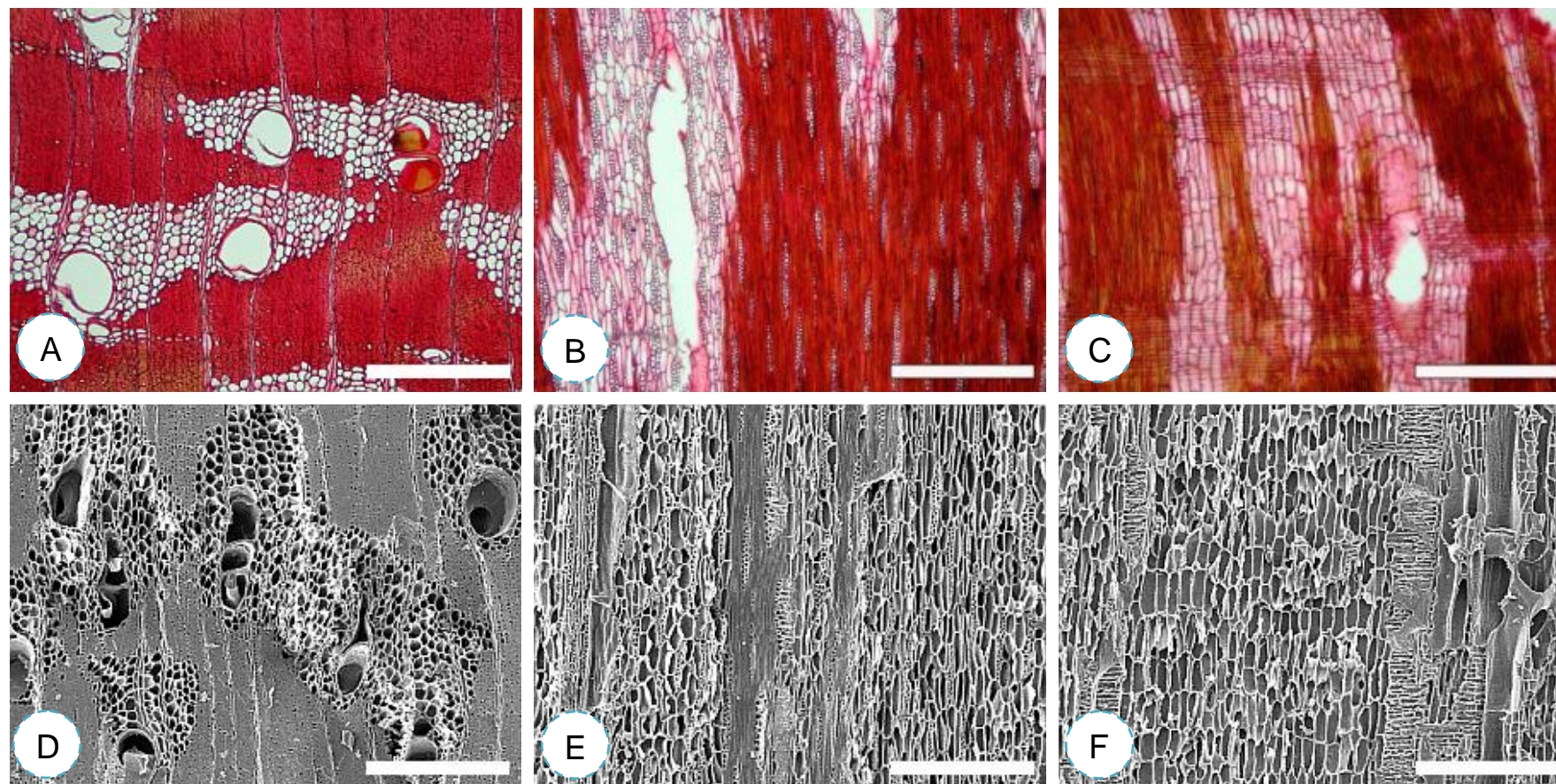


Figura 33 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vouacapoua americana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.10.2 Sub-família Mimosoideae

Espécie 27 - *Dinizia excelsa* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7592

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, simples, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme confluyente e apotraqueal difuso e em agregados. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 28 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Dinizia excelsa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 185 (128-234) | 29,85 | 173 (111-250) | 29,64 | 4,49 |
| Comp. dos vasos | - | - | 322 (317-327) | 5,00 | - |
| Ø das pontoação | 3 (3-4) | 0,49 | 3 (2-4) | 0,61 | 0,00 |
| Largura dos raios | 32 (17-42) | 5,30 | 31 (20-40) | 6,22 | 3,12 |
| Altura dos raios | 389 (334-459) | 33,14 | 385 (327-481) | 47,88 | 1,03 |
| FP tangencial | 7 (4-11) | 2,00 | - | - | - |
| FP radial | 5 (3-11) | 2,12 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

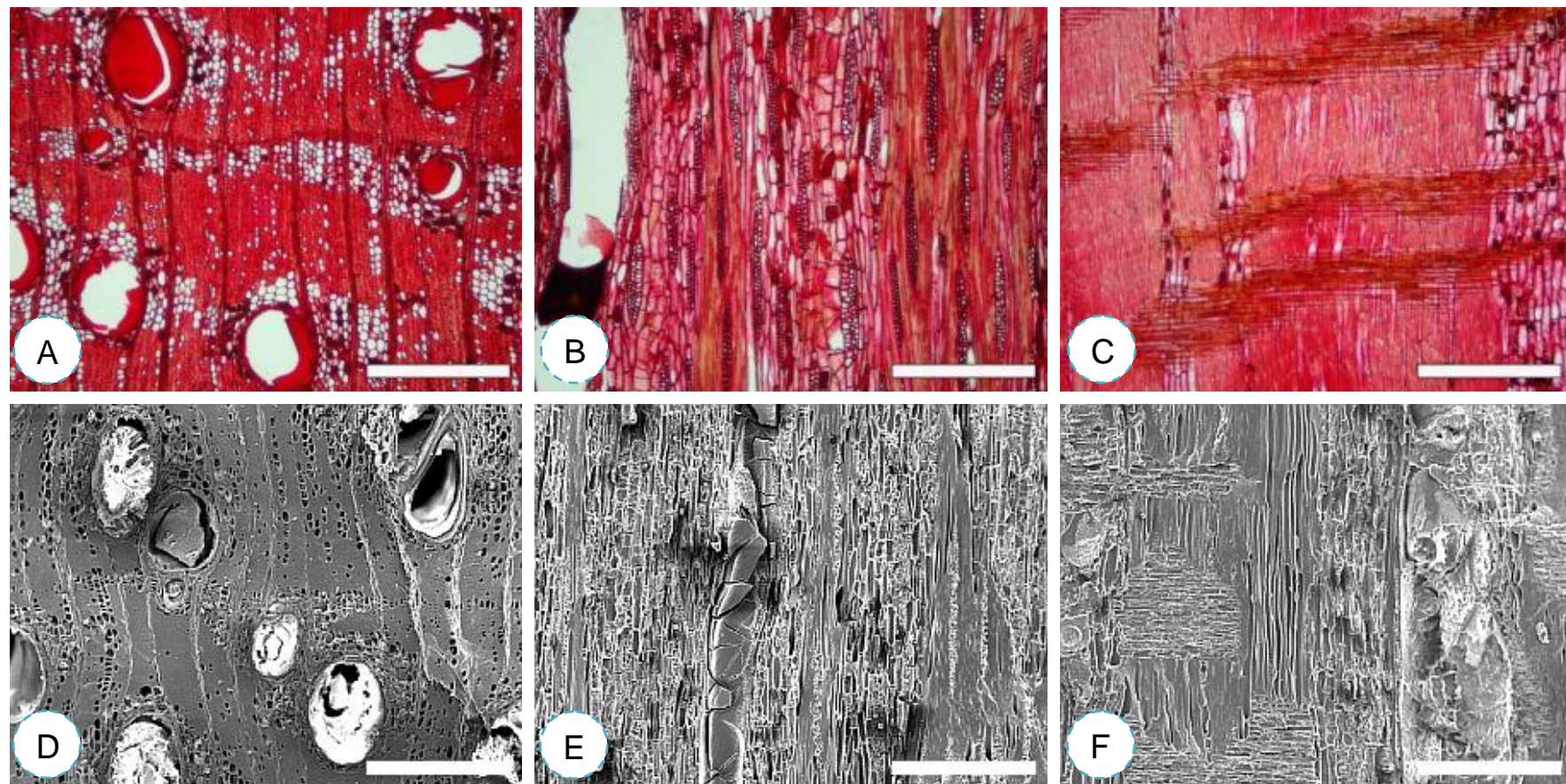


Figura 34 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Dinizia excelsa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 28 - *Enterolobium schomburgkii* Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7398, CV-7570

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 29 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Enterolobium schomburgkii*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 147(89-193) | 29,67 | 139(71-182) | 22,33 | 5,44 |
| Comp. dos vasos | - | - | 298 (245-385) | 34,33 | - |
| Ø Pontoação | 4(2-6) | 1,10 | 3(2-3) | 0,47 | 25,00 |
| Largura dos raios | 23(16-29) | 2,68 | 23(17-31) | 3,69 | 0,00 |
| Altura dos raios | 153(124-208) | 16,83 | 148(88-201) | 37,23 | 3,27 |
| FP tangencial | 6(5-7) | 0,75 | 6(5-7) | 1,14 | 0,00 |
| FP radial | 5(4-6) | 0,76 | 5(5-6) | 0,56 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

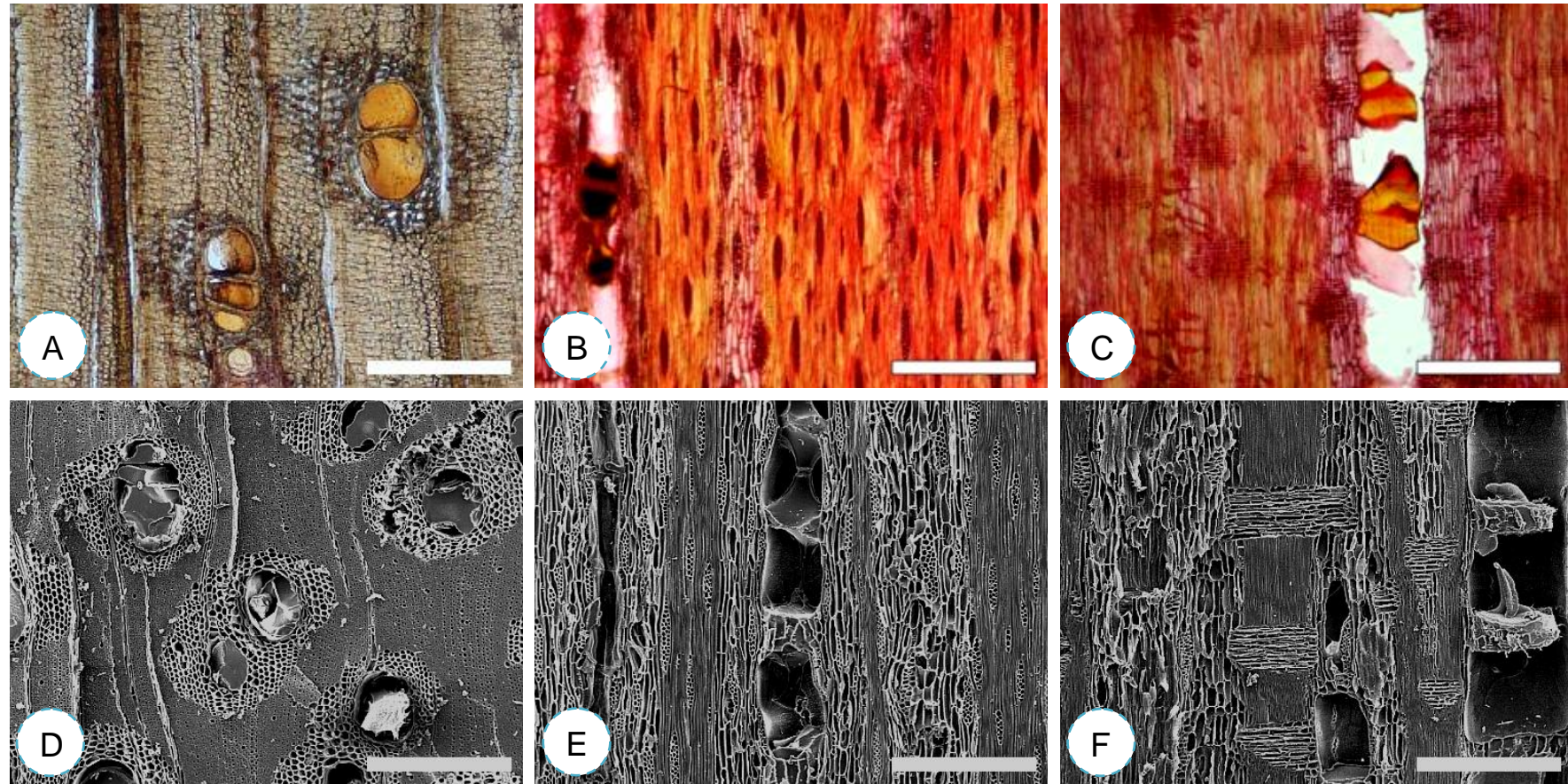


Figura 35 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Enterolobium schomburgkii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 29 - *Parkia gigantocarpa* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7593

Camadas de crescimento: bandas fibrosas.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 30 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Parkia gigantocarpa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 249(193-300) | 38,05 | 214(138-278) | 61,53 | 14,06 |
| Comp. dos vasos | 236 (189-289) | 81,68 | 216 (144-302) | 52,00 | 8,47 |
| Ø das pontoação | 4 (3-6) | 0,54 | 4 (4-6) | 0,77 | 0,00 |
| Largura dos raios | 43 (21-58) | 8,62 | 41 (20-52) | 8,10 | 4,65 |
| Altura dos raios | 236 (186-289) | 26,28 | 225 (175-286) | 38,81 | 4,66 |
| FP tangencial | 8(5-14) | 1,32 | 6(5-10) | 1,33 | 25,00 |
| FP radial | 8(5-12) | 1,05 | 8(3-10) | 1,69 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

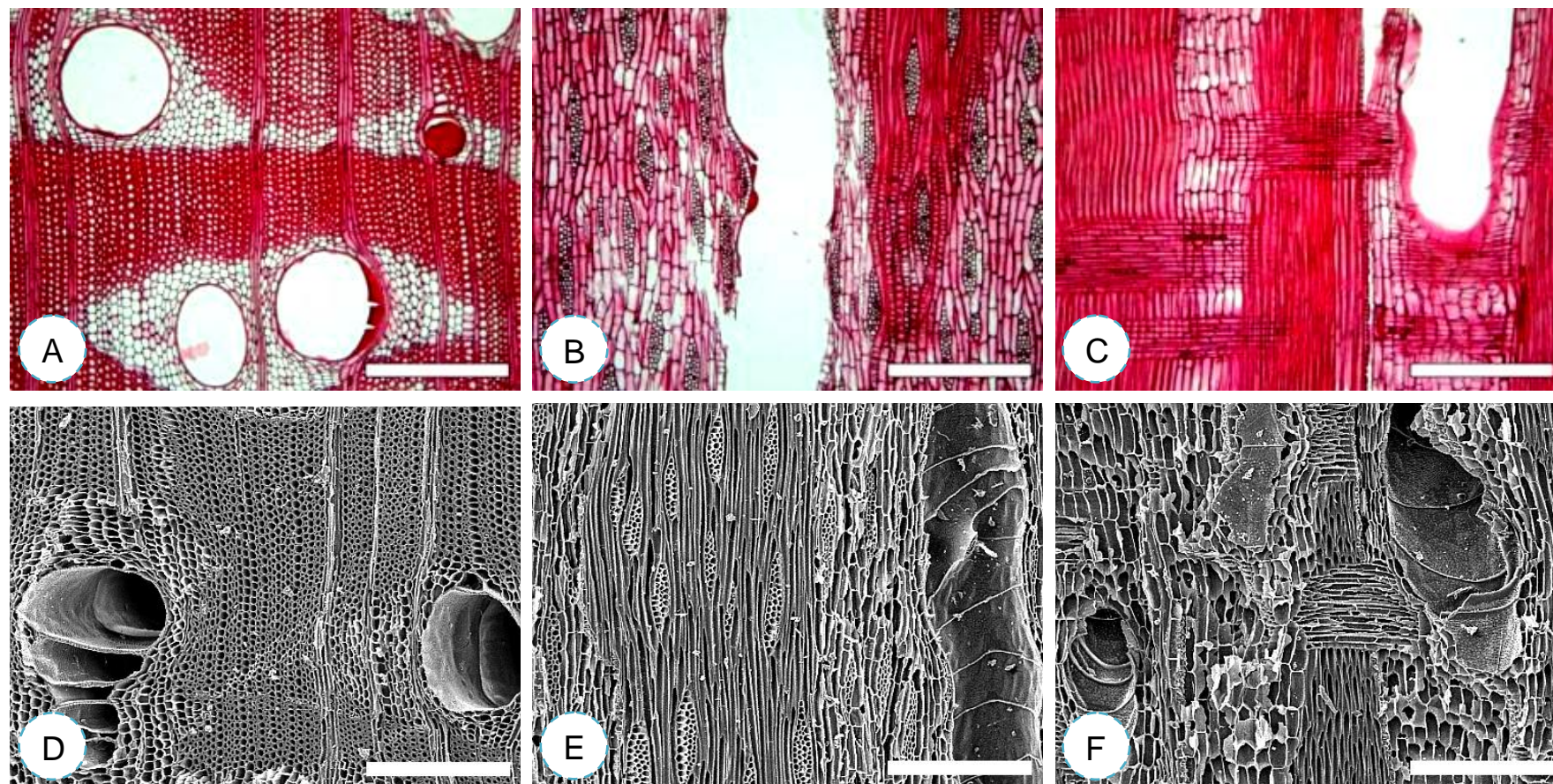


Figura 36 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia gigantocarpa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 30 - *Parkia multijuga* Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7390

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, compostos por células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial, em câmaras e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observadas.

Tabela 31 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Parkia multijuga*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 147(119-189) | 24,09 | 145(121-178) | 22,29 | 1,36 |
| Comp. dos vasos | 163 (85-265) | 58,71 | 135 (96-168) | 25,56 | 17,18 |
| Ø das pontoação | 6(5-8) | 0,74 | 5(4-5) | 0,33 | 16,67 |
| Largura dos raios | 33(27-43) | 3,42 | 33(28-36) | 2,32 | 0,00 |
| Altura dos raios | 199(149-256) | 28,96 | 195(151-256) | 34,25 | 2,01 |
| FP tangencial | 10(6-15) | 2,57 | 7(6-12) | 1,88 | 30,00 |
| FP radial | 6(5-8) | 1,23 | 6(4-8) | 1,19 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

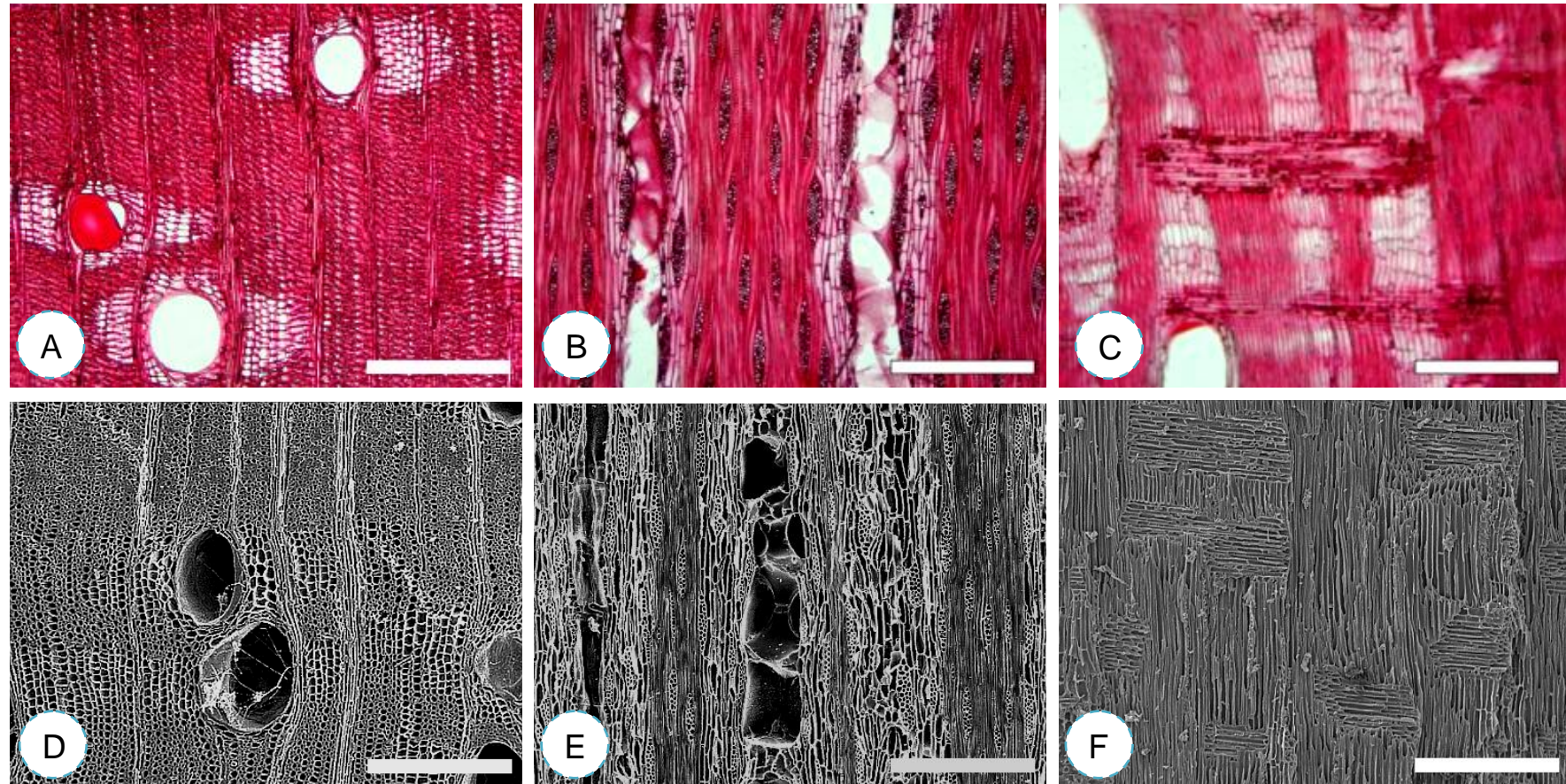


Figura 37 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia multijuga* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 31 - *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.

Nº Registro Antracoteca: CV-754

Camadas de crescimento: com limites distintos delimitados por parênquima marginal.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial, em câmaras e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observadas.

Tabela 32 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Parkia pendula*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 173 (125-236) | 32,59 | 147 (101-200) | 25,49 | 15,03 |
| Comp. dos vasos | 180 (112-311) | 60,91 | 152 (116-210) | 31,25 | 15,56 |
| Ø das pontoação | 6 (4-8) | 1,02 | 5 (3-7) | 1,08 | 16,67 |
| Largura dos raios | 54 (25-85) | 15,26 | 40 (20-66) | 6,89 | 25,93 |
| Altura dos raios | 344 (168-461) | 76,34 | 322 (195-433) | 62,63 | 63,95 |
| FP tangencial | 5 (3-9) | 1,23 | 5 (3-8) | 1,17 | 0,00 |
| FP radial | 4 (3-5) | 0,78 | 4 (2-7) | 1,19 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

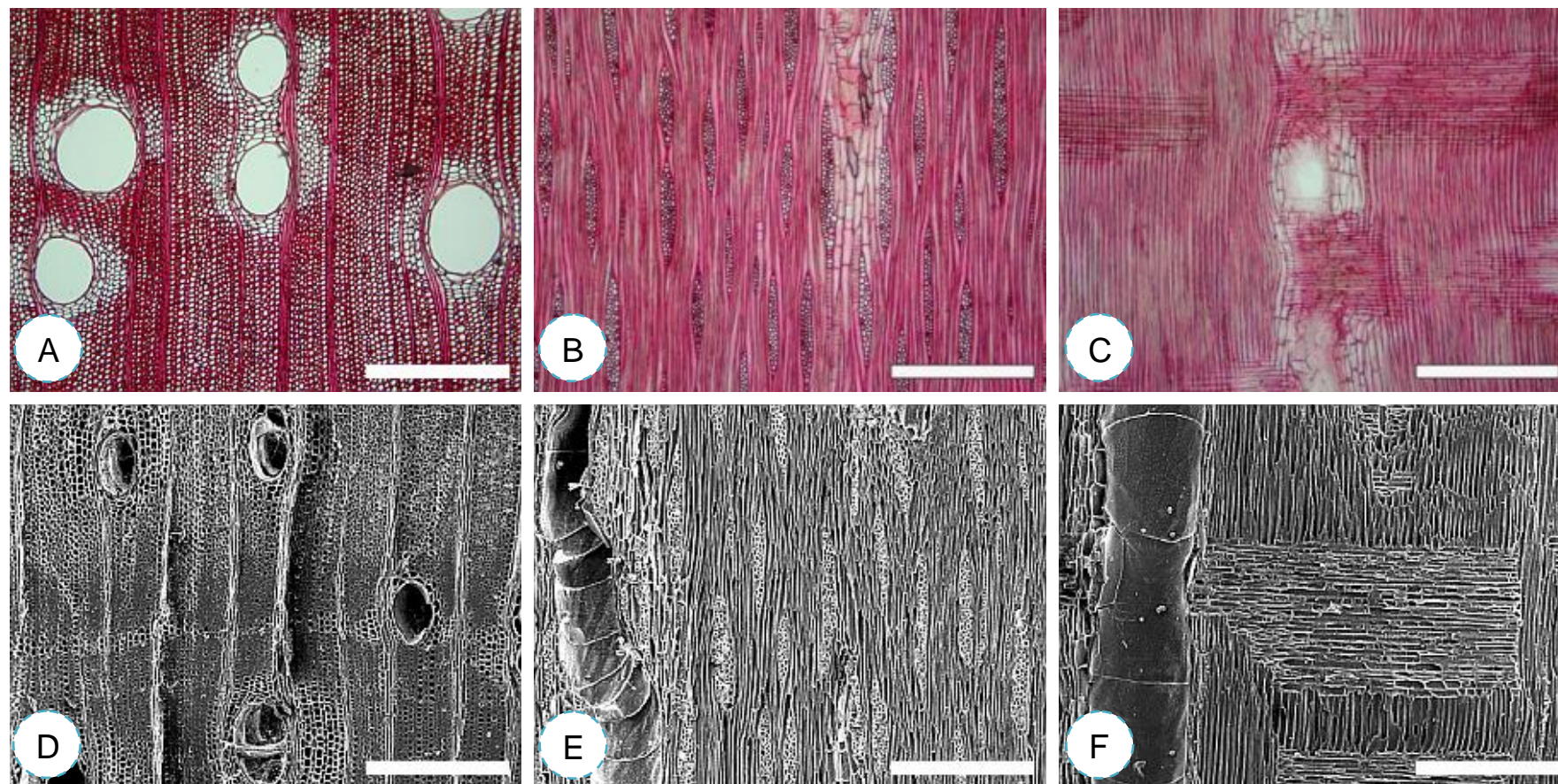


Figura 38 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Parkia pendula* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 32 - *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J. W. Grimes

Nome popular: Fava-timborana

Nº Registro Antracoteca: CV-7286, CV-7377

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal vasicêntrico e aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial, em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 33 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Pseudopiptadenia suaveolens*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 101(80-149) | 16,39 | 87(70-132) | 9,15 | 13,86 |
| Comp. dos vasos | 280 (130-389) | 88,30 | 266 (117-425) | 61,65 | 5,00 |
| Ø das pontoação | 3(2-4) | 0,48 | 3(2-4) | 0,44 | 0,00 |
| Largura dos raios | 15(10-20) | 2,28 | 12(12-14) | 1,09 | 4,27 |
| Altura dos raios | 234(161-298) | 35,44 | 224(154-284) | 37,32 | 76,75 |
| FP tangencial | 5(3-6) | 0,86 | 5(2-5) | 0,43 | 0,00 |
| FP radial | 5(3-6) | 0,84 | 5(4-5) | 0,16 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

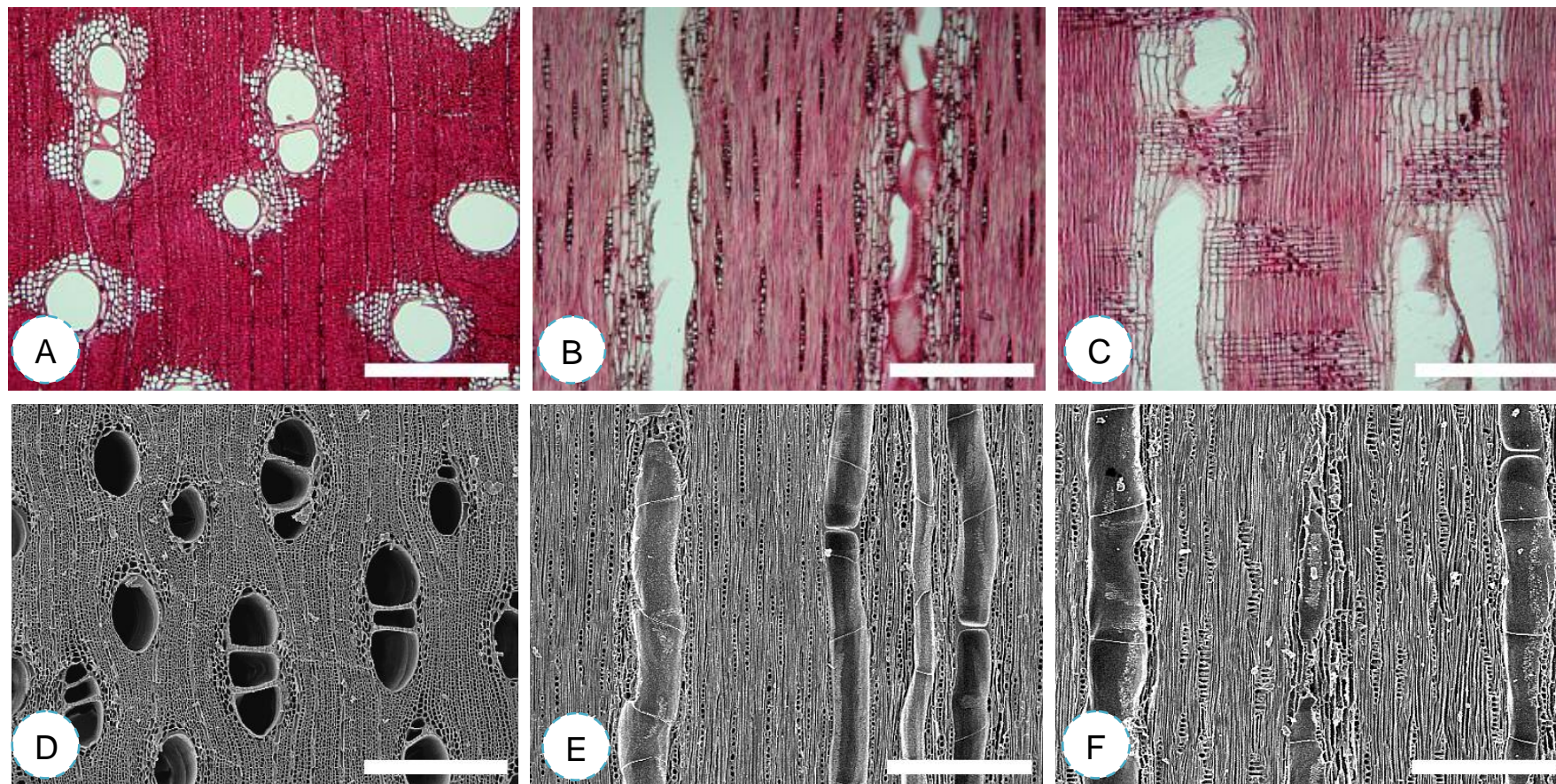


Figura 39 - Fotomicrografias da anatomia do (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Pseudoptadenia suaveolens* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 33 - *Stryphnodendron paniculatum* Poepp. & Endl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7382

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 34 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Stryphnodendron paniculatum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 243 (156-292) | 41,55 | 207 (145-258) | 23,56 | 14,81 |
| Comp. dos vasos | 255 (156-335) | 91,11 | 211 (127-345) | 117,50 | 17,25 |
| Ø pontoação | 6 (3-9) | 1,38 | 4 (3-8) | 1,54 | 33,34 |
| Largura dos raios | 41 (28-55) | 10,64 | 39 (20-60) | 9,82 | 4,88 |
| Altura dos raios | 341 (203-425) | 80,97 | 324 (164-419) | 61,50 | 4,99 |
| FP tangencial | 7 (5-10) | 1,38 | 5 (3-8) | 1,42 | 28,57 |
| FP radial | 5 (3-7) | 1,17 | 4 (3-8) | 1,55 | 20,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

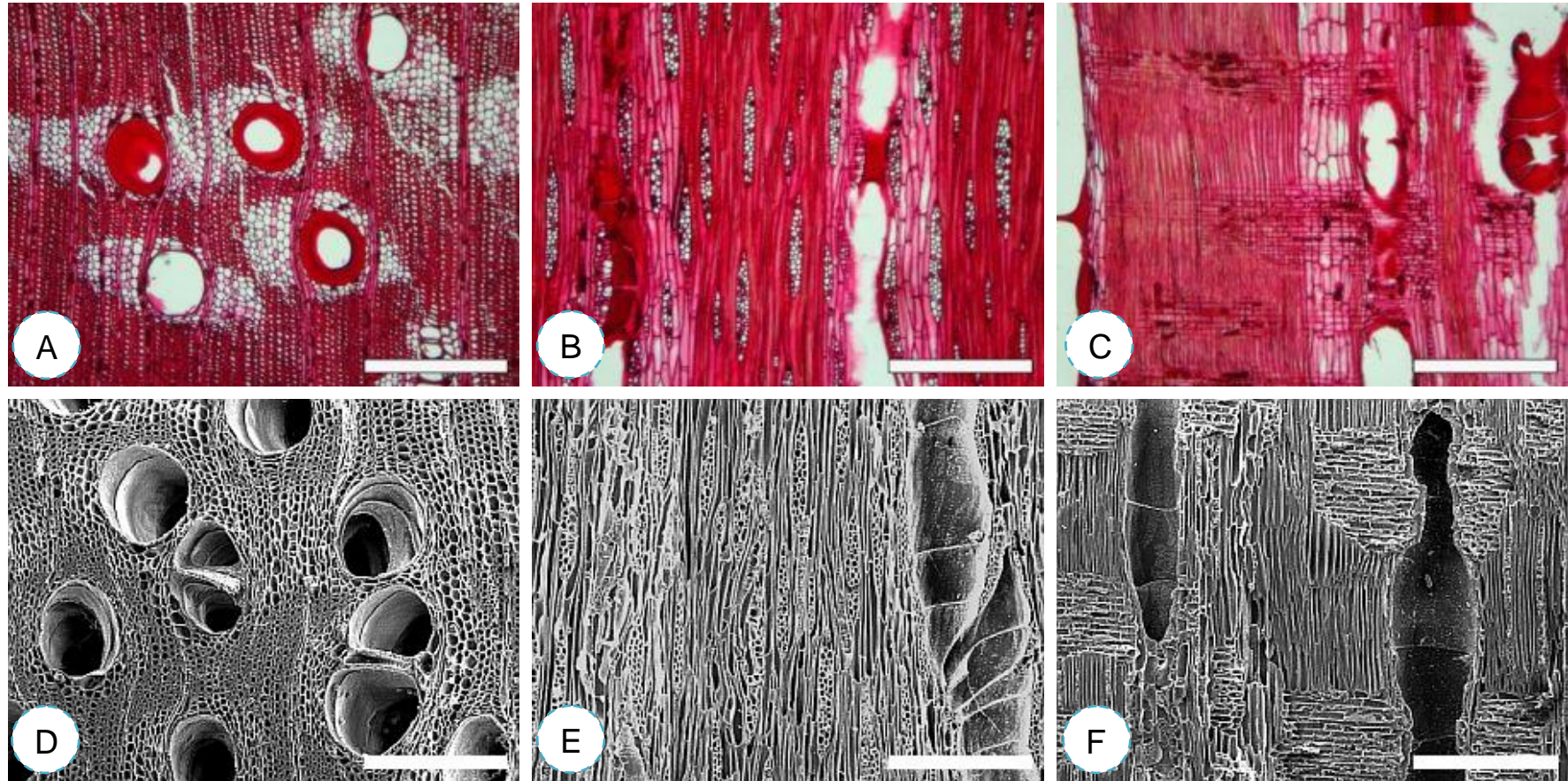


Figura 40 - Fotomicrografias da anatomia do (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Stryphnodendron paniculatum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 34 - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr.

Nº Registro Antracoteca: CV-7105

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares. **Parênquima axial:** aliforme losangular. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados a localmente bisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 35 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Stryphnodendron pulcherrimum*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 165(99-205) | 27,39 | 122(105-137) | 11,55 | 26,06 |
| Comp. dos vasos | - | - | 403 (195-747) | 172,13 | - |
| Ø das pontoação | 6(3-7) | 1,06 | 4(3-8) | 0,72 | 33,33 |
| Largura dos raios | 26(19-35) | 4,18 | 22(17-36) | 3,18 | 15,38 |
| Altura dos raios | 448(340-536) | 65,92 | 333(291-402) | 32,82 | 25,66 |
| FP Tangencial | 5(3-7) | 1,16 | 4(2-5) | 0,93 | 20,00 |
| FP Radial | 4(3-4) | 0,40 | 3(2-5) | 1,16 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

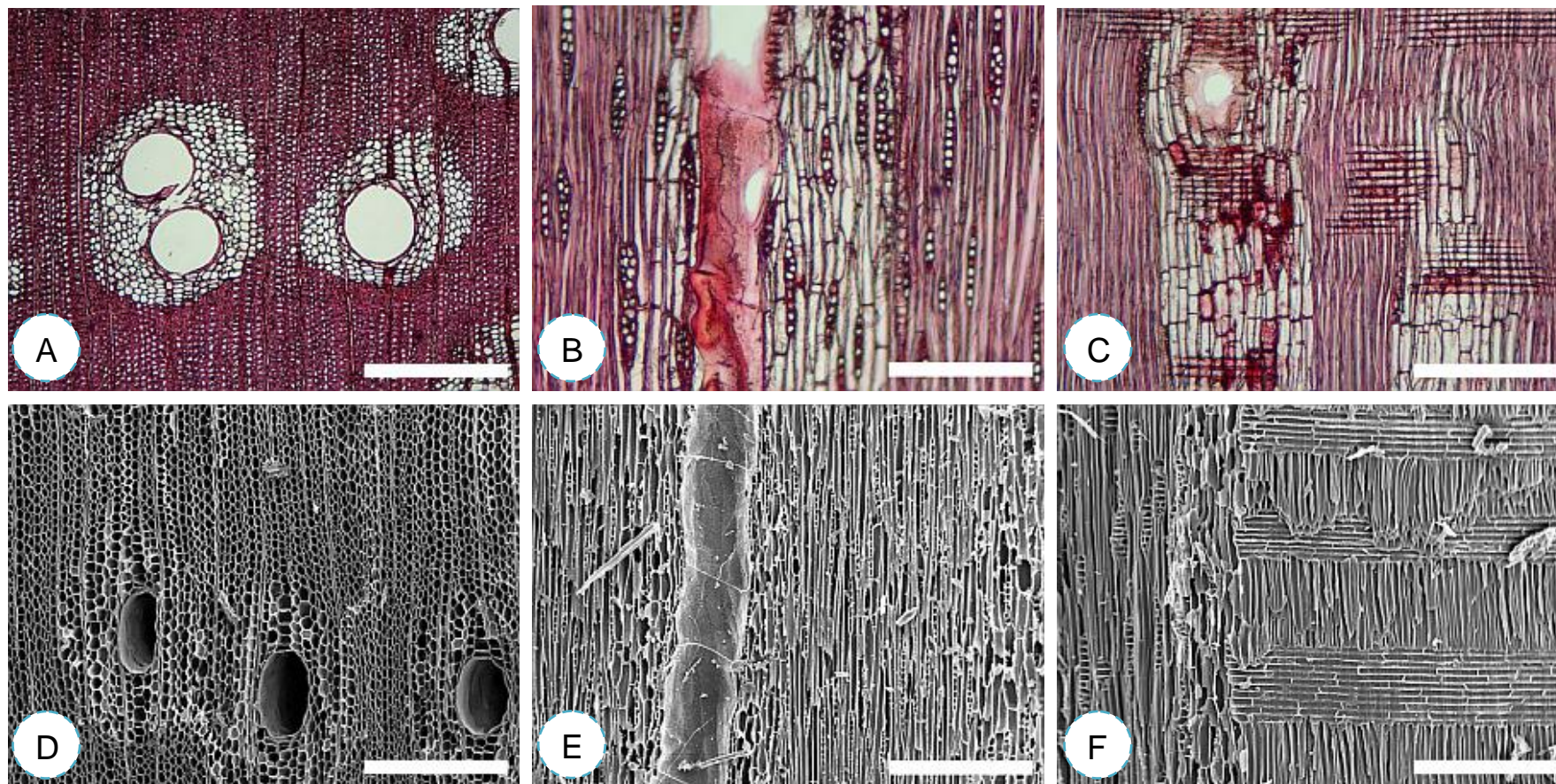


Figura 41 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Stryphonodendron pulcherrimum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 35 - *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & J. W. Grimes

Nº Registro Antracoteca: CV-7573, CV-7579

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, [muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Elementos de vaso estratificados. **Raios:** exclusivamente unisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 36 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Zygia racemosa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 123 (99-139) | 11,81 | 99 (71-121) | 20,83 | 19,51 |
| Comp. dos vasos | 259 (157-393) | 77,11 | 234 (139-379) | 54,78 | 9,65 |
| Ø das pontoação | 3 (2-4) | 0,67 | 2 (2-3) | 0,38 | 33,33 |
| Largura dos raios | 16 (12-29) | 3,59 | 12 (10-14) | 1,06 | 25,00 |
| Altura dos raios | 213 (138-297) | 58,56 | 177 (91-284) | 31,86 | 16,90 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

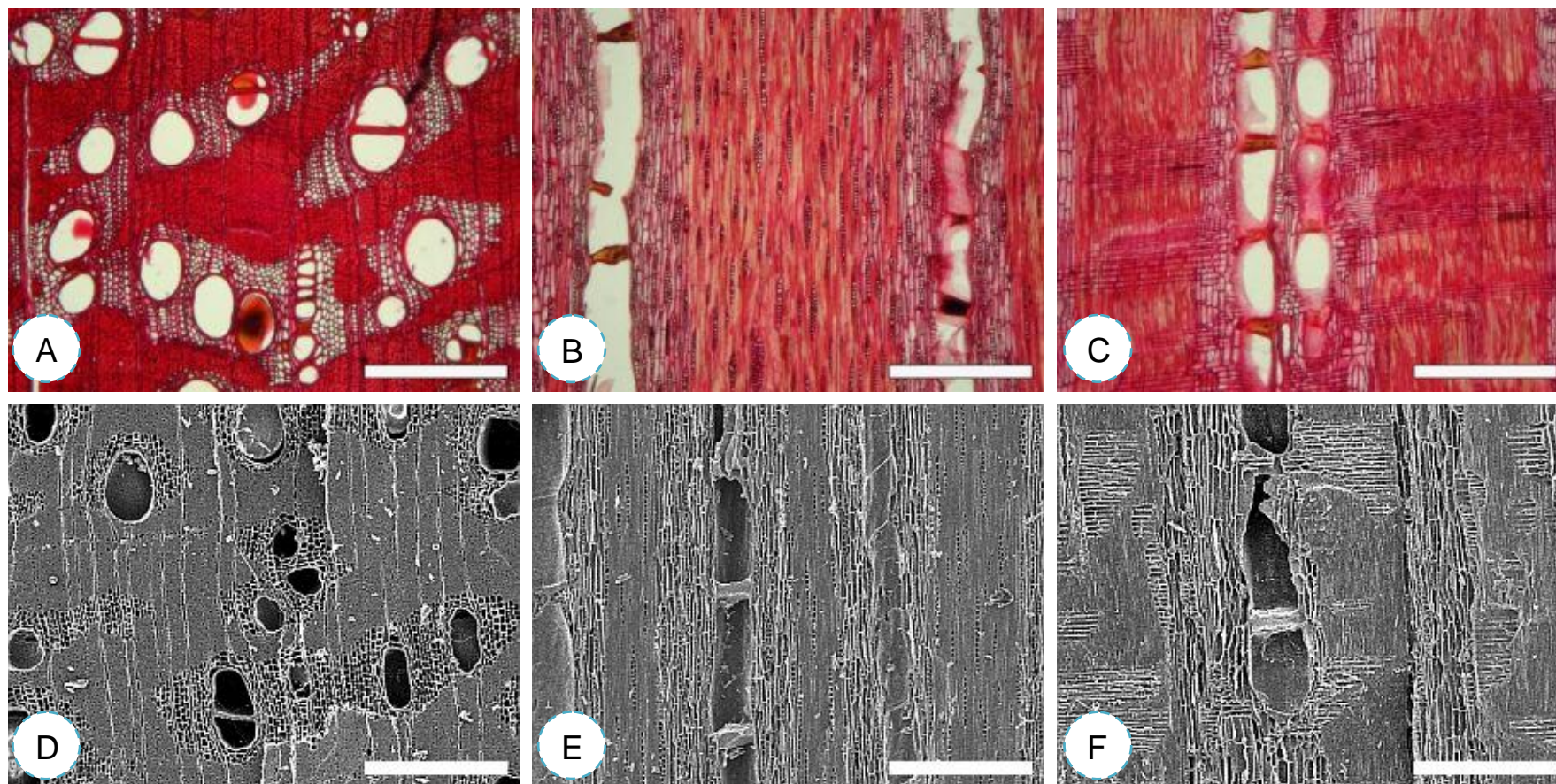


Figura 42 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Zygia racemosa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.10.3 Sub-família Papilionoideae

Espécie 36 - *Andira surinamensis* (Bondt) Splitg. ex Amshoff

Nº Registro Antracoteca: CV-7449

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, médias, guarneçadas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente tendendo a formar faixas. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados, Parênquima axial estratificado. Elementos de vaso estratificados. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 37 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Andira surinamensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 159 (133-173) | 18,08 | 151(102-216) | 30,02 | 5,31 |
| Comp. dos vasos | 312 (228-405) | 77,90 | 291 (270-311) | 26,14 | 6,73 |
| Ø Pontoação | 4 (3-5) | 0,63 | 3 (2-5) | 1,05 | 25,00 |
| Largura dos raios | 34 (26-43) | 4,97 | 29 (21-40) | 4,14 | 14,70 |
| Altura dos raios | 155 (107-199) | 26,14 | 129 (96-159) | 19,71 | 16,77 |
| FP Tangencial | - | - | - | - | - |
| FP Radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

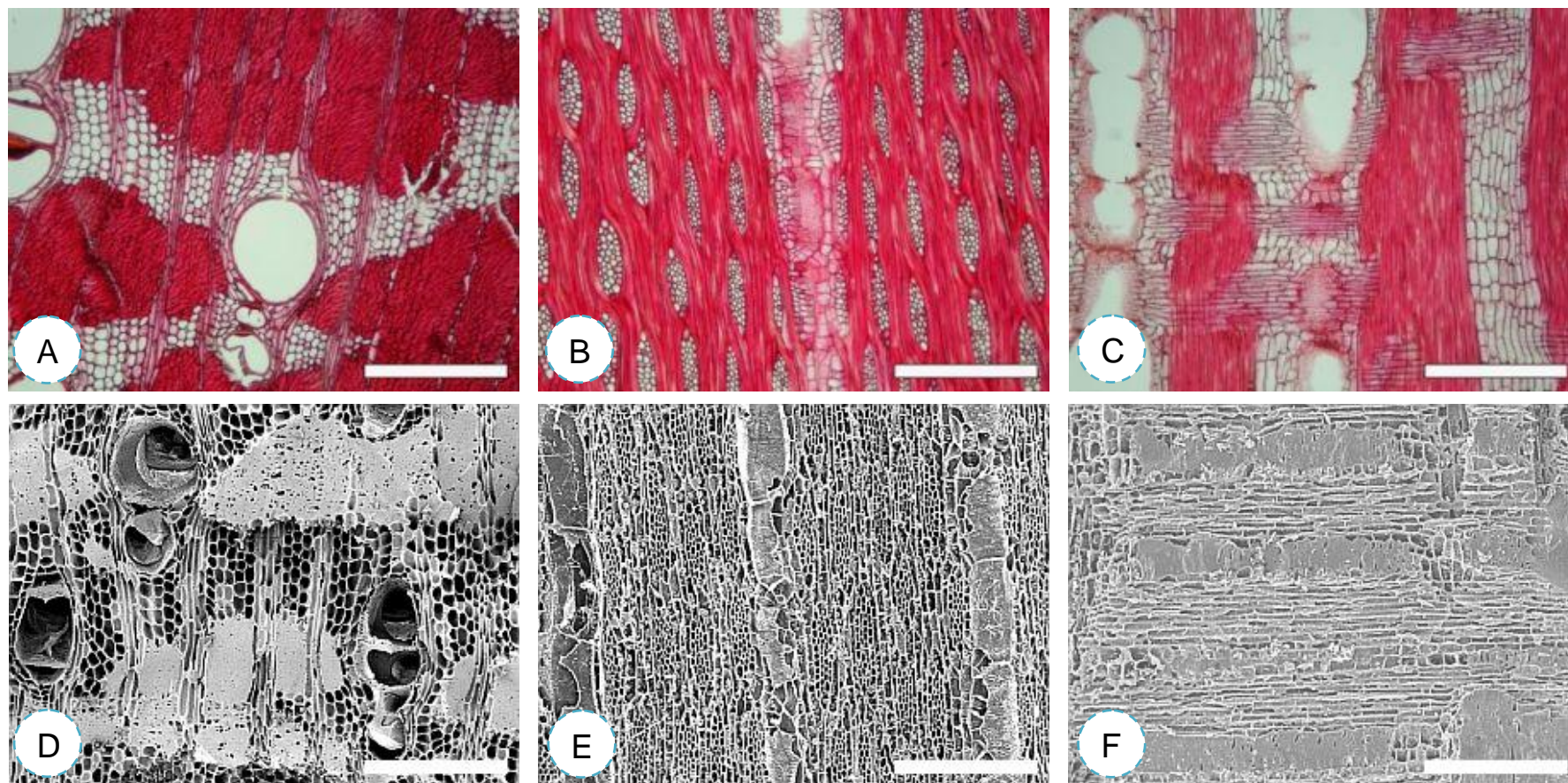


Figura 43 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Andira surinamensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 37 - *Bowdichia nitida* Spruce ex Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7592

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme confluyente. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. Elementos de vaso estratificados. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas em); parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 38 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Bowdichia nitida*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 165 (128-210) | 26,76 | 161 (117-198) | 23,76 | 2,42 |
| Comp. dos vasos | 251 (234-278) | 23,44 | 245 (197-307) | 30,07 | 2,39 |
| Ø das pontoação | 4 (2-8) | 1,38 | 3 (2-5) | 1,13 | 25,00 |
| Largura dos raios | 34 (21-49) | 6,13 | 27 (18-40) | 5,88 | 20,59 |
| Altura dos raios | 195 (149-225) | 21,96 | 194 (172-218) | 24,44 | 0,51 |
| FP Tangencial | - | - | - | - | - |
| FP Radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

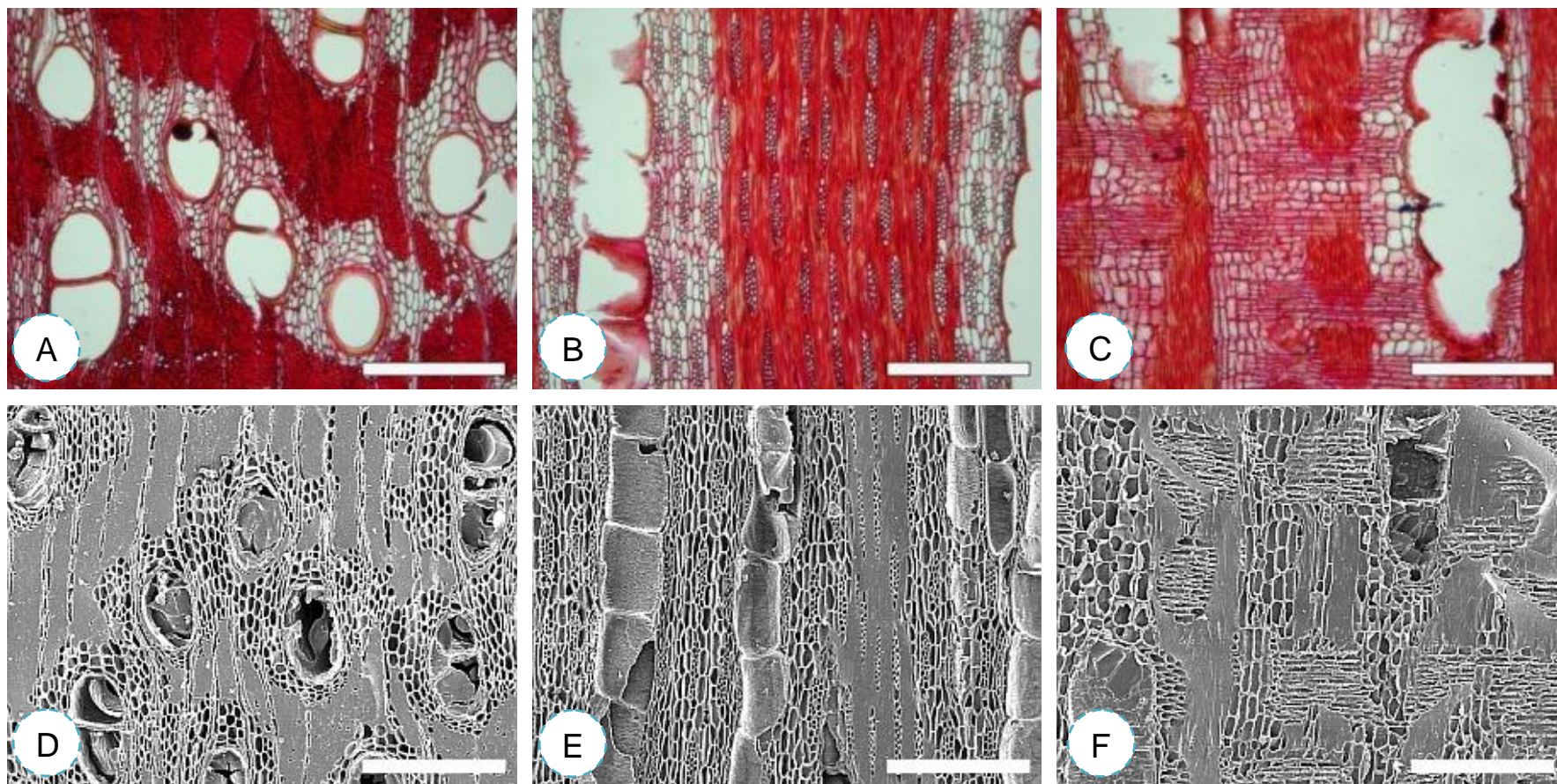


Figura 44 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bowdichia nitida* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 38 - *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd

Nº Registro Antracoteca: CV-7283; CV-7406

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas e médias, guarneçadas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** 1-2 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observadas.

Tabela 39 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Dipteryx odorata*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 123 (88-154) | 20,25 | 118 (91-162) | 10,79 | 4,07 |
| Comp. dos vasos | 296 (213-345) | 34,04 | 284 (239-337) | 24,52 | 4,05 |
| Ø das pontoação | 7 (4-11) | 2,10 | 6 (4-9) | 0,92 | 14,29 |
| Largura dos raios | 23 (14,34) | 4,78 | 21 (10-26) | 3,71 | 8,70 |
| Altura dos raios | 235 (170-297) | 32,78 | 225 (157-244) | 9,76 | 4,26 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

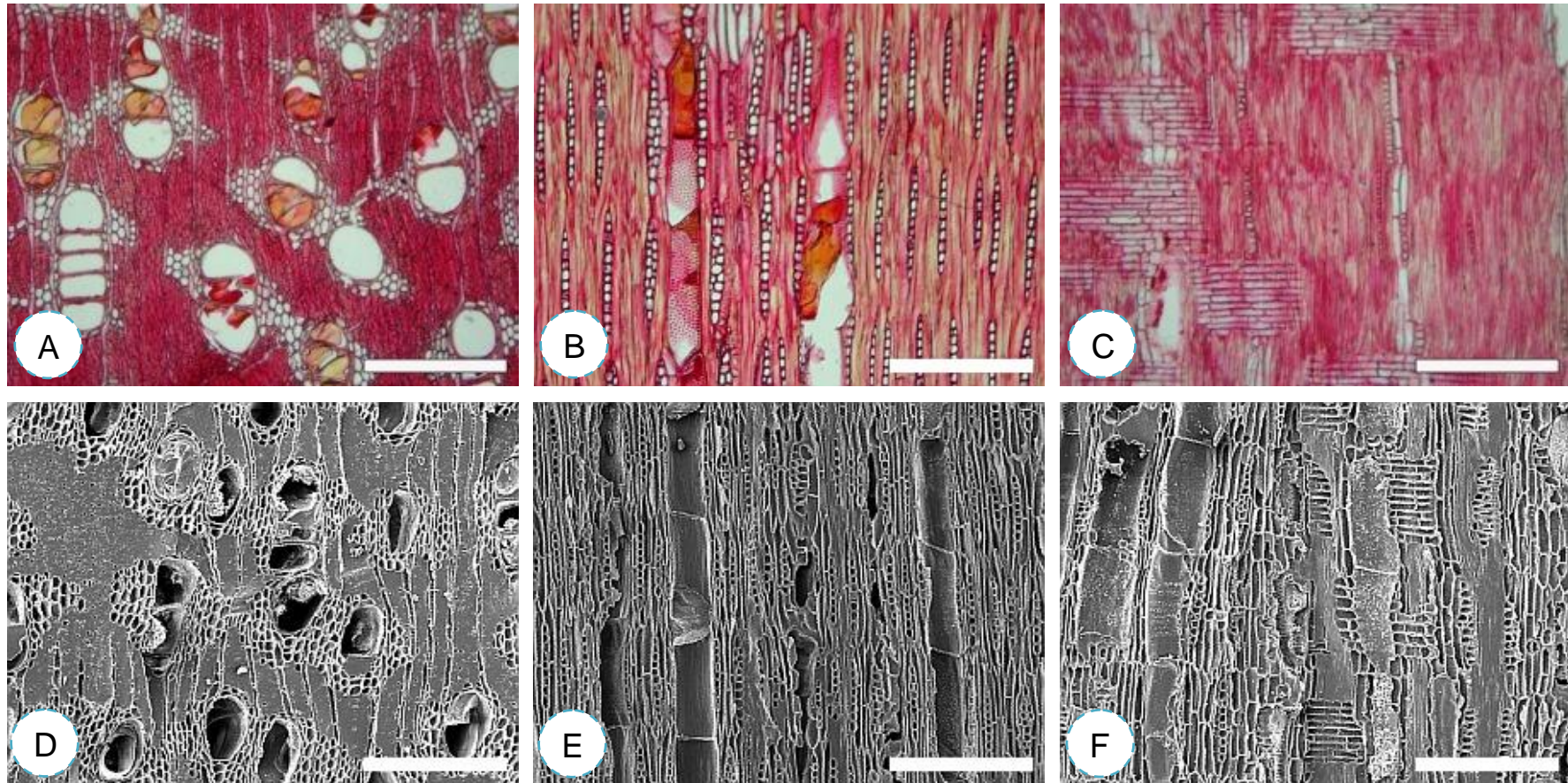


Figura 45 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Dipteryx odorata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 39 - *Hymenolobium excelsum* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7445, CV-7451, CV-7455

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 40 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Hymenolobium excelsum*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 180(154-213) | 22,67 | 132(72-195) | 42,70 | 26,67 |
| Comp. dos vasos | 292 (281-302) | 7,11 | 278 (179-346) | 54,17 | 4,79 |
| Ø das pontoação | 4 (3-5) | 0,56 | 3 (2-5) | 0,68 | 25,00 |
| Largura dos raios | 38(30-47) | 5,16 | 28(18-39) | 6,31 | 26,32 |
| Altura dos raios | 289(218-444) | 36,39 | 239(183-385) | 70,74 | 17,30 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

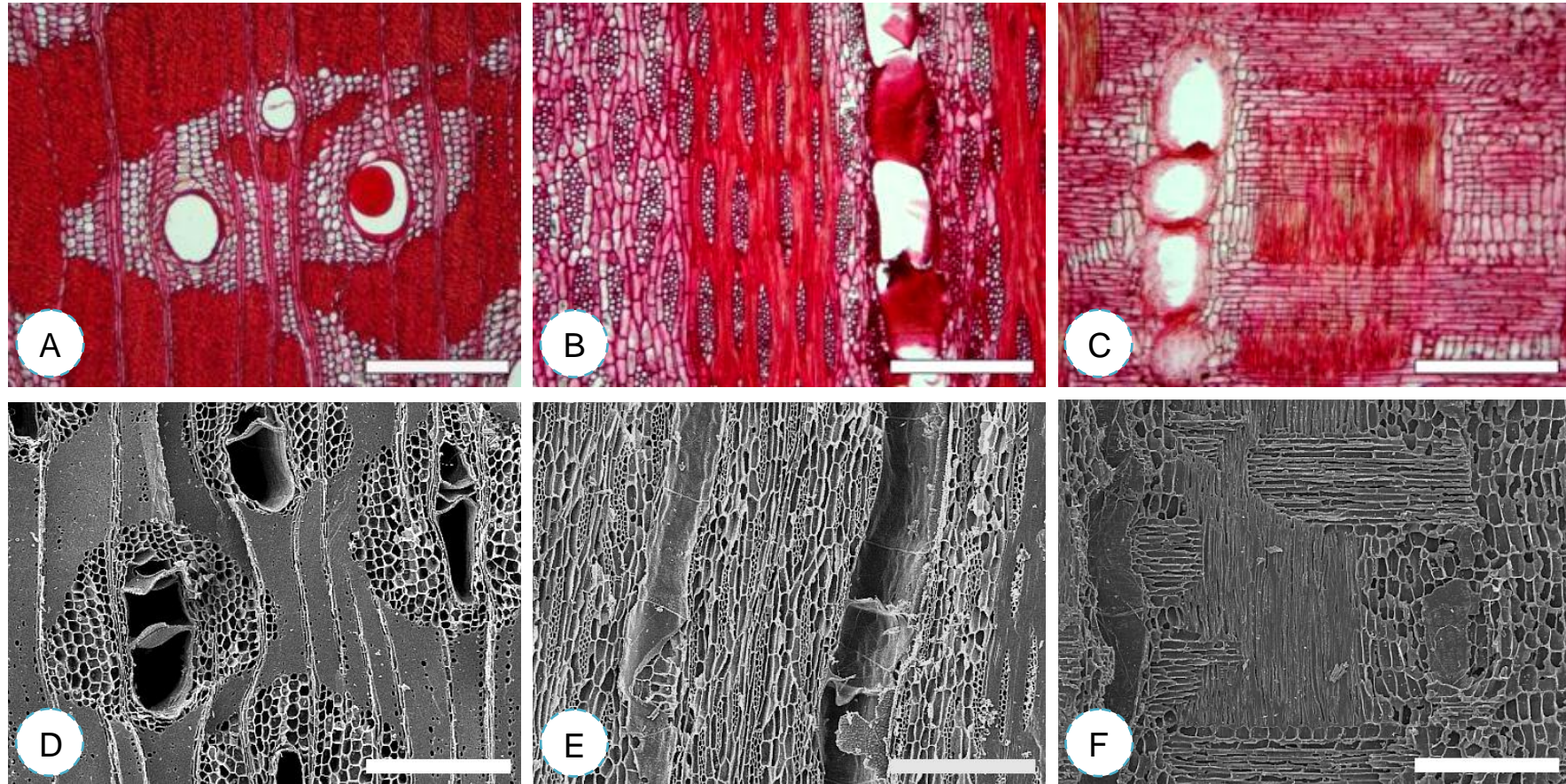


Figura 46 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium excelsum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 40 - *Hymenolobium flavum* Kleinh.

Nº Registro Antracoteca: CV-6306

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 41 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Hymenolobium flavum*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 153(93-188) | 26,94 | 142(100-181) | 20,29 | 7,19 |
| Comp. dos vasos | 292 (196-356) | 61,17 | 271(145-326) | 63,00 | 7,19 |
| Ø das pontoação | 7(4-10) | 1,10 | 6(4-9) | 1,41 | 14,29 |
| Largura dos raios | 34(17-44) | 5,82 | 31(24-34) | 3,29 | 8,82 |
| Altura dos raios | 288(214-361) | 38,89 | 281(181-332) | 29,50 | 2,43 |
| FP tangencial | 7 (4-9) | 1,44 | - | - | - |
| FP radial | 9 (5-12) | 1,63 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

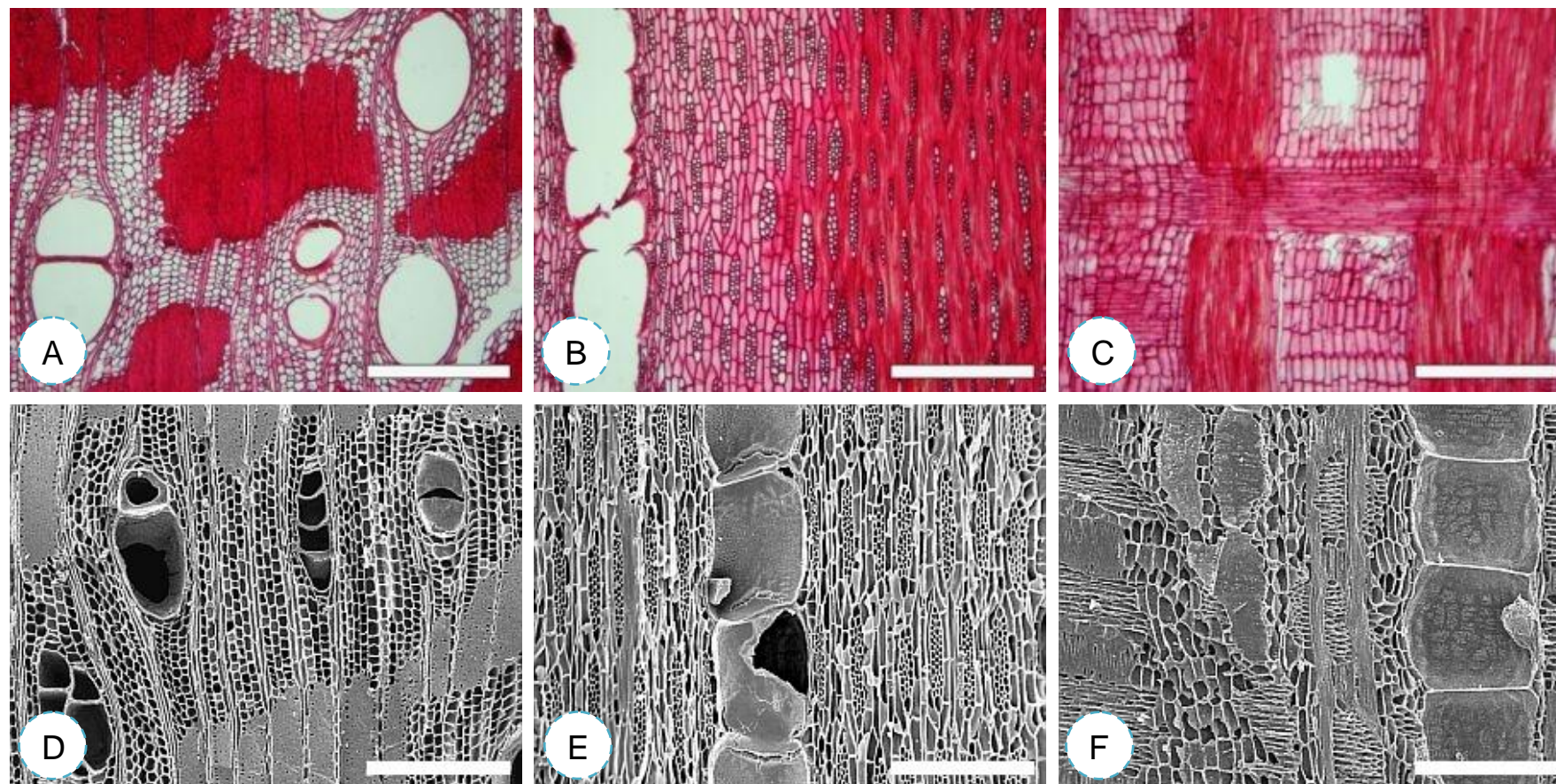


Figura 47 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium flavum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 41 - *Hymenolobium modestum* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7414; CV-7453; CV-7447

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** trisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas em); parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 42 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Hymenolobium modestum*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 241 (141-301) | 40,37 | 230 (213-252) | 9,48 | 4,56 |
| Comp. dos vasos | 411(334-486) | 41,02 | 360 (327-392) | 32,50 | 12,41 |
| Ø das pontoação | 6 (3-8) | 1,67 | 4 (2-7) | 1,24 | 33,33 |
| Largura dos raios | 45 (27-64) | 9,81 | 43 (32-55) | 7,05 | 4,44 |
| Altura dos raios | 353 (217-425) | 70,50 | 342 (260-397) | 26,13 | 3,12 |
| FP tangencial | 10 (8-12) | 1,14 | - | - | - |
| FP radial | 8 (5-9) | 0,88 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

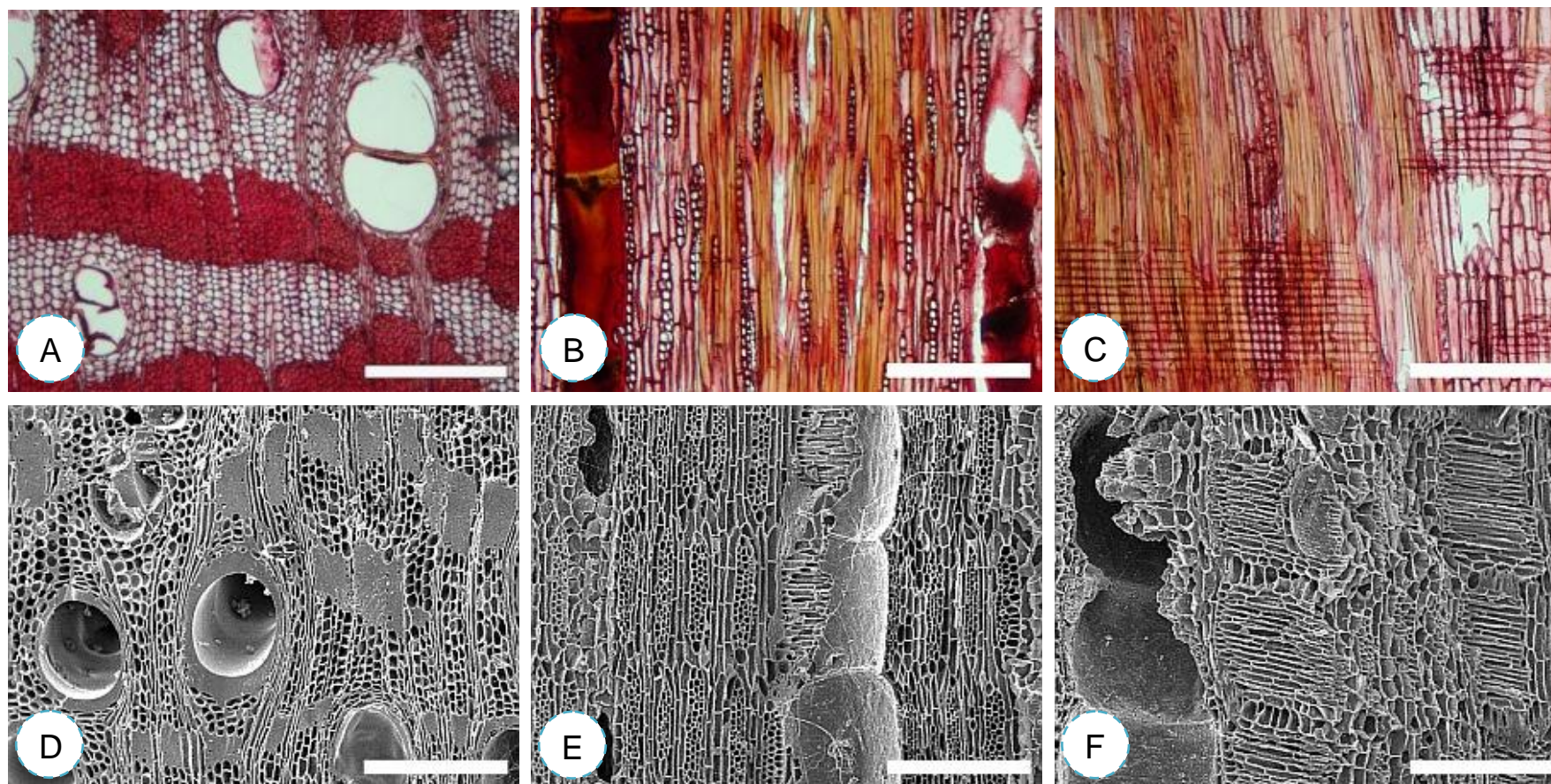


Figura 48 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium modestum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 42 - *Hymenolobium petraeum* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7446

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas e médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais estratificados. **Raios:** trisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas ; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 43 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Hymenolobium petraeum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 218 (163-256) | 19,83 | 202 (159-258) | 22,33 | 7,34 |
| Comp. dos vasos | 398 (338-486) | 60,32 | 389 (362-415) | 26,50 | 2,26 |
| Ø das pontoação | 5 (3-9) | 2,04 | 4 (2-8) | 1,75 | 20,00 |
| Largura dos raios | 55 (29-67) | 0,91 | 50 (35-66) | 7,25 | 9,09 |
| Altura dos raios | 288 (210-345) | 26,08 | 260 (164-311) | 29,55 | 9,72 |
| FP tangencial | 9 (7-11) | 0,91 | - | - | - |
| FP radial | 9 (7-11) | 1,04 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

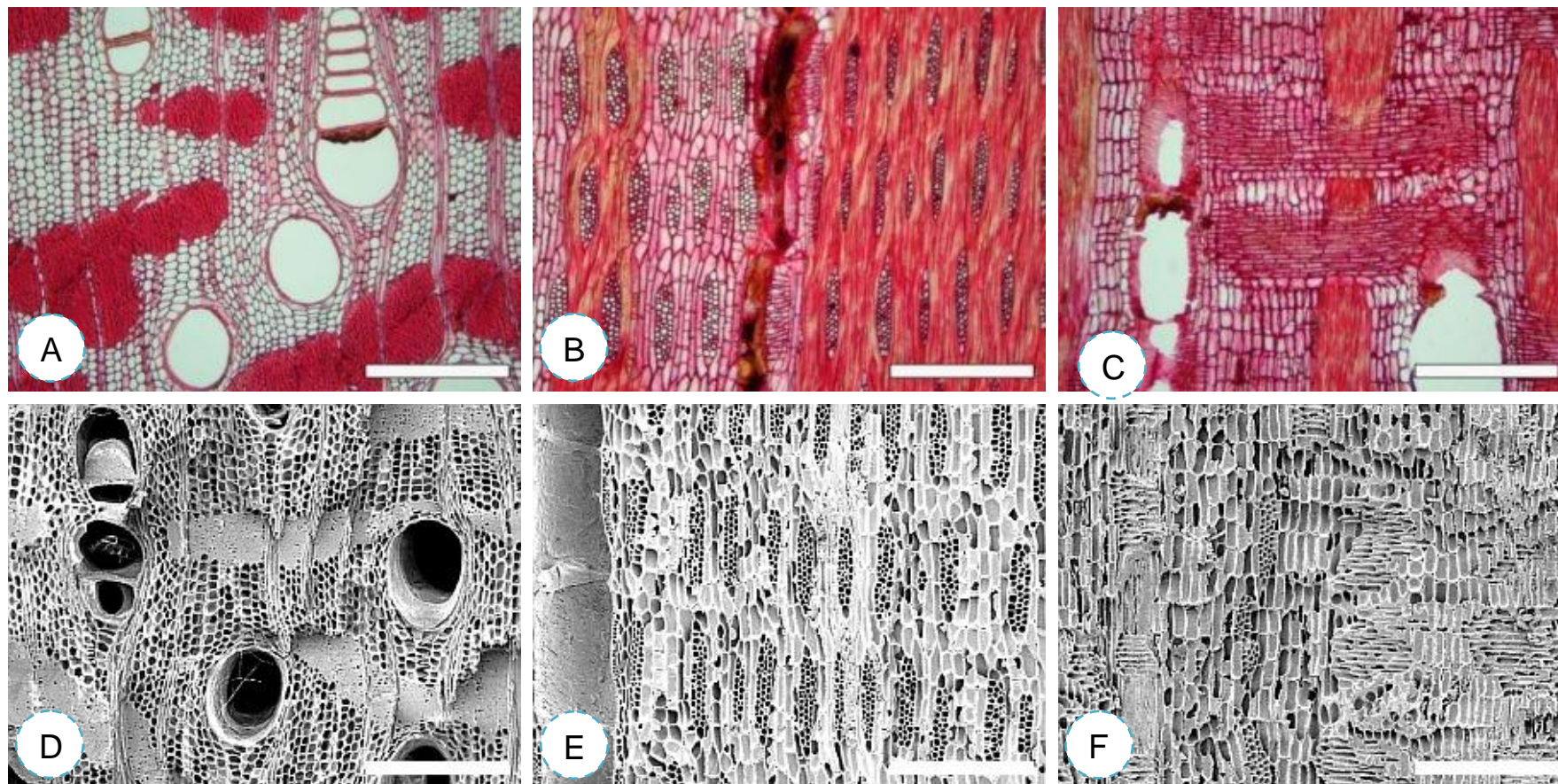


Figura 49 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Hymenolobium petraeum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 43 - *Ormosia flava* (Ducke) Rudd

Nº Registro Antracoteca: CV-7511; CV-7517

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas e médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 44 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Ormosia flava*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 206 (155-256) | 34,02 | 153 (108-210) | 31,50 | 25,73 |
| Comp. dos vasos | 301 (170-438) | 107,84 | 264 (129-349) | 47,67 | 12,29 |
| Ø das pontoação | 6 (3-8) | 1,54 | 4 (2-6) | 1,16 | 33,33 |
| Largura dos raios | 36 (14-57) | 13,74 | 27 (15-3) | 5,06 | 25,00 |
| Altura dos raios | 322 (107-426) | 81,92 | 303 (186-391) | 49,33 | 5,90 |
| FP tangencial | 7 (6-8) | 0,69 | - | - | - |
| FP radial | 5 (3-7) | 0,78 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

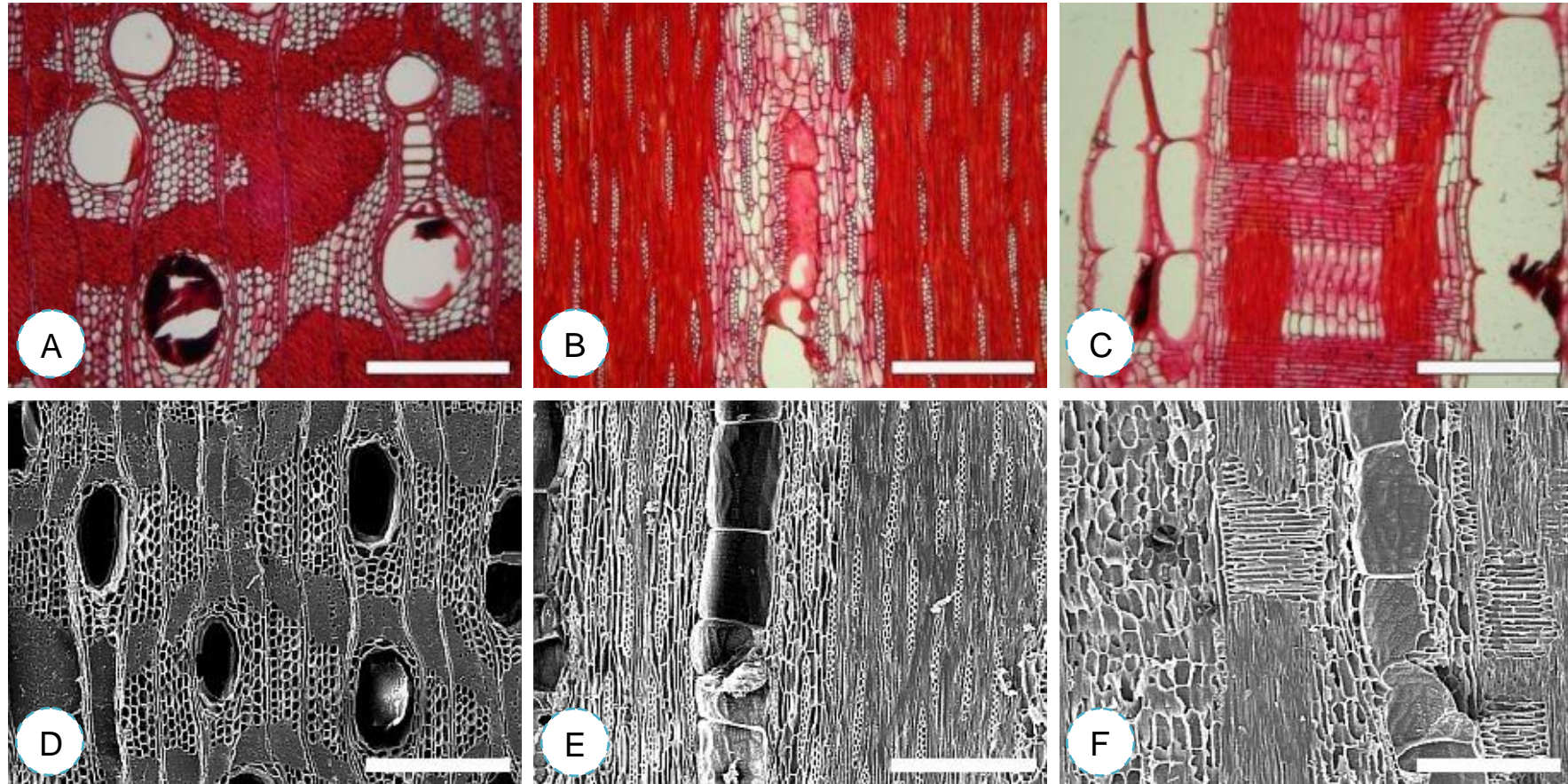


Figura 50 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ormosia flava* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 44 - *Swartzia laurifolia* Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7101

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados. **Raios:** exclusivamente unisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 45 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Swartzia laurifolia*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 189(115-249) | 35,39 | 144(100-178) | 16,45 | 23,81 |
| Comp. dos vasos | - | - | 283 (339-437) | - | - |
| Ø das pontoação | 4(3-5) | 0,67 | 4(3-5) | 0,48 | 0,00 |
| Largura dos raios | 11(5-14) | 2,68 | 9(5-14) | 2,32 | 18,18 |
| Altura dos raios | 181(100-254) | 28,74 | 169(145-210) | 14,91 | 6,63 |
| FP tangencial | 12(10-13) | 0,83 | 10(6-14) | 1,41 | 16,67 |
| FP radial | 17(15-19) | 1,50 | 15(10-18) | 2,27 | 11,76 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

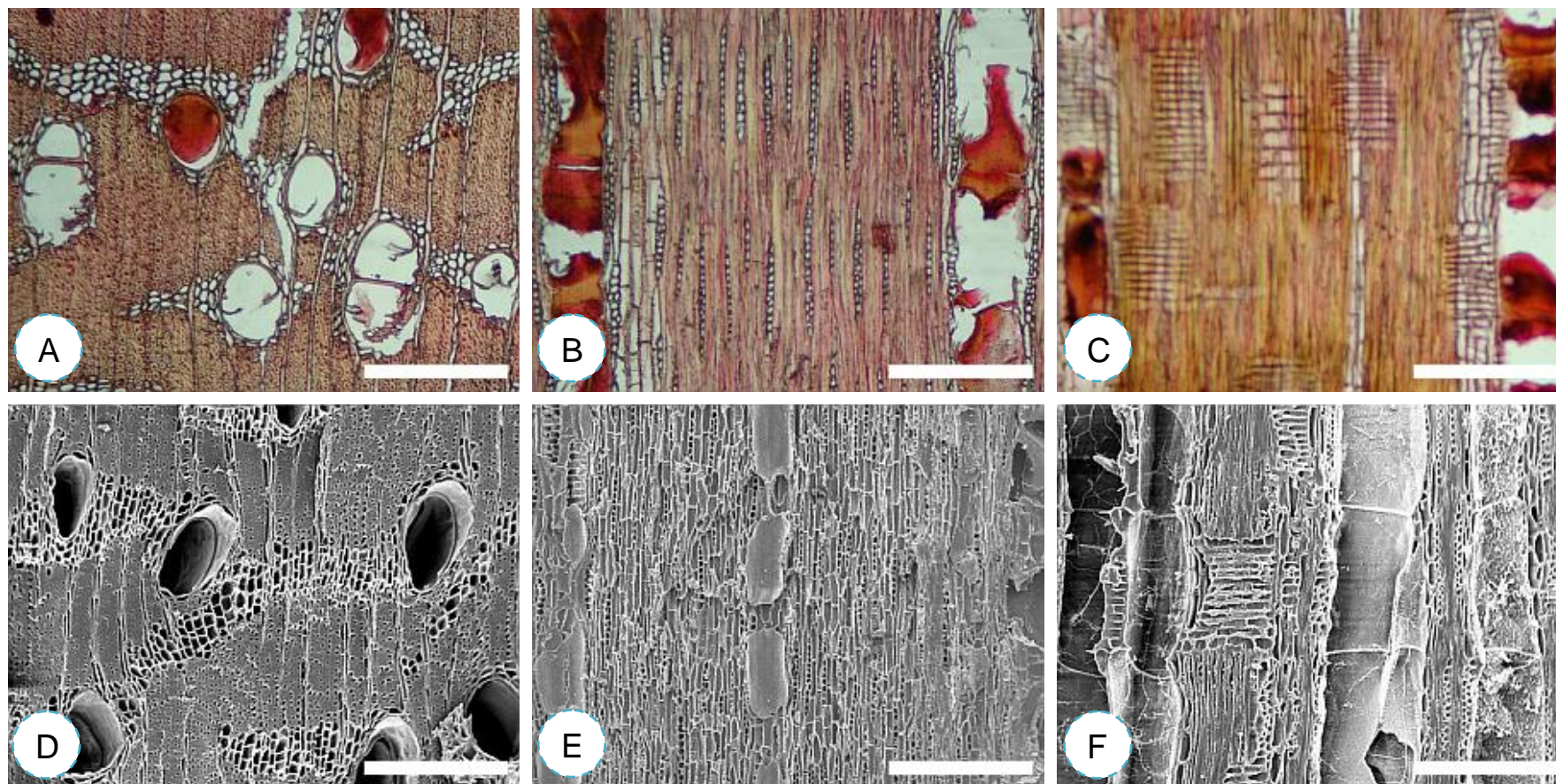


Figura 51 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Swartzia laurifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 45 - *Swartzia leptopetala* Benth.

Nº Registro Antracoteca: CV-7410

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 46 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Swartzia leptopetala*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 153 (128-221) | 19,56 | 135 (93-200) | 27,44 | 11,76 |
| Comp. dos vasos | 326 (225-396) | 59,00 | 299 (231-358) | 30,49 | 8,28 |
| Ø das pontoação | 4 (3-5) | 0,70 | 4 (3-5) | 0,75 | 0,00 |
| Largura dos raios | 40 (28-47) | 7,11 | 38 (23-53) | 6,38 | 5,00 |
| Altura dos raios | 284 (210-358) | 54,23 | 269 (230-304) | 18,16 | 5,28 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

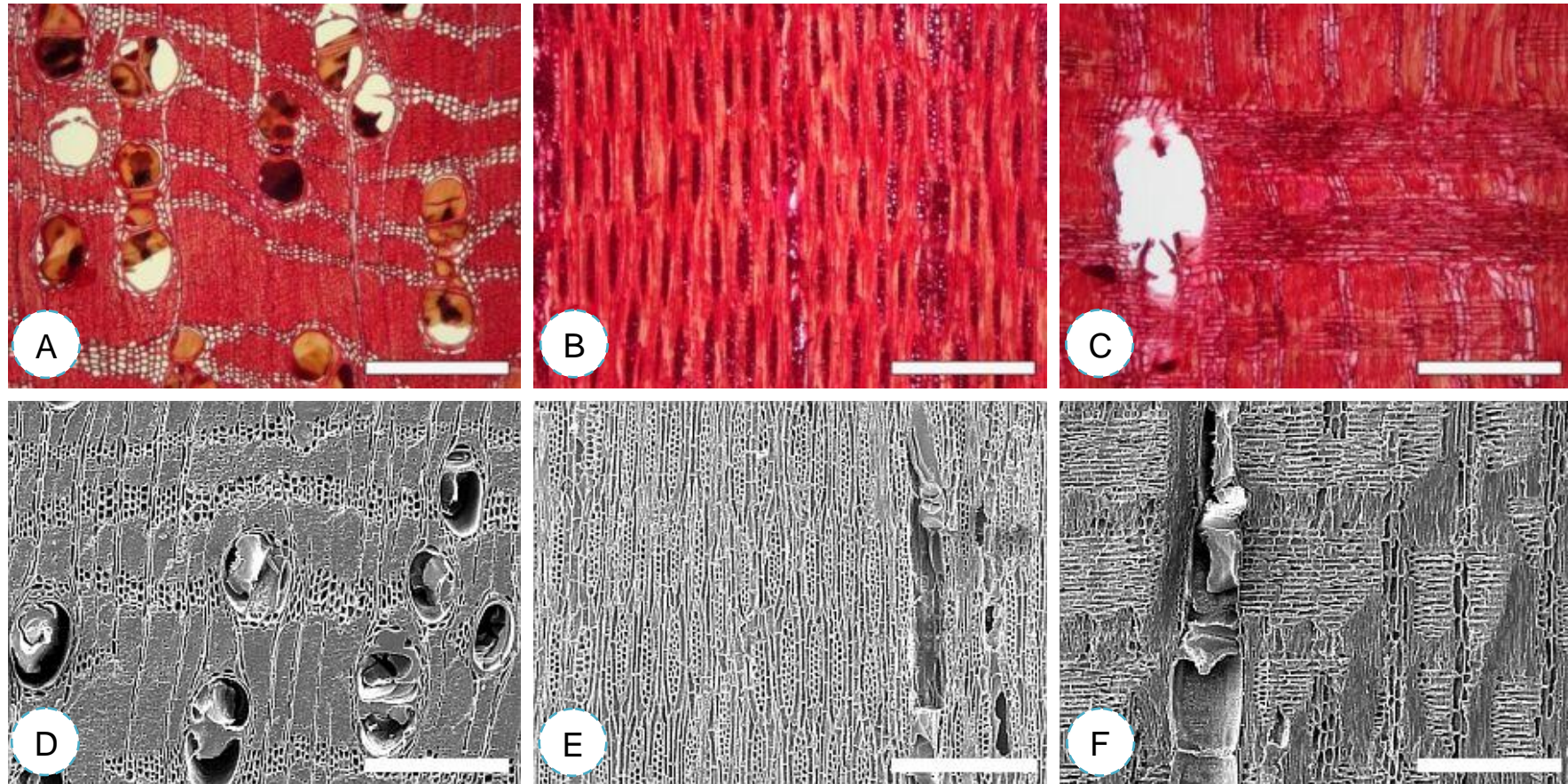


Figura 52 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Swartzia leptopetala* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 46 - *Vatairea paraensis* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7555

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 47 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Vatairea paraensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 165 (132-186) | 15,20 | 132(96-181) | 20,49 | 20,00 |
| Comp. dos vasos | 360 (250-434) | 52,32 | 324 (183-412) | 65,56 | 10,00 |
| Ø das pontoação | 4 (3-6) | 1,08 | 3 (3-5) | 0,78 | 25,00 |
| Largura dos raios | 35 (28-50) | 7,14 | 33 (20-46) | 5,86 | 5,71 |
| Altura dos raios | 333 (260-435) | 45,37 | 294 (88-410) | 34,08 | 11,71 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

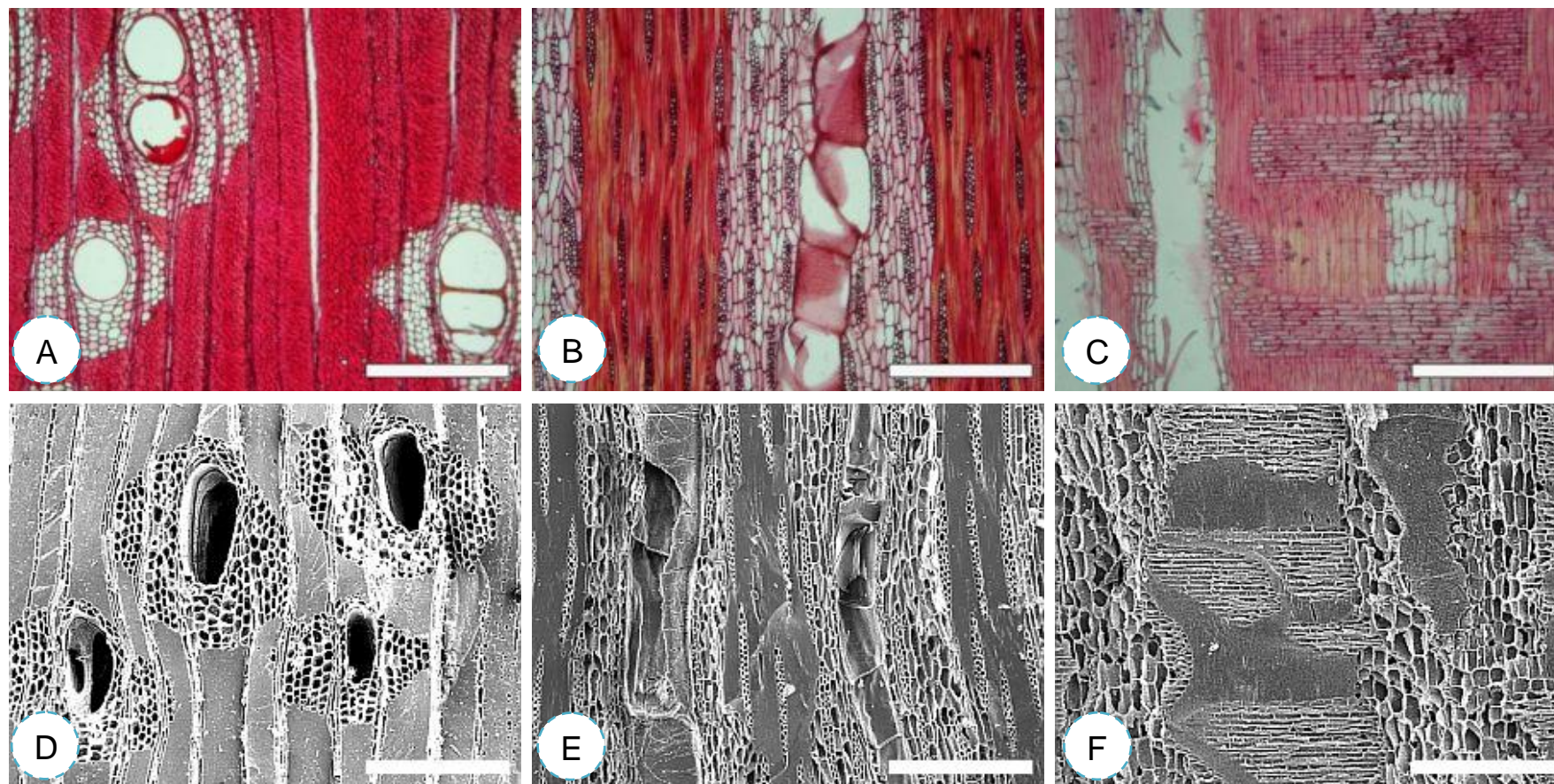


Figura 53 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vatairea paraensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 47 - *Vataireopsis* sp. 1

Nº Registro Antracoteca: CV-7459

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas, com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 48 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Vataireopsis* sp 1

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 153(124-195) | 20,03 | 128(72-183) | 26,98 | 16,34 |
| Comp. dos vasos | 300 (171-350) | 45,56 | 279 (198-374) | 48,20 | 7,00 |
| Ø das pontoação | 6(2-10) | 1,67 | 6(2-9) | 1,57 | 0,00 |
| Largura dos raios | 53(46-63) | 4,46 | 45(31-50) | 4,60 | 15,09 |
| Altura dos raios | 208(166-267) | 28,62 | 203(143-258) | 26,55 | 2,40 |
| FP tangencial | 7(5-10) | 1,09 | 5(5-7) | 0,45 | 28,57 |
| FP radial | 7(5-10) | 0,59 | 4(3-5) | 0,76 | 42,86 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

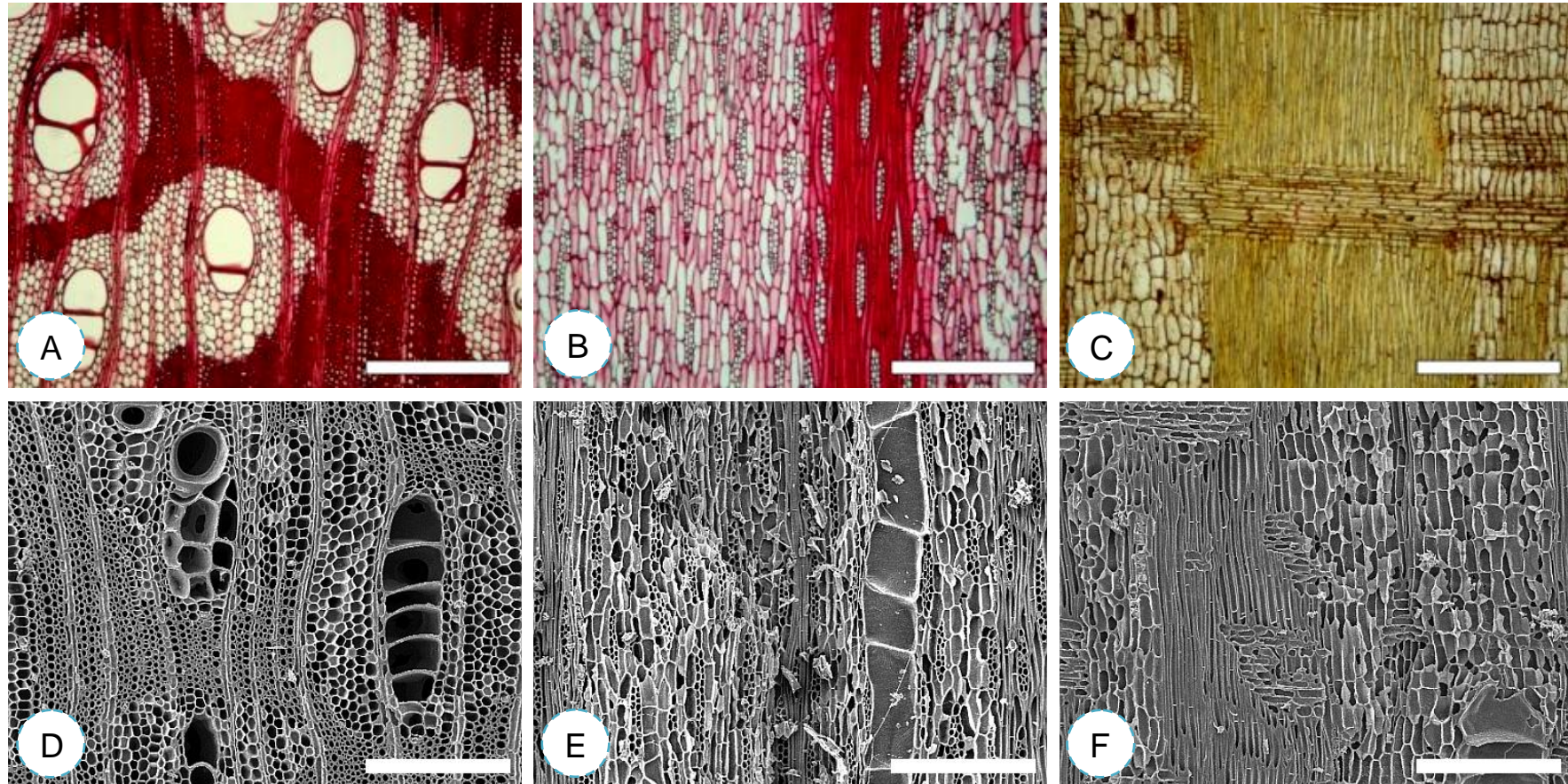


Figura 54 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *vaitareopsis sp.* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 48 - *Vataireopsis* sp. 2

Nº Registro Antracoteca: CV-7450

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal aliforme losangular confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial e em fibras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 49 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Vataireopsis* sp 2

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 126 (103-153) | 16,50 | 103 (91-124) | 15,10 | 18,25 |
| Comp. dos vasos | 349(267-456) | 55,42 | 311 (225-436) | 52,00 | 10,89 |
| Ø das pontoação | 3 (3-5) | 0,64 | 3 (2-4) | 0,73 | 0,00 |
| Largura dos raios | 57 (46-71) | 5,64 | 48 (40-66) | 6,76 | 15,79 |
| Altura dos raios | 308 (146-382) | 52,33 | 253 (137-391) | 60,57 | 17,86 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede.

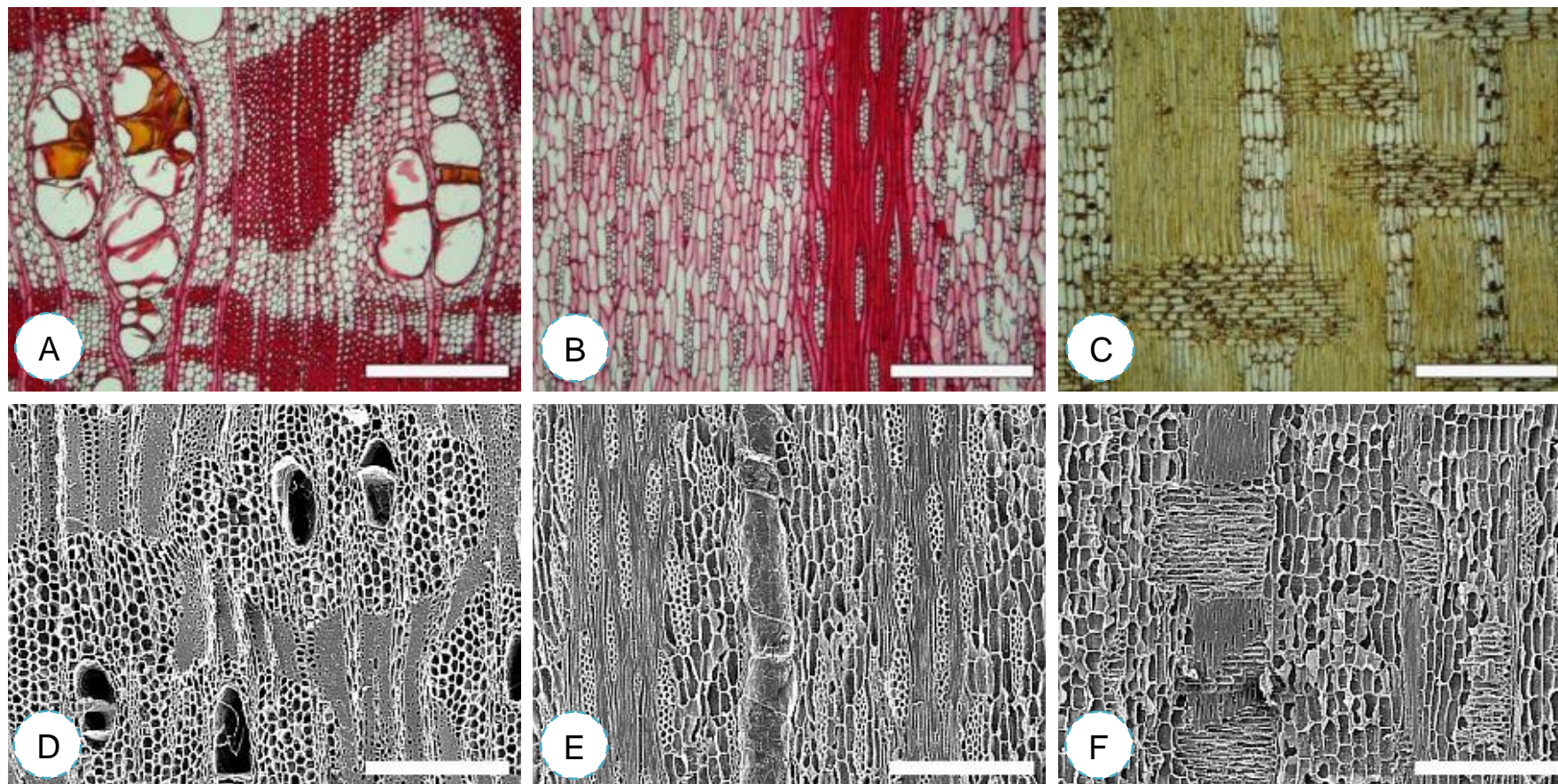


Figura 55 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vataireopsis sp* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.11 Família Goupiaceae

Espécie 49 - *Goupia Glabra* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7560

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples e escalariformes com menos de 10 barras. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas).

Parênquima axial: paratraqueal escasso e apotraqueal difuso e em agregados. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, compostos por células procumbentes com mais de 4 camadas marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 50 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Goupia glabra*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 161 (121-215) | 21,49 | 154 (111-182) | 20,60 | 4,35 |
| Comp. dos vasos | 919 (726-1026) | 123,78 | 909 (833-950) | 50,67 | 1,09 |
| Ø das pontoação | 5 (3-8) | 1,35 | 5 (2-8) | 0,98 | 0,00 |
| Largura dos raios | 54 (42-74) | 8,90 | 50 (37-76) | 7,33 | 7,41 |
| Altura dos raios | 325 (199-455) | 60,22 | 275 (162-458) | 62,94 | 15,38 |
| FP tangencial | 12 (7-18) | 2,17 | - | - | - |
| FP radial | 8 (7-11) | 0,99 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

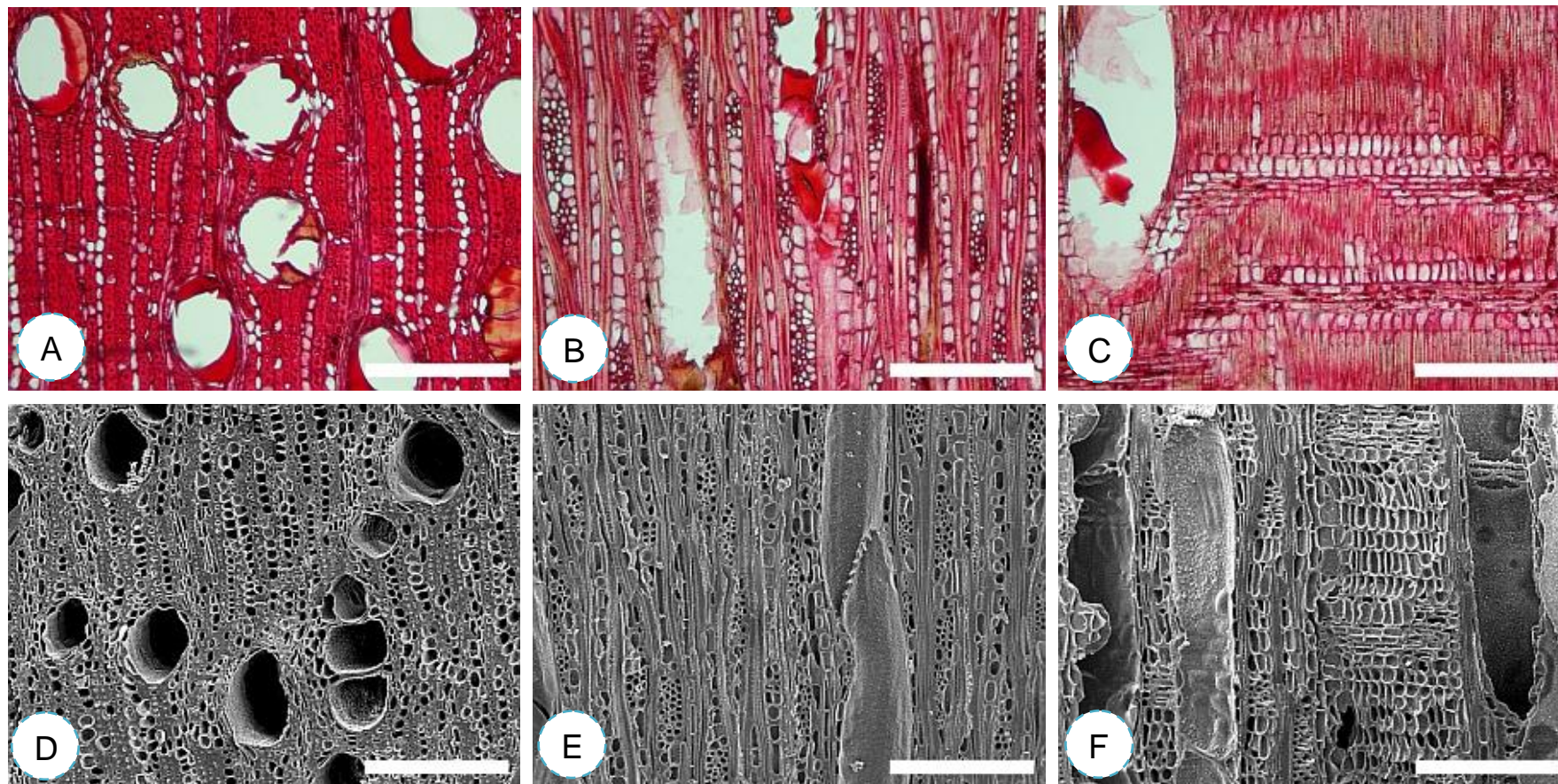


Figura 56 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Goupia glabra* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.12 Família Hypericaraceae

Espécie 50 - *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.

Nº Registro Antracoteca: CV-7457

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: paratraqueal em linhas finas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes com mais de 4 camadas marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas em ambas as paredes (radial e tangencial); parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Cristais prismáticos no parênquima axial em câmaras e sem câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 51 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Vismia cayennensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 96 (49-122) | 21,17 | 77 (45-108) | 13,52 | 19,79 |
| Comp. dos vasos | 419 (202-679) | 76,13 | 385 (275-649) | 105,52 | 8,11 |
| Ø das pontoação | 4 (3-5) | 0,49 | - | - | - |
| Largura dos raios | 17 (8-38) | 8,21 | 15 (9-20) | 2,45 | 11,76 |
| Altura dos raios | 371 (197-1057) | 186,47 | 352 (148-869) | 189,92 | 5,12 |
| FP tangencial | 5 (3-7) | 0,92 | 4 (3-5) | 0,73 | 20,00 |
| FP radial | 4 (2-5) | 0,93 | 3 (2-5) | 0,70 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

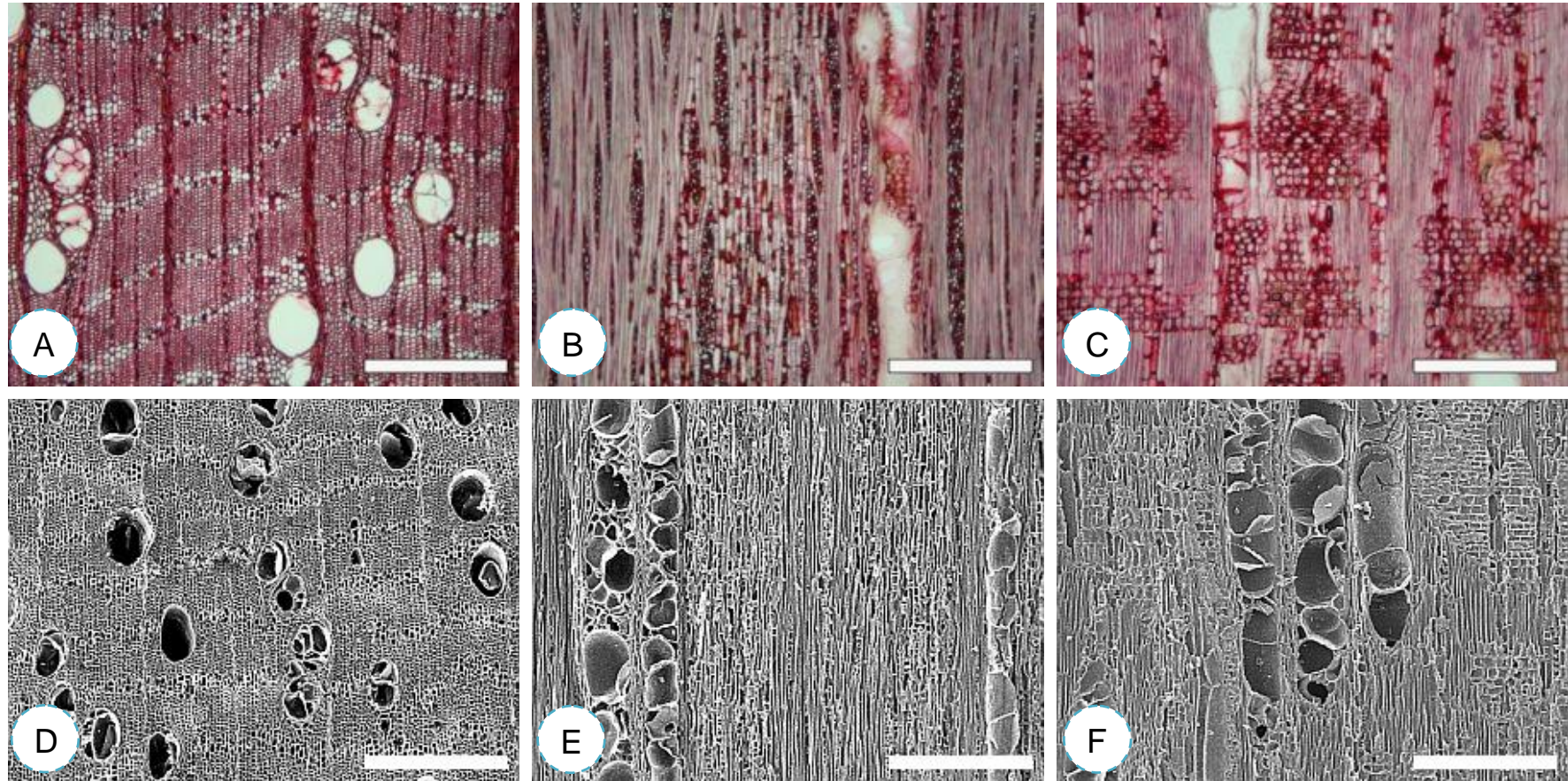


Figura 57 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Vismia cayennensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.13 Família Lauraceae

Espécie 51 - *Licaria aritu* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7397

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal vasicêntrico. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** trisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas e não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Células oleíferas ou mucilaginosas associadas aos raios e ao parênquima axial. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 52 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Licaria aritu*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 166 (132-277) | 37,11 | 150 (93-207) | 24,61 | 9,64 |
| Comp. dos vasos | 248 (262-532) | 69,89 | 413 (339-529) | 52,72 | 3,50 |
| Ø das pontoação | 5 (4-6) | 0,40 | 3(2-4) | 0,59 | 40,00 |
| Largura dos raios | 44 (12-57) | 8,00 | 38 (28-78) | 6,24 | 14,11 |
| Altura dos raios | 385 (172-578) | 94,17 | 360 (205-455) | 73,65 | 6,49 |
| FP tangencial | 5 (4-6) | 0,62 | 5(4-5) | 0,38 | 0,00 |
| FP radial | 3 (2-6) | 1,12 | 4(3-5) | 0,67 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

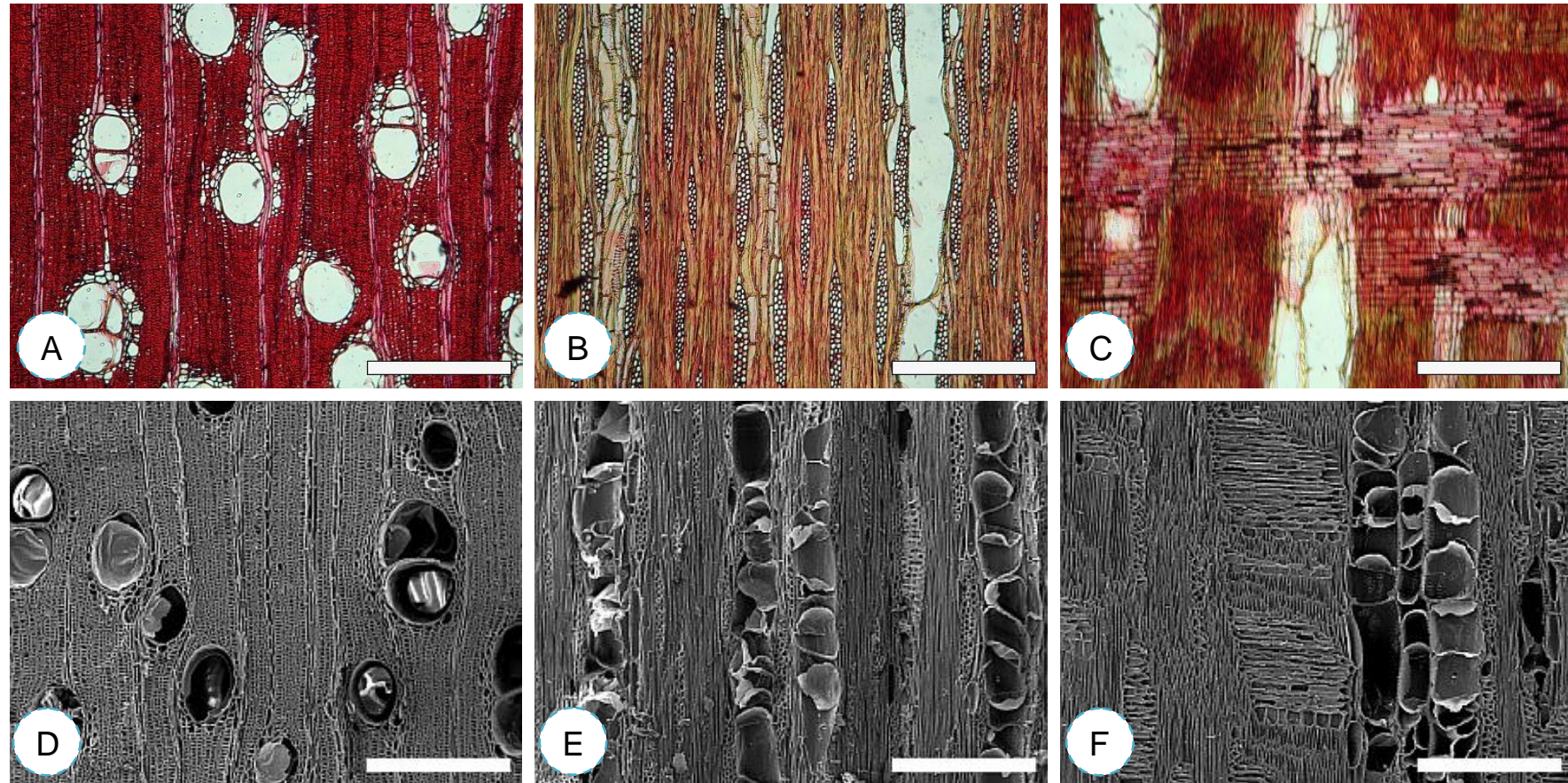


Figura 58 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Licaria aritu* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 52 - *Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.

Nº Registro Antracoteca: CV-7413

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias e grandes, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal vasicêntrico. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas e não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras muito espessa. **Elementos secretores:** Células oleíferas ou mucilaginosas associadas aos raios e ao parênquima axial. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 53 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Mezilaurus itauba*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 154 (98-205) | 22,50 | 143 (48-187) | 28,75 | 7,14 |
| Comp. dos vasos | 408 (256-475) | 61,44 | - | - | - |
| Ø das pontoação | 10(8-12) | 1,00 | 10(9-10) | 0,44 | 0,00 |
| Largura dos raios | 42(32-54) | 6,85 | 39(24-57) | 6,89 | 7,14 |
| Altura dos raios | 395(250-585) | 64,14 | 391(279-546) | 56,52 | 1,01 |
| FP tangencial | 12(8-18) | 2,26 | 10(7-17) | 3,57 | 16,67 |
| FP radial | 7(3-12) | 2,93 | 6(5-10) | 1,76 | 14,29 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

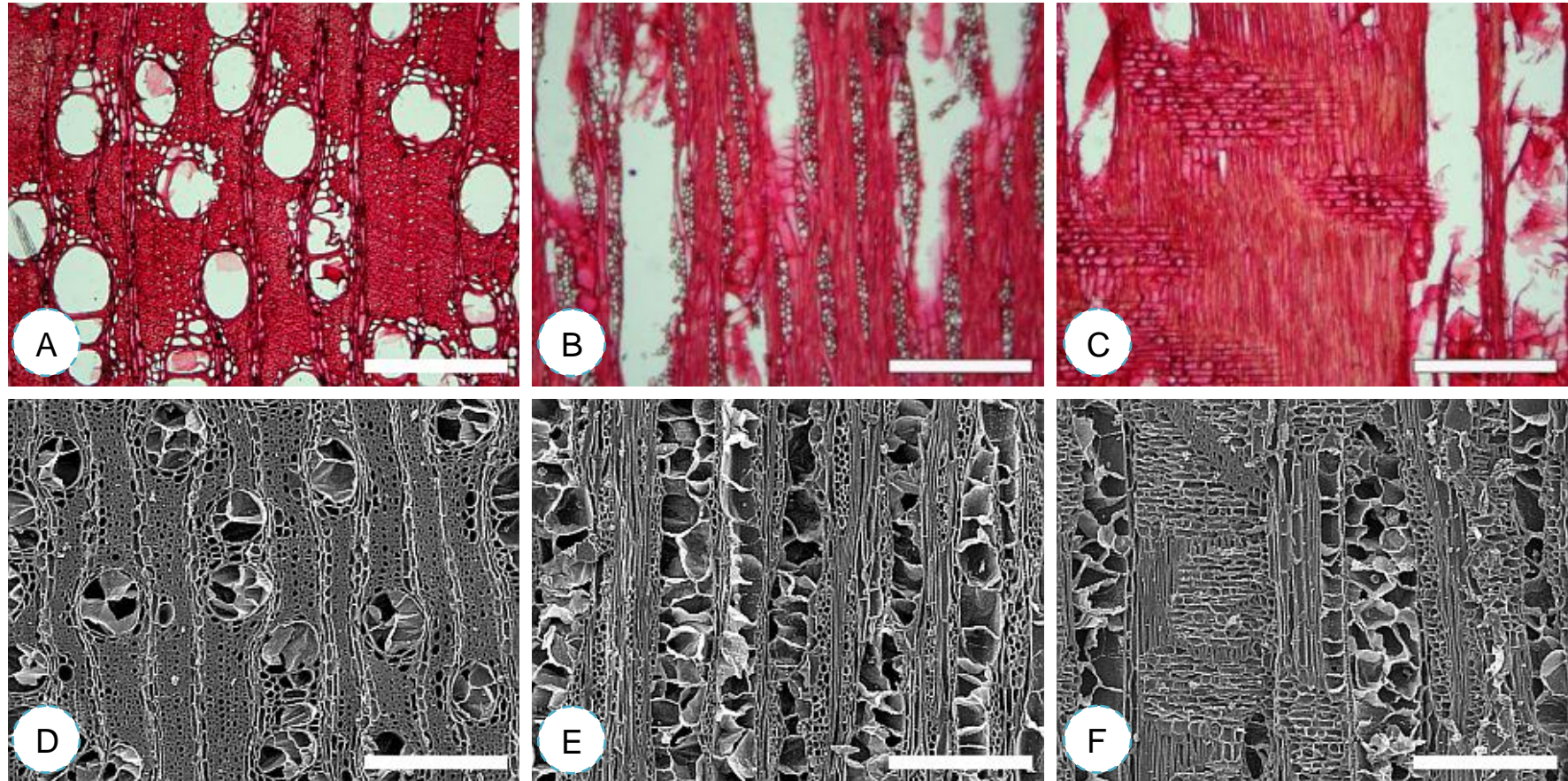


Figura 59 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Mezilaurus itauba* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 53 - *Rhodostemonodaphne dioica* (Mez) Rohwer

Nº Registro Antracoteca: CV-7109

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: paratraqueal escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** trisseriados, compostos por células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Células oleíferas ou mucilaginosas associadas aos raios e ao parênquima axial. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 54 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Rhodostemonodaphne dioica*

| Anatomia (μm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|----------------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 158 (114-222) | 20,08 | 145 (45-225) | 22,29 | 2,03 |
| Comp. dos vasos | 592 (431-712) | 84,50 | 571 (322-729) | 124,38 | 3,55 |
| Ø das pontoação | 5 (3-6) | 0,75 | 4 (2-6) | 0,88 | 20,00 |
| Largura dos raios | 50 (32-68) | 10,89 | 44 (33-82) | 7,83 | 12,00 |
| Altura dos raios | 655 (408-883) | 143,89 | 622 (430-822) | 129,17 | 5,04 |
| FP tangencial | 6 (5-7) | 0,76 | 5 (3-7) | 1,00 | 16,67 |
| FP radial | 5 (3-6) | 0,82 | 4 (3-6) | 0,93 | 20,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

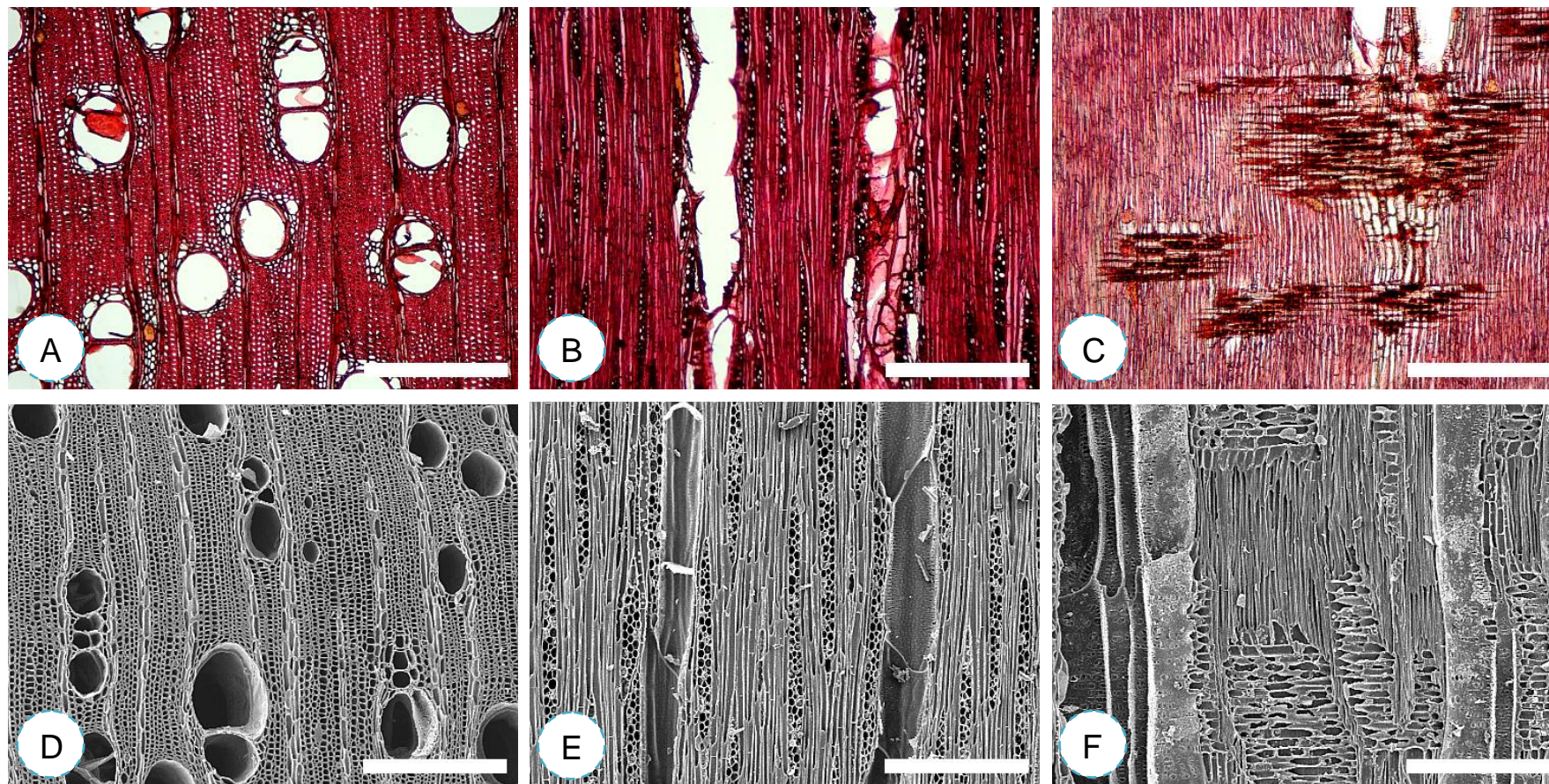


Figura 60 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Rhodostemonodaphne dioica* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 54 - *Ocotea matogrossensis* Vatt.

Nº Registro Antracoteca: CV-7399

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes uma camadas marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Células oleíferas ou mucilaginosas associadas aos raios, ao parênquima axial e as fibras. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 55 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Ocotea matogrossensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 156 (132-195) | 14,25 | 148 (43-189) | 35,08 | 5,13 |
| Comp. dos vasos | 453 (346-565) | 92,73 | 438 (356-519) | 81,50 | 3,31 |
| Ø das pontoação | 5(4-6) | 0,47 | 4(3-5) | 0,56 | 20,00 |
| Largura dos raios | 28(21-30) | 2,69 | 27(19-29) | 1,84 | 3,57 |
| Altura dos raios | 380(304-481) | 72,18 | 311(229-426) | 56,01 | 18,16 |
| FP tangencial | 8 (7-9) | 0,65 | 6 (4-8) | 1,38 | 25,00 |
| FP radial | 7 (3-9) | 1,54 | 5(5-7) | 0,82 | 28,57 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

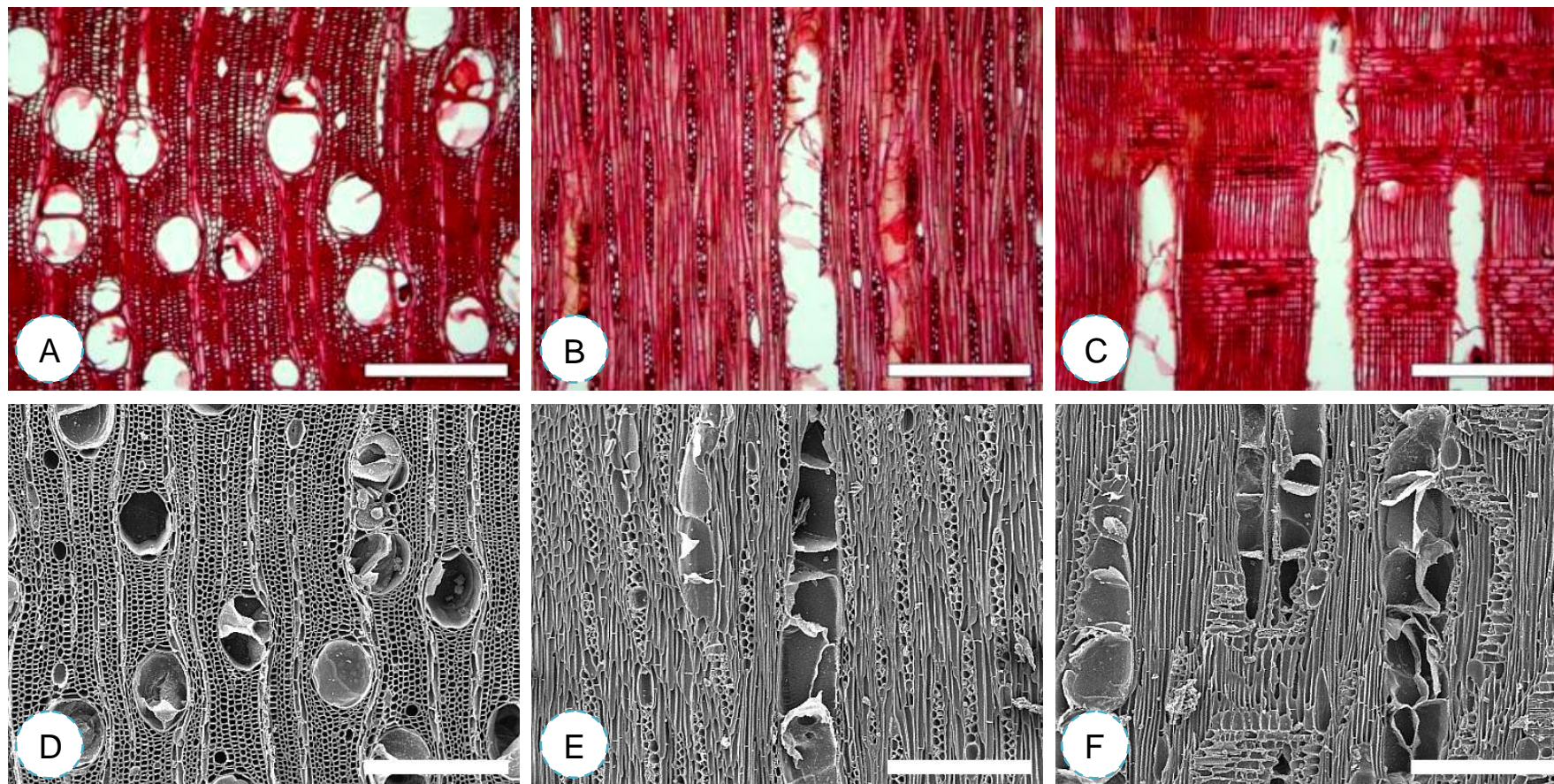


Figura 61 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ocotea matogrossensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 57 - *Ocotea petalanthera* (Meisn.) Mez.

Nº Registro Antracoteca: CV-7412

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes uma camadas marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Células oleíferas ou mucilaginosas associadas aos raios, ao parênquima axial e as fibras. **Inclusões minerais:** Não observados.. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 56 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Ocotea petalanthera*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 151 (121-189) | 18,79 | 146 (64-187) | 34,03 | 3,31 |
| Comp. dos vasos | 340 (243-401) | 55,50 | 322 (265-359) | 29,50 | 5,29 |
| Ø das pontoação | 5(3-6) | 0,55 | 4(2-6) | 0,92 | 20,00 |
| Largura dos raios | 23(19-26) | 2,02 | 21(18-29) | 2,69 | 8,70 |
| Altura dos raios | 304(224-463) | 48,79 | 275(216-387) | 37,37 | 9,54 |
| FP tangencial | 4(4-5) | 0,50 | 4(3-5) | 0,94 | 0,00 |
| FP radial | 5(4-5) | 0,42 | 4(2-5) | 0,90 | 20,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

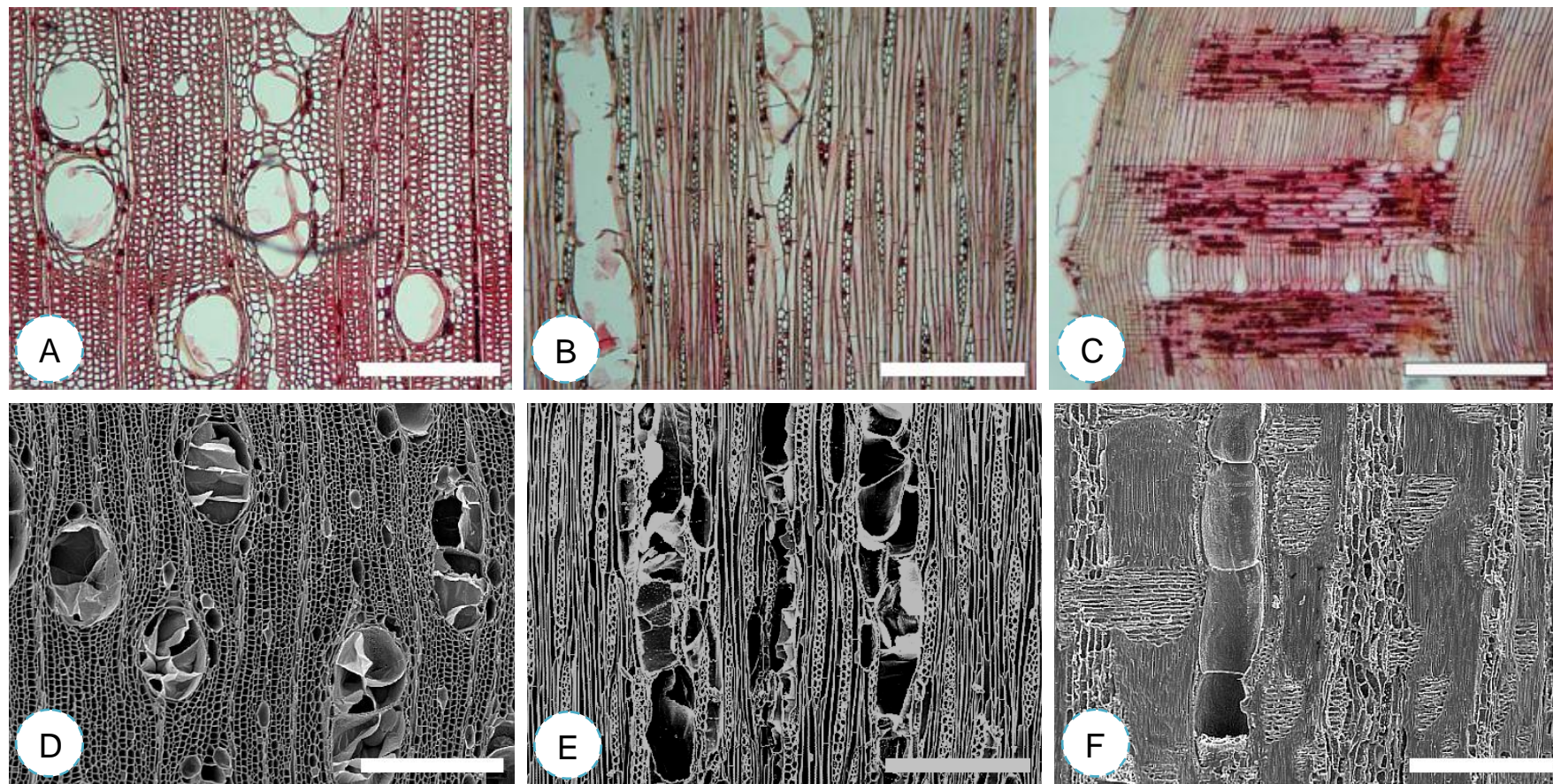


Figura 62 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ocotea petalantha* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.14 Família Lecythydaceae

Espécie 58 - *Betholletia excelsa* H.B.K

Nº Registro Antracoteca: CV-7589

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, média, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: em linhas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, compostos por células procumbentes vom 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas); parede das fibras fina a espessa.

Elementos secretores: Não observados. **Inclusões minerais:** parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 57 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Bertholletia excelsa*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 287 (266-314) | 21,62 | 269 (302-395) | 33,68 | 6,27 |
| Comp. dos vasos | 450(318-548) | 85,50 | 386 (287-538) | 94,62 | 14,22 |
| Ø das pontoação | 9 (8-10) | 1,12 | 7 (5-9) | 1,68 | 22,22 |
| Largura dos raios | 41 (24-57) | 10,49 | 35 (20-48) | 8,15 | 14,63 |
| Altura dos raios | 433 (325-505) | 64,26 | 424 (209-601) | 128,03 | 2,08 |
| FP tangencial | 8 (5-13) | 2,39 | 7 (5-10) | 1,12 | 12,5 |
| FP radial | 6 (3-11) | 2,36 | 6 (5-10) | 0,95 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

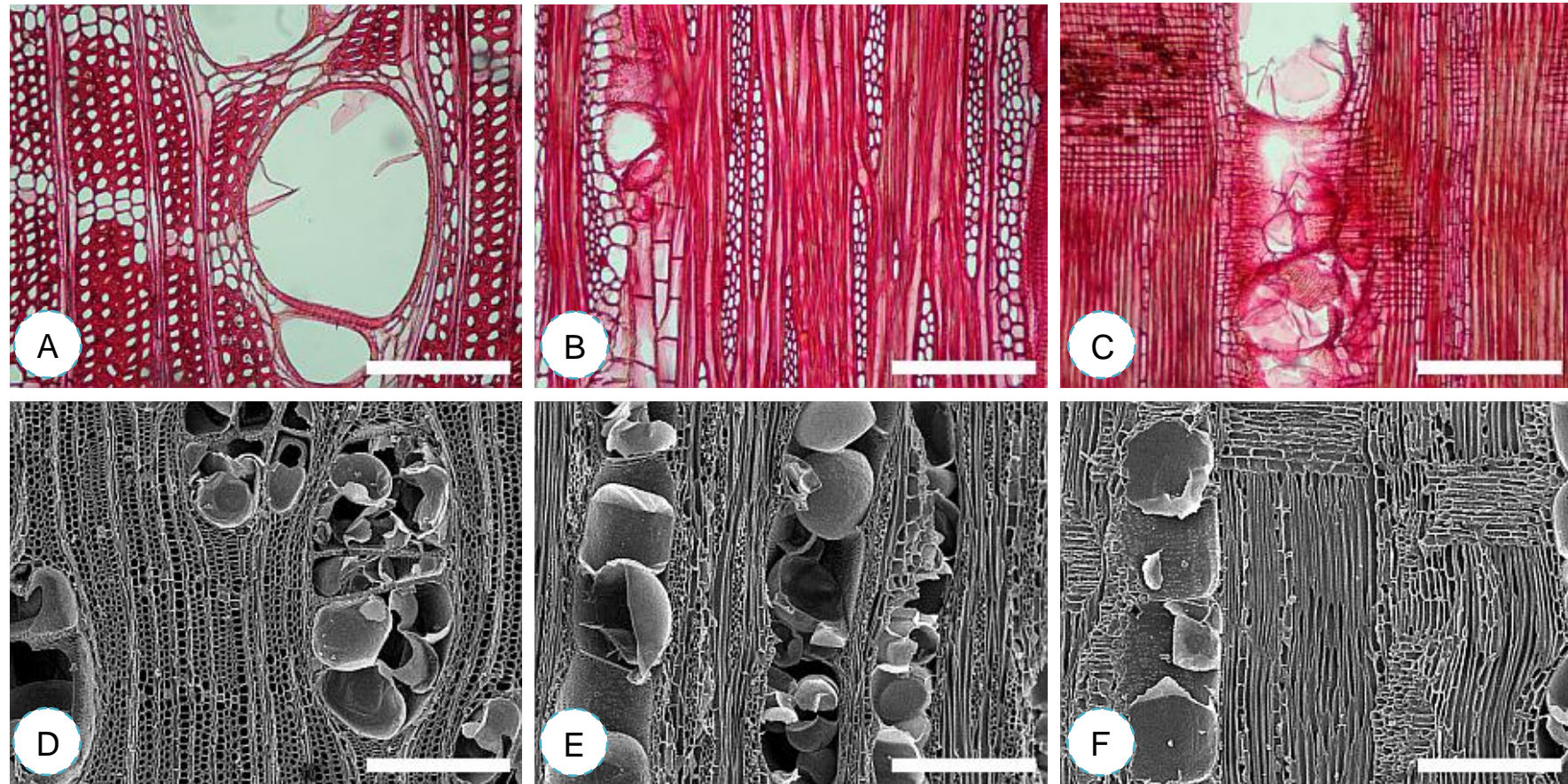


Figura 63 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bertholletia excelsa* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 57 - *Couratari guianensis* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7534

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** reticulado. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-4 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas, parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 58 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Couratari guianensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 137(126-157) | 9,68 | 134(126-140) | 4,75 | 2,19 |
| Comp. dos vasos | 442 (401-473) | 27,33 | 412 (364-460) | 48,00 | 6,79 |
| Ø das pontoação | 3(2-4) | 0,42 | 3(2-4) | 0,32 | 0,00 |
| Largura dos raios | 54(43-67) | 5,24 | 53(43-64) | 4,90 | 1,85 |
| Altura dos raios | 468(312-733) | 108,12 | 466(203-808) | 88,49 | 0,43 |
| FP tangencial | 8(7-11) | 1,17 | 8(6-11) | 1,63 | 0,00 |
| FP radial | 6(4.8) | 1,04 | 6(4-10) | 1,75 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

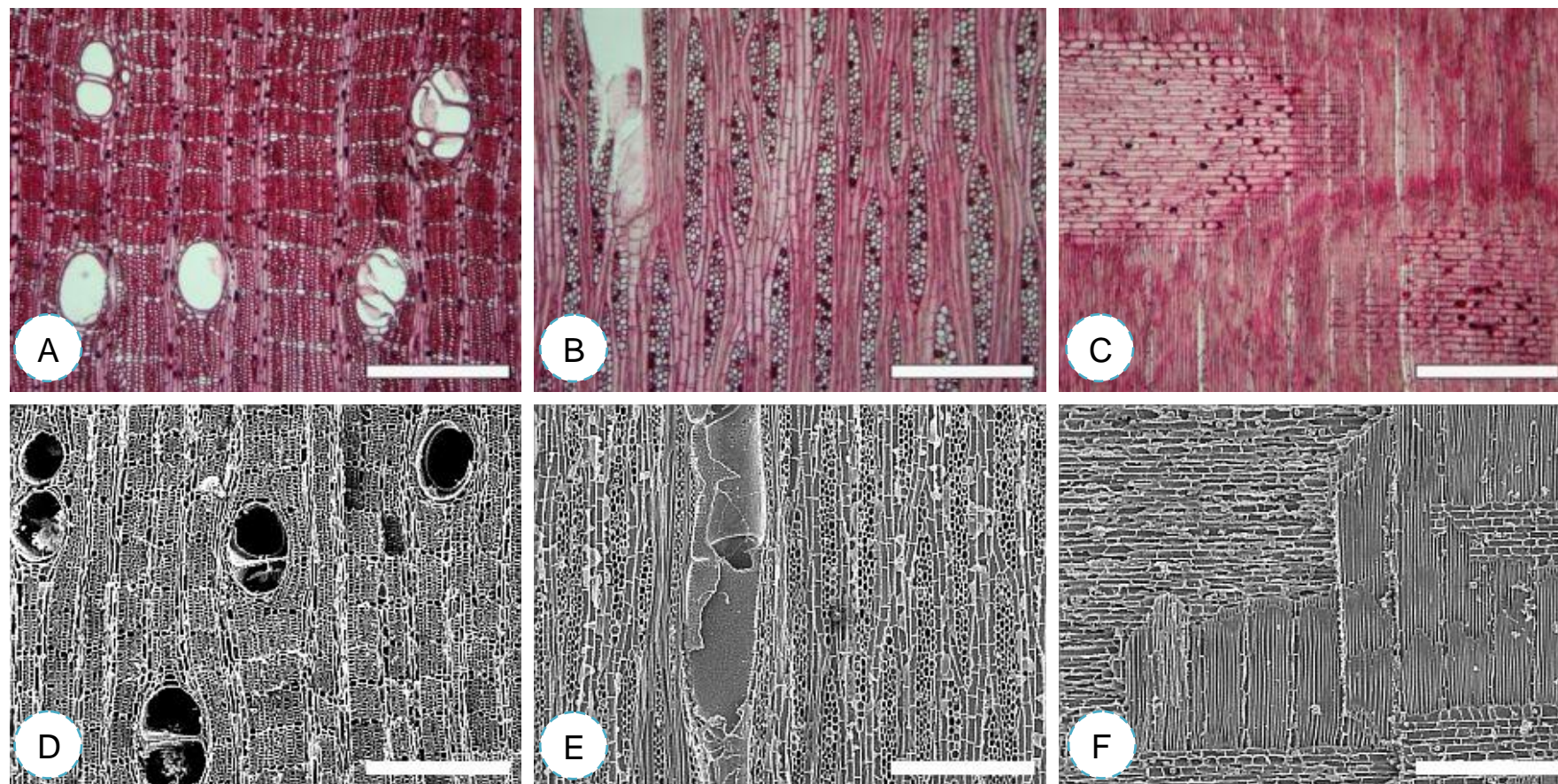


Figura 64 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Couratari guianensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 58 - *Couratari stellata* A. C. Smith

Nº Registro Antracoteca: CV-7400; CV-7405; CV-7411; CV-7420

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** reticulado. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, compostos por células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** parênquima axial. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 59 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Couratari stellata*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 219 (195-254) | 21,84 | 211(145-248) | 23,78 | 3,65 |
| Comp. dos vasos | - | - | 325 (246-404) | 79,00 | - |
| Ø das pontoação | 3 (3-5) | 0,65 | - | - | - |
| Largura dos raios | 77 (49-92) | 14,20 | 69 (28,73) | 6,71 | 10,39 |
| Altura dos raios | 462 (214-790) | 143,84 | 413 (188-607) | 104,06 | 10,61 |
| FP tangencial | 10 (6-13) | 1,14 | 9 (5-10) | 1,47 | 10,00 |
| FP radial | 8 (3-11) | 1,48 | 7 (5-10) | 1,06 | 12,50 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

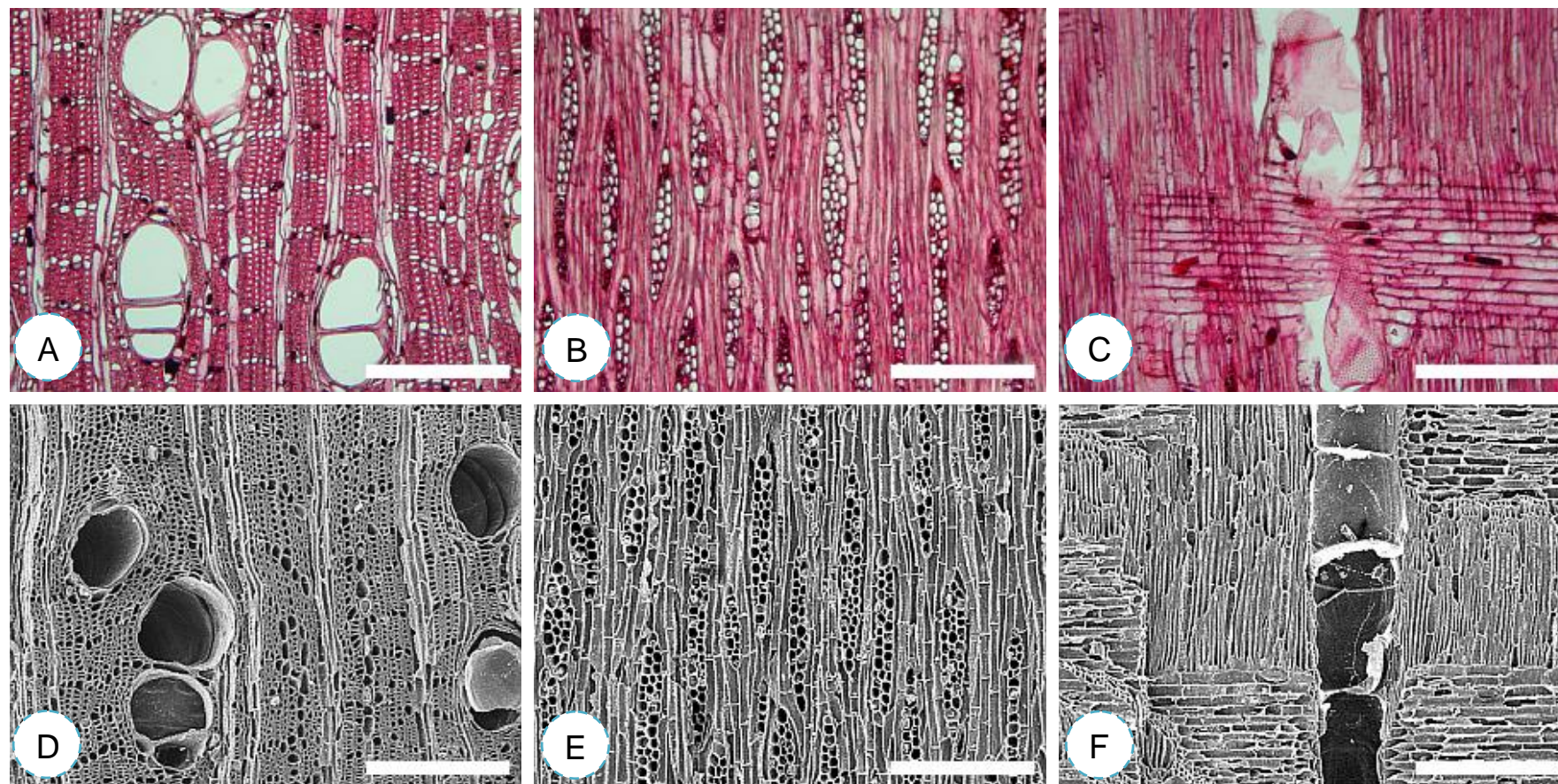


Figura 65 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Couratari stellata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

Espécie 59 - *Lecythis lurida* (Miers) S. A. Mori

Nº Registro Antracoteca: CV-7563

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** reticulado. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 1-3 seriados, com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 60 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Lecythis lurida*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 135 (88-204) | 26,38 | 127 (90-176) | 15,06 | 5,93 |
| Comp. dos vasos | 183(103-245) | 40,88 | 146 (116-134) | 29,76 | 20,22 |
| Ø das pontoação | 5 (3-6) | 0,88 | 4 (2-7) | 1,50 | 20,00 |
| Largura dos raios | 46 (28-61) | 9,16 | 44 (35-50) | 8,04 | 4,35 |
| Altura dos raios | 379 (197-676) | 129,00 | 366 (302-448) | 44,24 | 3,43 |
| FP tangencial | 10 (7-12) | 1,67 | - | - | - |
| FP radial | 9 (6-12) | 1,69 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

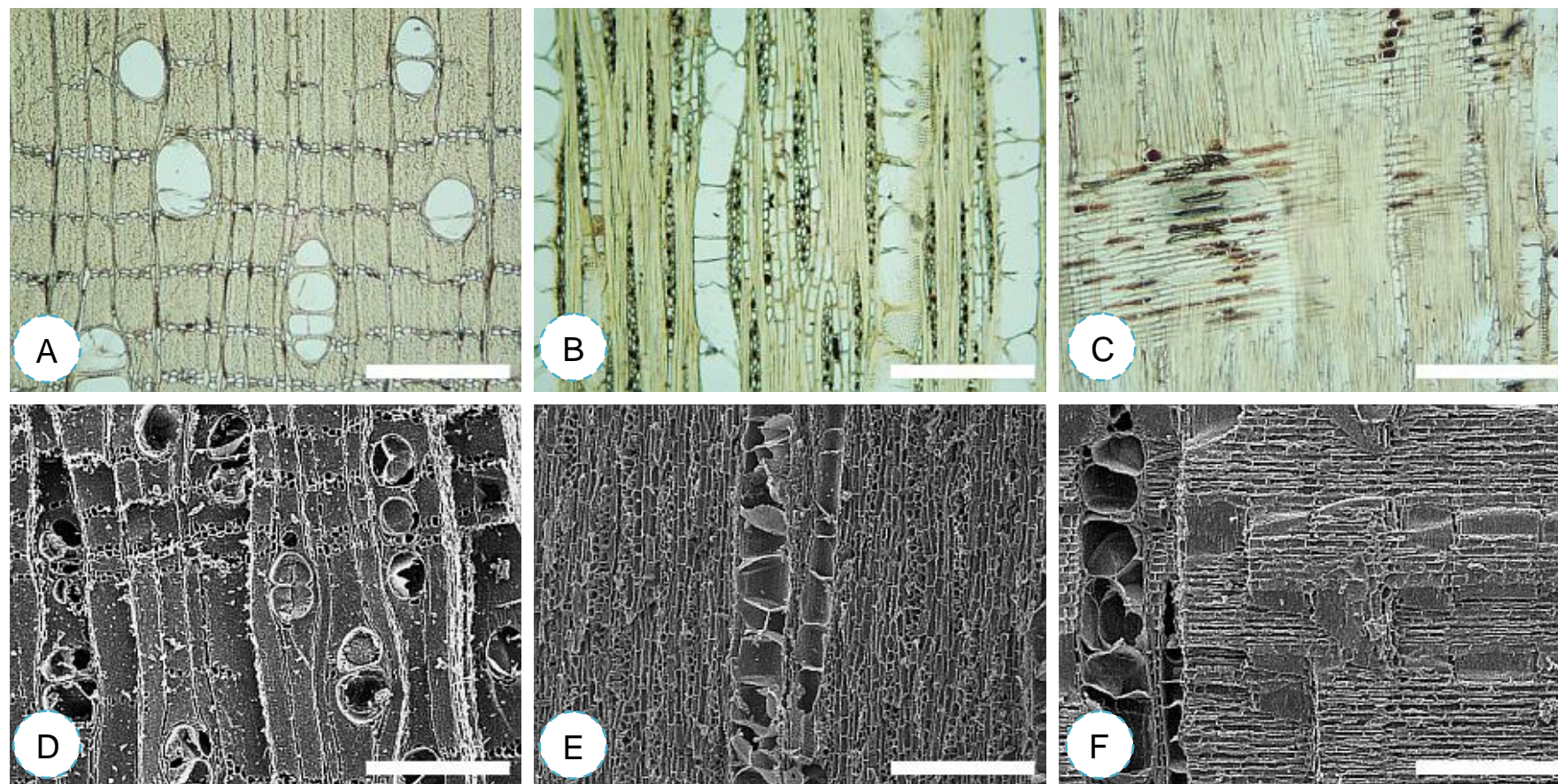


Figura 66 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Lecythis lurida* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 60 - *Lecythis pisonis* Cambess

Nº Registro Antracoteca: CV-7532

Camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** reticulado. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** parênquima axial em câmaras. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 61 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Lecythis pisonis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 164(144-186) | 11,25 | 121(107-131) | 8,10 | 26,22 |
| Comp. dos vasos | 411 (234-508) | 86,78 | 398 (350-464) | 34,96 | 3,16 |
| Ø das pontoação | 4 (3-5) | 0,45 | 4 (3-5) | 0,49 | 0,00 |
| Largura dos raios | 27 (21-33) | 2,86 | 27 (19-36) | 3,86 | 0,00 |
| Altura dos raios | 259 (169-362) | 60,47 | 248 (217-273) | 17,18 | 4,25 |
| FP tangencial | - | - | - | - | - |
| FP radial | - | - | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

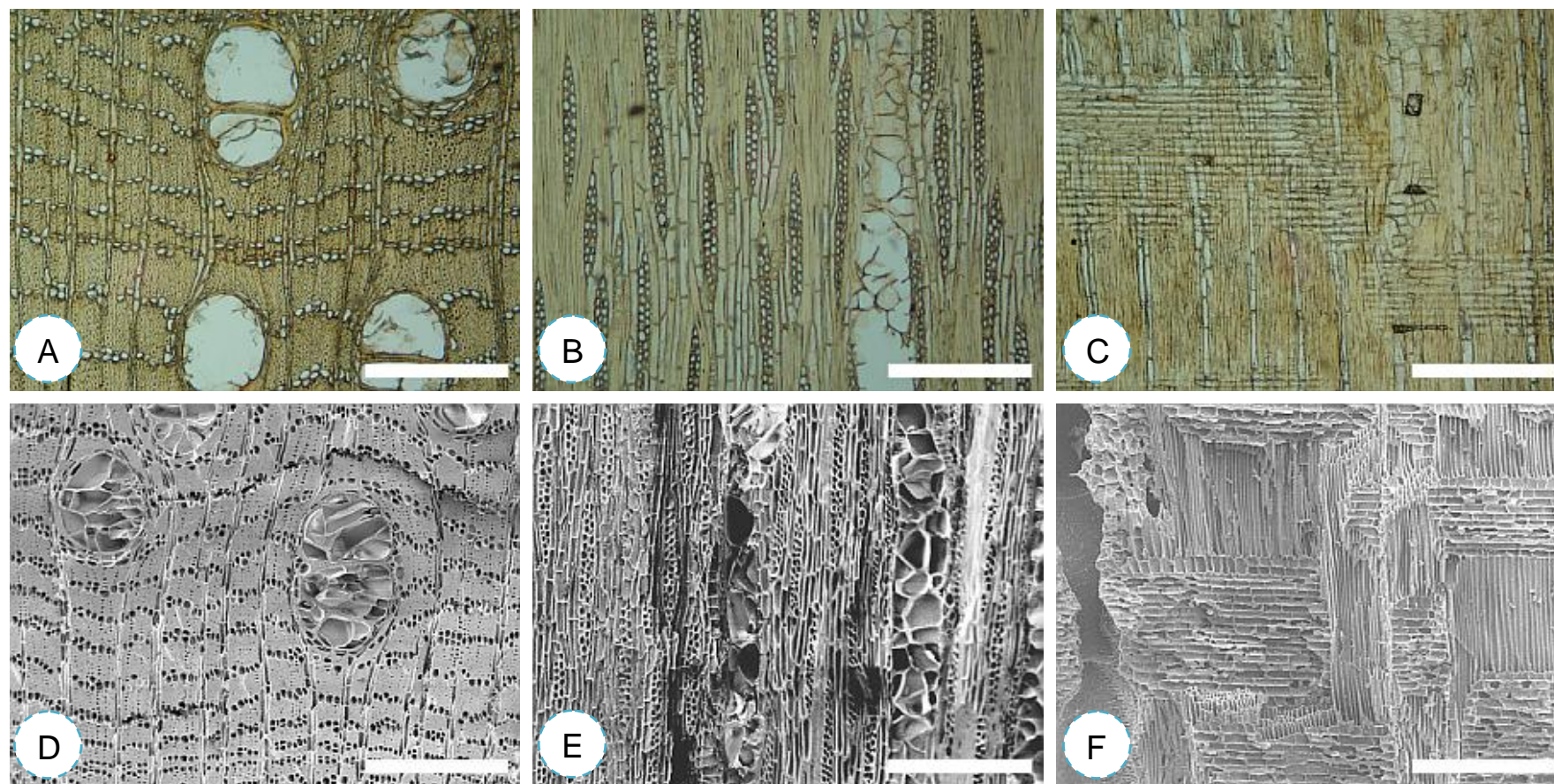


Figura 67 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Lecythis pisonis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.15 Família Malvaceae

Espécie 61 - *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Nº Registro Antracoteca: CV-7298

Camadas de crescimento: com limites distintos, demarcados por zona fibrosa.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos.

Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas. **Estrutura**

estratificada: Não observada. **Raios:** trisseriados, células procumbentes com 2-4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 62 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Ceiba pentandra*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 214(174-250) | 26,36 | 212(165-246) | 31,42 | 0,93 |
| Comp. dos vasos | 249 (229-266) | 13,56 | - | - | - |
| Ø das pontoação | 4(3-5) | 0,67 | 4(3-5) | 0,73 | 0,00 |
| Largura dos raios | 180(137-260) | 39,08 | 171(134-220) | 28,28 | 5,00 |
| Altura dos raios | 839(133-482) | 233,55 | 772(114-393) | 80,03 | 7,99 |
| FP tangencial | 11(8-14) | 1,67 | 9(7-11) | 1,53 | 18,18 |
| FP radial | 8(6-11) | 2,00 | 7(5-9) | 1,33 | 12,50 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

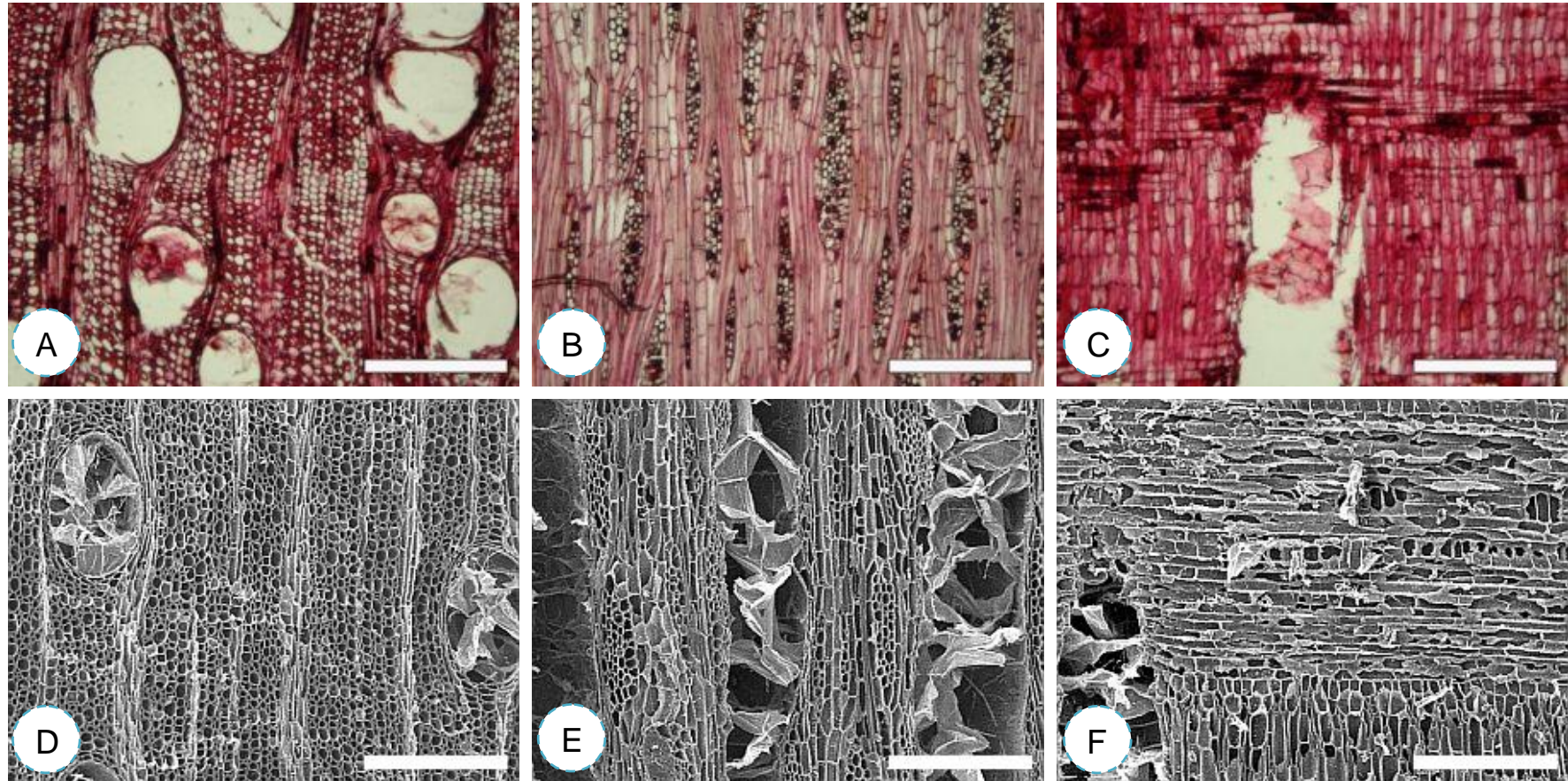


Figura 68 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Ceiba pentandra* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.16 Família Meliaceae

Espécie 62 - *Carapa guianensis* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7376, CV-7401, CV-7417

Camadas de crescimento: com limites distintos, demarcados por parênquima marginal.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas marginais, vasicêntrico e aliforme. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** trisseriados, células procumbentes com 2-4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 63 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Carapa guianensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 117(99-140) | 10,80 | 114 (91-129) | 8,66 | 2,56 |
| Comp dos vasos | 291 (204-341) | 63,66 | 261 (213-314) | 32,00 | 10,31 |
| Ø das pontoação | 4 (1-7) | 1,97 | 3 (2-5) | 0,72 | 25,00 |
| Largura dos raios | 69 (55-86) | 12,39 | 68 (45-86) | 10,20 | 1,45 |
| Altura dos raios | 458 (429-607) | 62,93 | 445 (315-646) | 93,83 | 2,83 |
| FP tangencial | 3(1-3) | 0,41 | 3(2-3) | 0,40 | 0,00 |
| FP radial | 3(2-4) | 0,50 | 2(2-3) | 0,40 | 33,33 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

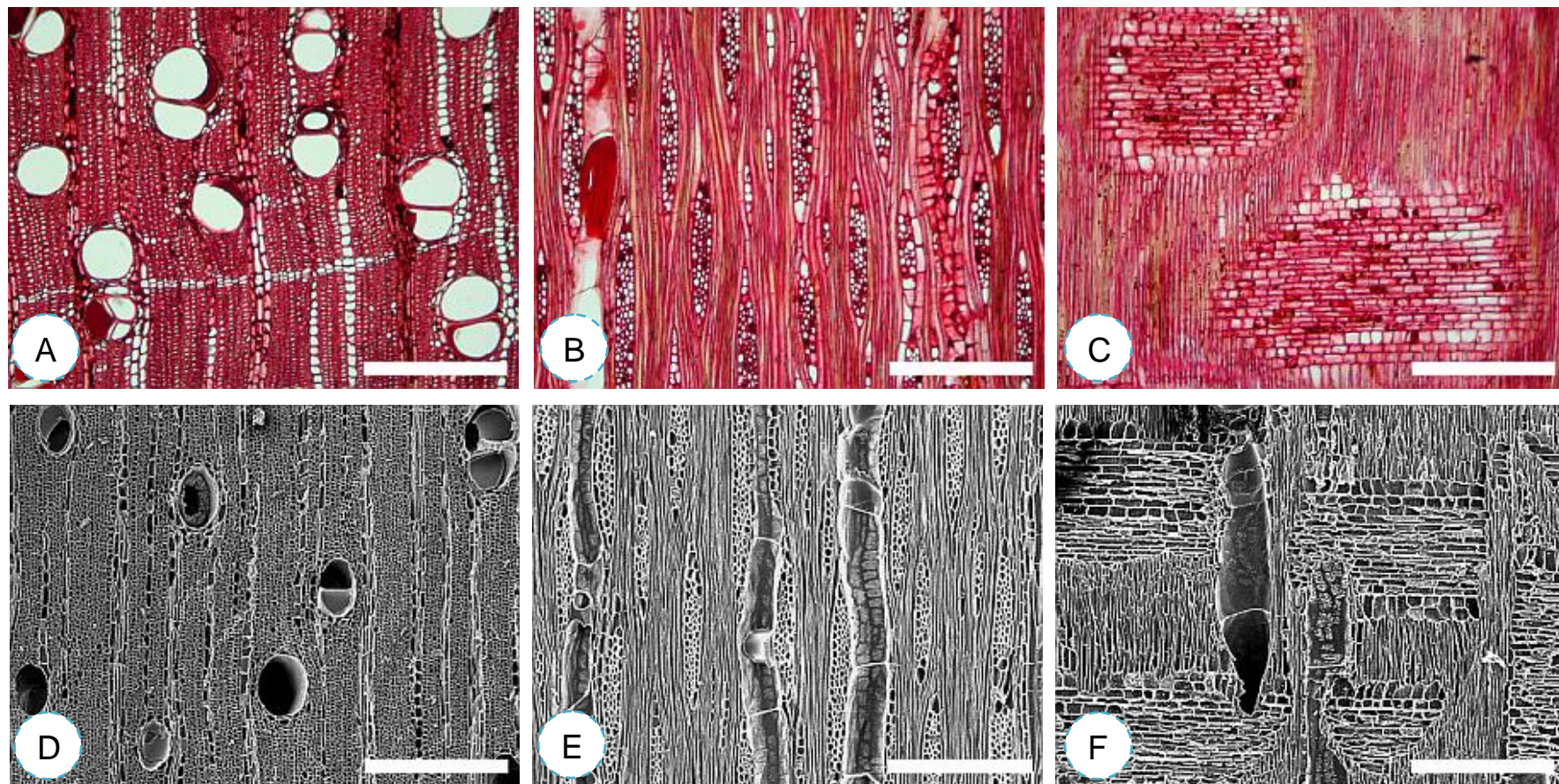


Figura 69 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Carapa guianensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 63 - *Cedrela odorata* L.

Nº Registro Antracoteca: CV-7545

Camadas de crescimento: com limites distintos.

Vasos: Lenho com anéis porosos, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** difuso, em linhas marginais e escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** trisseriados, células procumbentes com 2-4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 64 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Cedrela odorata*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 173 (156-185) | 8,33 | 154 (96-238) | 45,76 | 10,98 |
| Comp. dos vasos | 353 (104-662) | 196,67 | 329 (189-405) | 55,67 | 6,80 |
| Ø das pontoação | 10 (6-14) | 2,42 | 10 (3-16) | 2,60 | 0,00 |
| Largura dos raios | 61 (23-92) | 8,50 | 56 (43-94) | 8,06 | 8,47 |
| Altura dos raios | 295 (199-396) | 46,42 | 270 (163-370) | 54,78 | 8,47 |
| FP tangencial | 8 (4-12) | 2,01 | 8 (7-10) | 0,83 | 0,00 |
| FP radial | 7 (4-9) | 1,53 | 7 (5-8) | 1,22 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

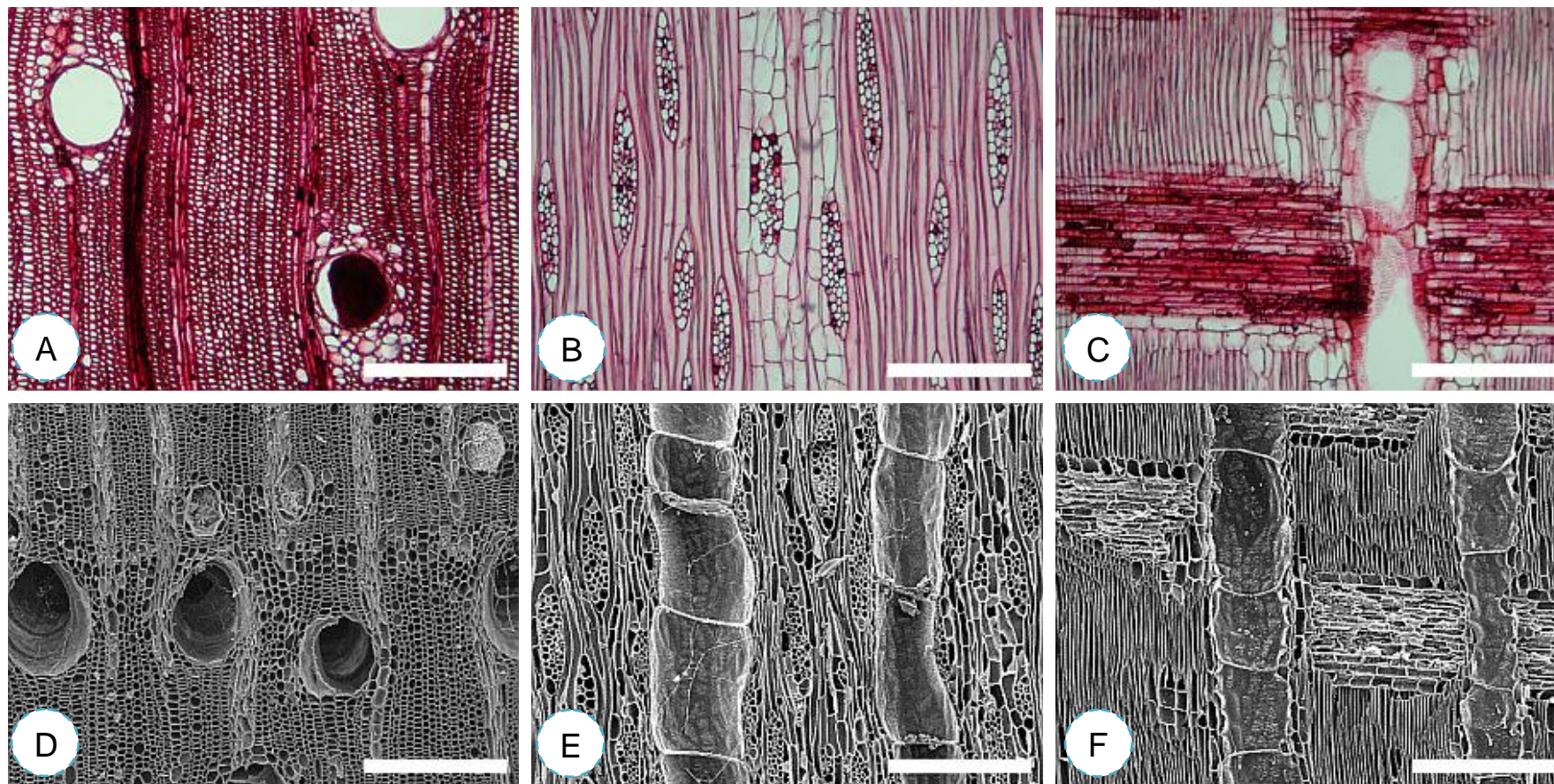


Figura 70 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Cedrela odorata* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.17 Família Moraceae

Espécie 64 - *Bagassa guianensis* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7293; CV-7428

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** vasicêntrico. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 65 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Bagassa guianensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 234 (162-325) | 61,17 | 224 (104-316) | 57,48 | 4,27 |
| Altura do vasos | 317 (276-357) | 57,28 | 272 (236-306) | 31,11 | 14,20 |
| Ø das pontoação | 8 (5-12) | 2,64 | 8 (3-11) | 2,37 | 0,00 |
| Largura dos raios | 48 (31-72) | 10,43 | 45 (33-59) | 10,39 | 6,25 |
| Altura dos raios | 284 (206-363) | 54,75 | 275 (155-410) | 75,92 | 3,17 |
| FP Tangencial | 7 (4-9) | 1,67 | - | - | - |
| FP Radial | 4 (3-7) | 1,48 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; FP - fração parede

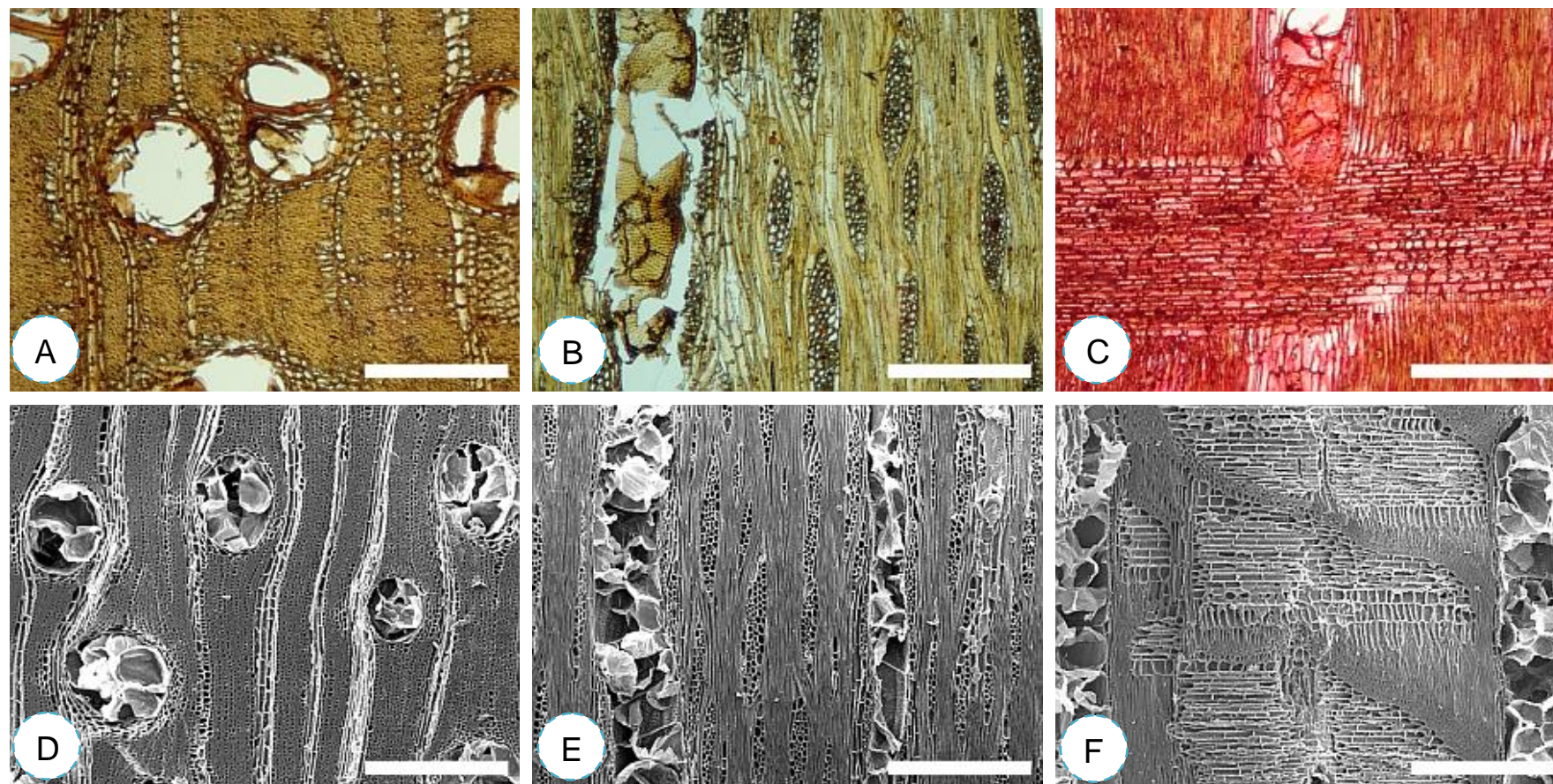


Figura 71 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Bagassa guianensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 65 - *Brosimum acutifolium* (Huber) Ducke.

Nº Registro Antracoteca: CV-7378; CV-7415

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas e não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidasparede das fibrasespessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 66 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Brosimum acutifolium*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 146 (100-174) | 26,27 | 135 (82-179) | 24,91 | 7,53 |
| Comp. dos vasos | - | - | 274 (182-400) | 74,69 | - |
| Ø das pontoação | 10 (5-15) | 4,39 | 9 (4-14) | 2,41 | 10,00 |
| Largura dos raios | 47 (28-81) | 11,35 | 45 (33-55) | 8,98 | 4,26 |
| Altura dos raios | 359 (182-505) | 112,59 | 309 (233-475) | 99,99 | 13,93 |
| FP tangencial | 6 (4-8) | 1,2 | 5 (3-8) | 1,50 | 16,67 |
| FP radial | 5 (3-6) | 1,15 | 5 (5-8) | 0,86 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

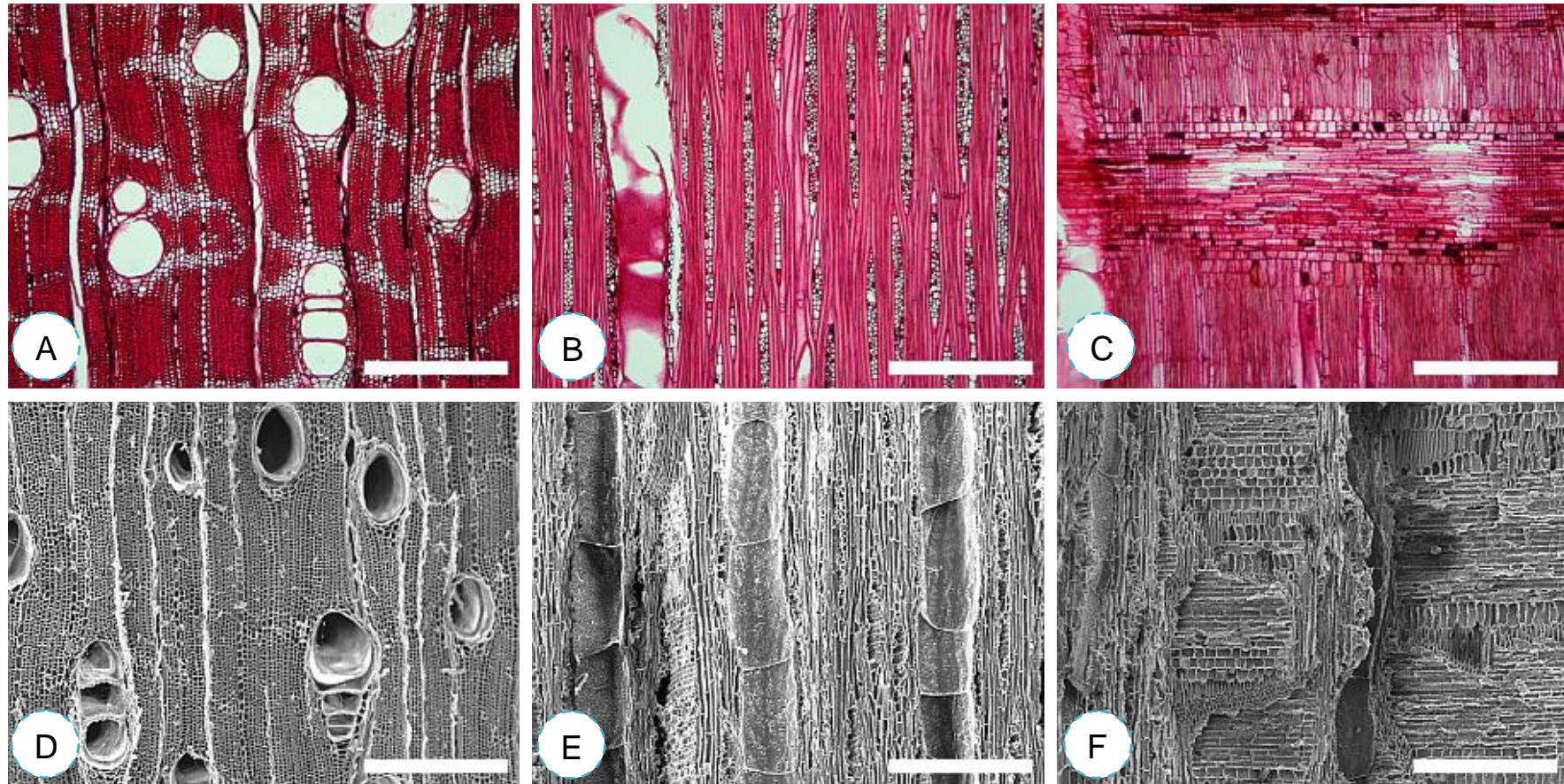


Figura 72 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Brosimum acutifolium* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 66 - *Brosimum potabile* Faub.

Nº Registro Antracoteca: CV-7102

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarneçadas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 3-4 seriados, células procumbentes. Com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas **Fibras:** Fibras não septadas com pontoações simples a aréolas reduzidasparede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 67 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Brosimum potabile*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 118(62-148) | 23,18 | 116(86-157) | 16,96 | 1,69 |
| Comp. dos vasos | - | - | 247 (225-269) | 22,01 | - |
| Ø pontoação | 4(2-5) | 0,76 | 4(4-6) | 0,39 | 0,00 |
| Largura dos raios | 73(46-89) | 9,19 | 70(54-83) | 9,75 | 4,11 |
| Altura dos raios | 405(175-568) | 97,63 | 382(286-546) | 87,11 | 5,68 |
| FP tangencial | 4(4-5) | 0,43 | 4(2-6) | 0,79 | 0,00 |
| FP radial | 4(3-5) | 0,73 | 3(2-4) | 0,84 | 25,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

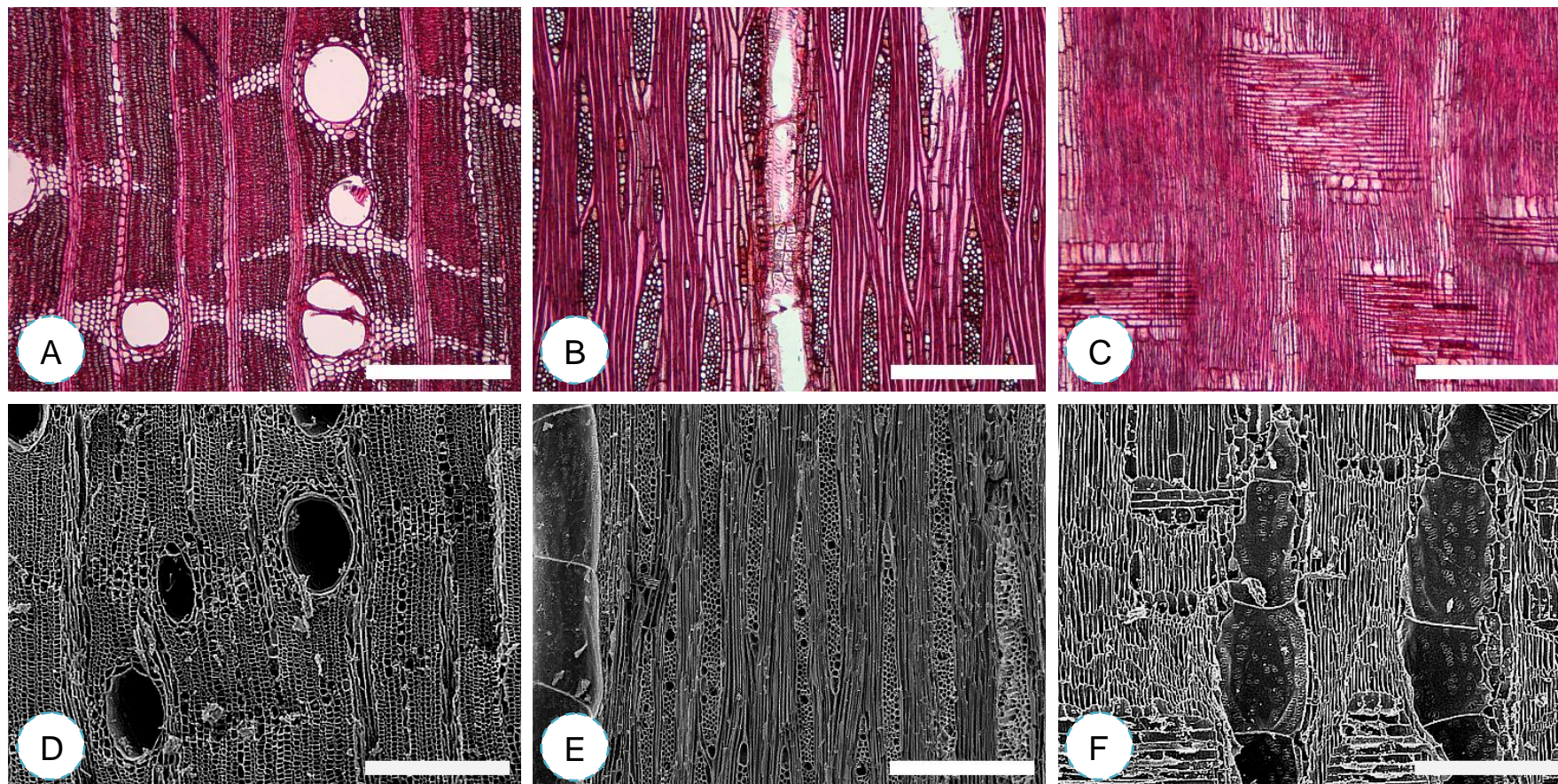


Figura 73 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Brosimum potabile* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.18 Família Myristicaceae

Espécie 67 - *Virola michelii* Heckel

Nº Registro Antracoteca: CV-7106, CV-7387

Camada de crescimento: com limites distintos, demarcados por zonas fibrosas.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares.

Parênquima axial: aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras septadas e não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Presença de tubos laticíferos ou taniníferos. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 68 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Virola michelii*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|--------|-------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 134 (87-164) | 21,88 | 128 (86-151) | 14,53 | 4,48 |
| Comp. dos vasos | 893 (560-1032) | 94,08 | 860 (631-1132) | 181,11 | 3,40 |
| Ø das pontoação | 4 (2-5) | 0,59 | 4 (2-4) | 0,28 | 0,00 |
| Largura dos raios | 36 (26-46) | 5,07 | 30 (19-41) | 5,22 | 16,67 |
| Altura dos raios | 379 (244-618) | 95,84 | 367 (232-548) | 91,79 | 3,16 |
| FP tangencial | 5(4-7) | 0,55 | 4(2-6) | 1,80 | 20,00 |
| FP radial | 6(4-8) | 1,09 | 5(2-7) | 1,54 | 16,67 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

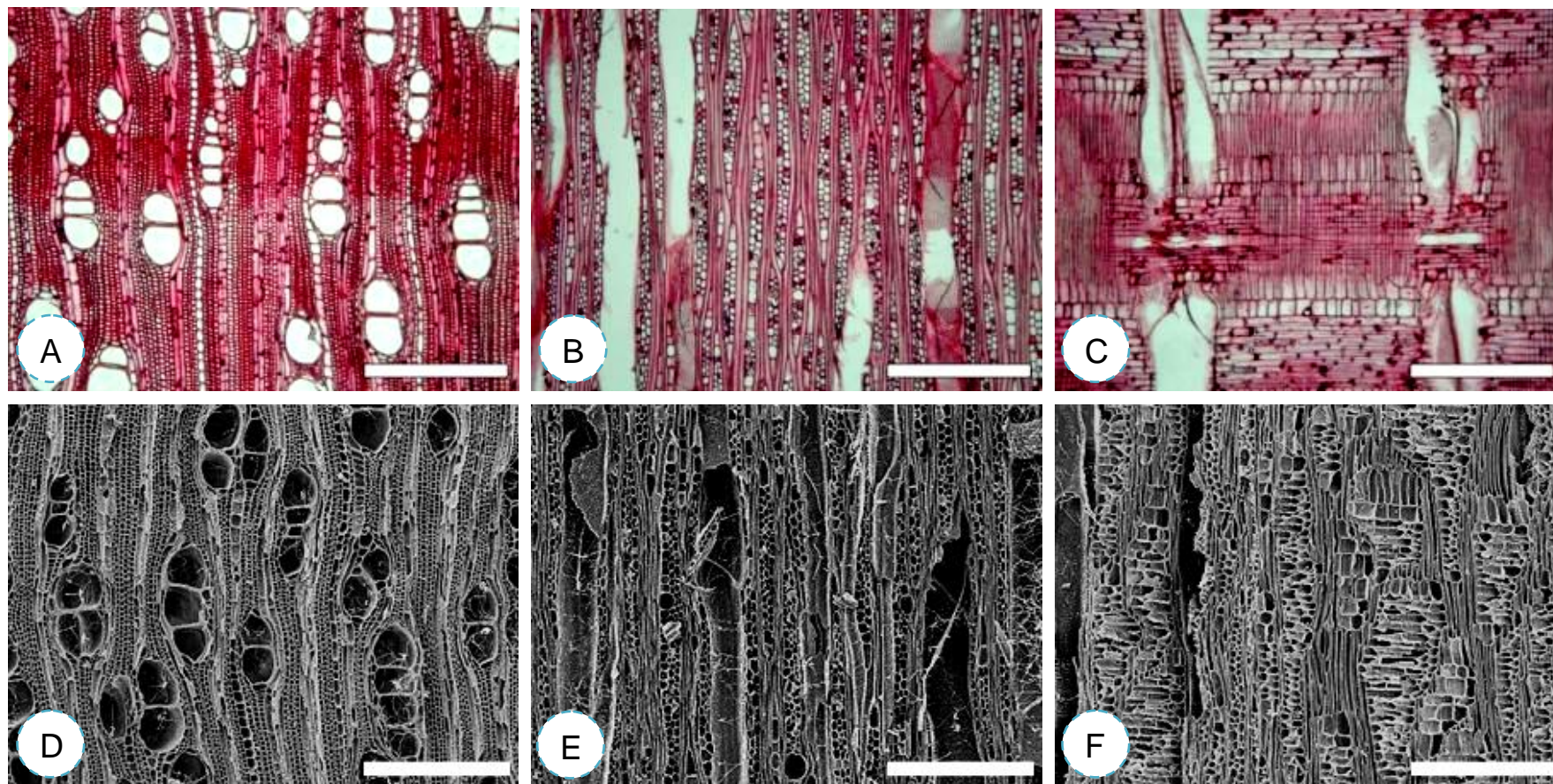


Figura 74 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Virola michelii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 68 - *Virola surinamensis* (Rol.) Warb.

Nº Registro Antracoteca: CV-7374

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração escalariforme com menos de 10 barras. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores do que as intervasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e angulares. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidasparede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Presença de tubos laticíferos ou taniníferos. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 69 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Virola surinamensis*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dosvasos | 107 (82-150) | 13,29 | 98 (71-114) | 10,79 | 8,41 |
| Comp. dos vasos | 630 (406-971) | 213,44 | 606 (334-969) | 227,68 | 3,81 |
| Ø das pontoação | 5 (4-7) | 1,10 | 4 (3-5) | 0,78 | 20,00 |
| Largura dos raios | 49 (35-66) | 10,65 | 45 (28-71) | 5,85 | 8,16 |
| Altura dos raios | 430 (258-596) | 122,08 | 410 (218-788) | 115,04 | 4,65 |
| FP tangencial | 6 (4-7) | 0,66 | 5 (3-8) | 1,03 | 16,67 |
| FP radial | 4 (3-5) | 0,71 | 4 (3-7) | 1,04 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

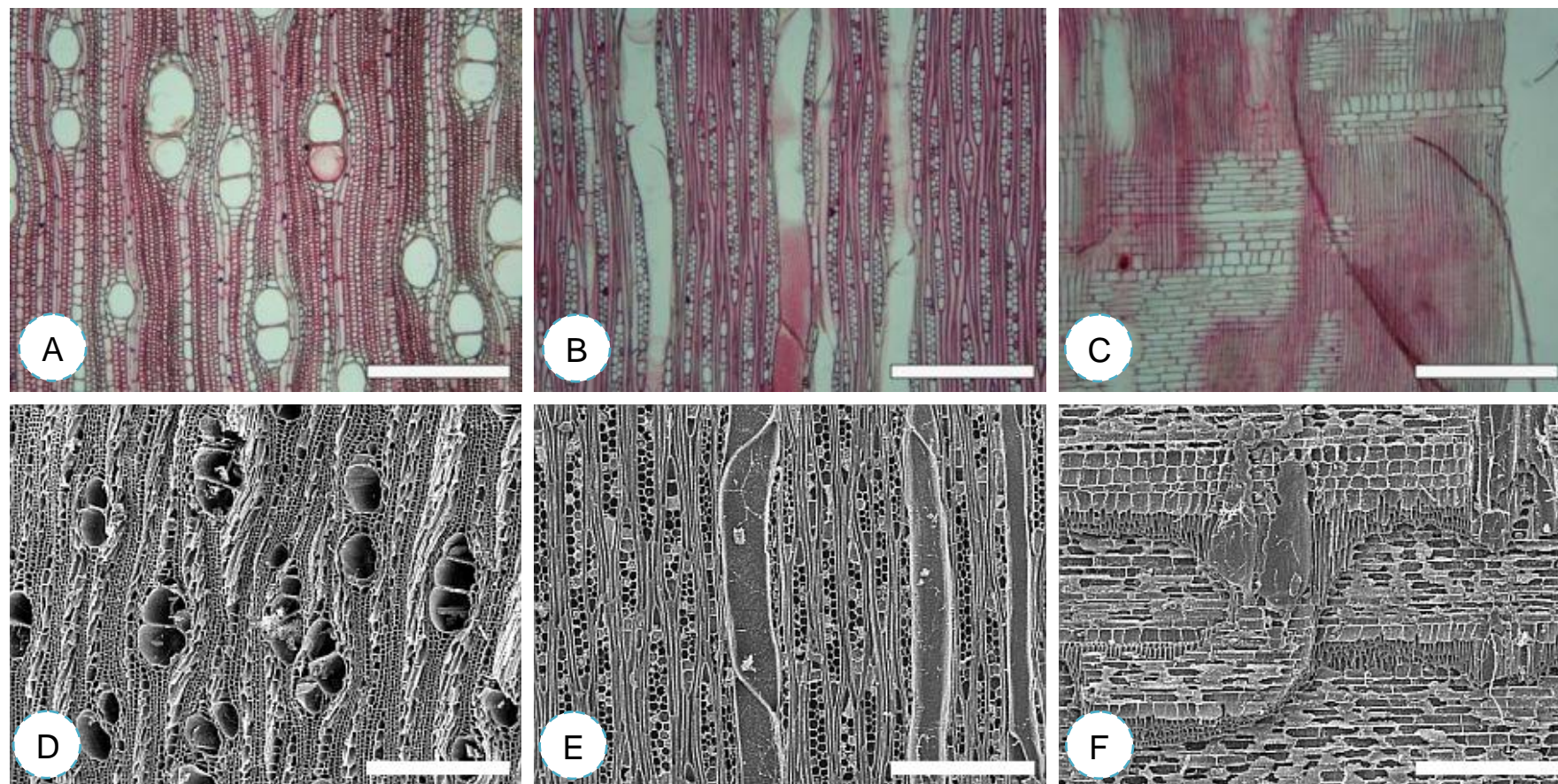


Figura 75 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Virola surinamensis* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

4.1.19 Família Sapotaceae

Espécie 71 - *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist

Nº Registro Antracoteca: CV-7373, CV-7418

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos em padrão radial ou oblíquo, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas finas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** exclusivamente unisseriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Corpos silicosos nos raios. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 70 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Crysophyllum lucentifolium*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 59(45-74) | 5,92 | 57(38-66) | 5,81 | 3,39 |
| Comp. dos vasos | 477 (384-542) | 62,00 | 458 (357-546) | 55,02 | 3,98 |
| Ø Pontoação | 2(2-4) | 0,36 | 2(1-4) | 0,50 | 0,00 |
| Largura dos raios | 13(9-16) | 2,73 | 13(8-21) | 2,72 | 0,00 |
| Altura dos raios | 236(127-317) | 55,09 | 225(149-363) | 41,24 | 4,66 |
| FP Tangencial | 12(10-16) | 1,61 | 11(8-14) | 1,68 | 8,33 |
| FP Radial | 10(8-12) | 1,07 | 10(7-14) | 1,80 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo; DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

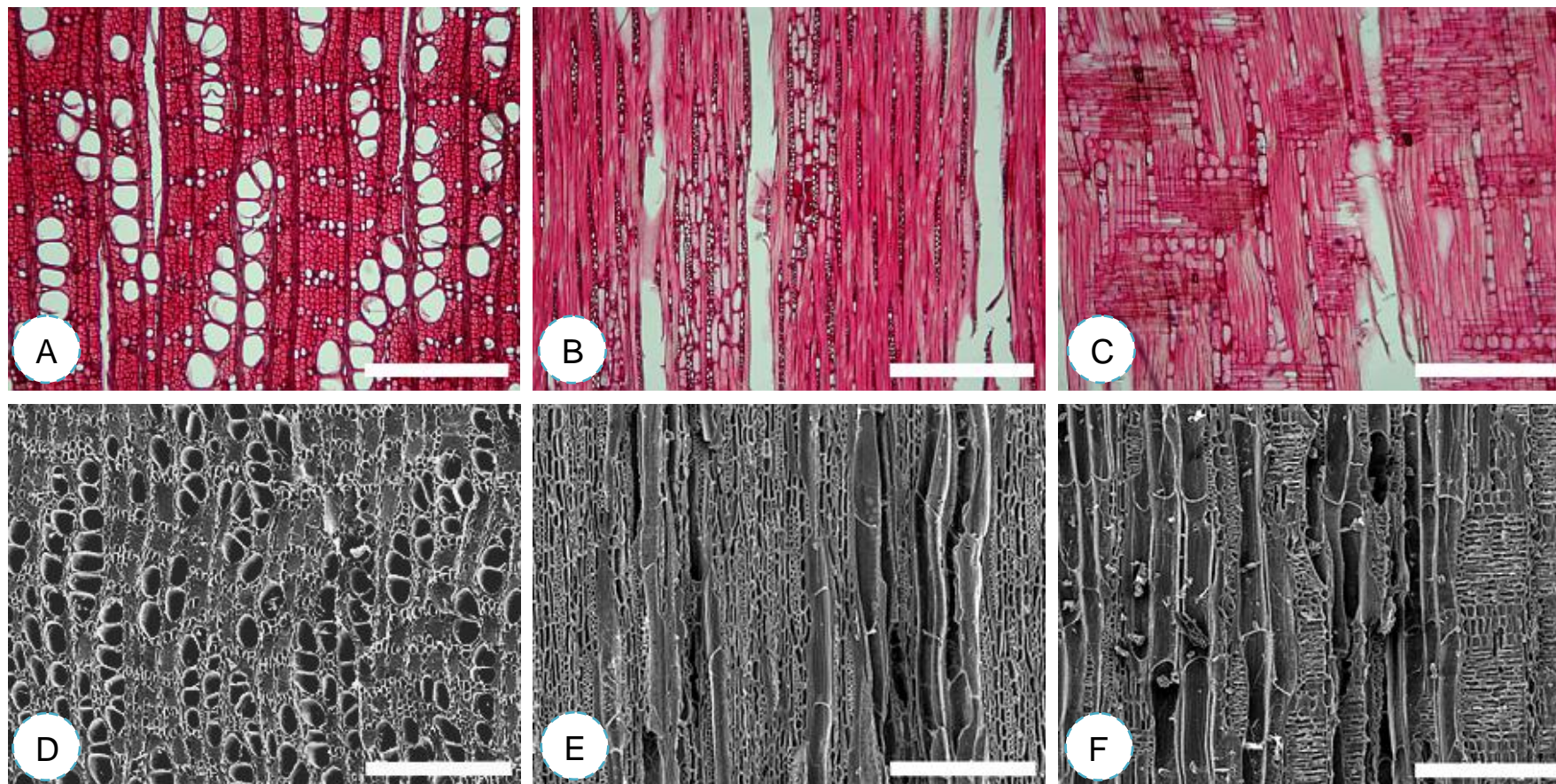


Figura 76 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Chrysophyllum lucentifolium* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 70 - *Manilkara huberi* (Ducke) Stand.

Nº Registro Antracoteca: CV-7285; CV-7372; CV-7425

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos em padrão radial ou oblíquo, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas finas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 71 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Manilkara huberi*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 135 (89-180) | 35,08 | 128 (49-189) | 21,58 | 5,19 |
| Comp. dos vasos | 222 (114-264) | 66,40 | 202 (176-234) | 16,17 | 9,01 |
| Ø Pontoação | 6 (3-9) | 2,42 | 5 (3-7) | 1,47 | 16,67 |
| Largura dos raios | 38 (24-51) | 3,97 | 34 (25-48) | 6,64 | 10,53 |
| Altura dos raios | 367 (274-632) | 114,88 | 334 (238-446) | 61,88 | 8,99 |
| FP tangencial | 11 (9-16) | 1,44 | - | - | - |
| FP radial | 8 (6-9) | 1,42 | - | - | - |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

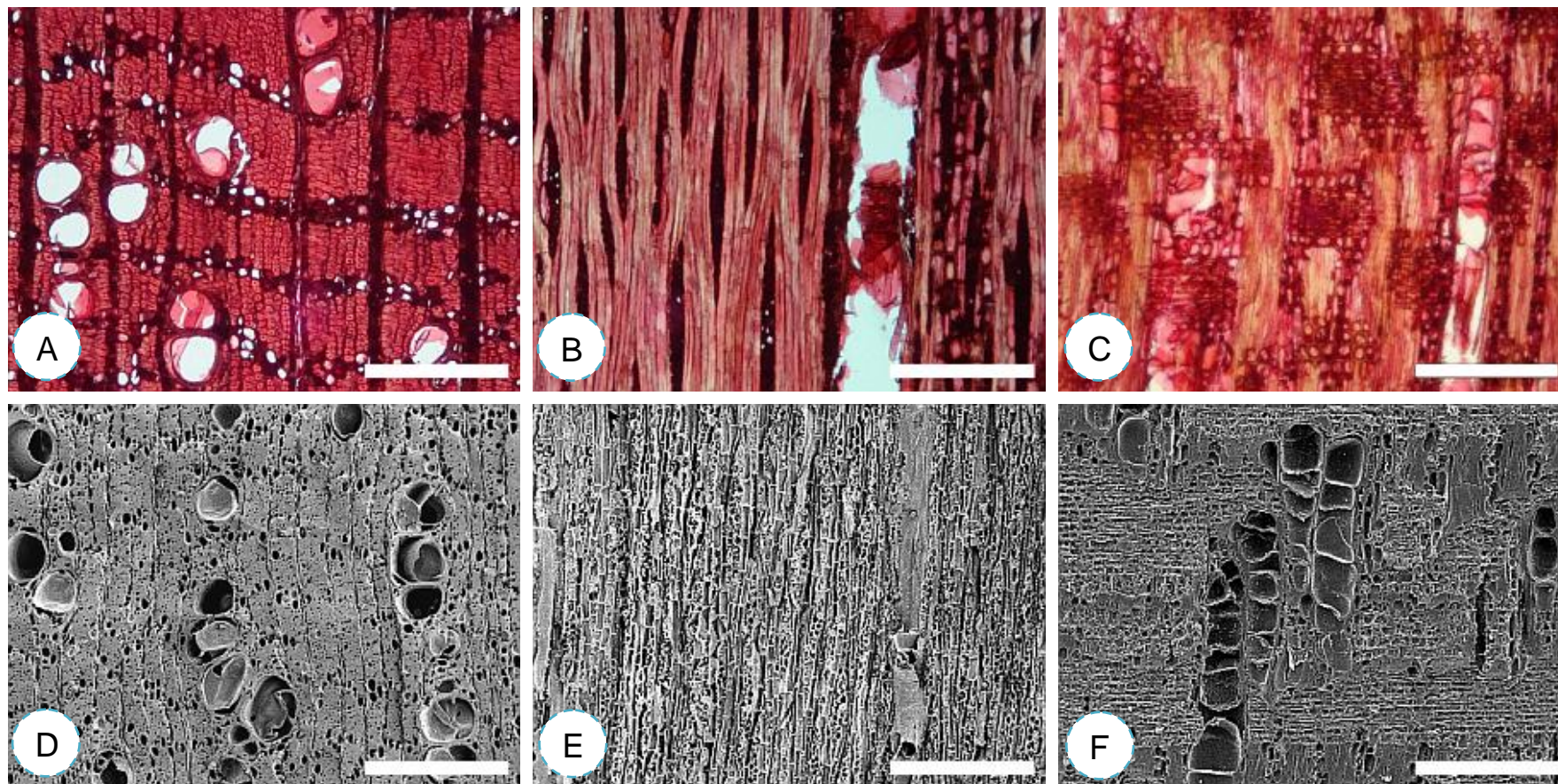


Figura 77 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Manilkara huberi* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

Espécie 71 - *Micropholis melinoniana* Pierre

Nº Registro Antracoteca: CV-7510

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos em padrão radial ou oblíquo, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses raras. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas finas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** 2-3 seriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 72 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Micropholis melinoniana*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 160 (98-205) | 30,04 | 138 (78-179) | 14,46 | 13,75 |
| Comp. dos vasos | 618 (515-761) | 95,56 | 522 (378-672) | 99,78 | 15,53 |
| Ø das pontoação | 4 (2-5) | 0,54 | 3 (2-4) | 0,59 | 25,00 |
| Largura dos raios | 40 (14-51) | 9,28 | 35 (22-51) | 5,76 | 12,50 |
| Altura dos raios | 394 (279-592) | 69,06 | 372 (243-580) | 74,74 | 5,58 |
| FP tangencial | 7 (4-9) | 1,08 | 6 (5-8) | 0,89 | 14,29 |
| FP radial | 6 (2-8) | 0,92 | 5 (3-7) | 1,28 | 16,67 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

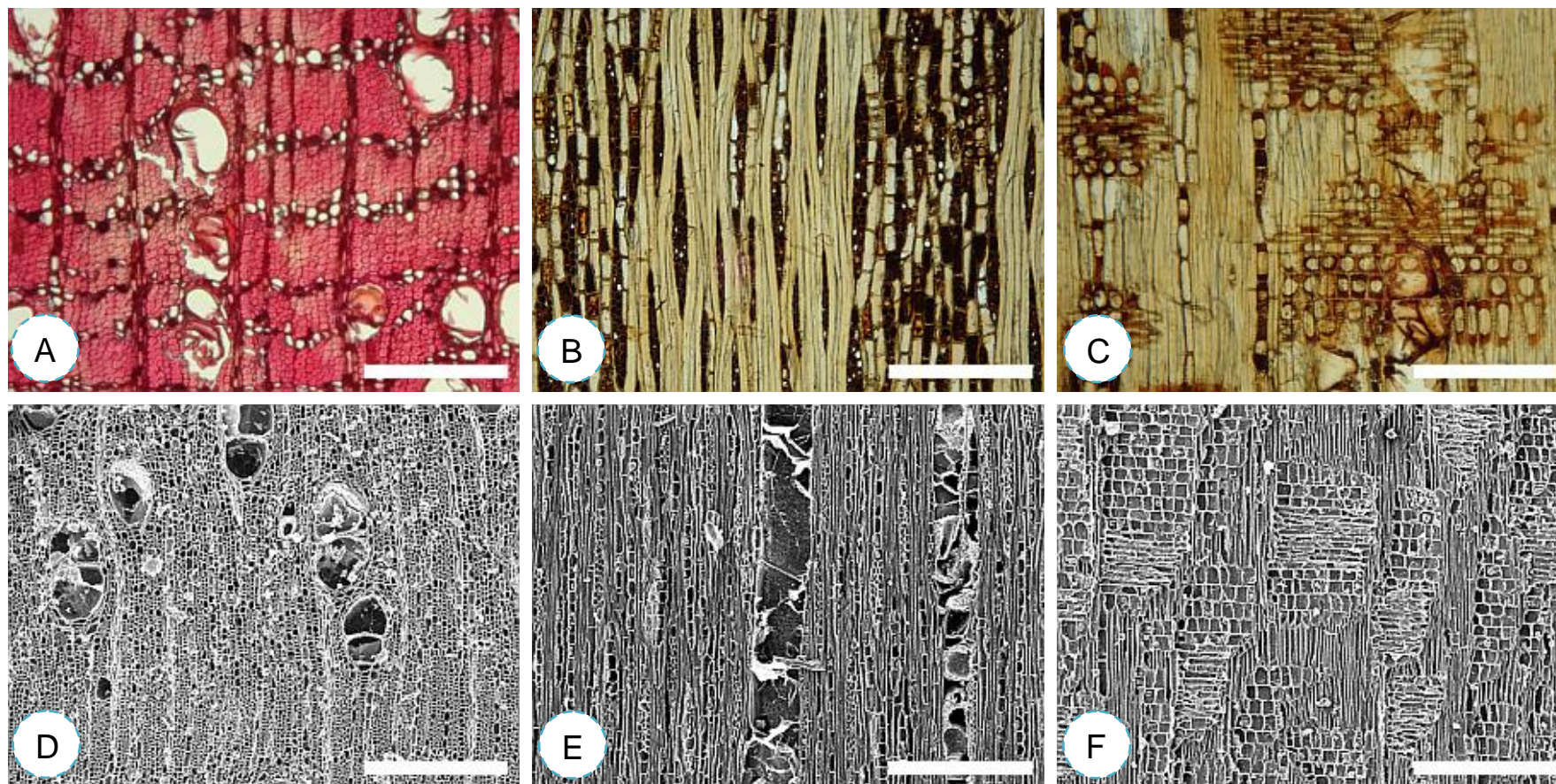


Figura 78 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Micropholis melinoniana* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 72 - *Pouteria opposittifolia* (Ducke) Baehni

Nº Registro Antracoteca: CV-7574

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos em padrão radial a obliquo, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausente. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, muito pequenas, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares maiores que as intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** em linhas finas. **Estrutura estratificada:** Não observada. **Raios:** bisseriados, células procumbentes com mais de 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 73 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Pouteria opposittifolia*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 98 (46-154) | 21,17 | 83 (57-109) | 11,70 | 15,31 |
| Largura dos vasos | 294 (232-347) | 41,56 | 274 (222-349) | 34,17 | 6,80 |
| Ø das pontoação | 4 (2-6) | 0,87 | 3 (2-6) | 0,94 | 25,00 |
| Largura dos raios | 26 (15-35) | 5,55 | 23 (17-25) | 1,90 | 11,54 |
| Altura dos raios | 462 (225-811) | 155,60 | 427 (196-603) | 153,78 | 7,58 |
| FP tangencial | 7 (5-8) | 0,86 | 6 (4-7) | 0,92 | 14,29 |
| FP radial | 5 (3-6) | 1,09 | 5 (3-7) | 1,08 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

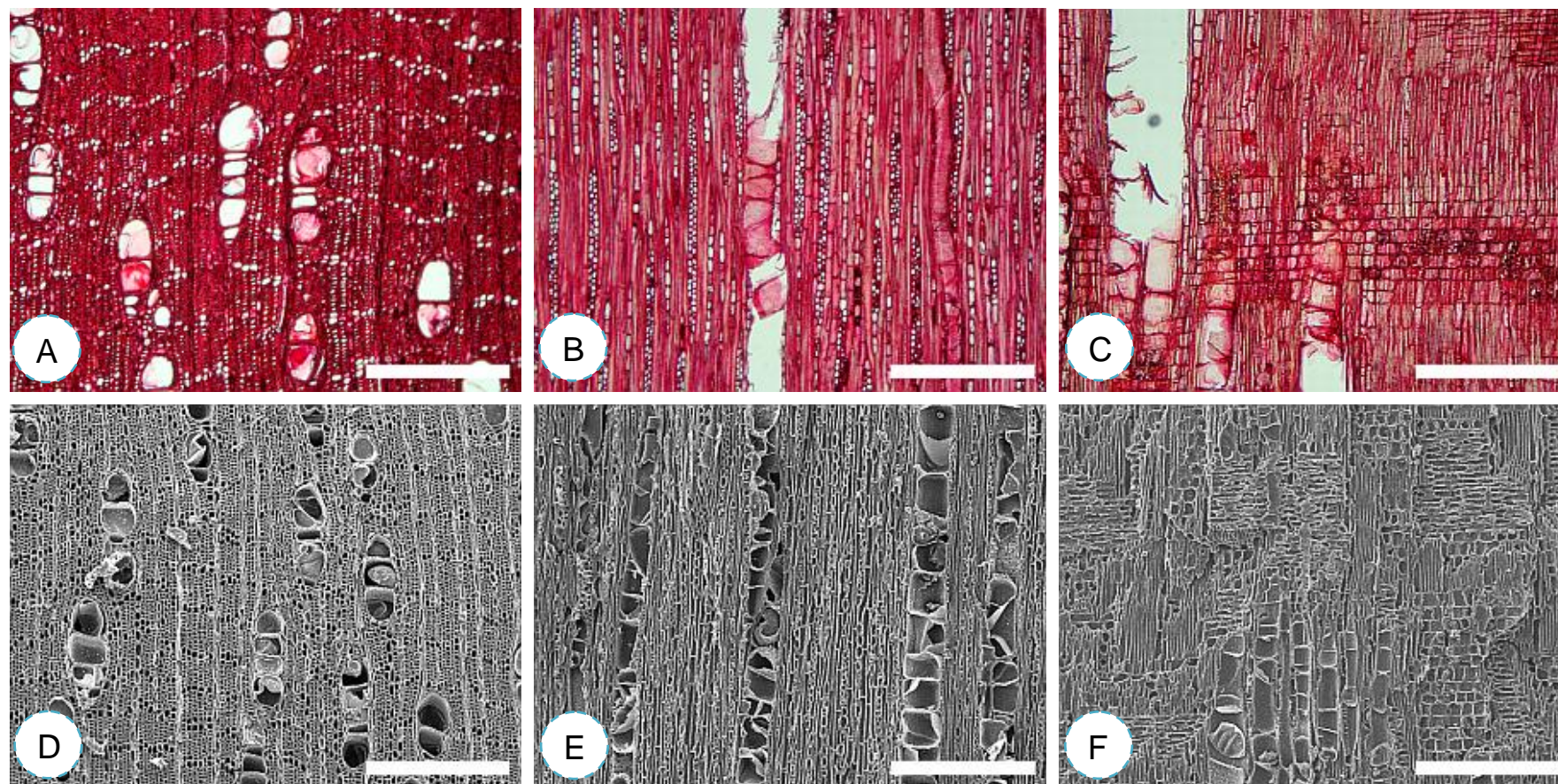


Figura 79 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Pouteria oppositifolia* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 µm

4.1.20 Família Simaroubaceae

Espécie 73 - *Simarouba amara* Aubl.

Nº Registro Antracoteca: CV-7305

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. **Raios:** trisseriados, células procumbentes. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 74 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Simarouba amara*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|--------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 170(143-191) | 13,06 | 163(113-195) | 21,27 | 4,12 |
| Comp. dos vasos | 452 (354-550) | 107,00 | 437 (413-466) | 26,76 | 3,32 |
| Ø das pontoação | 7(4-9) | 1,33 | 7(5-9) | 1,03 | 0,00 |
| Largura dos raios | 44 (31-61) | 7,85 | 40 (23-57) | 11,22 | 9,09 |
| Altura dos raios | 378 (296-460) | 52,24 | 372 (243-488) | 60,06 | 1,59 |
| FP tangencial | 6(4-11) | 1,29 | 6(2-10) | 1,79 | 0,00 |
| FP radial | 6(4-7) | 0,89 | 4(2-5) | 1,03 | 33,33 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

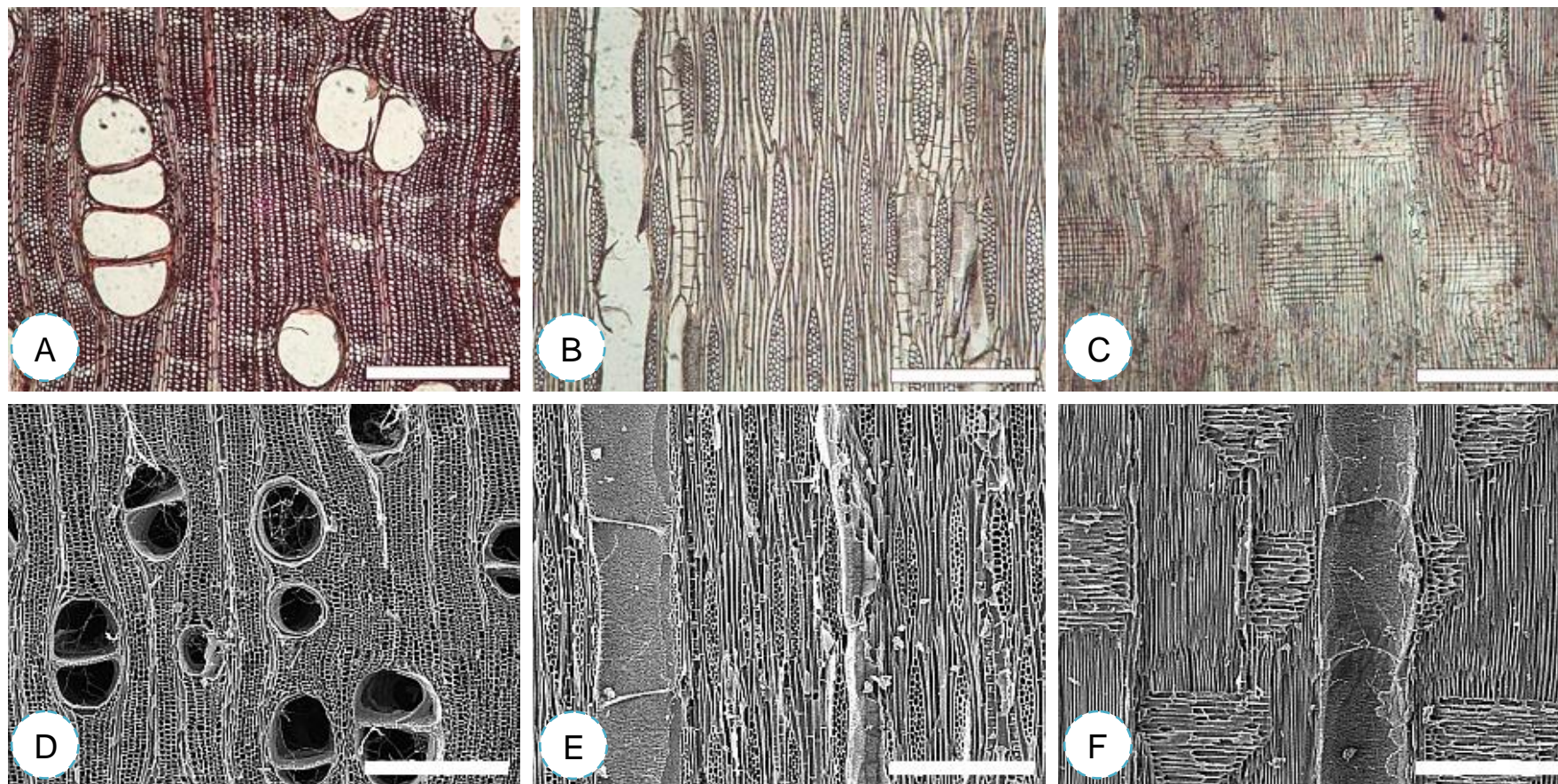


Figura 80 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica de varredura de *Simarouba amara* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

4.1.21 Família Vochysiaceae

Espécie 74 - *Erisma unicum* Warm.

Nº Registro Antracoteca: CV-7427

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** aliforme linear confluyente tendendo a formar faixas. **Estrutura estratificada:** Todos os raios irregularmente estratificados. **Raios:** 1-3 seriados, células procumbentes com 2 a 4 camadas marginais de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 75 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Erisma unicum*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | % |
| Ø dos vasos | 204 (165-234) | 21,28 | 160 (107-210) | 30,76 | 21,5 |
| Comp. dos vasos | - | - | 474 (435-512) | 38,50 | - |
| Ø das pontoação | 5 (3-7) | 0,92 | - | - | - |
| Largura dos raios | 38 (14-57) | 11,68 | 36 | 10,18 | 5,26 |
| Altura dos raios | 326 (199-412) | 75,56 | 272 (151-446) | 44,12 | 16,56 |
| FP tangencial | 9 (8-11) | 0,78 | 8 (5-10) | 0,99 | 11,11 |
| FP radial | 10 (5-13) | 2,21 | 10 (8-10) | 0,36 | 0,00 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

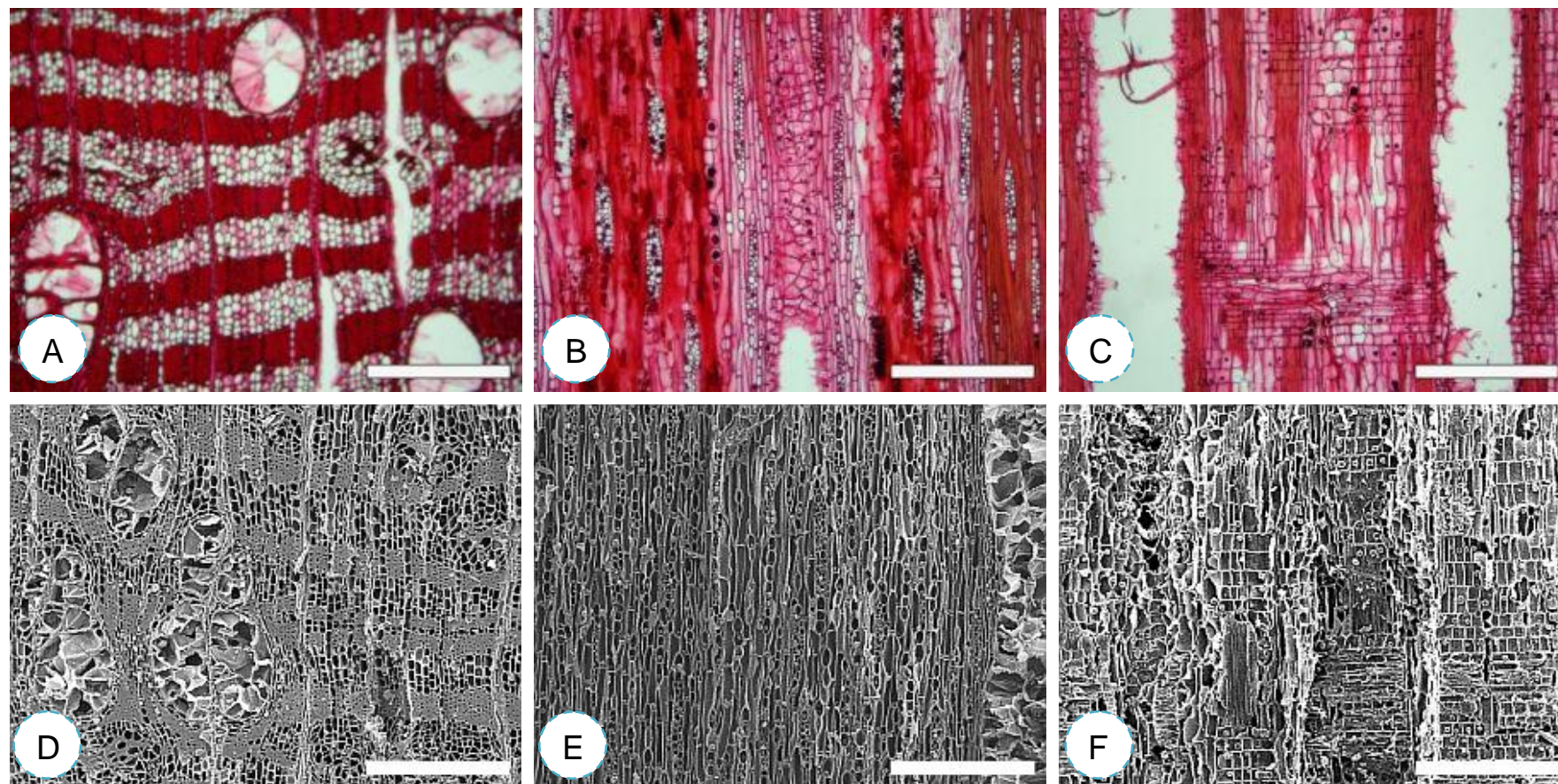


Figura 81 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (acima) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (abaixo) por microscopia eletrônica de varredura de *Erisma uncantum* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μ m

Espécie 75 - *Qualea dinizii* Ducke

Nº Registro Antracoteca: CV-7110

Camada de crescimento: com limites ausentes ou indistintos.

Vasos: Lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos. Contorno dos vasos solitários circular a oval. Tiloses presentes. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares alternas, médias, guarnecidas. Pontoações raio-vasculares similares às intervasculares em forma e tamanho (aréolas distintas). **Parênquima axial:** aliforme linear confluyente. **Estrutura estratificada:** Todos os raios estratificados. **Raios:** trisseriados, células procumbentes com uma camada marginal de células eretas e/ou quadradas. **Fibras:** Fibras não-septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras espessa. **Elementos secretores:** Não observados. **Inclusões minerais:** Não observados. **Variantes cambiais:** Não observados.

Tabela 76 - Caracterização anatômica quantitativa do lenho e do carvão de *Qualea dinizii*

| Anatomia (µm) | Lenho | | Carvão | | Contração % |
|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|----------------|
| | \bar{X} (x-X) | DP | \bar{X} (x-X) | DP | |
| Ø dos vasos | 197(140-218) | 31,13 | 131(107-191) | 29,21 | 33,50 |
| Com. dos vasos | - | - | 276 (197-385) | 45,65 | - |
| Ø das pontoação | 6(3-7) | 2,07 | 6(4-8) | 1,33 | 0,00 |
| Largura dos raios | 43(29-53) | 9,06 | 38(26-45) | 8,56 | 11,63 |
| Altura dos raios | 520(402-616) | 72,62 | 473(395-540) | 64,36 | 9,04 |
| FP tangencial | 9(7-10) | 1,15 | 6(5-7) | 1,27 | 33,33 |
| FP radial | 7(6-7) | 0,38 | 5(4-5) | 0,29 | 28,57 |

Nota: Ø - diâmetro; \bar{X} - média; X - máximo; x - mínimo DP - desvio padrão; Comp. - comprimento; FP - fração parede

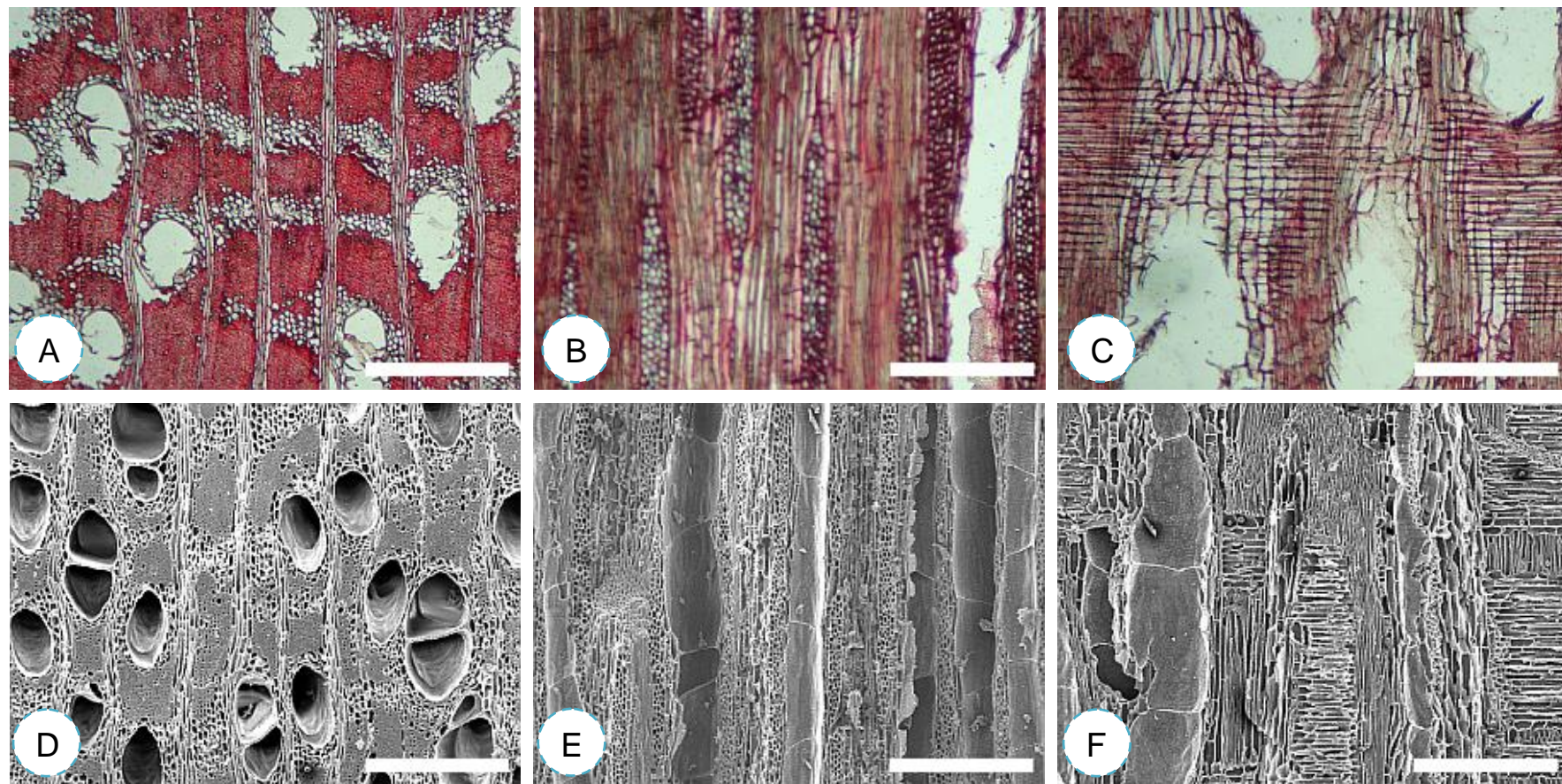


Figura 82 - Fotomicrografias da anatomia do lenho (A, B, C) por microscopia ótica de luz incidente e do carvão (D, E, F) por microscopia eletrônica varredura de *Qualea dinizii* nos planos transversal (A, D), longitudinal tangencial (B, E) e longitudinal radial (C, F). Escala: 500 μm

A estrutura anatômica microscópica do lenho das 75 espécies estudadas, através da microscopia de luz coincide com os apresentados na literatura especializada por inúmeros autores, como Trevizor (2011), Delta, (2010), “Inside Wood” (2010), Souza *et al.* (1997; 2006), Ferreira e Hopkins (2004), Ferreira *et al.* (2006), Costa (2004), Chichignoud *et al.* (1990), Mainiere e Chimelo (1989), entre outros; divergindo, em alguns casos, quanto à caracterização do anéis de crescimento e tipos de parênquima. Essa diferença pode ser devida à variação natural das espécies, condições de crescimento e, mesmo, pela dimensão das amostras do lenho de xilotecas, com restrição de tamanho, utilizadas na caracterização anatômica.

A análise comparada do lenho e do carvão das 75 espécies indica que a estrutura anatômica qualitativa dos espécimes mantém-se preservada, concernente ao parênquima axial e radial, vasos (e pontoações) e as fibras.

A análise do carvão das 75 espécies estudadas, através da aplicação da microscopia de varredura, apresenta de forma singular, a sua estrutura anatômica microscópica com alta resolução, evidenciando a significativa variabilidade no que concerne aos tipos e dimensões das células e tecidos. Desta forma, a microscopia eletrônica de varredura constitui-se em uma ferramenta extraordinária para os estudos anatômicos do carvão vegetal visando, principalmente, a identificação das espécies, conforme apresentado por inúmeros autores como Bianchini (2008); Gonçalves (2006); Rangel *et al.* (2011); Scheel-Ybert (2004); Schmidt (2010).

4.2 Caracterização dos parâmetros anatômicos das amostras de carvão

4.2.1 Parenquima axial: o parênquima axial característico e distinto no lenho de muitas espécies é, da mesma forma, visualizado nas amostras de carvão, inclusive o parênquima paratraqueal escasso no carvão de madeira de *Handroanthus serratifolius* (Figura 15A,D) ou o aliforme confluyente em carvão de *H. incanus* (Figura 14A,D). Outras características de interesse anatômico podem ser observadas nos carvões, como a estratificação do parênquima em *Hymenolobium petraeum* (Figura 49B,E, radial F) e o parênquima do tipo reticulado, presente na família Lecythidaceae, representada por *Couratari guianensis* (Figura 64A,B), *C. stellata* (Figura 65A,B) e em *Lecythis lurida*

(Figura 66A,B) e *L. pisonis* (Figura 67A,B). além do marginal em *Cedrela odorata* (Figura 70A,B).

4.2.2 Parenquima radial: com respeito ao parênquima radial podem ser destacados os espécimes que apresentam a estratificação dos raios, de relevante importância taxonômica, que mantém-se e, eventualmente, tornam-se mais evidentes no carvão em relação ao lenho. Nesse aspecto podem ser mencionados os carvões da madeira de *Handroanthus serratifolius* (Figura 15B,D), *Dipteryx odorata* (Figura 45B,E), *Hymenolobium flavum* (Figura 47B,E), *H. modestum* (Figura 48B,E) e de *H. petraeum* (Figura 49B,E). Ainda, nas amostras de carvão podem ser claramente observados os tipos de raios, sejam constituídos por células procumbentes e eretas, como em *Cordia goeldiana* (Figura 17C,F) e *Brosimum acutifolium* (Figura 72C,F); ou somente com células procumbentes como em *Protium sagotianum* (Figura 19C,F) e de *Caryocar villosum* (Figura 22C,F).

Os valores de contração (%) da largura dos raios, resultantes do processo de carbonização do lenho das árvores variam de 0,00 a 26,32%. Por outro lado, a contração (%) da altura dos raios nas amostras carbonizadas do lenho das árvores varia de 0,51 a 42,13%

4.2.3 Fibras: o processo de carbonização altera a morfologia das fibras de algumas espécies, principalmente as espécies que possuem lenho de parede espessa, estreitas, lume pequeno que constituem uma massa compacta, de difícil visualização do seu lume, contrastado com os demais elementos, como no carvão de *Handroanthus impetiginosus var. lepidota* (Figura 13A,D), *T. serratifolius* (Figura 15B,E), *Andira surinamensis* (Figura 43A,D), *Hymenolobium excelsum* (Figura 46A,D) e de *H. petraeum* (Figura 49 A,D).

Os valores de contração (%) da parede tangencial (fração parede) das fibras, resultantes do processo de carbonização do lenho das árvores variam de 0,00 a 50,00%. Por outro lado, a contração (%) da parede radial das fibras nas amostras carbonizadas do lenho das árvores varia de 0,00 a 50,00%.

4.2.4 Vasos: as alterações anatômicas mais evidentes, sob microscopia eletrônica de varredura, referem-se às contrações radiais do lenho resultando

na distorção da seção transversal dos vasos, de forma circular ou oblonga original, passando a alongada e com as paredes irregulares, onduladas na amostra de carvão. Nesse aspecto, podem ser mencionadas como exemplo, os espécimes de carvão de *Schflera morototoni* (Figura 11 A,D) que possui madeira de baixa densidade, fibras de parede fina e grande lume e raios largos. Da mesma forma, observam-se distorções dos vasos em carvões de outras espécies de madeira de média a elevada densidade, com fibras espessas e abundante parênquima paratraqueal aliforme, vasicêntrico ou em faixas, como em *Symphonia globulifera* (Figura 23 A,D), *Terminalia grabrescens* (Figura 24A,D), *Vouacapua americana* (Figura 33 A,D), *Stryphonodendron pulcherrimum* (Figura 40 A,D) e *Andira surinamensis* (Figura 44 A,D).

Outras características anatômicas de interesse e de fácil diagnóstico nas amostras de carvão foi a presença de vasos estratificados em *Apuleia leiocarpa* (Figura 26 A,D; B,E tangencial; F radial) e de vasos preenchidos por depósitos, com deformação e, também, abundante parênquima paratraqueal em *Dinizia excelsa* (Figura 34 A,B, E).

Os valores de contração (%) do diâmetro dos vasos, resultantes do processo de carbonização do (lenho das árvores) variam de 1,12% a 33,50%.

Os vasos, na maioria das espécies, apresentam obstrução do lume por compostos orgânicos (extrativos) ou por tiloses. Nesse caso, no xilema não funcional (cerne) o protoplasto das células parenquimáticas se desenvolve em direção ao lume dos vasos, através das pontoações, resultando na sua obstrução ou entupimento, pela diferença de pressão entre as células de parênquima contínuas aos vasos. Em consequência, ocorre o impedimento do fluxo vertical de seiva mineral no tronco das árvores e na redução significativa da permeabilidade da madeira aos fluídos (BURGER & RICHTER, 1991; MARRA, 1992).

4.2.5 Pontoações: dos caracteres anatômicos das amostras de carvão das 76 espécies, as pontoações, foram consideradas de maior complexidade para análise e mensuração, por causa da obstrução do lume dos vasos pelas tiloses.

Devido a alta incidência de tiloses ou obstrução por extrativos no lúme dos elementos de vasos foi, somente possível a obtenção de imagens MEV detalhadas (400X) das pontoações, nas amostras de carvão de *Apuleia leiocarpa* (Figura 83-A); *Astronium gracile* (Figura 83-B); *Bagassa guianensis* (Figura 83-C); *Bertholletia excelsa* (Figura 83-D); *Brosimum acutifolium* (Figura 83-E); *Brosimum rubescens* (Figura 83-F); (A) *Carapa guianensis* (Figura 84-A); *Cassia ramiflora* (Figura 84-B); *Cedrela odorata* (Figura 84-C); *Chamaecrista apoucouita* (Figura 84-D); *Copaifera* sp. (Figura 84-E); *Couratari guianensis* (Figura 84-F); *Dinizia excelsa* (Figura 85-A); *Dipteryx odorata* (Figura 85-B); *Hymenaea courbaril* (Figura 85-C); *Hymenolobium excelsum* (Figura 85-D); *Jacaranda copaia* (Figura 85-E); *Micropholis melinoniana* (Figura 85-F); *Nectandra dioica* (Figura 86-A); *Ocotea matogrossensis* (Figura 86-B); *Ormosia flava* (Figura 86-C); *Parkia gigantocarpa* (Figura 86-D); *Parkia multijuga* (Figura 86-E); *Parkia pendula* (figura 86-F); *Pouteria oppositifolia* (Figura 87-A); *Protium altosonii* (Figura 87-B); *Protium sagotianum* (Figura 87-C); *Pseudopiptadenia suaveolens* (Figura 87-D); *Qualea dinizii* (Figura 87-E); *Simarouba amara* (Figura 87-F); *Stryphnodendron paniculatum* (Figura 88-A); *Stryphnodendron pulcherrimum* (Figura 88-B); *Swartzia laurifolia* (Figura 88-C); *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota* (Figura 88-D); *Handroanthus* sp. (Figura 88-E); *Tachigali myrmecophylla* (Figura 88-F); *Terminalia glabrescens* (Figura 89-A); *Trattinnickia burserifolia* (Figura 89-B), *Vaitareopsis* sp. (Figura 89-C), *Virola michelli* (Figura 89-D) e *Virola surinamensis* (Figura 89-E).

Da mesma forma, é possível diagnosticar o tipo de pontoação, como as guarnecidas em *Andira surinamensis*, *Bowdichia nitida*, *Caryocar villosum*, *Dipterix odorata*, *Erisma unicanum*, *Hymenaea courbaril*, *Hymenolobium excelsum*, *Hymenolobium flavum*, *Hymenolobium modestum*, *Hymenolobium petraeum*, *Parkia gigantocarpa*, *Parkia multijuga*, *Parkia pendula*, *Peltogyne venosa*, *Pseudopiptadenia suaveolens*, *Stryphnodendron paniculatum*, *Stryphnodendron pulcherrimum*, *Swartzia laurifolia*, *Swartzia leptopetala*, *Vaitarea paraensis*, *Vaitareopsis* sp. 1 e *Vaitareopsis* sp. 2.

Observa-se, também, a heterogeneidade das pontoações na parede celular de um mesmo vaso, sendo bastante homogêneas, como em *Apuleia leiocarpa* (Figura 88-A), *Cassia ramiflora* (Figura 84-B), *Chamaecrista*

apoucouita (Figura 84-C) , *Copaifera* sp. (Figura 84-E), *Couratari guianensis* (Figura 84-F), *Dinizia excelsa* (Figura 85-A), *Dipterix odorata* (Figura 85-B), *Hymenaea courbaril* (Figura 85-C), *Hymenolobium excelsum* (Figura 85-D), *Jacaranda copaia* (Figura 85-E), *Micropholis melinoniana* (Figura 85-F), *Nectandra dioica* (Figura 86-A), *Ormosia flava* (Figura 86-C), *Parkia pendula* (Figura 86-F), *Qualea dinizii* (Figura 87-E); *Stryphnodendron paniculatum* (Figura 88-A) e *Handroanthus* sp. (Figura 88-E); *Terminalia glabrescens* (Figura 89-A), *Vaitareopsis* sp. 1 (Figura 89-C); *Virola michelli* (Figura 89-D) e *Virola surinamensis* (Figura 89-E). Em outras espécies, as pontoações são discrepantemente heterogêneas, como em *Brosimum acutifolium* (Figura 84-E), *Protium altsonii* (Figura 87-B) e *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota* (Figura 88-B), observando-se pontoações de, pelo menos, duas formas e tamanhos.

Os valores de contração (%) das pontoações na parede dos vasos, resultantes do processo de carbonização do lenho das árvores variam de 0,00 a 44,00%.

4.2. Contração dos elementos anatômicos no processo de carbonização

Família Anacardiaceae

As amostras de carvão de *Anacardium giganteum* verificaram-se os maiores percentuais de contração para o diâmetro dos vasos (28,22%) e largura dos raios (23,25%); para o diâmetro das pontoações e tamanho dos raios as contrações foram de 28,57 e 16,67% respectivamente, similares aos obtidos para o carvão de *Astronium gracile*. A % de contração para a largura dos raios nos carvões de *Astronium gracile* e de *Anacardium giganteum* foram de 18,42 e 5,26%, respectivamente. O comprimento dos vasos mostrou contração de 5,08% em carvão de *Astronium leicontei*.

Família Bignoniaceae

A amostra de carvão de *Jacaranda copaia* apresentou maior percentual de redução do diâmetro do vaso, fração parede tangencial e radial, tamanho do raio e diâmetro das pontoações e comprimento dos vasos de 31,39, 50,00,

25,00, 42,13, 33,34 e 6,61%, respectivamente. Nos carvões de *Handroanthus serratifolius* e de *Handroanthus* sp a contração do comprimento dos vasos, largura dos raios, foi de 6,6-8,49%, 3,92-25%, respectivamente.

Família Burseraceae

No carvão de *Protium sagotianum* a % de contração do diâmetro das pontoações, fração parede tangencial e radial, largura, tamanho e diâmetro dos raios foi de 30,00, 37,50, 50,00, 24,44, 28,17 e 14,02 %, respectivamente. Para a o carvão de *Trattinnickia burserifolia* a fração parede radial e o diâmetro do raio apresentaram 50,00 e 15,42% de contração.

Família Leguminosae-caesalpinioideae

No carvão de *Copaifera* sp a % de contração do diâmetro dos vasos e tamanho dos vasos foram de 11,52 e 17,18%, respectivamente, sem contração no diâmetro das pontoações, fração parede tangencial das fibras e largura dos raios. O maior valor de contração do diâmetro das pontoações foi encontrado no carvão de *Cassia ramiflora*. Para a largura do raio, o maior valor de 17,39% de contração foi encontrado no carvão de *Voucapoua americana*, sendo que no carvão de *Peltogyne venosa* não houve contração. *Apuleia leiocarpa* apresentou maiores valores de contração no parâmetro tamanho do raio (16,83%). *Chamaecrista apoucouita* apresentou maiores valores de contração nos parâmetros fração parede tangencial (27,27%) e fração parede radial (42,86%) sem contração no diâmetro das pontoações.

Família Leguminosae-mimosoideae

De modo geral, o carvão de *Stryphnodendron* apresentou maior % de contração: *S. pulcherrimum* com maior valor de % de contração no diâmetro do vaso, tamanho dos raios, fração parede radial das fibras (26,06; 25,66; 25,00%); *S. paniculatum* para o diâmetro das pontoações (33,34%) e *Stryphnodendron* sp. para o comprimento do vaso (18,65%). Para a largura do raio o carvão de *Zygia racemosa* mostrou a maior % de contração (25,00%) e de *Parkia multijuga* a fração parede tangencial (30,00%). Não foi detectada contração da fração parede tangencial e radial no carvão de *Enterolobium schomburgkeii*, *Parkia pendula* e *Pseudopiptadenia suaveolens*.

Família Leguminosae-papilionoideae

Foi medida a % de contração da fração parede tangencial e radial das fibras do carvão de *Swartzia laurifolia* (16,67; 11,76%) e de *Vataireopsis sp. 1* (28,57; 42,86%). No carvão de *Hymenolobium excelsum* ocorreu a maior % de contração para o diâmetro do vaso (26,67%) e o menor em *Bowdichia nítida* (2,42%). O comprimento do vaso apresentou o maior e menor % de contração (12,41; 2,26 %) em *Hymenolobium modestum* e *H. petraeum* (2,26%). A maior % de contração para o diâmetro das pontoações ocorreu em *Hymenolobium modestum* e *Ormosia flava* (33,33%) e em *H. excelsum* a maior % de contração da largura e tamanho dos raios (26,32; 17,3%).

Família Lauraceae

A amostra de carvão de *Licaria aritu* apresentou % de diâmetro do vaso, das pontoações e largura dos raios de 9,94, 40,00 e 14,11%, respectivamente, sem apresentar contração para a fração parede tangencial das fibras. No carvão de *Ocotea matogrossensis* a % de contração do tamanho do raio, fração parede tangencial e radial foi de 18,16, 25,00 e 28,57%, respectivamente. Em *Ocotea petalanthera* o tamanho do raio apresentou o maior valor, de 5,29%, sem contração para a fração parede tangencial.

Família Lecythydaceae

O carvão de *Bertholletia excelsa* mostrou maior % de contração no diâmetro das pontoações, largura dos raios e fração parede tangencial das fibras (22,22; 14,63; 12,5%). Por outro lado, o carvão de *Couratari stellata* apresentou maior % de contração para o tamanho do raio e fração parede radial das fibras (10,61; 12,50%). *Lecythis pisonis* apresentou maior contração para o diâmetro (26,22%) e *L. lurida* para comprimento do vaso (20,22%). Não detectou-se contração no diâmetro das pontoações e largura do raio em *Lecythis pisonis*; no diâmetro das pontoações, fração parede tangencial e radial em *Couratari guianensis*; fração parede radial em *Bertholletia excelsa*.

Família Meliaceae

O carvão de *Cedrela odorata* apresentou maior % de contração no diâmetro dos vasos, largura e tamanhos dos raios (10,98; 8,47; 8,47%). O carvão de *Carapa guianensis* apresentou maior % de contração para o comprimento dos vasos, diâmetro das pontoações e fração parede radial ds fibras (10,3; 25,00; 33,33%). Não houve contração na parede tangencial nas 2 espécies e na parede radial das fibras em *Cedrela odorata*.

Família Moraceae

O carvão de *Brosimum acutifolium* mostrou maior % de contração anatômica para o diâmetro dos vasos, das pontoações, tamanho do raio e fração parede tangencial (7,53; 10,00; 13,91; 16,67%). A largura do raio apresentou 6,25% de contração no carvão de *Bagassa guianensis*, não ocorrendo contração para o diâmetro das pontoações.

Família Myristicaceae

O carvão de *Virola michelli* e *V. surinamensis* apresentou % de contração da largura do raio e fração parede tangencial das fibras de 16,67-8,16% e de 20,00-16,67%, respectivamente. A maior porcentagem de contração do diâmetro e comprimento dos vasos, tamanho dos raios (8,41, 3,31 e 4,65%), ocorreu no carvão de *Virola surinamensis* e menor em *V. michelli* (4,48, 3,40, 3,16%).

Família Sapotaceae

Micropholis melinoniana apresentou maiores valores de % contração para o comprimento dos vasos, largura dos raios e fração parede radial e tangencial e diâmetro das pontoações, de 15,53, 12,53 e 16,67, 14,29 e 25%, respectivamente. Em *Pouteria opposittifolia* verificou-se a maior % de contração de fração parede tangencial das fibras, no diâmetro dos vasos e das pontoações de 14,29, 15,31 e 25,00%, respectivamente. A maior porcentagem de contração do tamanho do raio ocorreu em *Manilkara huberi* (8,99%). No carvão de *Chrsophyllum lucentifolium* não houve contração do diâmetro das pontoações, largura do raio e fração parede radial.

Família Vochysiaceae

O carvão de *Qualea dinizii* mostrou maior % de contração anatômica para diâmetro dos vasos, largura do raio, fração parede tangencial e fração parede radial (33,50; 11,63; 33,33; 28,57%). O tamanho do raio apresentou 16,56% de contração no carvão de *Erisma unicantum*.

Outras famílias

O carvão vegetal das famílias Araliaceae, Boraginaceae, Cariocaraceae, Clusiaceae, Cobretaceae, Euphorbiaceae, Goupiaceae, Hypericaraceae, Malvaceae e Simaroubaceae. *Schefflera morototoni* (Araliaceae) apresentou maior percentual de contração anatômica em Largura dos raios, tamanho dos raios e fração parede tangencial (23,66; 23,21; 33,33%). *Terminalia glabrescens* (Combretaceae) apresentou maior % de contração em diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações (37,79; 37,5%). Simarouba amara (Simaroubaceae) maior percentual de contração em Fração parede radial (33,33%).

Outras características anatômicas: grãos de amido foram observados nas células de parênquima do carvão de *Brosimum rubescens* (Figura 83-F, 300x; 89-F, 400x) sendo, de acordo com Freitas (1986), comum no lenho de algumas espécies.

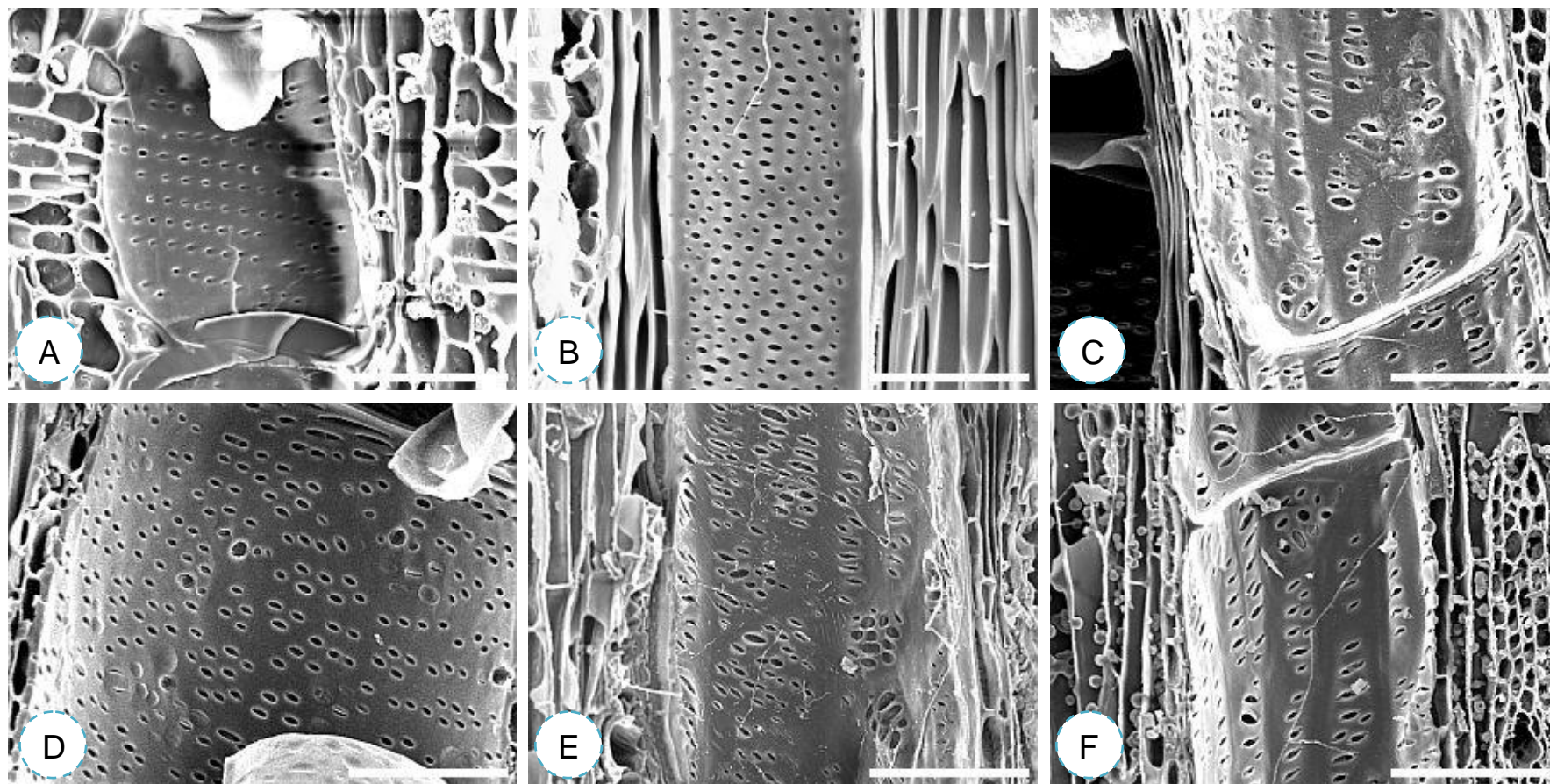


Figura 83 – Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Apuleia leiocarpa*; (B) *Astronium gracile*; (C) *Bagassa guianensis*; (D) *Bertholletia excelsa*; (E) *Brosimum acutifolium*; (F) *Brosimum rubescens*. Escala: 100 μm

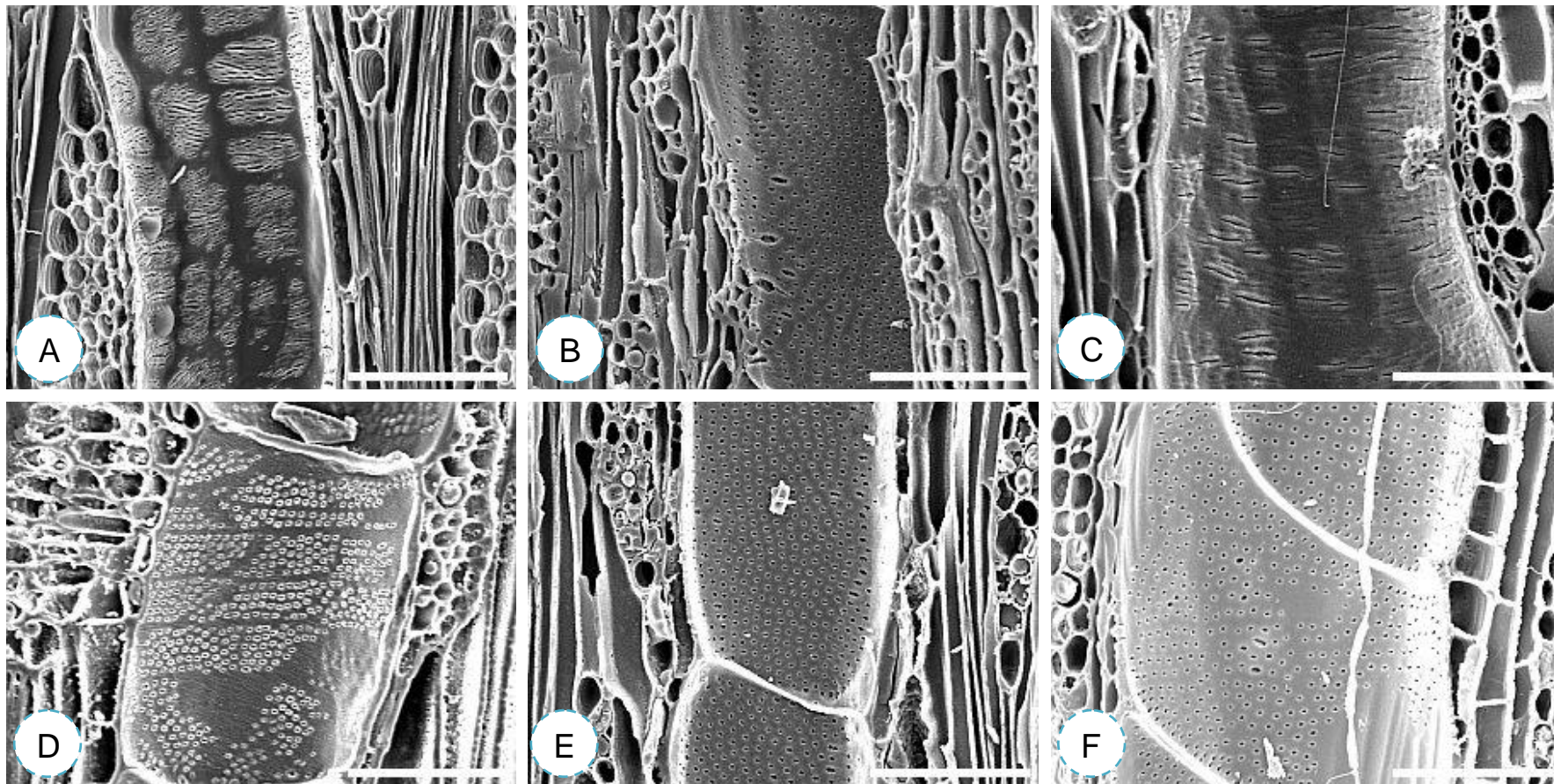


Figura 84 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Carapa guianensis*; (B) *Cassia ramiflora*; (C) *Cedrela odorata*; (D) *Chamaechrista apoucouita*; (E) *Copaifera* sp.; (F) *Couratari guianensis*. Escala: 100 μ m

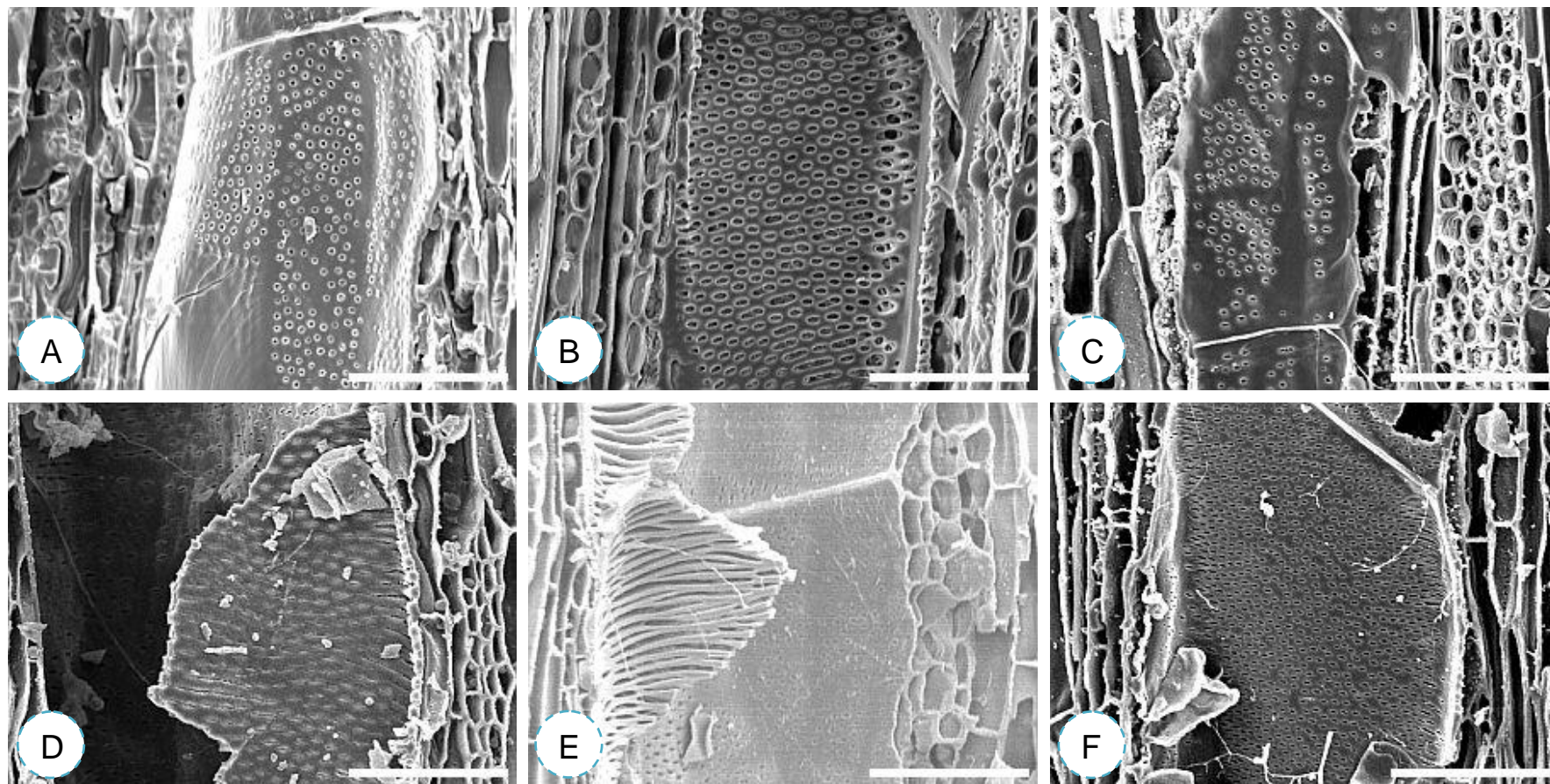


Figura 85 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Dinizia excelsa*; (B) *Dipteryx odorata*; (C) *Hymenaea courbaril*; (D) *Hymenolobium excelsum*; (E) *Jacaranda copaia*; (F) *Micropholis melinoniana*. Escala: 100 μ m

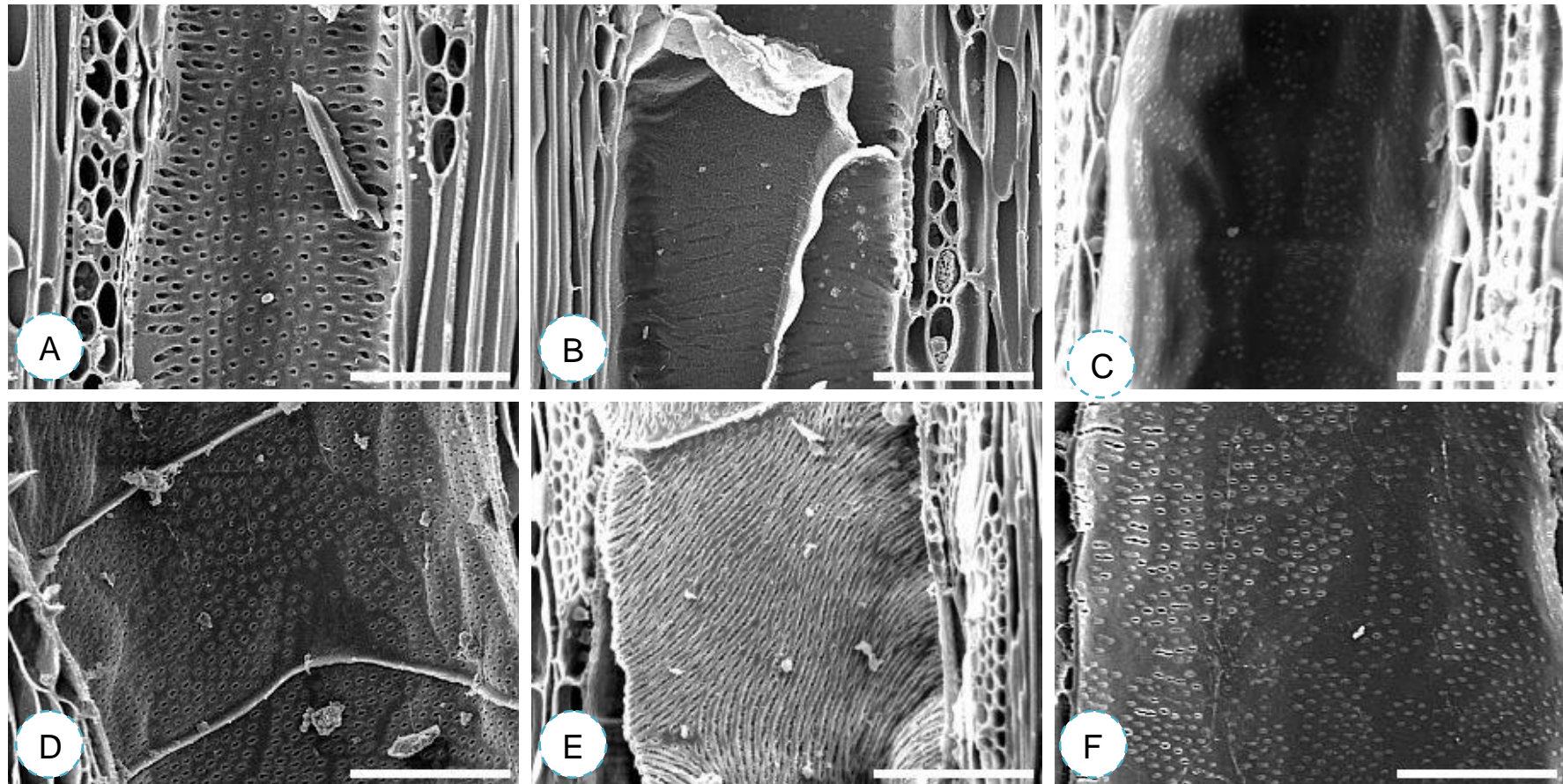


Figura 86 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Nectandra dioica*; (B) *Ocotea matogrossensis*; (C) *Ormosia flava*; (D) *Parkia gigantocarpa*; (E) *Parkia multijuga*; (F) *Parkia pendula*. Escala: 100 μ m

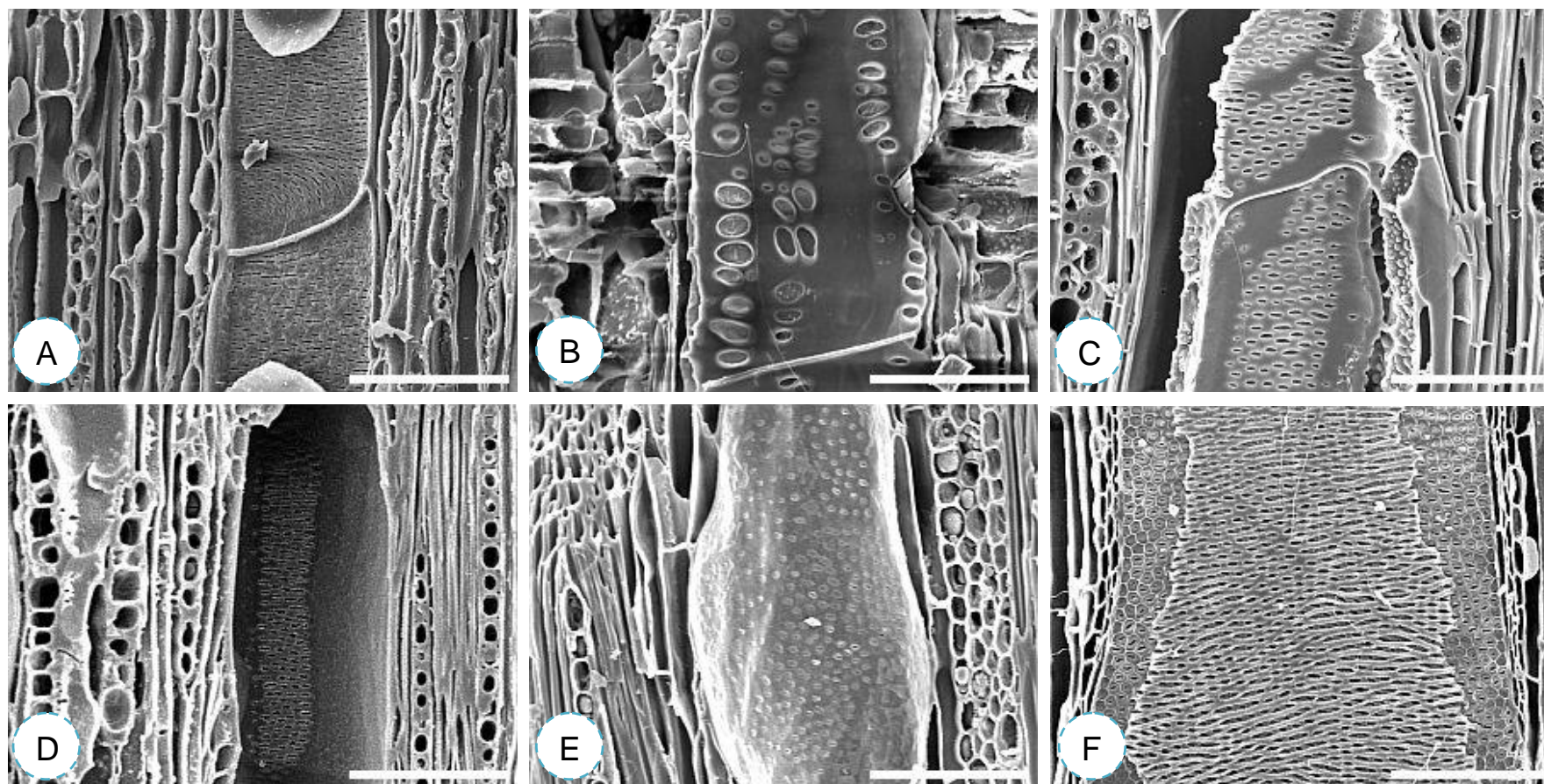


Figura 87 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Pouteria oppositifolia*; (B) *Protium altosonii*; (C) *Protium sagotianum*; (D) *Pseudoptadenia suaveolens*; (E) *Qualea dinizii*; (F) *Simarouba amara*. Escala: 100 μ m

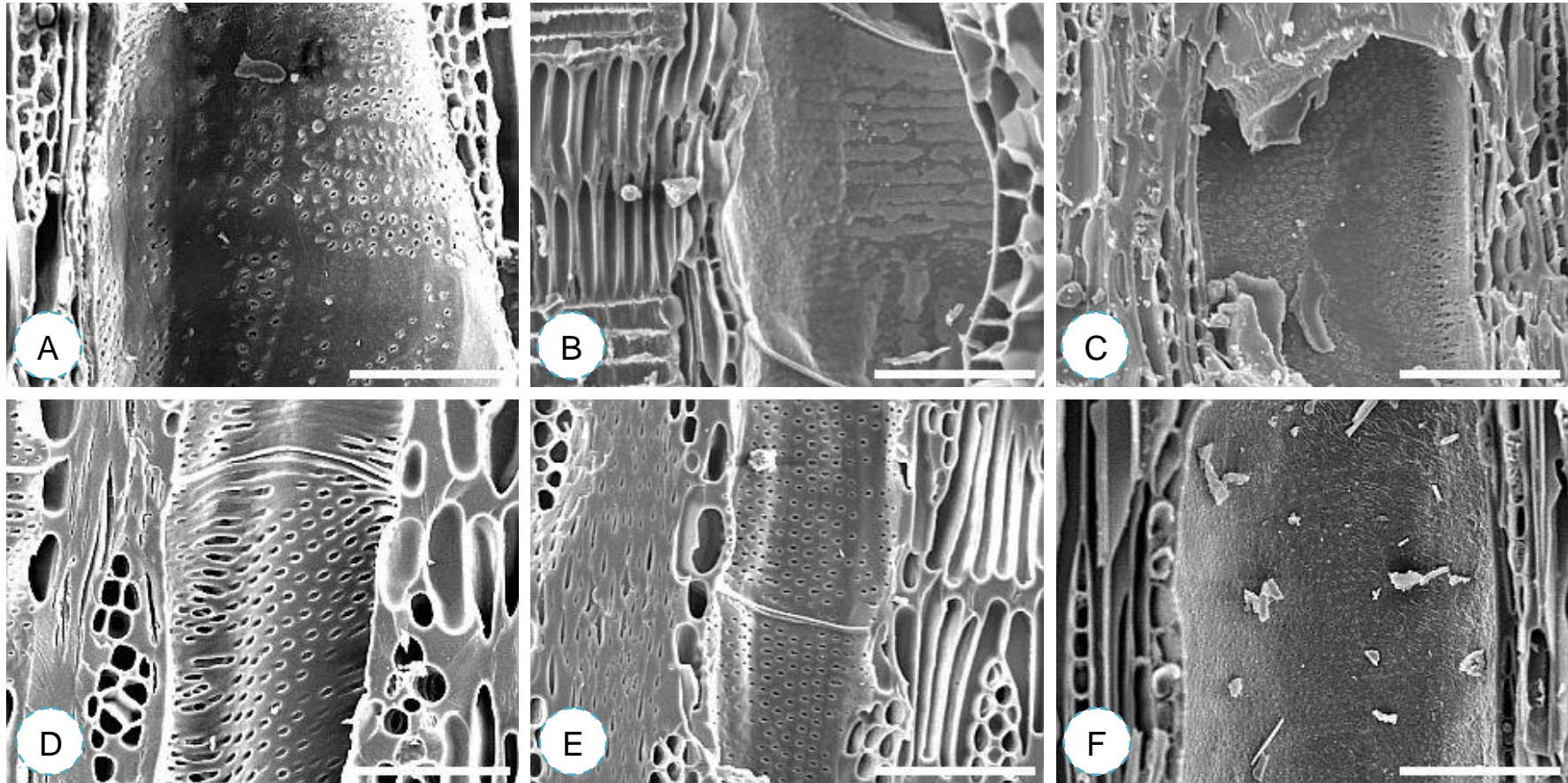


Figura 88 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Stryphnodendron paniculatum*; (B) *Stryphnodendron pulcherrimum*; (C) *Swartzia laurifolia*; (D) *Handroanthus impetiginosus* var. *lepidota*; (E) *Handroanthus* sp.; (F) *Tachigali myrmecophylla*. Escala: 100 μ m

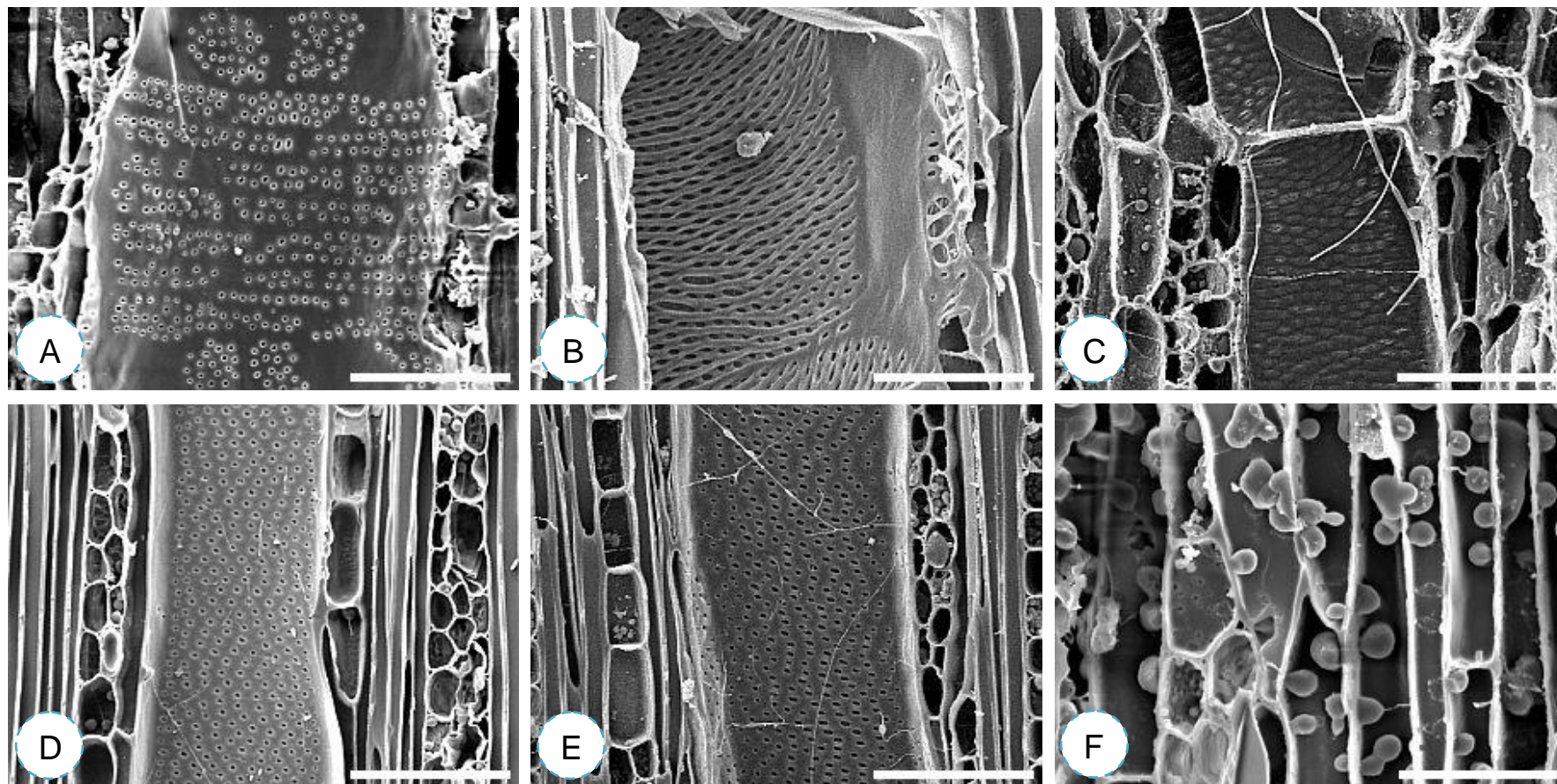


Figura 89 - Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura dos elementos de vaso das espécies: (A) *Terminalia glabrescens*; (B) *Trattinickia burserifolia*; (C) *Vaitareopsis* sp.; (D) *Viola michelii*; (E) *Viola surinamensis*; (F) *Brosimum rubescens*. Escala: 100 μ m

4.3 Densidade aparente e retratibilidade volumétrica da madeira e do carvão

Em se tratando de madeiras da Amazônia, dada a diversidade de espécies arbóreas existentes, é de se esperar uma variação bastante intensa no que diz respeito às propriedades físicas e anatômicas de suas madeiras. Há uma escassez relativamente grande de informações acerca das propriedades das madeiras da Região Amazônica e muito menos sobre descrições a respeito da anatomia do carvão.

Para Vital (1984) e Kolmann e Coté (1986), as variações da densidade da madeira entre as diversas espécies florestais ocorrem devido à espessura da parede celular, das dimensões das células, das inter-relações entre esses fatores e da quantidade de componentes ocasionais presentes por unidade de volume. As diferenças estruturais são obtidas através da quantificação proporcional dos tipos de células (fibras, traqueídeos, vasos, canais resiníferos, raios) de suas dimensões e, especialmente, da espessura das suas paredes celulares.

Foram avaliadas as perdas de densidade do lenho a 12% de umidade até o carvão vegetal a 0% de umidade, para cada uma das 75 espécies (Tabela 77). Conforme Doat e Petroff (1975), espécies com maior densidade tendem a produzir um carvão vegetal também de maior densidade. Mendes et al. (1982) salientaram que a absorção (higroscopicidade) do carvão vegetal está diretamente relacionada com a sua elevada porosidade que, por sua vez, está intimamente associada à densidade da madeira que lhe deu origem.

Tabela 77 – Dados físicos por espécies: densidade aparente, densidade anidra, densidade do carvão, retratibilidade volumétrica

| Espécies | Densidade(g.cm ⁻³) | | | Contração volumétrica (%) | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|------|---------------------------|--------------|
| | Lenho | Carvão | | lenho | lenho-carvão |
| | Dap | Dan | Dcv | 12%-0% | 0%-0% |
| <i>Anacardium giganteum</i> | 0,49 | 0,48 | 0,30 | 2,40 | 37,02 |
| <i>Andira surinamensis</i> | 0,84 | 0,80 | 0,60 | 4,41 | 29,78 |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> | 0,82 | 0,81 | 0,58 | 6,34 | 38,58 |
| <i>Astronium gracile</i> | 0,84 | 0,77 | 0,58 | 2,38 | 30,24 |
| <i>Astronium lecontei</i> | 0,74 | 0,70 | 0,47 | 4,09 | 30,93 |
| <i>Bagassa guianensis</i> | 0,85 | 0,81 | 0,64 | 3,78 | 33,92 |
| <i>Bertholletia excelsa</i> | 0,56 | 0,53 | 0,37 | 3,70 | 25,95 |

| | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|-------|
| <i>Bowdichia nitida</i> | 1,02 | 0,97 | 0,84 | 3,84 | 34,25 |
| <i>Brosimum acutifolium</i> | 0,61 | 0,59 | 0,41 | 5,23 | 39,63 |
| <i>Brosimum rubescens</i> | 0,59 | 0,58 | 0,39 | 2,64 | 39,78 |
| <i>Carapa guianensis</i> | 0,70 | 0,67 | 0,50 | 3,85 | 38,64 |
| <i>Caryocar villosum</i> | 0,91 | 0,77 | 0,56 | 7,38 | 22,91 |
| <i>Cassia ramiflora</i> | 0,90 | 0,89 | 0,73 | 5,62 | 42,54 |
| <i>Cedrela odorata</i> | 0,62 | 0,62 | 0,37 | 2,40 | 38,59 |
| <i>Ceiba pentandra</i> | 0,43 | 0,41 | 0,19 | 2,64 | 40,54 |
| <i>Chamaecrista apoucovita</i> | 0,94 | 0,91 | 0,76 | 5,30 | 42,49 |
| <i>Chrsophyllum lucentifolium</i> | 0,80 | 0,78 | 0,58 | 5,58 | 44,44 |
| <i>Copaifera sp</i> | 0,77 | 0,74 | 0,56 | 5,32 | 36,50 |
| <i>Cordia goeldiana</i> | 0,56 | 0,53 | 0,38 | 3,57 | 35,44 |
| <i>Couratari guianensis</i> | 0,62 | 0,61 | 0,44 | 4,94 | 35,38 |
| <i>Couratari stellata</i> | 0,70 | 0,68 | 0,53 | 5,02 | 38,26 |
| <i>Dinizia excelsa</i> | 0,84 | 0,81 | 0,51 | 5,96 | 13,38 |
| <i>Dipteryx odorata</i> | 1,00 | 0,95 | 0,66 | 3,36 | 29,30 |
| <i>Enterolobium schomburgkeii</i> | 1,03 | 0,95 | 0,62 | 1,65 | 38,20 |
| <i>Erisma unicanthum</i> | 0,73 | 0,70 | 0,54 | 6,64 | 27,80 |
| <i>Glycydendron amazonicum</i> | 0,74 | 0,69 | 0,48 | 2,37 | 37,87 |
| <i>Goupia glabra</i> | 0,87 | 0,84 | 0,61 | 5,25 | 35,06 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | 0,79 | 0,74 | 0,49 | 1,29 | 27,09 |
| <i>Hymenolobium excelsum</i> | 0,67 | 0,67 | 0,48 | 7,83 | 20,62 |
| <i>Hymenolobium flavum</i> | 0,77 | 0,76 | 0,55 | 6,35 | 40,06 |
| <i>Hymenolobium modestum</i> | 0,54 | 0,52 | 0,38 | 3,55 | 29,87 |
| <i>Hymenolobium petraeum</i> | 0,62 | 0,60 | 0,50 | 5,12 | 30,98 |
| <i>Jacaranda copaia</i> | 0,45 | 0,43 | 0,29 | 4,37 | 35,30 |
| <i>Lecythis lurida</i> | 1,10 | 1,07 | 0,79 | 6,88 | 36,66 |
| <i>Lecythis pisonis</i> | 1,01 | 1,00 | 0,61 | 8,98 | 19,26 |
| <i>Licaria aritu</i> | 0,75 | 0,73 | 0,47 | 5,75 | 19,67 |
| <i>Manilkara huberi</i> | 0,98 | 0,95 | 0,89 | 5,51 | 51,44 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 0,74 | 0,71 | 0,48 | 4,89 | 24,07 |
| <i>Micropholis melinoniana</i> | 0,61 | 0,58 | 0,40 | 3,86 | 34,85 |
| <i>Ocotea matogrossensis</i> | 0,62 | 0,58 | 0,33 | 3,95 | 20,17 |
| <i>Ocotea petalanthera</i> | 0,57 | 0,53 | 0,34 | 1,76 | 27,95 |
| <i>Ormosia flava</i> | 0,76 | 0,74 | 0,53 | 6,29 | 38,44 |
| <i>Parkia gigantocarpa</i> | 0,54 | 0,53 | 0,16 | 6,81 | 38,27 |
| <i>Parkia multijulga</i> | 0,77 | 0,76 | 0,33 | 5,23 | 21,24 |
| <i>Parkia pendula</i> | 0,74 | 0,68 | 0,48 | 9,14 | 32,77 |
| <i>Peltogyne venosa</i> | 0,90 | 0,89 | 0,67 | 6,46 | 36,09 |
| <i>Pouteria oppositifolia</i> | 0,75 | 0,72 | 0,56 | 5,48 | 39,22 |
| <i>Protium altsonii</i> | 0,63 | 0,61 | 0,42 | 4,86 | 25,25 |
| <i>Protium sagotianum</i> | 0,73 | 0,70 | 0,51 | 2,39 | 30,15 |
| <i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> | 0,79 | 0,75 | 0,52 | 3,87 | 37,23 |
| <i>Qualea dinizii</i> | 0,70 | 0,67 | 0,48 | 3,04 | 33,89 |
| <i>Rhodostemonodaphne dioica</i> | 0,73 | 0,70 | 0,47 | 3,09 | 29,95 |
| <i>Schefflera morototoni</i> | 0,46 | 0,45 | 0,31 | 6,78 | 38,43 |

| | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|
| <i>Simarouba amara</i> | 0,88 | 0,80 | 0,28 | 3,02 | 36,64 |
| <i>Stryphnodendron paniculatum</i> | 0,57 | 0,53 | 0,41 | 1,99 | 34,50 |
| <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> | 0,59 | 0,58 | 0,41 | 4,59 | 38,15 |
| <i>Stryphnodendron sp.</i> | 0,72 | 0,70 | 0,52 | 5,54 | 33,50 |
| <i>Swartzia leptopetala</i> | 1,09 | 1,05 | 0,81 | 6,14 | 34,15 |
| <i>Swartzia laurifolia</i> | 1,07 | 1,06 | 0,79 | 6,27 | 32,83 |
| <i>Symphonia globulifera</i> | 0,71 | 0,69 | 0,50 | 6,33 | 40,45 |
| <i>Handroanthus impetigenosus</i> | 0,99 | 0,94 | 0,73 | 4,59 | 35,09 |
| <i>Handroanthus incanus</i> | 1,02 | 0,98 | 0,81 | 4,49 | 47,13 |
| <i>Handroanthus serratifolius</i> | 1,04 | 1,00 | 0,76 | 4,75 | 36,60 |
| <i>Handroanthus sp.</i> | 1,08 | 1,05 | 0,78 | 5,82 | 36,49 |
| <i>Tachigali myrmecophylla</i> | 0,71 | 0,67 | 0,50 | 0,92 | 39,72 |
| <i>Terminalia glabrescens</i> | 0,97 | 0,94 | 0,76 | 3,34 | 39,90 |
| <i>Trattinickia burserifolia</i> | 0,44 | 0,43 | 0,26 | 4,45 | 27,06 |
| <i>Trattinickia rhoifolia</i> | 0,71 | 0,66 | 0,48 | 2,39 | 28,63 |
| <i>Vatairea paraensis</i> | 0,87 | 0,85 | 0,65 | 6,75 | 40,29 |
| <i>Vataireopsis sp.1</i> | 0,63 | 0,58 | 0,40 | 0,86 | 32,95 |
| <i>Vataireopsis sp.2</i> | 0,64 | 0,61 | 0,41 | 3,05 | 26,94 |
| <i>Virola micheli</i> | 0,59 | 0,56 | 0,37 | 3,69 | 36,85 |
| <i>Virola surinamensis</i> | 0,53 | 0,50 | 0,33 | 3,16 | 39,43 |
| <i>Vismia cayennensis</i> | 0,60 | 0,57 | 0,41 | 4,17 | 38,09 |
| <i>Voucapoua americana</i> | 1,01 | 0,87 | 0,57 | 6,00 | 24,73 |
| <i>Zygia racemosa</i> | 0,87 | 0,86 | 0,68 | 8,37 | 43,14 |

Nota: Dap (12%), Densidade aparente do lenho a 12% de umidade, em g.cm^{-3} ; Dan (0%), Densidade anidra do lenho a 0% de umidade, em g.cm^{-3} ; Dcv, Densidade do Carvão Vegetal a 0% de umidade, em g.cm^{-3} ; Secagem, retratibilidade volumétrica (%) do lenho, na condição de 12% de umidade para 0% de umidade; Carbonização, retratibilidade volumétrica (%) do lenho a 0% de umidade até sua carbonização a 400 °C (0% de umidade).

Segundo Ponce (1995), a retratibilidade exprime a intensidade de encolhimento da madeira durante a secagem, à perda de água das paredes das fibras, faz com que elas diminuam de secção, isto provoca contrações na madeira. Essas contrações, em princípio, variam com as espécies.

A Tabela 78, refere-se 7 espécies com maior, média e menor densidade aparente do lenho a 12% de umidade. *Lecythis lurida*, foi a espécie que apresentou maior densidade a 12% de umidade ($1,10 \text{ g.cm}^{-3}$). Após sofrer carbonização a 400°, sua densidade a 0% de umidade caiu para $0,79 \text{ g.cm}^{-3}$, com uma contração volumétrica de 43,54%. O mesmo aconteceu para *Swartzia leptopetala*, *Handroanthus sp.*, *Swartzia laurifolia*, *Handroanthus serratifolius*, *Enterolobium schomburgkeii* e *Bowdichia nítida* com (1,03; 1,08; 1,07; 1,04; 1,03; 1,02 g.cm^{-3}) de densidade aparente, que passaram a (0,81; 0,78; 0,79; 0,76; 0,62; 0,84 g.cm^{-3} de

densidade do carvão a 0% de umidade; com retratibilidade volumétrica de 42,31 a 38,09%.

As espécies *Ceiba pentandra*, *Trattinnickia burserifolia*, *Jacaranda copaia*, *Scheffera morototoni*, *Anacardium giganteum*, *Virola surinamensis* e *Hymenolobium modestum* apresentaram os menores valores de densidade aparente (0,43; 0,44; 0,45; 0,46; 0,49; 0,53; 0,54 g.cm⁻³), os menores valores de densidade do cavão vegetal (0,19; 0,26; 0,29; 0,21; 0,30; 0,33; 0,38 g.cm⁻³).

Tabela 78 – Dados da densidade aparente do lenho, da densidade do carvão vegetal e da contração Volumétrica do lenho a 12% de umidade até o produto carvão vegetal, carbonizado a 400°C, também a 0% de umidade

| Espécie | Dap (%) | Dcv (%) | Contração volumétrica (%) |
|-----------------------------------|---------|---------|---------------------------|
| <i>Ceiba pentandra</i> | 0,43 | 0,19 | 43,18 |
| <i>Trattinnickia burserifolia</i> | 0,44 | 0,26 | 31,51 |
| <i>Jacaranda copaia</i> | 0,45 | 0,29 | 39,67 |
| <i>Schefflera morototoni</i> | 0,46 | 0,31 | 45,21 |
| <i>Anacardium giganteum</i> | 0,49 | 0,30 | 39,42 |
| <i>Virola surinamensis</i> | 0,53 | 0,33 | 42,59 |
| <i>Hymenolobium modestum</i> | 0,54 | 0,38 | 33,42 |
| <i>Erismia unicanthum</i> | 0,73 | 0,54 | 34,44 |
| <i>Rodostemonodaphne dioica</i> | 0,73 | 0,47 | 33,04 |
| <i>Protium sagotianum</i> | 0,73 | 0,51 | 32,54 |
| <i>Astronium leicontei</i> | 0,74 | 0,47 | 35,02 |
| <i>Glycydendron amazonicum</i> | 0,74 | 0,48 | 40,24 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> | 0,74 | 0,48 | 28,96 |
| <i>Parkia pendula</i> | 0,74 | 0,48 | 41,91 |
| <i>Bowdichia nitida</i> | 1,02 | 0,84 | 38,09 |
| <i>Enterolobium schomburgkeii</i> | 1,03 | 0,62 | 39,85 |
| <i>Handroanthus serratifolius</i> | 1,04 | 0,76 | 41,35 |
| <i>Swartzia laurifolia</i> | 1,07 | 0,79 | 39,10 |
| <i>Handroanthus sp.</i> | 1,08 | 0,78 | 42,31 |
| <i>Swartzia leptopetala</i> | 1,09 | 0,81 | 40,29 |
| <i>Lecythis lurida</i> | 1,10 | 0,79 | 43,54 |

Nota: Dap (%) – Densidade aparente do lenho, a 12% de umidade; Dcv – densidade do carvão vegetal, a 0% de umidade.

5 CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitiram concluir que:

- o processo de carbonização induziu a contração dos elementos anatômicos da madeira - vasos e pontoações, parênquima axial e fibras, em diferentes porcentagens, com variação entre espécies.
- o processo de carbonização manteve a estrutura original da madeira, apesar da contração volumétrica, possibilitando a identificação das espécies pela análise anatômica do carvão e possibilita a identificação das espécies e sua aplicação na fiscalização ambiental e na arqueologia.
- alguns parâmetros anatômicos da madeira, aplicados na taxonomia das espécies ficaram evidenciados no carvão vegetal.
- espécies com madeira de densidade aparente (12% umidade) mais elevada, apresentaram maior densidade anidra e, da mesma forma, após o processo de carbonização (400°C) resultaram em carvão de densidade mais elevada.
- a contração volumétrica de 12% a 0% de umidade da madeira e do cavão das espécies estudadas não mostraram relação com a densidade, pela sua heterogeneidade.
- a carbonização e a caracterização do carvão da madeira de 75 espécies tropicais da Amazônia permite a criação de uma coleção antracológica.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107p.

ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL –. **Métodos de ensaio**. São Paulo, 1974. 18p.

AGUIAR, P.W.; BIANCHINI, G.F.; DE FARIAS, D.S.E. Coelção de referência antracológica para subsidiar estudos paleoetnobotânicos dos grupos indígenas pré-históricos. In: ENCONTRO DO NÚCLEO REGIONAL SUL DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA. 2006. Rio Grande. **Anais...** Rio Grande, RS. 2006.

ALMEIDA, M.R.; REZENDE, M.E.A. O Processo de carbonização contínua da madeira. In: _____ **Produção e utilização de carvão vegetal**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1982. 393p.

AMBIENTE BRASIL. **Localização da floresta amazônica**. Disponível: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/index.html&conteudo=./natural/biomas/amazonia.html>. Acesso em: 18 mar. 2010.

AMS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Anuário Estatístico Ano 2005**: ano base 2004. Belo Horizonte, AMS, 2004. 156p.

ANDRADE, A.M. Potencialidades energéticas de oito espécies florestais do Estado do Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p.24-42, 1998.

ANDRADE, A.M. **Efeitos da fertilização mineral e da calagem na produção e na qualidade da madeira e do carvão de eucalipto**. 1993. 105p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

ANDRADE, A.M.; CARVALHO, L.M. Potencialidades energéticas de oito espécies florestais do estado do Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 24-42, 1998.

ANDRADE, C.R. **Espectroscopia no infravermelho próximo para prever propriedades da madeira e do carvão de plantio clonal de *Eucalyptus sp.*** 2009. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, F.H. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 8, n. 3, p. 245-274, 1987.

BADAL, E.; BERNABEU, J.; VERNET, J.-L. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. **Vegetation History and Archaeobotany**, Wilhelmshaven, v. 3, p. 155-166, 1994.

BARCELLOS, D.C. **Caracterização do carvão vegetal através do uso de espectroscopia no infravermelho próximo**. 2007. 129p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

BEALL, F.C; EICKNER J.W. **Thermal degradation of wood components**. Washington, DC: USDA Forest Products Laboratory. 1970. 30p. (Forest research paper FPL, 130).

BEALL, F.C.; BLANKENHORN, P.R.; MOORE, G.R. Carbonized wood-physical properties and use as an SEM preparation. **Wood Science**, Kyoto, v. 6, n. 3, p. 212-219, 1974.

BEAUCLAIR, M. citar todos et. al. Fire and ritual: bark hearths in South-American Tupiguarani mortuary rites. **Journal of Archaeological Science**, New York, v. 36, p. 1409-1415, 2009.

BEAUCLAIR, M.; SCHEEL-YBERT, R. ; BUARQUE, A. Fogueiras de cascas no sítio Tupinambá Morro Grande, Araruama, RJ. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 12., 2007. Belém. **Anais...Belém: ABEQUA**, 2007.p.1-3.

BIANCHINI, G.F. **Fogo e paisagem**: evidências de práticas rituais e construção do ambiente a partir da análise antracológica de um sambaqui no litoral sul de Santa Catarina. 2008. 255p. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. .

BIANCHINI, G.F.; SCHEEL-YBERT, R.; GASPAR, M.D. Estaca de Lauraceae em contexto funerário (sítio Jaboticabeira-II, Santa Catarina, Brasil). **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, v. 17, p. 223-229, 2007.

BYRNE, C.E.; NAGLE, D.C. Carbonization of wood for advanced materials applications. **Carbon**, Emsford, v. 35, n. 2, p. 259-266, 1997.

BOON, J.J ; PATOROVA, I.; BOOTOT, R.E. ; ARISZ, P.W. . Structural studies on cellulose pyrolysis and cellulose chars by PYMS, PYGCMS, FTIR, NMR and by wet chemical techniques. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 7, p. 25-32, 1994.

BOURSCHEIT, A. **Nos porões da siderurgia**. Revista “Com ciência ambiental”, Nov., p.1-9, 2006.

BRAADBAART, F.; POOLE, I. Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archaeological contexts. **Journal of Archaeological Science**, New York, v. 35, p. 2434-2445, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional 2009**: ano base 2008. Rio de Janeiro: EPE, 2009. 276p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional 2006**: ano base 2005. Rio de Janeiro: EPE, 2006. 287p.

BREUIL, H. Les fouilles dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège). **Bulletin Archéologique**, Montauban, v. 15, p. 421-436, 1903.

BRITO, J.O. Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira. Piracicaba, SP, **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 9, p. 1-19, 1990.

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

BUSNARDO, C.A. GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; MENOCHIELI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 1987. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel, 1987. 18p.

CALIL JÚNIOR, C.; LAHR, F.A.R.; BRAZOLIN, S. Madeiras na construção civil. In: ISAIA, G.C. (Ed.) **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. v.2, p.1149 - 1179.

CALIXTO, J.S. **Reflorestamento, terra e trabalho: análise da ocupação fundiária e da força de trabalho no Alto Jequitinhonha**, 2006. 135p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy: systematic ecological and evolutionary aspects of Dicotyledonean wood**. Berlin: Springer Verlag, 1988. 436p.

CARVALHO; J.O.P. **Structure and dynamics of logged over Brazilian Amazonian rain forest**. 1992. 215p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1992.

CARVALHO; J.O.P. Changes in the floristic composition of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 32, n. 2, p. 277-291, 2002.

COPANT - COMISSÃO PANAMERICANADENORMAS TÉCNICAS. **Madeiras, descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira; angiosperma, dicotiledôneas**. Rio de Janeiro, 1974. 15p.

CORADIN, V.T.R.; CAMARGOS, J.A.A. **A estrutura anatômica da madeira e princípios para sua identificação**. Brasília:LPF, 2002. 28p.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I – Angiospermae, II – Gimnospermae**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1992. 19p. (Série Técnica, 15).

CRISTIANA, F.; NUNES, F.; SODRÉ, J; DA SILVA, S. **Botânica: taxonomia**. 2011. Disponível: <<http://taxonomiauepa.blogspot.com/2011/04/como-se-iniciou-o-estudo-da-botanica.html>>. Acesso: 18 Set. 2011.

DAGOSTINI, C.M. **Estruturas de aço e madeira**. Joaçaba: Ed. Unoesc, 2006. 1v.

DELEPINASSE, B.M.; BONSE, R. **Diagnóstico da comercialização de produtos florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 205p.

DI PASQUALE, G; ALLEVATO, E. Collezione di legni e carboni. 2007. Disponível: <http://www.charcoalab.unina.it/doc/pubblicazioni/articoli/DiPasquale_Allevato_Musei_Agraria_2007.pdf>. Acesso: 5 Mai. 2012.

FREITAS, R.A.; VILLELA FILHO, A.; GARCIA, C.H.; LOPES, E.M.; ZEN, S. **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2006. 106p.

DOWNES, G.M. ; HUDSON, I.L., RAYMOND, C.A., DEAN, G.H., MICHELL, A.J., SCHIMLECK, L.S., EVANS, R., MUNERI A. **Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties**. Australia: CSIRO Publishing, 1997. 132p.

DUBOIS, J.C.L. **Preliminary forest management guidelines for the National Forest of the Tapajós**. Belém: PRODEPEF, 1976. 42p.

EIDT, R.C. The climatology of South America. In: FITTKAU, E.J.; ILLIES, J.; KLINGE, H.; SCHWABE, G.H.; SIOLI, H. **Biogeography and ecology in South America**. Dordrecht : W. Junk Publishers, 1968. v.1. p. 54-81.

ESPÍRITO-SANTO. F.D.B.; SHIMABUKURO, Y.E.; ARAGÃO, L.E.O; MACHADO, E.L.M. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional de Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélite. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 35, n. 2, p.155-173, 2005.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood**: chemistry, ultrastructure, reactions. Berlin: de Gruyter, 1984. 613p.

FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reiw e *Eucalyptus saligna* Smith**. 1968. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia) –, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P.Y. **Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto**. **Boletim informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 20, p.1-14, 1978.

FERREIRA, O.C. Emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do carvão vegetal. **Economia & Energia**, Viçosa, n. 20, 2000. Disponível em: <<http://ecen.com/eee20/emiscarvemiscarb.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

FIGUEIRAL, I. Evidence from charcoal analysis environmental change during the interval late Bronze Age to Roman, at the archaeological site of Castro de Penices, N.W. Portugal. **Vegetation History and Archaeobotany**, Wilhelmshaven, v. 4, p. 93-100, 1995.

FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G., MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. In: SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO: FLORESTA-INDÚSTRIA, 1975, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/ Grupo Suzano Feffer/ ESALQ/USP, 1975. p. 69-110.

FOREST PRODUCTS LABORATORY – Standard terms for describing wood. **Forest Products Laboratory research Paper**, Madison, n. 171, p.1-10, 1973.

FREITAS, F.O. **Descrição e análise de material vegetal de sítios arqueológicos da região de Januária, Minas Gerais**. 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, 1996.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. (Curitiba, PR). **Relação entre solos e a vegetação natural em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Curitiba, 1986. 25 p.

GELADI, P.; KOWALSKI, B.R. Partial least-squares regression: a tutorial. **Annales de Chimie Analytique et de Chimie Appliquee**, Paris, v. 185, n. 1, p. 1-17, 1986.

GEMTCHÚJNICOV, I.D. **Manual de taxonomia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1976. 368p.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C.H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reactions**. New York: John Wiley Interprice, 1971. p. 241-298.

GONÇALVES, T.A.P. **Contribuição ao conhecimento da anatomia da madeira das famílias: Anacardiaceae, Annonaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae e Araliaceae, através de amostras carbonizadas do lenho de espécies brasileiras**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). 2006. 116p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

GONÇALVES, T.A.P. **Anatomia do lenho e do carvão de espécies arbóreas do cerrado no Estado de São Paulo, Brasil**. 2010. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

GONÇALVES, M.T. A Formação da economia das plantações florestais nos vales do rio Doce e do Aço de Minas Gerais (1940-2000): notas sobre história econômica e ambiental de uma região. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA. 12., 2006, Belo Horizonte. **Proceedings...** Belo Horizonte: Cedeplar / UFMG, 2006.

GONÇALVES, F.G.; SILVA, A.G. da; FERRARO, A.C.; COSTA, N.N.M da; SOUZA, R.A.B.; TOSATO, A.F. Captação de líquido pirolenhoso da carbonização da madeira de *Eucalyptus cloeziana* em forno rabo quente **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, cidade, v. 5, n. 2, p. 232-237, 2010.

GONÇALVES, T.A.P.; MARCATI, C.R. SCHEEL-YBERT, R. The effect of carbonization on wood structure of *Dalbergia violacae*, *Stryphonodendron polyphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Vochysia tucanorum*, and *Pouteria torta* from Brazilian cerrado. **IAWA Journal**, Leiden, v. 33, n. 1, p.73-90, 2012.

GONÇALVES, T.A.P.; SCHEEL-YBERT, R. Anatomia do lenho de espécies de Anacardiaceae e Annonaceae em amostras carbonizadas. In: JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 22., 2003. Cabo Frio. **Resumos...** Cabo Frio: SBB, 2003. p. 28.

HEIN, P.R.G.; LIMA, J.T.; CHAIX, G. Robustness of models based on near infrared spectra to predict the basic density in *Eucalyptus urophylla* wood. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, Sussex, v. 17, n. 3, p. 141-150, 2009b.

HEER, O. Pflanzen der Pfanzhbauten. **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Neujbl**, Zúrique, p. 1-54, 1866.

HEINZ, C. Upper Pleistocene and Holocene vegetation in the south of France and Andorra. Adaptations and first ruptures: New charcoal analysis data. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 69, n. 4, p. 299-324, 1991.

HEINZ, C.; THIÉBAULT, S. Characterization and palaeoecological significance of archaeological charcoal assemblages during late and post-glacial phases in southern France. **Quaternary Research**, Rotterdam, v. 50, n. 1, p. 56-68, 1998.

HESS, S. Se o desmatamento da Amazônia parar, o pólo siderúrgico de Carajás fecha. **Jornal da Ciência**, Brasília, 07 de Dezembro de 2007.

HOLMGREN, P.K., HOLMGREN, N.H.; BARNETT, L. **Index herbariorum**. Part 1: The herbaria of the world. 8th ed. New York: New York Botanical Garden, 1991. 693p.

HOMMA, A.K.O.; ALVES, R.N.B.; MENEZES, A.J.E.A.; MATOS, G.B. Guseiras na Amazônia: perigo para a floresta. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 233, p. 56-59, 2006.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

IBAMA. **Mapa de Solos da Floresta Nacional do Tapajós**. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/flona_tapajos/index.php?id_menu=86 >. Acesso em: 22 fev. 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agrícola**. 1996. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf> >. Acesso em: 18 set. 2011.

INFOTEC. Carbonização da madeira e produtos obtidos. **Informativo Técnico do Programa de Qualificação da Cadeia Produtiva do Carvão Vegetal do Estado de São Paulo**, Piracicaba, v. 1, n. 1, 2000.

INFOTEC. Carvão vegetal de eucalipto. **Informativo Técnico do Programa de Qualificação da Cadeia Produtiva do Carvão Vegetal do Estado de São Paulo**, Piracicaba, v. 2, n. 4, 2001.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Forest Inventory: Tapajos National Forest**. São José dos Campos: INPE, 1992. 26p.

IOS – INSTITUTO OBSERVATÓRIO SOCIAL. **Responsabilidade social das empresas siderúrgicas na cadeia produtiva do ferro-gusa na região de Carajás: os produtores de carvão vegetal**. Rio de Janeiro: IOS, 2006. 63 p. Disponível em: < http://www.observatoriosocial.org.br/arquivos_biblioteca/conteudo/1891RelGeralAsic_a_mar2006.pdf >. Acesso em: 18 set. 2011.

ISHIDA, D.A. **Caracterização e gênese de solos e de depósitos de caulim associado, São Gabriel da Cachoeira, AM**. 2010. 192p. Tese (Doutorado em Geociências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523p.

KIM, N.H.; HANNA, R.B. Morphological characteristics of *Quercus variabilis* charcoal prepared at different temperatures. **Wood Science and Technology**, Heidelberg, v. 40, p. 392-401, 2006.

KOLLMANN, F.F.P.; SACHS, I.B. The effects of elevated temperature on certain wood cells. **Wood Science and Technology**, Heidelberg, v. 1, n. 1, p. 14-25, 1967.

KOLLMANN, F.R.; COTÉ, W.A., Principles of wood science and technology. Berlin: Springer-Verlag, 1968. 592p.

KWON, S.M.; KIM, N-H.; CHA, D.S. An investigation on the transition characteristics of the wood cell walls during carbonization. **Wood Science and Technology**, Heidelberg, v. 43, p. 487-498, 2009.

LARGE SCALE BIOSPHERE-ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZONIA (LBA). **The ecological component of an integrated Amazon study: the effect of conversion**. 1995. Disponível em: < <http://lba.cptec.inpe.br/lba/index.html> >. Acesso em: 18 set. 2011.

LATORRACA, J.V.F. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.279-291, 2000.

LARSON, P.R.; NICHOLS, J.W.P.; DADSWELL, H.E. **Formation and properties of juvenile wood in southern pines**: Madison: USDA, 2001. 42p.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: Imazon, 2005. 4p.

LISBOA, P.L.B. A anatomia da madeira. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 13 n. 74, p.45-51, 1991.

MAGALHÃES, W.L.E; PEREIRA, J.C.D; MUNIZ, G.I.B; DA SILVA, J.R.M. Determinação de propriedades químicas e anatômicas de madeira com o uso da reflexão difusa de Infravermelho Próximo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 50, p. 25-36, 2005.

MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, p. 311-320, 2001.

MARCONETTO, A.B. Analysis of burnt building structures of the Ambato valley (Catamarca, Argentina). In: THIÉBAULT, S. (Ed.). **Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses**. Oxford: Archaeopress, 2002. p.267-272.

MARGUERIE, D.; HUNOT, J.Y. Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. **Journal of Archaeological Science**, New York, v. 34, n. 9, p. 1417-1433, 2007.

MARRA, A.A. **Technology of wood bonding**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453p.

MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: PENEDO, W.R. (Ed.). **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte: CETEC, 1980. v. 1, p. 9-26.

MARTINS SILVA, R.C.V. Coleta e Identificação de espécimes botânicos. **Embrapa Documentos**, Belém, n. 143, 2002. Disponível em: <
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABcYIAD/documentos143-coleta-martins-silva>
>. Acesso em: 18 set. 2011

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950. v. 1.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1985. 2 v.

McGINNES, E.A.; KANDEEL, S.A.; SZOPA, P.S. Some structural changes observed in the transformation of wood into charcoal. **Wood and Fiber**, Monona, v. 3, n. 2, p. 77-83, 1971.

MEIRA, A.M. **Diagnóstico sócio-ambiental e tecnológico da produção de carvão vegetal no município de Pedra Bela, Estado de São Paulo**. 2002. 99p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo Piracicaba,2002.

MONTEIRO, M.A. **Siderurgia na Amazônia: drenagem energético-material e pauperização regional**. Belém: Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 1998. 1v.

MONTEIRO, M.A. Problemas e perspectivas da verticalização da produção da hematita na Amazônia oriental brasileira: o caso da produção de ferro-gusa. In: KLEIN, E.L.; VASQUEZ, M.L.; ROSA-COSTA, L.T. (Org.) **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte, 2002. v.3, p. 23-32.

MONTEIRO, M.A. Siderurgia na Amazônia oriental brasileira e a pressão sobre a floresta primária. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais...** São Paulo: ANPPAS, 2004. 19p.

MONTEIRO, M.A. Em busca de carvão vegetal barato: o deslocamento de siderúrgicas para a Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 9, n. 2, p. 55-97, 2006.

NASCIMENTO, C.C. **Variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras da Amazônia**. 1993. 129p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NASCIMENTO, H.E.M.; DIAS, A.S.; TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, São Paulo Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 329-342, 1999.

NELLE, O. Charcoal burning remains and forest stand structure: examples from Black Forest (south-west-Germany) and the Bavarian Forest (south-east-Germany). In: THIÉBAULT, S. (Ed.). **Charcoal analysis: methodological palaeoecological results and wood uses**. Oxford: Archaeopress, 2002. p. 201-207.

NEUMANN, K. Holocene vegetation of the Eastern Sahara: charcoal from prehistoric sites. **The African Archaeological Review**, Dordrecht, v. 7, p. 97-116, 1989.

NEUMANN, K.; KAHLHEBER, S.; UEBEL, D. Remains of woody plants from Saouga, a Medieval West African Village. **Vegetation History and Archaeobotany**, Heidelberg, v. 7, p. 57-77, 1998.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E.E.S. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199p.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E.E.S.; TROSSERO, M.A.; FRISK, T. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília: Interciência, 2000. 144p.

NPO. **Floresta nacional de Tapajós**. 2010. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/flona_tapajos/index.php?id_menu=0F:\amazonia.as.htm >. Acesso: 18 maio. 2011.

OLIVEIRA, F.G.R.; SALES, A. Ultrasonic measurements in Brazilian hardwood. **Materials Research**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 51-55, 2002.

OLIVEIRA, J.S. Análise química de madeiras tropicais. **Ciências Agronômicas Lourenço Marques**, Lisboa; v. 4, n. 3, p.1-32, 1971.

OLIVEIRA, J.T.S. **Estudos das propriedades físicas e tecnológicas da madeira de pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hill.)** 1988. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

OLIVEIRA, M.L. Stingless bees (Meliponini) and orchid bees (Euglossini) in terra firme tropical forests and forests fragments. In: BIERREGAARD JUNIOR., R.O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; MESQUITA, R. (Ed.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. New Haven: Yale University Press, 2001. p. 208-218.

PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 404p.

PAULA, E.V.C.M. CABRAL, M.T. F.D.; NASCIMENTO, C.C.; ROCHA, J.S. Propriedades mecânicas de trinta e nove espécies de madeiras no Amazonas. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2., São Carlos, 1986. **Anais...** São Carlos: USP/EESC, 1986. v.1.

PAULA, J.E. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 2, p. 243-262, 2003

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).

PRAIS, H.A.C., GUERRA, B.C., DIAS, E.C., ASSUNÇÃO, A.A. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p.269-277, 2002.

PRIOR, J.; WILLIAMS, D.P. An investigation of climatic change in the Holocene epoch using archaeological charcoal from Swaziland, Southern Africa. **Journal of Archaeological Science**, New York, v. 12, p. 457-475, 1985.

PRIOR J; GASSON P. Anatomical changes on charring six African hardwoods. **IAWA Journal**, Leiden, v. 14, n. 1, p.77-86, 1993.

PREJAWA, H. Die Ergebnisse der Bohlweguntersuchungen in Grenzmoor zwischen Oldenburg und Preussen und in Mellinghausen im Kreise Sulingen. **Mitteilungen des historischen Vereins**, Osnabruck, v. 21, p. 98-178, 1896.

PUEHRINGER, C.A. **Uso de emissão de ondas de tensão para avaliação não destrutiva de árvores e da madeira de *Pinus taeda* L.** 2002. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

RADAMBRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: DNPM, 1976. 510p. (Levantamento dos Recursos Naturais, v. 10)

RANGEL, A; SCHEEL-YBERT, R. Caracterização anatômica de amostras carbonizadas de espécies das famílias Burseraceae e Capparaceae para fins antracológicos. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 18., 2008, Seropédica, **Anais...Seropédica: UFRRJ, 2008a.**

RANGEL, A.; SCHEEL-YBERT, R. Anatomia do lenho de amostras carbonizadas de espécies de Restinga: subsídio a estudos antracológicos, conservacionistas e ecológicos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 59., 2008, Natal. **Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Botânica, 2008b.**

RANGEL, A.; SCHEEL-YBERT, R.; CARVALHO, M. A. Estudos anatômicos de madeiras carbonizadas de amostras da coleção de referência antracológica do Setor de Paleobotânica e Paleopalynologia do DGP/MN: Burseraceae, Cactaceae e Capparaceae. In: JORNADA GIULIO MASSARANI DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, ARTÍSTICA E CULTURAL DA UFRRJ, 30., 2008, Seropédica, **Anais... Seropédica: UFRRJ, 2008. 52p.**

RANGEL, A.R.; ALBUQUERQUE, A.R.; MOUTINHO, V.H.P.; TOMAZELLO FILHO, M. Uso da microscopia eletrônica no estudo anatômico do carvão vegetal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (SIICUSP), 19., 2011. Piracicaba. **Anais... Piracicaba : ESALQ/USP, 2011. v. 1798.**

RODRIGUES, W.; MONTEIRO, S.; KAZ, L. **Amazônia: Flora Fauna.** Rio de Janeiro: Ed. Alumbamento, 1994. 324p.

SADORI, L.; GIARDINI, M. Charcoal analysis, a method to study vegetation and climate of the Holocene: The case of Lago di Pergusa (Sicily, Italy). **Geobios**, Lyon, v. 40, n. 2, p. 173-180, 2007.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique.** 2nd ed. Ames: Iowa State College Press, 1951. 227p.

SCHEEL, R. **Stabilité de l'écosystème sur le littoral sud-est du Brésil à l'holocène supérieur (5500-1400 ans BP): les pêcheurs-cueilleurs-chasseurs et le milieu végétal: apports de l'antracologie.** 1998. 245p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Université de Montpellier II, Science et Tech Du Languedoc, Montpellier, 1998. v. 1-3.

SCHEEL, R. Paleoambiente e paleoetnologia de populações sambaquieiras do sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, v. 9, p. 43-59, 1999.

SCHEEL, R. Vegetation stability in the Southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 110, n. 2, p. 111-138, 2000.

SCHEEL, R. Late Holocene south-eastern Brazilian fisher-gatherer-hunters: environment, wood exploitation and diet. In: THIÉBAULT, S. (Ed.) **Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses**. Oxford: Archaeopress, 2002a. p.159-168. (British Archaeological Reports International Series)

SCHEEL, R. Vegetation stability in the Brazilian littoral during the late Holocene: anthracological evidence. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 315-323, 2002b.

SCHEEL, R. Importância da análise de macro-restos vegetais para a reconstituição do modo de vida de populações pré-históricas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 12., 2003, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SAB, 2003a. p.11.

SCHEEL, R. Relações dos habitantes de sambaquis com o meio ambiente: evidências de manejo de vegetais na costa sul-sudeste do Brasil durante o Holoceno Superior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ABEQUA, 9., 2003, Recife. **Resumos...** Recife: ABEQUA, 2003b. p. 271.

SCHEEL, R. Teoria e métodos em antracologia. 1: considerações teóricas e perspectivas. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 1, p. 3-14, 2004.

SCHEEL, R.; GASPAR, M.D. ; YBERT, J.P. A anatomia dos carvões pré-históricos. Arqueologia encontra respostas em restos de fogueiras e incêndios florestais. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 122, p. 66-69, 1996a.

SCHEEL, R.; GASPAR, M.D. ; YBERT, J.P. Antracologia, uma nova fonte de informações para a arqueologia brasileira. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, v. 6, p. 3-9, 1996b.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em antracologia. 3. Validade amostral. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.63, n.2, p.207-232, 2005.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em antracologia. Considerações teóricas e perspectivas. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 1, p. 3-14, 2004a.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em antracologia. 2. Técnicas de campo e de laboratório. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 62, n.4, p. 343-356, 2004b

SCHEEL-YBERT, R.; DIAS, O.F. Corondó: palaeoenvironmental reconstruction and palaeoethnobotanical considerations in a probable locus of early plant cultivation (south-eastern Brazil). **Environmental Archaeology**, Motul de San Jose, v. 12, p. 129-138, 2007.

SCHEEL-YBERT, R. Todos et. al. Holocene palaeoenvironmental evolution of the cerrado and semideciduous forest zone in the São Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil d13C analysis. **The Holocene**, Sevenoaks, v. 13, n. 1, p. 73-81, 2003.

SCHEEL-YBERT, R. ; CARVALHO, M.A. ; MOURA, R.P.O. ; GONÇALVES, T.A.P.; SCHEEL, M. ; YBERT, J. Coleções de referência e bancos de dados de estruturas vegetais: subsídios para estudos paleoecológicos e paleoetnobotânicos. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 64, n.3, p. 255-266, 2006.

SCHIMLECK, L.R.; EVANS, R. Estimation of microfibril angle of increment cores by near infrared spectroscopy. **IAWA Journal**, Leiden, v. 23, p. 225-233, 2002a.

SCHIMLECK, L.R.; EVANS, R. Estimation of wood stiffness of increment cores by near infrared spectroscopy: the development and application of calibrations based on selected cores. **IAWA Journal**, Leiden, v. 23, p. 217-224, 2002b.

SCHIMLECK, L.R.; EVANS, R.; ILIC, J. Application of near infrared spectroscopy to a diverse range of species demonstrating wide density and stiffness variation. **IAWA Journal**, Leiden, v. 22, n. 4, p. 415-429, 2001a.

SCHIMLECK, L.R.; EVANS, R.; ILIC, J. Estimation of *Eucalyptus delegatensis* wood properties by near infrared spectroscopy. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 31, n. 10, p. 1671-1675, 2001b.

SCHMIDT, E.O. **Avaliação antracológica de fragmentos de carvão em porções do sítio arqueológico RS-T-114**: um estudo multidisciplinar para a determinação de histórico ambiental. 2010. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2010.

SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF-FATEC, 1993. 348p.

SHAFIZADEH, F. Introduction to pyrolysis of biomass. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, Amsterdam, v. 3, p. 283-305, 1982.

SILVA, P.R.V. **Histórico da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR - Near Infrared)**. Disponível em: < <http://www.angelfire.com/ab/prvs/> >. Acesso em: 18 dez. 2006.

SILVA, T.F.M.R. **Carvoejamento, pobreza e devastação ambiental nos pólos siderúrgicos de Minas Gerais e Carajás**. 2006. Tese de (Mestrado na área de) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SJÖSTRÖM, E.; ALÉN, R. **Analytical methods in wood chemistry, pulping, and papermaking**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 316p.

SKAAR, C. **Water in wood**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. 218p.

SKAAR, C. **Wood-water relations**. New York: Springer-Verlag, 1988. 283p.

SLOCUM, D.H.; MCGINNES, E. A.; BEALL, F.C. Charcoal yield, shrinkage, and density changes during carbonization of oak and hickory woods. **Wood Science**, Heidelberg, v. 11, n. 1, p. 42-47, 1978.

SOLARI, M.E. Estudio antracológico del Archipiélago del Cabo de Hornos y **Seno Grandi**. **Anales del Instituto de la Patagônia**: sér. Ciências Humanas, Punta Arenas, v. 22, p. 137-148, 1993.

SOLARI, M.E. Estudio antracológico del sitio Punta Baja I (Mar de Otway). **Anales del Instituto de la Patagonia**, sér. **Ciencias Sociales**, Punta Arenas, v. 19, p. 115-120, 1990.

SOUZA, M.P. **Implicações sócio-ambientais do carvoejamento e reflorestamento no município de Coração de Jesus**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Massa específica básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n.33, p.65-72, 1986.

TENGBERG, M. Vegetation history and wood exploitation in the Oman peninsula from the Bronze Age to the Classical period. In: THIÉBAULT, S. (Ed.). **Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses**. Oxford : Archaeopress, 2002. p. 151-158.

THÉRY-PARISOT, I. **Économie des combustibles au Paléolithique**. Paris: CNRS, 2001. 195p.

THÉRY-PARISOT, I; CHABAL, L.; CHRZAVZEZ, J. Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis: a review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 291, p. 142-153, 2010.

THIBAU, C.E. **Produção sustentada em florestas**. Belo Horizonte: UFVJM, 2000. 511p.

- THIÉBAULT, S. Early-Holocene vegetation and the human impact in central Provence (Var, France): charcoal analysis of the Baume de Fontbrégoua. **The Holocene**, Thousand Oaks, v. 7, n. 3, p. 343-349, 1997.
- THUMM, A.; MEDER, R. Stiffness prediction of radiata pine clearwood test pieces using near infrared spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, Sussex, v. 9, n. 2, p. 117-122, 2001.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 29, p. 37-45, 1985.
- TORRES, R.B. **Contribuição ao estudo do arcabouço estrutural da área do rio Tapajós, bacia do Amazonas, através da análise integrada de dados de topografia, geologia, magnetometria, gravimetria e sensoriamento remoto**. 2000. 153p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.
- TREVIZOR, T.T. **Anatomia comparada do lenho de 64 espécies arbóreas de ocorrência natural na floresta tropical Amazônica no estado do Pará**. 2011. 216 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p.104-111, 1996.
- TUSENIUS, M.L. Charcoal analytical studies on the north-eastern Cape, South Africa. **South African Archaeological Society Goodwin Series**, Vlaeberg, v. 6, p. 77-83, 1989.
- VALDUGA, L. **Materiais de construção civil**. Joaçaba: Ed. Unoesc, 2003. 1v.
- VALE, A.T.; DIAS, A.S.; SANTANA, I.; EDUARDO, M.A. Relação entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.1, p.89-95, 2001.
- VAN KEMPEN, T.; JACKSON, D. NIRS may provide rapid evaluation of aminoacids. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 68, n. 50, p. 12-15, 1996.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.
- VERAS, D.; CASARA, M. Escravos do aço. **Observatório Social em Revista**, Florianópolis, n. 6, 2004
- VERNET, J.L. (Org.). Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme. Actes du Colloque. Bulletin de la Société Botanique de France, **Bulletin Société Botanique Française**, Paris, v. 139, p. 725, 1992.

VERNET, J.L. Étude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire, d'après les charbons de bois principalement. **Paléobiologie Continentale**, Montpellier, v. 4, n. 1, p.1-90, 1973

VERNET, J.L.; THIÉBAULT, S. An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. **Journal of Biogeography**, Chichester, v. 14, p. 117-127, 1987.

VIA, B.K.; SHUPE, T.F.; GROOM, L.H.; STINE, M.; SO, C.H. Multivariate modelling of density, strength and stiffness from near infrared spectra for mature, juvenile and pith wood of longleaf pine (*Pinus palustris*). **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, Sussex, v. 11, n. 4, p. 365-378, 2003.

VIANA, L.C. **Uso da espectroscopia no infravermelho próximo para predição de propriedades tecnológicas da madeira de eucalyptus**. 2008. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

WALLBACKS, L.; EDLUND, U.; NORDEN, B.; BERGLUND, I. Multivariate characterization of pulp using ¹³C NMR, FTIR and NIR. **Tappi Journal**, Atlanta, v. 74, n. 10, p. 201-206, 1991.

WESTERN, C. Wood and charcoal in archaeology. In: BROTHWELL, D.; HIGGS, E. **Science in archaeology: a comprehensive survey of progress and research**, London: Thames and Hudson, 1963. p. 150-162.

WILLCOX, G. Evidence for ancient forest cover and deforestation from charcoal analysis of ten archaeological sites on the Euphrates. In: THIÉBAULT, S. (Ed.). **Charcoal analysis: methodological approaches, palaeoecological results and wood uses**. Oxford : Archaeopress, 2002. p. 141-146

ZENID, G.J. Comercialização de madeiras no Brasil: a importância da correta identificação das espécies. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro III**. Jerônimo Monteiro: Ed. Suprema, 2008. p.73-97.

ZERIOUH, A; BELKBIR, L. Thermal decomposition of a Moroccan wood under a nitrogen atmosphere. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 258, p. 243-248. 1995.