

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

**Anelise Marta Siegloch**

**ANATOMIA DA MADEIRA DE 50 ESPÉCIES DE GIMNOSPERMAS:  
ENFOQUE TAXONÔMICO**

Santa Maria, RS  
2018

**Anelise Marta Siegloch**

**ANATOMIA DA MADEIRA DE 50 ESPÉCIES DE GIMNOSPERMAS:  
ENFOQUE TAXONÔMICO**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Tecnologia da Madeira, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. José Newton Cardoso Marchiori

Santa Maria, RS  
2018

Siegloch, Anelise Marta  
Anatomia da madeira de 50 espécies de Gimnospermas:  
enfoque taxonômico / Anelise Marta Siegloch.- 2018.  
231 p.; 30 cm

Orientador: José Newton Cardoso Marchiori  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2018

1. Taxonomia 2. Vegetação arbórea 3. Silvicultura 4.  
Madeira I. Marchiori, José Newton Cardoso II. Título.

**Anelise Marta Siegloch**

**ANATOMIA DA MADEIRA DE 50 ESPÉCIES DE GIMNOSPERMAS:  
ENFOQUE TAXONÔMICO**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Tecnologia da Madeira, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

**APROVADO EM 20 DE FEVEREIRO DE 2018:**

---

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

---

**Anabela Silveira de Oliveira Deble, Dra. (URCAMP)**

---

**Fabiano da Silva Alves, Dr. (URCAMP)**

---

**Leonardo Paz Deble, Dr. (UNIPAMPA)**

---

**Sidinei Rodrigues dos Santos, Dr. (UNIPAMPA)**

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2018

## AGRADECIMENTOS

Manifesto meus mais sinceros agradecimentos a todos que colaboraram para a realização deste trabalho. De modo especial:

ao prof. Dr. José Newton Cardoso Marchiori pela confiança, orientação, ensinamentos e amizade;

à Universidade Federal de Santa Maria, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal;

ao laboratório de Botânica Estrutural do Departamento de Biologia pelo uso dos equipamentos de fotomicrografia;

à minha família, em especial aos meus pais, Irmgard Klöpsch Siegloch (*in memoriam*) e Evaldo Siegloch, e aos meus irmãos Ana Emilia Siegloch e Ernani Alfredo Siegloch, pela amizade, apoio e incentivo;

à Laura, Edite e Hermes Fávero pela hospitalidade e momentos compartilhados;

ao meu amado, Alessandro Abreu Fávero pela compreensão, confiança e amizade;

ao meu gatinho Ludy, companheiro inseparável nas horas de estudo;

e à CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

### ANATOMIA DA MADEIRA DE 50 ESPÉCIES DE GIMNOSPERMAS: ENFOQUE TAXONÔMICO

AUTORA: Anelise Marta Siegloch  
ORIENTADOR: José Newton Cardoso Marchiori

O grupo das Gimnospermas é formado atualmente por quatro subclasses: Cycadidae, Ginkgoidae, Gnetidae e Pinoidae que compreendem cerca de 15 famílias, 75-80 gêneros e 800 espécies, as quais crescem na maior parte do planeta, desde os 72° Norte até os 55° Sul e constituem a vegetação dominante nas regiões frias e árticas. O grupo é conhecido sob o ponto de vista tecnológico como produtor de madeiras macias (*softwood*). As espécies em geral são gregárias possibilitando maiores volumes de madeiras e de boas qualidades silviculturais podendo ser utilizadas em florestamentos. O objetivo do presente estudo é caracterizar anatomicamente a madeira de 50 espécies de Gimnospermas dentre as famílias Cycadaceae, Ginkgoaceae, Ephedraceae, Gnetaceae, Welwistchiaceae, Araucariaceae, Podocarpaceae, Cupressaceae, Sciadopityaceae, Taxodiaceae e Pinaceae. As lâminas histológicas e de macerado foram confeccionadas a partir de amostras de madeiras doadas pelo Jodrell Laboratory (Kew Gardens, Londres), pelo New York Botanical Garden, e pelas Universidades de Utrecht e Hamburgo, de acordo com as técnicas padrões utilizadas em anatomia da madeira. As descrições anatômicas seguem o IAWA Committee (2004). As subclasses Cycadidae, Gnetidae e Pinoidae, podem ser anatomicamente identificadas, assim como algumas das famílias botânicas. Para a separação de espécies e gêneros, foi necessário muitas vezes, a utilização de dados quantitativos. A anatomia da madeira se mostrou de grande utilidade para auxiliar os estudos de taxonomia de Gimnospermas.

**Palavras-chave:** Taxonomia. Vegetação arbórea. Silvicultura. Madeira.

## ABSTRACT

### WOOD ANATOMY OF 50 SPECIES OF GIMNOSPERMS: ENFOQ TAXONOMIC

AUTHOR: Anelise Marta Siegloch

ADVISOR: José Newton Cardoso Marchiori

The group of gymnosperms is formed by four subclasses: Cycadidae, Ginkgoidae, Gnetidae and Pinoidae, comprises about 15 families, 5-80 genera and 800 species, which grow in most of the planet, from 72° north to 55° south and are the dominant vegetation in the cold and arctic regions. The group is known under the technological point of view as a producer of softwood. The overall species are gregarious enabling greater volumes of wood and good silvicultural qualities and can be used for afforestation. The aim of this study is to characterize anatomically wood 50 species of gymnosperms among families Cycadaceae, Ginkgoaceae, Ephedraceae, Gnetaceae, Welwistchiaceae, Araucariaceae, Podocarpaceae, Cupressaceae, Sciadopityaceae, Taxodiaceae and Pinaceae. The histological slides and macerate were made from donated wood samples by Jodrell Laboratory (Kew Gardens, Londres), by New York Botanical Garden, and by University of Utrecht e Hamburgo, according to standard techniques used in wood anatomy. The wood descriptions were based on IAWA Committee (2004). The subclasses Cycadidae, Gnetidae and Pinoidae, can be anatomically identified, as well as some of the botanical families. For the separation of species and genera, it was often necessary to use quantitative data. The anatomy of wood has proved to be very useful to support the taxonomy studies of Gymnosperms.

**Key words:** Florestry. Taxonomy. Tree vegetation. Wood.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fotomicrografias do lenho de <i>Cycas revoluta</i> . .....	64
Figura 2 – Fotomicrografias do lenho de <i>Ginkgo biloba</i> . .....	66
Figura 3 – Fotomicrografias do lenho de <i>Ephedra tweediana</i> . .....	68
Figura 4 – Fotomicrografias do lenho de <i>Gnetum gnemon</i> .....	70
Figura 5 – Fotomicrografias do lenho de <i>Welwitschia mirabilis</i> . .....	72
Figura 6 – Fotomicrografias do lenho de <i>Agathis macrophylla</i> . .....	74
Figura 7 – Fotomicrografias do lenho de <i>Araucaria angustifolia</i> . .....	76
Figura 8 – Fotomicrografias do lenho de <i>Araucaria araucana</i> . .....	78
Figura 9 – Fotomicrografias do lenho de <i>Araucaria cunninghamii</i> . .....	80
Figura 10 – Fotomicrografias do lenho de <i>Dacrydium cupressinum</i> . .....	82
Figura 11 – Fotomicrografias do lenho de <i>Falcalifolium falciforme</i> . .....	84
Figura 12 – Fotomicrografias do lenho de <i>Podocarpus lambertii</i> . .....	86
Figura 13 – Fotomicrografias do lenho de <i>Podocarpus latifolius</i> . .....	88
Figura 14 – Fotomicrografias do lenho de <i>Saxegothaea conspicua</i> . .....	90
Figura 15 – Fotomicrografias do lenho de <i>Actinostrobus pyramidalis</i> . .....	92
Figura 16 – Fotomicrografias do lenho de <i>Athrotaxis laxifolia</i> . .....	94
Figura 17 – Fotomicrografias do lenho de <i>Austrocedrus chilensis</i> . .....	96
Figura 18 – Fotomicrografias do lenho de <i>Callitris columellaris</i> . .....	98
Figura 19 – Fotomicrografias do lenho de <i>Calocedrus decurrens</i> . .....	100
Figura 20 – Fotomicrografias do lenho de <i>Calocedrus formosana</i> . .....	102
Figura 21 – Fotomicrografias do lenho de <i>Chamaecyparis formosensis</i> . .....	104
Figura 22 – Fotomicrografias do lenho de <i>Chamaecyparis pisifera</i> . .....	106
Figura 23 – Fotomicrografias do lenho de <i>Cryptomeria japonica</i> . .....	108
Figura 24 – Fotomicrografias do lenho de <i>Fitzroya cupressoides</i> . .....	110
Figura 25 – Fotomicrografias do lenho de <i>Glyptostrobus lineatus</i> . .....	112
Figura 26 – Fotomicrografias do lenho de <i>Papuacedrus papuana</i> . .....	114
Figura 27 – Fotomicrografias do lenho de <i>Sequoiadendron giganteum</i> . .....	116
Figura 28 – Fotomicrografias do lenho de <i>Taiwania cryptomerioides</i> . .....	118
Figura 29 – Fotomicrografias do lenho de <i>Taxodium distichum</i> . .....	120
Figura 30 – Fotomicrografias do lenho de <i>Tetraclinis articulata</i> . .....	122
Figura 31 – Fotomicrografias do lenho de <i>Thuja occidentalis</i> . .....	124
Figura 32 – Fotomicrografias do lenho de <i>Thujopsis dolabrata</i> . .....	126
Figura 33 – Fotomicrografias do lenho de <i>Widdringtonia nodiflora</i> . .....	128
Figura 34 – Fotomicrografias do lenho de <i>Sciadopitys verticillata</i> . .....	130
Figura 35 – Fotomicrografias do lenho de <i>Amentotaxus argotaenia</i> . .....	132
Figura 36 – Fotomicrografias do lenho de <i>Cephalotaxus drupacea</i> . .....	134
Figura 37 – Fotomicrografias do lenho de <i>Taxus baccata</i> . .....	136
Figura 38 – Fotomicrografias do lenho de <i>Torreya nucifera</i> . .....	138
Figura 39 – Fotomicrografias do lenho de <i>Abies sibirica</i> . .....	140
Figura 40 – Fotomicrografias do lenho de <i>Cedrus deodara</i> . .....	142
Figura 41 – Fotomicrografias do lenho de <i>Keteleeria fortunei</i> . .....	144
Figura 42 – Fotomicrografias do lenho de <i>Larix kaempferi</i> . .....	146



Figura 43 – Fotomicrografias do lenho de <i>Picea engelmannii</i> subsp. <i>Mexicana</i> .....	148
Figura 44 – Fotomicrografias do lenho de <i>Picea jezoensis</i> .....	150
Figura 45 – Fotomicrografias do lenho de <i>Pinus elliottii</i> .....	152
Figura 46 – Fotomicrografias do lenho de <i>Pinus oocarpa</i> .....	154
Figura 47 – Fotomicrografias do lenho de <i>Pinus palustris</i> .....	156
Figura 48 – Fotomicrografias do lenho de <i>Pseudolarix amabilis</i> .....	158
Figura 49 – Fotomicrografias do lenho de <i>Pseudotsuga menziesii</i> .....	160
Figura 50 – Fotomicrografias do lenho de <i>Tsuga canadensis</i> .....	162
Figura 51 – Dendrograma das espécies estudadas. ....	177
Figura 52 – Comprimento dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas. ....	181
Figura 53 – Diâmetro dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas. ....	184
Figura 54 – Espessura dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas. ....	186
Figura 55 – Diâmetro das pontoações intervasculares ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas... ..	190
Figura 56 – Largura dos raios ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas. ....	194
Figura 57 – Altura dos raios (micras) das espécies estudadas.....	196

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DAS GIMNOSPERMAS.....	17
<b>3.1.1 Subclasse Cycadidae.....</b>	<b>18</b>
3.1.1.1 Ordem Cycadales .....	18
3.1.1.1.1 Família Cycadaceae.....	18
<b>3.1.2 Subclasse Ginkgoidae.....</b>	<b>19</b>
3.1.2.1 Ordem Ginkgoales.....	19
3.1.2.1.1 Família Ginkgoaceae .....	20
<b>3.1.3 Subclasse Gnetidae .....</b>	<b>21</b>
3.1.3.1 Ordem Ephedrales .....	21
3.1.3.1.1 Família Ephedraceae.....	21
3.1.3.2 Ordem Gnetales.....	22
3.1.3.2.1 Família Gnetaceae .....	22
3.1.3.3 Ordem Welwitschiales.....	22
3.1.3.3.1 Família Welwitschiaceae .....	22
<b>3.1.4 Subclasse Pinidae.....</b>	<b>23</b>
3.1.4.1 Ordem Araucariales .....	24
3.1.4.1.1 Família Araucariaceae .....	24
3.1.4.1.2 Família Podocarpaceae.....	27
3.1.4.2 Ordem Cupressales.....	29
3.1.4.2.1 Família Cupressaceae .....	29
3.1.4.2.2 Família Sciadopityaceae .....	38
3.1.4.2.3 Família Taxaceae.....	39
3.1.4.3 Ordem Pinales .....	41
3.1.4.3.1 Família Pinaceae.....	41
3.2 ANATOMIA DA MADEIRA DAS GIMNOSPERMAS .....	48
<b>3.2.1 Caracterização geral.....</b>	<b>48</b>
3.2.1.1 Subclasse Cycadidae .....	49
3.2.1.1.1 Ordem Cycadales.....	49
3.2.1.2 Subclasse Ginkgoidae.....	50
3.2.1.2.1 Ordem Ginkgoales .....	50
3.2.1.3 Subclasse Gnetidae .....	51
3.2.1.3.1 Ordem Ephedrales .....	51
3.2.1.3.2 Ordem Gnetales .....	51
3.2.1.3.3 Ordem Welwitschiaceae .....	51
3.2.1.4 Subclasse Pinidae .....	52
3.2.1.4.1 Ordem Araucariales .....	52
3.2.1.3.3 Ordem Cupressales .....	53
3.2.1.3.4 Ordem Pinales .....	55
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.1 MATERIAL ESTUDADO .....	57
4.2 OBTENÇÃO DAS LÂMINAS DE CORTE E DE MACERADO .....	58
4.3 OBTENÇÃO DE FOTOMICROGRAFIAS .....	60
4.4 DESCRIÇÕES ANATÔMICAS .....	60

4.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DE AGRUPAMENTO .....	60
<b>5 DESCRIÇÕES ANATÔMICAS.....</b>	<b>63</b>
5.1 SUBCLASSE CYCADIDAE .....	63
<b>5.1.1 Ordem Cycadales.....</b>	<b>63</b>
5.1.1.1 Família Cycadaceae .....	63
5.1.1.1.1 <i>Cycas revoluta</i> Thunb.....	63
5.2 SUBCLASSE GINKGOIDAE .....	65
<b>5.2.1 Ordem Ginkgoales.....</b>	<b>65</b>
5.2.1.1 Família Ginkgoaceae .....	65
5.2.1.1.1 <i>Ginkgo biloba</i> L.....	65
5.3 SUBCLASSE GNÉTIDAE .....	67
<b>5.3.1 Ordem Ephedrales.....</b>	<b>67</b>
5.3.1.1 Família Ephedraceae .....	67
5.3.1.1.1 <i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey. ....	67
<b>5.3.2 Ordem Gnetales .....</b>	<b>69</b>
5.3.2.1 Família Gnetaceae .....	69
5.3.2.1.1 <i>Gnetum gnemon</i> L. ....	69
<b>5.3.3 Ordem Welwitschiales.....</b>	<b>71</b>
5.3.3.1 Família Welwitschiaceae.....	71
5.3.3.1.1 <i>Welwitschia mirabilis</i> Hook. f.....	71
5.4 SUBCLASSE PINIDAE .....	73
<b>5.4.1 Ordem Araucariales .....</b>	<b>73</b>
5.4.1.1 Família Araucariaceae .....	73
5.4.1.1.1 <i>Agathis macrophylla</i> Mast.....	73
5.4.1.1.2 <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze .....	75
5.4.1.1.3 <i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch.....	77
5.4.1.1.4 <i>Araucaria cunninghamii</i> Mudie .....	79
5.4.1.2 Família Podocarpaceae .....	81
5.4.1.2.1 <i>Dacrydium cupressinum</i> Sol. ex G. Forst.....	81
5.4.1.2.2 <i>Falcatifolium falciforme</i> (Parl.) de Laub.....	83
5.4.1.2.3 <i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.....	85
5.4.1.2.4 <i>Podocarpus latifolius</i> (Thunb.) R. Br. ex Mirb. ....	87
5.4.1.2.5 <i>Saxegothaea conspicua</i> Lindl.....	89
<b>5.4.2 Ordem Cupressales.....</b>	<b>91</b>
5.4.2.1 Família Crupressaceae.....	91
5.4.2.1.1 <i>Actinostrobus pyramidalis</i> Miq. ....	91
5.4.2.1.2 <i>Athrotaxis laxifolia</i> Hook. ....	93
5.4.2.1.3 <i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri.....	95
5.4.2.1.4 <i>Callitris columellaris</i> F. Muell. ....	97
5.4.2.1.5 <i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin .....	99
5.4.2.1.6 <i>Calocedrus formosana</i> (Florin) Florin .....	101
5.4.2.1.7 <i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.....	103
5.4.2.1.8 <i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl. ....	105
5.4.2.1.9 <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don .....	107
5.4.2.1.10 <i>Fitzroya cupressoides</i> I.M. Johnst.....	109
5.4.2.1.11 <i>Glyptostrobus lineatus</i> Druce .....	111
5.4.2.1.12 <i>Papuacedrus papuana</i> (F. Muell.) H.L. Li.....	113
5.4.2.1.13 <i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J. Buchholz.....	115
5.4.2.1.14 <i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata.....	117
5.4.2.1.15 <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich. ....	119

5.4.2.1.16 <i>Tetraclinis articulata</i> Mast. ....	121
5.4.2.1.17 <i>Thuja occidentalis</i> L. ....	123
5.4.2.1.18 <i>Thujopsis dolabrata</i> Siebold & Zucc. ....	125
5.4.2.1.19 <i>Widdringtonia nodiflora</i> (L.) E.Powrie. ....	127
5.4.2.2 Família <i>Sciadopytaceae</i> .....	129
5.4.2.2.1 <i>Sciadopitys verticillata</i> Siebold & Zucc.....	129
5.4.2.3 Família <i>Taxaceae</i> .....	131
5.4.2.3.1 <i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilg.....	131
5.4.2.3.2 <i>Cephalotaxus drupacea</i> Siebold & Zucc.....	133
5.4.2.3.3 <i>Taxus baccata</i> L. ....	135
5.4.2.3.4 <i>Torreya nucifera</i> Siebold & Zucc.....	137
<b>5.4.3 Ordem Pinales.....</b>	<b>139</b>
5.4.3.1 Família <i>Pinaceae</i> .....	139
5.4.3.1.1 <i>Abies sibirica</i> Ledeb. ....	139
5.4.3.1.2 <i>Cedrus deodara</i> (Roxb. ex D.Don) G.Don.....	141
5.4.3.1.3 <i>Keteleeria fortunei</i> Carrière.....	143
5.4.3.1.4 <i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière .....	145
5.4.3.1.5 <i>Picea engelmannii</i> subsp. <i>mexicana</i> (Martínez) P.A. Schmidt .....	147
5.4.3.1.6 <i>Picea jezoensis</i> Carrière .....	149
5.4.3.1.7 <i>Pinus elliottii</i> Engelm. ....	151
5.4.3.1.8 <i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl. ....	153
5.4.3.1.9 <i>Pinus palustris</i> Mill. ....	155
5.4.3.1.10 <i>Pseudolarix amabilis</i> (J.Nelson) Rehder .....	157
5.4.3.1.11 <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco .....	159
5.4.3.1.12 <i>Tsuga canadensis</i> Carrière.....	161
<b>6 ANÁLISE DA ESTRUTURA ANATÔMICA.....</b>	<b>163</b>
6.1 CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA (ANÁLISE DE AGRUPAMENTO).....	163
6.2 ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS .....	179
6.2.1 Traqueoides .....	179
6.2.2 Raios .....	193
<b>7 CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO .....</b>	<b>197</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>205</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>207</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>210</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Plantas lenhosas, as Gimnospermas reúnem árvores, arbustos, lianas, relativamente poucas epífitas e nenhuma espécie verdadeiramente aquática (JUDD et al., 2009). O grupo é formado, atualmente, pelas Cycadidae, Ginkgoideae, Gnetidae e Pinidae (CHRISTENHUSZ et al., 2011), compreendendo cerca de 15 famílias, 75-80 gêneros e 1000 espécies. Essas plantas crescem na maior parte do planeta, desde os 72° Norte até os 55° Sul e constituem a vegetação dominante nas regiões frias e árticas (JUDD et al., 2009).

As Gimnospermas são, em geral, gregárias, compondo formações florestais relativamente homogêneas. O gregarismo vincula-se à polinização anemófila, característica do grupo, que pressupõe e requer o adensamento de indivíduos com vistas à adequada fertilização. Sob o ponto de vista florestal, o gregarismo possibilita a obtenção de maiores volumes de madeira de uma mesma espécie por unidade de área, o que é muito vantajoso, principalmente se este aspecto estiver associado a boas características tecnológicas da madeira (MARCHIORI, 2005).

As Gimnospermas constituem o grupo produtor das chamadas “madeiras macias” ou de “fibras longas”. O primeiro destes termos, tradução literal de “softwood”, de larga utilização em países de língua inglesa, não mostra, todavia, estreita vinculação com a dureza da madeira. O segundo termo explica-se pela predominância de traqueoides longitudinais no lenho, que conferem certa homogeneidade ao mesmo e desempenham, cumulativamente, as funções de condução e sustentação mecânica, incluindo-se entre as maiores células da natureza, uma vez que variam de 2000 a 6000  $\mu\text{m}$  (MARCHIORI, 2005).

Devido a suas boas qualidades silviculturais, as Gimnospermas demonstram grande potencial para florestamentos e, importante em países como o Brasil, onde a crescente pressão sobre as florestas naturais e o risco de extinção de madeiras nobres torna cada vez mais necessário o fomento da produção florestal e a diversificação das espécies utilizadas. Atualmente, os reflorestamentos são feitos basicamente com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, os quais suprem apenas em parte as necessidades do setor madeireiro, principalmente, os menos exigentes, como os da produção de lenha, carvão, celulose, chapas, miolos e assemelhados. Para fins mais nobres, ainda são vistas como de melhor qualidade as essências nativas. Neste sentido, é fundamental a melhoria da qualidade da madeira provinda de florestamentos, sendo para isso aconselhadas boas práticas silviculturais e uma criteriosa seleção na escolha das espécies (MARCHIORI, 2005).

Uma vez que a anatomia da madeira é responsável por investigar o principal produto econômico florestal – a madeira – tornam-se relevantes estudos nesta área, tanto para fornecer subsídios à tecnologia, como a outros campos do conhecimento.

A análise microscópica da madeira permite uma apreensão empírica do seu comportamento tecnológico, possibilitando prever determinadas características físicas e mecânicas, além de prever possíveis utilizações (TEIXEIRA, 1977). No caso das coníferas, por exemplo, o notável comprimento dos traqueoides influi nas propriedades da madeira e, de modo especial, nas características de resistência do papel.

De grande utilidade prática, a anatomia da madeira permite a identificação de plantas desprovidas de materiais vegetativos reprodutivos, sendo de fundamental importância na identificação de madeiras comerciais, principalmente na confirmação de adulterações, substituições e fraudes (METCALFE; CHALK, 1972).

A pesquisa anatômica também fornece subsídios aos sistemas de classificação, contribuindo, desta forma, com a botânica sistemática (VESTAL, 1940). A análise anatômica dos grupos taxonômicos é ainda imprescindível para a identificação de restos paleobotânicos (METCALFE; CHALK, 1972).

Do anteriormente exposto, o estudo anatômico de madeiras de Gimnospermas tem objetivos científicos e práticos, uma vez que o catálogo anatômico-estrutural resultante pode servir como subsídio na escolha de plantas alternativas para reflorestamentos, para discussões taxonômicas, para propósitos tecnológicos do uso da madeira e muitas outras finalidades.

## 2 OBJETIVOS

- ❖ Descrever a anatomia da madeira de 50 espécies de Gimnospermas:
  - *Cycas revoluta* (Família Cycadaceae, Ordem Cycadales, Subclasse Cycadidae);
  - *Ginkgo biloba* (Família Ginkgoaceae, Ordem Ginkgoales, Subclasse Ginkgoidae);
  - *Ephedra tweediana* (Família Ephedraceae, Ordem Ephedrales, Subclasse Gnetidae);
  - *Gnetum gnemom* (Família Gnetaceae, Ordem Gnetales, Subclasse Gnetidae);
  - *Welwitschia mirabilis* (Família Welwitschiaceae, Ordem Welwitschiales, Subclasse Gnetidae);
  - *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria araucana*, *Araucaria cunninghamii* (Família Araucariaceae, Ordem Araucariales; Subclasse Pinidae);
  - *Dacrydium cupressinum*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus latifolius*, *Saxegothaea conspicua* (Família Podocarpaceae, Ordem Araucariales, Subclasse Pinidae);
  - *Actinostrobus pyramidalis*, *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Callitris columellaris*, *Calocedrus decurrens*, *Calocedrus formosana*, *Chamaecyparis formosensis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Glyptostrobus lineatus*, *Papuacedrus papuana*, *Sequoiadendron giganteum*, *Taiwania cryptomerioides*, *Taxodium distichum*, *Tetraclinis articulata*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolabrata*, *Widdringtonia nodiflora* (Família Cupressaceae, Ordem Cupressales, Subclasse Pinidae);
  - *Sciadopitys verticillata* (Família Sciadopityaceae, Ordem Cupressales, Subclasse Pinidae);
  - *Amentotaxus argotaenia*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata*, *Torreya nucifera* (Família Taxaceae, Ordem Cupressales, Subclasse Pinidae);
  - *Abies sibirica*, *Cedrus deodara*, *Keteleeria fortunei*, *Larix kaempferi*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Picea jezoensis*, *Pinus elliottii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus palustris*, *Pseudolarix amabilis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga canadensis* (Família Pinaceae; Ordem Pinales; Subclasse Pinidae).
- ❖ Identificar caracteres anatômicos importantes para o reconhecimento das espécies, gêneros, famílias, ordens e subclasses taxonômicas;
- ❖ Verificar a formação de grupos e a similaridade das espécies com base na análise de agrupamento de caracteres anatômicos;
- ❖ Elaborar uma chave de identificação das espécies, com base em caracteres anatômicos.





## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA DAS GIMNOSPERMAS

Na natureza encontram-se cinco linhagens principais de plantas vivas com sementes: Cycadidae, Ginkgoidae, Gnetidae, Pinidae e plantas com flores (Angiospermas – Filo Anthophyta). Os quatro primeiros grupos são ditos Gimnospermas, por terem sementes nuas, em oposição às Angiospermas, cujas sementes estão protegidas no interior de um carpelo. Apesar dos repetidos esforços para elucidar as relações filogenéticas entre tais linhagens a partir de dados morfológicos e moleculares, elas permanecem ainda bastante incertas (JUDD et al., 2009).

A monofilia do clado Gimnospermas é objeto de controvérsia. Por muitos anos, este foi considerado um grupo monofilético. Certamente, quando são levados em consideração fósseis, como samambaias de sementes nuas, o grupo dessas plantas como um todo não representa um clado. No entanto, a maioria das análises moleculares sustenta a monofilia das Gimnospermas atuais, bem como uma relação próxima entre Gnetales e Pinaceae, a chamada hipótese “Gnepine”, segundo a qual as Coníferas, em sua delimitação atual, não seriam monofiléticas e as Gnetales constituiriam Coníferas extremamente divergentes. Esta relação é inesperada, pois há muitas diferenças morfológicas entre ambos os grupos, assim como uma diferença genômica fundamental: Pinaceae e outras Coníferas (exceto as Gnetales) perderam a inversão repetida no genoma plastidial (JUDD et al., 2009).

Todas as Gimnospermas, com exceção das Gnetales, apresentam traqueoides no xilema; já as Angiospermas e Gnetales apresentam elementos de vaso, que são mais eficientes do que traqueoides para o transporte de água em algumas circunstâncias. As Gimnospermas têm reprodução lenta, podendo passar-se até um ano entre a polinização e a fertilização; a maturação das sementes, por sua vez, pode levar até três anos. Em contraste, a reprodução das Angiospermas é muito mais rápida, podendo o espaço de tempo entre duas gerações ser de apenas algumas semanas em espécies anuais (JUDD, 2009).

### 3.1.1 Subclasse Cycadidae

#### 3.1.1.1 Ordem Cycadales

Agrupamento antigo, que reteve caracteres primitivos, tais como gametas masculinos móveis, haustoriais e multiflagelados (JUDD et al., 2009), as Cycadales surgiram no Carbonífero ou no início do Permiano, cerca de 280 milhões de anos atrás e atingiram sua maior diversidade e abundância na Era Mesofítica (RAVEN, et al., 1992; JUDD et al., 2009). Atualmente, as Cycadales incluem, principalmente, plantas relictuais do Hemisfério Sul e muitas de suas espécies estão ameaçadas e/ou em perigo de extinção (JUDD et al., 2009).

As Cycadales apresentam aspecto geral de palmeira, com caule não ramificado de até 20 m de altura, encimado por grandes folhas compostas ou, então, com aspecto de samambaia e caule subterrâneo (RAVEN, et al., 1992; JUDD et al., 2009). A maioria dos exemplares apresentam catáfilos, isto é, folhas escamiformes dispostas entre as folhas normais, frequentemente com função de proteção. De crescimento lento, o caule de algumas espécies pode levar 500 anos para atingir um metro de altura (JUDD et al., 2009).

O grupo distribui-se em Madagascar, no sul da África, sudeste da Ásia, Austrália e Polinésia. Como plantas de florestas e savanas, muitas toleram o fogo por terem caules subterrâneos ou bases foliares persistentes. Diversas espécies são ornamentais. O caule, fonte de amido denominado “sagu”, é utilizado como alimento por alguns povos em período de escassez; as sementes, que chegam a conter de 20-30% da mesma substância, somente podem ser consumidas após remoção de toxinas (JUDD et al., 2009).

As Cycadales são representadas por duas famílias: Cycadaceae e Zamiaceae (JUDD et al., 2009; CHRISTENHUSZ et al., 2011).

##### 3.1.1.1.1 Família Cycadaceae

As Cycadaceae apresentam um único gênero (*Cycas*) e 107 espécies, distribuídas na África oriental, Japão e Austrália (CHRISTENHUSZ et al., 2011).

A família é característica por megasporófilos bem desenvolvidos, denteados ou pinados, não-agrupados em estróbilos. O gênero *Cycas* é fortemente sustentado como grupo irmão das demais Cycadales, tanto por caracteres morfológicos como moleculares. Os registros fósseis se estendem até o Permiano ou, pelo menos, a 250 milhões de anos A.P. (JUDD et al., 2009).

No Brasil, são cultivadas duas espécies: *Cycas circinalis* e *C. revoluta* (SOUZA; LORENZI, 2012).

*Cycas revoluta* Thunb.

Nome comum: cica, sagu-de-jardim, palma-de-ramos.

Espécie ornamental, originária da ilha de Java, Indonésia (MARCHIORI, 2005).

A planta pode ultrapassar 8 m de altura, formando tronco único e indiviso, à semelhança de palmeiras. As folhas, de 0,5-2 m de comprimento, são compostas de pinas lineares retas, verde-escuras na face superior, verde-claras na inferior, com uma única nervura longitudinal e margens nitidamente revolutas. Planta dioica. Indivíduos masculinos com estróbilos oblongos (30-40 mm) de escamas planas, castanhas; os femininos, com cone terminais não estrobiliformes, compostos de folhas carpelares aveludado-ocráceas, profundamente fendidas na metade superior com 2-8 óvulos de cor alaranjada na parte inferior e lateral (MARCHIORI, 2005).

### 3.1.2 Subclasse Ginkgoidae

#### 3.1.2.1 Ordem Ginkgoales

Única representante da ordem, a família Ginkgoaceae Engler apresenta uma única espécie viva: *Ginkgo biloba* (RAVEN, 1992; 2014). Com distribuição natural limitada a regiões remotas da China e, possivelmente, extinta na natureza, a conservação da espécie se deve ao cultivo realizado ao longo de séculos, motivo pelo qual sabe-se muito pouco a respeito de sua ecologia (JUDD et al., 2009).

Os primeiros representantes de *Ginkgo* apareceram no Triássico tardio (> 200 milhões de anos) e suas estruturas reprodutivas mudaram muito pouco nos últimos 120 milhões de anos (RAVEN, 1992; JUDD et al., 2009). No início do Jurássico, espécies afins a *Ginkgo biloba* apresentavam ampla distribuição geográfica, agrupando-se, provavelmente, em três famílias botânicas. As folhas de *Ginkgo* diferem de todas as outras Gimnospermas e a presença de gameta masculino móvel é referida apenas para *Ginkgo* e Cycadales. A polinização é efetuada pelo vento, mas a fertilização ocorre de 4 a 7 meses mais tarde. A suculência e o odor das sementes sugere dispersão por animais, os quais, todavia, são desconhecidos e, provavelmente, extintos (JUDD et al., 2009).

### 3.1.2.1.1 Família Ginkgoaceae

Restringe-se, atualmente, a um único gênero e espécie – *Ginkgo biloba* –, tida como verdadeiro fóssil-vivo por seus caracteres morfológicos e anatômicos. Os indivíduos são dioicos e, no cultivo, dá-se preferência aos masculinos, uma vez que as sementes têm odor desagradável (JUDD et al., 2009).

A família teve ampla distribuição no passado. No Rio Grande do Sul, por exemplo, registra-se a presença de *Ginkgoites antarctica* no afloramento Passo das Tropas, da Formação Santa Maria (MARCHIORI, 2005).

*Ginkgo biloba* L.

Nome comum: árvore-avenca, fruto-de-prata, gingko.

Sinonímia: *Salisburia adiantifolia* Smith.

Cultivada há muitos séculos como ornamental, sobretudo em templos do leste asiático (RAVEN, 1992; JUDD et al., 2009).

Árvore caducifólia de até 30 m de altura, com copa cônica, ramificação esparsa em indivíduos jovens, densa em adultos, e tronco acinzentado, sulcado em árvores longevas. Folhas simples, pecioladas, reunidas em fascículos. Limbo de 3-8 cm de comprimento, em forma de leque e com dois recortes suaves, à semelhança das avencas, verde na primavera/verão, dourado no outono. Planta dioica. Estróbilos masculinos cilíndricos, pendentes, amarelados, dispostos em curtos brotos. A estrutura reprodutiva feminina reduz-se a dois ou três óvulos expostos, ovalados, sustentados por longo pedúnculo comum; quando desenvolvidos (1,5-2,5 cm), adquirem cor amarela e odor desagradável. A semente, comestível depois de tostada, tem forma oval, aguçada em direção às extremidades (LORENZI et al., 2003; MARCHIORI, 2005).

### 3.1.3 Subclasse Gnetidae

As Gnetidae têm particular importância no contexto da evolução das plantas por reunirem caracteres tanto de Gimnospermas (sementes não envolvidas em um ovário) como de Angiospermas (elementos de vaso no lenho, estruturas reprodutivas com aspecto de flores e dupla fertilização). Análises moleculares recentes não sustentam as Angiospermas e as Gnetidae (Antófitas) como um clado; ao contrário, reforçam a conexão das Gnetidae com as Pinidae. Mesmo assim, alguns autores não descartam uma relação de parentesco entre Gnetidae e Angiospermas (JUDD et al., 2009).

A subclasse Gnetidae apresenta apenas três gêneros – *Gnetum*, *Welwitschia* e *Ephedra* –, distribuídos em famílias muito distintas sob o ponto de vista morfológico (JUDD et al., 2009).

#### 3.1.3.1 Ordem Ephedrales

##### 3.1.3.1.1 Família Ephedraceae

Reúne ervas e arbustos eretos ou volúveis, raramente arvoretas, geralmente dioicas, com ramos verticilados geralmente verdes e fotossintetizantes, e folhas simples, opostas ou verticiladas, escamiformes e de margem inteira (SOUZA; LORENZI, 2012).

As Ephedraceae possuem um único gênero (*Ephedra*) e cerca de 60 espécies, distribuídas nas regiões temperadas de todo o mundo, com exceção da Austrália. Em contraste com as Gimnospermas, o gênero é adaptado a regiões extremamente áridas e ensolaradas, de estepes e desertos, em altitudes de até 4000 m, nos Andes e Himalaia (JUDD et al., 2009). No Brasil, registra-se uma única espécie, *Ephedra tweediana*, nativa no Rio Grande do Sul (SOUZA; LORENZI, 2012).

*Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey.

Nome comum: efedra, trepadeira-macarrão.

Sinonímia: *Ephedra scandens* Miers.

Nativa no sul do Brasil, Uruguai e Argentina, a espécie chega ser frequente na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul e nos arredores de Porto Alegre (MARCHIORI, 2005).

Arbusto trepador dioico de até 6 m de altura, com folhas caducas de 5 mm de comprimento. Estróbilos masculinos globosos (cerca de 6 mm), compostos por 3-7 pares de

brácteas decussadas. Estróbilos femininos pedunculados, vermelhos e carnosos, de 8-10 mm de comprimento, geralmente com duas sementes (MARCHIORI, 2005).

### 3.1.3.2 Ordem Gnetales

#### 3.1.3.2.1 Família Gnetaceae

Reúne lianas lenhosas, menos frequentemente arbustos ou árvores, geralmente dioicas, com folhas simples, opostas, largas (geralmente elípticas) e sementes envolvidas em sarcotesta carnosa (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI, 2012).

As Gnetaceae incluem um único gênero, *Gnetum*, e cerca de 30 espécies (principalmente de lianas) de distribuição pantropical, embora disjunta. No Brasil, ocorrem seis espécies, principalmente na Amazônia: *Gnetum leyboldii*, *G. nodiflorum*, *G. paniculatum*, *G. schwackeanum*, *G. urens* e *G. venosum* (SOUZA; LORENZI, 2012).

#### *Gnetum gnemon* L.

Nome comum: genemon, melinjo, belinjo.

Sinonímia: *Gnetum acutatum* Miq.; *Gnetum vinosum* Elmer.

Nativa no Sudeste da Ásia e ilhas do Pacífico ocidental, incluindo Fiji, Indonésia, Malásia, Papua Nova Guiné, Filipinas e Vanuatu (HARLEY; CRAING, 2006).

Árvore pequena, de 8-15 m de altura. Folhas verdes, inteiras, oblongas, opostas, de 10-20×4-7 cm. Estróbilos masculinos pequenos, dispostos em longos pedúnculos. Estróbilos femininos carnosos, vermelho-alaranjados, de 6-10 cm de comprimento e com uma única semente (HARLEY; CRAING, 2006).

### 3.1.3.3 Ordem Welwitschiales

#### 3.1.3.3.1 Família Welwitschiaceae

Família com único gênero (*Welwitschia*) e, atualmente, uma única espécie, nativa no Sudoeste da África (Namíbia). Caule curto, maciço, com duas folhas opostas e em forma de fita, que crescem a partir da base ao longo de toda a vida da planta (GIFFORD; FOSTER, 1988).

*Welwitschia mirabilis* Hook. f.

Nome comum: polvo-do-deserto.

Sinonímia: *Tumboa bainesii* Hook. f.; *Tumboa strobilifera* Welw. ex Hook. f.

Nativa no Sudoeste da África, na localidade de Cabo Negro, bem como no interior da Namíbia, em climas extremamente áridos (RODIN, 1953).

Planta rasteira, dioica, formada por um caule lenhoso curto, que não se desenvolve, e apenas duas folhas em forma de cintas largas, que crescem a partir de um meristema basal ao longo da vida, tornando-se torcidas e desgastadas com o passar dos séculos. Destaca-se, ainda, a ocorrência de estômatos nas duas faces. Cones femininos vermelhos, com uma semente alada que se dispersa pelo vento (GIFFORD; FOSTER, 1988).

### 3.1.4 Subclasse Pinidae

Chamadas de “Coníferas”, por carregarem as sementes em estruturas especiais, ditas cones, as Pinidae compreendem 3 ordens, 6 famílias e 69 gêneros, constituindo o maior e mais importante grupo das Gimnospermas sob os pontos de vista econômico e ecológico, além de fornecer numerosas espécies ornamentais e produtoras de madeira (JUDD et al., 2009; CHRISTENHUSZ et al., 2011).

As Coníferas datam do período Carbonífero, cerca de 300 milhões de anos A.P. (RAVEN, 1992; JUDD et al., 2009). Muitas das famílias atuais se desenvolveram durante o Triássico tardio ou início do Jurássico, predominando, atualmente, em regiões frias do mundo, tais como nas florestas boreais da América do Norte e Ásia. Outras coníferas, especialmente de Araucariaceae, Podocarpaceae e Cupressaceae, são elementos conspícuos em florestas frias do Hemisfério Sul (JUDD et al., 2009).

Estudos filogenéticos têm contribuído com importantes evidências sobre a evolução das coníferas. Dados moleculares reportam uma divisão basal entre Pinaceae e um outro clado, denominado Cupressophyta, que abrange as demais coníferas. As Pinaceae apresentam diversas características diagnósticas, salientando-se a inversão dos óvulos, com a micrópila voltada para o eixo do estróbilo e a asa da semente derivada da escama ovulífera. As Cupressaceae distinguem-se, entre outros caracteres, pela fusão da escama ovulífera com a bráctea que a subtende, motivo pela qual a família parece estar relacionada às Taxaceae, que possuem estróbilos muito reduzidos e uma única semente terminal, circundada por chamativo arilo carnosos (JUDD et al., 2009).

Diversas análises moleculares têm questionado a monofilia das Coníferas, posicionando as Gnetófitas dentro das Coníferas, como grupo irmão de Pinaceae (JUDD et al., 2009).

### 3.1.4.1 Ordem Araucariales

#### 3.1.4.1.1 Família Araucariaceae

As Araucariaceae reúnem três gêneros (*Agathis*, *Araucaria* e *Wollemia*) e aproximadamente 40 espécies (SOUZA; LORENZI, 2012) de árvores longevas, muito resinosas e simétricas, com copa geralmente cônica e folhas inteiras, simples e de formatos variáveis (JUDD et al., 2009).

A família, praticamente restrita ao Hemisfério Sul (Ásia, Austrália, Nova Zelândia e América do Sul), está representada em florestas tropicais, subtropicais e de regiões temperadas (JUDD et al., 2009).

Os dois gêneros principais (*Agathis* e *Araucaria*) fornecem madeira de boa qualidade (JUDD et al., 2009). O gênero *Agathis* distribuiu-se pelo sudeste asiático, Austrália e Nova Zelândia. O gênero *Araucaria* apresenta espécies nativas na América do Sul, na Austrália e em ilhas próximas (ESTEBAN et al., 1996).

O registro fóssil de Araucariaceae se estende a partir do Jurássico. *Araucaria* e *Agathis* diferem na estrutura reprodutiva e foliar: gênero monóico, *Agathis* apresenta óvulos livres na escama ovulífera, sementes aladas e largas folhas, opostas; *Araucaria*, por sua vez, inclui espécies dioicas, com óvulos fusionados na escama ovulífera, sementes geralmente sem asas e folhas espiraladas, lineares ou largas. Análises de sequências genéticas (*rbcL*) sustentam a monofilia dos gêneros *Araucaria* e *Agathis* (JUDD et al., 2009).

#### *Agathis macrophylla* Mast.

Nome comum: kauri-de-Fiji

Sinonímia: *Agathis vitiensis* (Seem.) Benth. & Hook. f.; *Dammara macrophylla* Lindl.

Espécie nativa no arquipélago de Fiji, abundante nas ilhas de Vanua Levu e Viti Levu (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore alta (até 30 m), com tronco reto de até 2 m de diâmetro, casca interna avermelhada e casca externa esbranquiçada, que se desprende em tiras. As folhas, de tamanho



e forma variáveis, são ovaladas (5-12×0,8-3,7 cm), coriáceas, com face superior verde-escura brilhante, inferior opaca ou glauca, nervuras paralelas e ápice obtuso, arredondado. Planta monoica, apresenta estróbilos masculinos estreitos (2,5-3×0,8 cm), curtamente peciolados ou sésseis, e cones femininos glaucos, ovoides ou arredondados (10-12×10 cm), de ápice abruptamente afilado, com escamas de 2,5-3 cm, em forma de leque, alargadas na parte superior. As sementes, de 1,2 cm de comprimento, têm asas de 1,9 cm de comprimento por 1,6 cm de largura (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Nome comum: araucária, pinheiro-do-Paraná.

Sinonímia: *Columbea angustifolia* Bertol.

Espécie de ampla distribuição no sul e sudeste do Brasil, bem como no nordeste da Argentina (ESTEBAN et al., 1996).

Árvore de 20-50 m de altura, de fuste reto e cilíndrico (até 2 m de diâmetro), com casca grossa, resinosa, que se desprende em placas. Nas árvores jovens a copa é piramidal e caliciforme nas adultas. Folhas simples (3-6×0,4-1 cm), imbricadas nos ramos, coriáceas, sésseis, lanceoladas, pungentes, verde-escuras. Plantas dioicas, com amentos de 10-15 cm de comprimento e 2-4 cm de diâmetro em indivíduos masculinos; nos femininos, os cones ou estróbilos são sub-arredondados (10-20 cm) e encerram aproximadamente 150 sementes comestíveis, de 3-8 cm de comprimento por 1-2 cm de diâmetro (REITZ et al. 1983).

A madeira, macia e pouco durável, indica-se para construção civil, movelaria, carpintaria, marcenaria, laminação, fabricação de lápis, palitos de fósforo e celulose. Os nós têm alto poder calorífico (SAUERESSIG, 2014).

*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch

Nome comum: araucária-chilena, pehuen (name mapuche).

Sinonímia: *Pinus araucana* Molina.

Nativa na Cordilheira dos Andes, ao sul da Argentina e Chile, em altitudes de 800 a 1600 m (ESTEBAN et al., 1996).

Árvore de grande porte (até 50 m de altura e 150 cm de diâmetro), com tronco retilíneo e espessa casca rugosa, castanho-acinzentado-escura, com copa piramidal em indivíduos jovens

e caliciforme na fase adulta. Folhas ovado-lanceoladas (1,5-2,5 cm), imbricadas. Planta dioica, com estróbilos masculinos terminais, cilíndricos (7,5-12×2,5 cm), que permanecem na árvore por muitos meses; os cones femininos, subglobosos (20 cm) e com escamas ao longo do apêndice, fornecem sementes castanhas (2×4 cm), comestíveis (MARCHIORI, 2005).

*Araucaria cunninghamii* Mudie

Nome comum: pinheiro-cunningami, pinheiro-Moreton, pinheiro-colonial, pinheiro-de-arco, araucária-da-baía-de-Moreton e araucária-da-Austrália.

Espécie de clima tropical-úmido, nativa em pequena área na costa de Queensland (Austrália) e ilha de Nova Guiné, em altitudes de 600-1500 m (ESTEBAN et al., 1996).

Árvore perenifólia de 40-60 m de altura, com copa piramidal e espessa casca áspera, fendilhada horizontalmente. Folhas jovens espiraladas, lanceoladas ou triangulares e de ápice agudo; folhas adultas, mais curtas, agrupadas e encurvadas. Estróbilos masculinos curtos (2,5-7,5 cm); cones femininos ovoides (10×7,5 cm), com escamas cuneadas de pontas recurvas (LORENZI et al. 2003; DALLIMORE; JACKSON, 1966). Sementes achatadas, com asa membranácea de cada lado.

Madeira de cor branca ou creme, leve, macia, utilizada em carpintaria e marcenaria (LORENZI et al. 2003).

### 3.1.4.1.2 Família Podocarpaceae

Com distribuição geográfica que compreende a Ásia, Austrália e América, a família Podocarpaceae reúne 19 gêneros e cerca de 125 espécies, em sua maioria do gênero *Podocarpus*. Na América do Sul, encontram-se os gêneros *Podocarpus*, *Saxegothaea*, *Retrophyllum* e *Dacrydium* (MARCHIORI, 2005; CHRISTENHUSZ et al., 2011).

No Brasil ocorrem apenas dois gêneros: *Retrophyllum* (1 espécie), em florestas de “terra-firme” do estado de Rondônia; e *Podocarpus*, com seis espécies amazônicas (*P. acuminatus*, *P. aracensis*, *P. barretoii*, *P. brasiliensis*, *P. roraimae*, *P. salicifolius*) e quatro extra-amazônicas (*P. celatus*, *P. transiens*, *P. sellowii* e *P. lambertii*), as duas últimas nas regiões Sul e Sudeste (SOUZA; LORENZI, 2012).

Os estudos de filogenia sustentam que as Podocarpaceae constituem grupo irmão de Araucariaceae. Ambas as famílias partilham de escama ovulífera associada à semente, contendo um óvulo e, possivelmente, fusão entre bráctea e escama ovulífera (JUDD et al., 2009).

*Dacrydium cupressinum* Sol. ex G. Forst.

Nome comum: pinheiro-vermelho, rimu.

Sinonímia: *Dacrydium cupressiforme* Carrière; *Thalamia cupressina* (Sol. ex G.Forst.) Spreng.

Espécie abundante e de madeira valiosa em florestas nativas da Nova Zelândia (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de até 54 m de altura e 5 m de circunferência no tronco, com copa piramidal e ramos pendentes em indivíduos jovens; copa adulta, globosa. Casca marrom-escuro ou acinzentada, com deiscência em grandes escamas. Folhas juvenis de 4-6 mm de comprimento; folhas adultas, menores (até 3 mm) e pontiagudas. Estróbilos masculinos pequenos, verdes na ponta de ramos. Óvulos solitários, terminais, com receptáculo carnosos, avermelhados. Sementes ovoides, levemente comprimidas, de 4 mm de comprimento (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Falcatifolium falciforme* (Parl.) de Laub.

Nome comum: kayu-china, pinheiro-foice, Sabah.

Sinonímia: *Dacrydium falciforme* (Parl.) Pilg.; *Nageia falciformis* (Parl.) Kuntze; *Podocarpus falciformis* Parl.

Espécie nativa na ilha de Bornéu (Indonésia) e nas Filipinas (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore ou arbusto de até 12 m de altura e 40 cm de diâmetro no tronco. Folhas coriáceas em duas fileiras opostas, oblíquas ou amplamente lanceoladas (0,8-1,7×0,7-0,8 cm), curvadas na base e de ápice agudo. Estróbilo masculino de 2-4 cm de comprimento e 2,5-3,5 mm de diâmetro. Óvulo solitário. Sementes de 6-7 mm de comprimento e 3,5-4 mm de diâmetro (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Nome comum: pinheiro-bravo.

Sinonímia: *Nageia lambertii* (Klotzsch ex Endl.) F. Muell.; *Podocarpus angustifolius* Griseb.

Espécie nativa de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul (MARCHIORI, 2005).

Árvore de porte médio (até 15 m), com tronco de até 70 cm de diâmetro e copa arredondada. Indivíduos jovens de tronco reto, crescimento monopodial e copa cônica, mas com troncos tortuosos ou inclinados na fase adulta. Casca acinzentada, com estreitas fissuras e ripas retangulares. Folhas simples, lineares (5×0,4 cm), verde-escuro-brilhantes na face superior, opacas na inferior, glabras, uninervadas e de margem inteira. Estróbilos masculinos de 8-12 mm, em grupos de 3-6 no ápice de ramos, com pedúnculos axilares de 5-10 mm de comprimento. Estrutura reprodutiva feminina axilar, solitária, sustentada por curto pedúnculo (até 15 mm). Receptáculo espesso e carnoso, revestido por indumento ceroso, de cor azulada. Semente subglobosa, de 5 mm de diâmetro (MARCHIORI, 2005).

*Podocarpus latifolius* (Thunb.) R. Br. ex Mirb.

Nome comum: mogobagoga, pinheiro-das-folhas-largas, real-madeira-amarela.

Sinonímia: *Nageia thunbergii* (Hook.) F. Muell.; *Taxus latifolia* Thunb.

Espécie com ampla distribuição no Sul da África (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 18-21 (até 30 m) de altura e 1,8-3,7 m de circunferência no tronco, com casca fina, fibrosa, em tiras longitudinais. Folhas em espiral ou alternas, oblongas ou lanceoladas (2,5-5×4-0,6 cm). Estróbilos masculinos solitários, sésseis, de 1,9-2,5×0,4 cm. Sementes globosas (0,6-0,8 cm), com cobertura carnosa glauco-esverdeada e receptáculo verde, carnoso, de 0,4-1,9 cm disposto em pedúnculo de 1,9 cm de comprimento (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Saxegothaea conspicua* Lindl.

Nome comum: Cipreste-do-Príncipe-Alberto

Sinonímia: *Squamataxus albertiana* J.Nelson.

Única espécie do gênero, nativa nos Andes austrais da Argentina e Chile (HECHENLEITNER et al., 2005).

Árvore perenifolia de lento crescimento e vida longa, de 15-25 m de altura e com tronco de até 1 m de diâmetro. Casca fina, escamosa, pardo-purpúreo-escura. Folhas plissadas, irregulares, lanceoladas (1,5-3×0,2 cm), cartáceas, com espinho apical; verde-escuras e com duas faixas de estômatos na superfície abaxial. Cones de 1 cm de comprimento, com 15-20 escamas, 2-4 das quais férteis, em cada cone, dando origem a apenas uma semente de 3 mm de diâmetro (HECHENLEITNER et al., 2005).

#### 3.1.4.2 Ordem Cupressales

##### 3.1.4.2.1 Família Cupressaceae

As Cupressaceae reúnem 29 gêneros e cerca de 130 espécies (CHRISTENHUSZ et al., 2011; SOUZA; LORENZI, 2012) de árvores e arbustos, com madeira e folhagem comumente aromáticas e casca fibrosa, que desprende em longas tiras ou em placas. Originárias de climas temperados e frios, as Cupressaceae crescem em habitats diversos, desde solos encharcados até secos e do nível do mar até grandes altitudes, em regiões montanhosas (JUDD et al., 2009). Não há representantes naturais no Brasil.

Tradicionalmente, a família Taxodiaceae separava-se das Cupressaceae com base em diferenças morfológicas de folhas: a última, por ter folhas escamiformes ou lineares, opostas ou verticiladas; a primeira, pelas folhas lineares e filotaxia espiralada (JUDD et al., 2009). As

notáveis semelhanças entre ambas (fusão das escamas ovulíferas com brácteas; sementes com asas laterais derivadas do envoltório seminal; um ou dois microsporófilos; mais de duas sementes por escama ovulífera; deciduidade dos ramimhos; arquegônios agrupados; grãos de pólen sem vesículas aeríferas; presença de escama ovulífera peltada, em muitos gêneros; além de caracteres de sequência de DNA), levaram a incorporação das Taxodiaceae em Cupressaceae (JUDD et al., 2009).

Os gêneros *Cryptomeria*, *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Sequoia*, *Taxodium* e *Thuja* destacam-se pela produção de madeira indicada para a construção de civil, fabricação de lápis, construção de barcos e outros usos. Muitas espécies têm madeiras naturalmente fragrantas, indicando-se para armários de roupas (por afugentar traças), bem como para a extração de essências usadas em perfumaria. Os cones de *Juniperus communis* são utilizados como aromatizante na indústria do gim. O pólen de *Juniperus*, por sua vez, destaca-se por possuir um dos alergênicos mais potentes. Em outros gêneros, tais como em *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Platycladus* e *Thuja*, numerosas espécies são cultivadas como ornamentais (JUDD et al., 2009).

*Actinostrobus pyramidalis* Miq.

Nome comum: cipreste-do-pântano, cipreste-do-Rei-George.

Sinonímia: *Callitris actinostrobus* F. Muell.

Espécie endêmica da Austrália (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Arbusto ereto (1-2 m), perenifólio, de folhas escamosas. Cones masculinos pequenos (3-6 mm), dispostos no ápice de ramos; cones femininos ovoides (cerca de 1 cm), com escamas triangulares, pontiagudas, de ápice arredondado (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Athrotaxis laxifolia* Hook.

Nome comum: cedro-cimeira, pinho-lápis-da-Tasmânia.

Sinonímia: *Athrotaxis* × *doniana* Henkel & W.Hochst.

Espécie endêmica da Tasmânia (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 7-9 m de altura, de folhas escamosas (4-0,7 cm), ásperas e pontiagudas. Cones masculinos de 3-5 mm de comprimento; cones femininos oblongos, (15-26×14-20 mm), com 14-18 escamas dispostas em espiral (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri

Nome comum: cipreste-da-cordilheira, cipreste-da-montanha, Len.

Sinonímia: *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Florin & Boutelje; *Cupressus chilensis* Gillies ex Hook.; *Cupressus thujoides* Pav. ex Carrière; *Libocedrus chilensis* (D. Don) Endl.; *Thuja chilensis* D. Don.

Espécie oriunda dos Andes austrais, do Chile e Argentina (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 15-25 m de altura, com tronco de 30-40 cm (até 200 cm) de diâmetro, copa piramidal e casca com longas fendas longitudinais. Folhas escamiformes, dimorfas, sésseis; as laterais, estreitas (7 mm), com duas faixas estomáticas deprimidas na face inferior; as antero-posteriores, menores, de 1-5 mm de comprimento. Cones masculinos cilíndricos (2-4×1,5-2 mm); cones femininos ovoides (10-15×6-8 mm), com dois pares de escamas ovulíferas. Sementes ovoides (3-5×6-8 mm), apiculadas, com duas asas: uma elíptica, membranosa (6-8 mm); a outra rudimentar (TORTORELLI, 2009).

A madeira emprega-se em construções, confecção de caixas, carroceria, postes e pisos, entre outros usos. (TORTORELLI, 2009).

*Callitris columellaris* F. Muell.

Nome comum: pinho-cipreste-areia, pinho-cipreste-branco, cipreste-de-Bribie-Island.

Sinonímia: *Callitris glauca* R. Br. ex. Mirb.

Espécie nativa na Austrália (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Trata-se de arbusto ou árvore de crescimento lento, de até 24 m de altura e 50 cm de diâmetro, com casca fissurada, castanho-amarelada. Folhas escamosas (2-6×0,5 mm), decussadas, dispostas em brotos de 0,7-1 mm de diâmetro. Cones globosos (1-2 cm), com 6 escamas triangulares, que se abrem na maturidade para a liberação das sementes. Sementes marrom-avermelhadas, com 2-3 asas largas, pálidas (DALLIMORE; JACKSON, 1966; FARJON, 2005).

*Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin

Nome comum: libocedrus, cipreste-de-Oregon, cedro-branco-da-Califórnia, cipreste-Oregon, cedro-incenso, cedro-branco.

Sinonímia: *Abies cupressoides* Poir.; *Heyderia decurrens* (Torr.) K. Koch; *Libocedrus decurrens* Torr.; *Thuja decurrens* (Torr.) Voss.

Espécie originária do Oeste dos Estados Unidos, do Oregon à Baixa Califórnia, em altitudes de 350-2500 m (VALLA et al., 2001).

Árvore de 10-15 (até 50) m de altura, com tronco reto, copa cônica a colunar, e casca castanho-avermelhada, que se desprende em placas longitudinais. Folhas escamiformes, opostas, decussadas, imbricadas, verde-escuras ou amareladas, quando jovens, obovadas (3-8 mm de comprimento), com ápice agudo e base decurrente. Planta monoica. Cones masculinos terminais, solitários, sésseis, amarelados, ovoides (5 mm de comprimento), compostos de 12-16 escamas peltadas. Cones femininos terminais, solitários, alongado-ovoides (2-3 cm de comprimento), de cor canela, lenhosos, com 3 pares de escamas decussadas basifixas e pequeno múcron subapical. Sementes aladas, 1-2 por escama, de 0,8-1,2 cm de comprimento (VALLA et al., 2001).

Madeira aromática, de textura fina, uniforme, indicada para persianas, artesanato e confecção de lápis (VALLA et al., 2001).

#### *Calocedrus formosana* (Florin) Florin

Nome comum: cedro-de-incenso-de-Taiwan.

Sinonímia: *Heyderia formosana* (Florin) H.L. Li; *Libocedrus formosana* Florin; *Libocedrus macrolepis* var. *formosana* (Florin) Kudô.

Espécie nativa no centro e norte da ilha de Taiwan (Formosa), em altitudes de 33-1900 m (LI, 1975).

Árvore de até 23 m de altura e 3 m de diâmetro, tronco, geralmente tortuoso e de casca lisa, castanho-avermelhada. Raminhos dísticos, alternos. Folhas escamiformes, obtusas, de 1,5-2,5 mm, verde-escuras na face superior, verde-pálidas na inferior. Cones femininos oblongos (10-15 mm), ligeiramente encurvados, composto de 4 escamas, das quais as 2 laterais são férteis. Sementes, 1-2 por escama, de 8-12 mm de comprimento, com uma única asa (LI, 1975).

#### *Chamaecyparis formosensis* Matsum.

Nome comum: cipreste-de-Taiwan.

Sinonímia: *Retinispora formosensis* (Matsum.) A.V. Bobrov & Melikyan.

Espécie endêmica da ilha de Taiwan (Formosa) (FARJON, 2005).



Árvore de 55-60 m de altura e até 7 m de circunferência no tronco, casca marrom-avermelhada, fibrosa, com fissuras verticais. Folhas escamiformes, decussadas, de 1-3 mm de comprimento, ápice mucronado, verdes na face superior, com discreta faixa estomática na inferior. Cones ovoide-oblongos (6-12×4-8 mm), com 8-16 escamas em pares opostos (FARJON, 2005).

Madeira muito resistente à deterioração e de intenso perfume, utilizada em templos e santuários no país de origem (FARJON, 2005).

*Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl.

Nome comum: cipreste-azul, cipreste-sawara, pinheiro-azul, tuia-azul.

Sinonímia: *Cupressus pisifera* K. Koch; *Thuja pisifera* Masters; *Retinospora pisifera* Sieb. & Zucc.

Espécie originária do Japão (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 27-36 m de altura e 2-3 m de circunferência no tronco, com copa piramidal e casca castanho-avermelhada, com fissuras em tiras longas e delgadas. Folhas escamiformes de 3-5 mm, acuminadas, com ápice recurvo, bordos inteiros e faixas esbranquiçadas na face inferior. Cones globosos (7 mm) de maturação anual, com 10-12 escamas rugosas, com pequeno múcron dorsal. Sementes aladas, ovadas, 1-2 por escama (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Cryptomeria japonica* D. Don

Nome comum: cedro-japonês.

Sinonímia: *Cryptomeria fortunei* Otto & A. Dietr.

Originária do Japão, ocupa 30% da área florestal do país (MARCHIORI, 2005).

Árvore de grande porte, de forma colunar ou piramidal e casca castanho-acinzentada, com fissuras longitudinais. Folhas aciculares (10-15 mm), em disposição espiralada, de ápice agudo, arqueado em direção ao ramo. Estróbilos masculinos ovoides (cerca de 10 mm), agrupados na extremidade dos raminhos. Cones femininos globosos (10-25 mm) e de maturação anual, com 4-5 escamas denteadas na margem superior, e múcron curvo. Sementes triangulares, com asa curta (MARCHIORI, 2005).

Madeira pouco retrátil, odorífera, de textura grosseira e grã direita, indicada para construção civil; convém evitar-se, todavia, usos em contato com o solo (MARCHIORI, 2005).

*Fitzroya cupressoides* I.M. Johnst.

Nome comum: cipreste-da-Patagônia, alerce-da-Patagônia.

Sinonímia: *Fitzroya patagonica* Hook.f. ex Lindl.; *Libocedrus cupressoides* (Molina) Kuntze; *Pinus cupressoides* Molina.

Nativa nos Andes austrais, no Chile e Argentina (TORTORELLI, 2009).

Árvore de copa piramidal, com tronco de até 50 m de altura e 3 m de diâmetro, e casca que se desprende em faixas longitudinais arroxeadas. Folhas perenes, oblongas (4-9×1,5-2 mm), em verticilos trímeros, imbricadas e decorrentes na base, com estômatos em duas faixas na face inferior. Planta dioica, com cones sub-globosos (4-6 mm) e sementes de 3-5 mm, com duas asas membranáceas (TORTORELLI, 2009).

Madeira utilizada na forma de tabuinhas (shingles) para cobertura (telhas) e paredes externas de casas, bem como em móveis, embarcações e carpintaria em geral (TORTORELLI, 2009).

*Glyptostrobus lineatus* Druce

Nome comum: cipreste-do-pântano-chinês, pinheiro-da-água.

Sinonímia: *Taxodium ascendens* Brongn.; *Taxodium distichum* var. *imbricarium* (Nutt.) Croom; *Taxodium imbricarium* (Nutt.) R.M. Harper; *Thuja lineata* Poir.; *Thuja pensilis* Staunton.

Espécie nativa na China e Vietnã (PRACIAK et al., 2013).

Árvore decídua ou semi-decídua, de 8-30 m de altura, com copa piramidal, tronco de até 120 cm de diâmetro e casca espessa, marrom-acinzentada, com fissuras longitudinais. Folhas em raminhos terminais estéreis, falciformes (10-30×1,5-4 mm) e alargadas na base; verde-claras na primavera, vermelho-castanhas no Outono, com faixas estomáticas na face inferior. Nos ramos terminais de frutificação, as folhas persistem por 2-3 anos, adquirindo cor marrom-dourado no Outono, com manchas brancas de estômatos na superfície. Estróbilos masculinos semelhantes aos de *Taxodium*, dispostos em ramos terminais curtos; os femininos, de 1,2-1,8 cm e com pedúnculos de 1,3-1,9 cm, em ramos terminais e laterais. Sementes ovais ou oblongas (0,45-0,63 cm), com asa de 0,3 cm (PRACIAK et al., 2013).

De rápido crescimento, fornece madeira de boa qualidade (PRACIAK et al., 2013).

*Papuacedrus papuana* (F.Muell.) H.L.Li

Nome comum: papuacedro.

Sinonímia: *Libocedrus papuana* F. Muell.; *Thuja papuana* (F. Muell.) Voss.

Espécie nativa na Nova Guiné e Ilhas Molucas orientais (VAN ROYEN, 1979).

Árvore de 16-50 m de altura, com tronco resinoso de até 60 cm de diâmetro e casca marrom-acinzentada, provida de sulcos longitudinais. Folhas oliváceo-escuras na face superior, acinzentado-prateadas ou glaucas na inferior, de forma sigmóide-oblonga ou lanceolada, com 0,5-4 mm de comprimento. Estróbilos masculinos cilíndricos (4-25×2-3 mm). Estróbilos femininos oblongos ou oval-elípticos (4-7×2-5 mm). Sementes elípticas (1,5-2,5×1-2 mm), com asa de 1,5×2-3 mm (VAN ROYEN, 1979).

#### *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz

Nome comum: sequoiadendron, sequoia-gigante.

Sinonímia: *Americus giganteus* (Lindl.) Hanford, William H.; *Steinhauera gigantea* (Lindl.) Kuntze ex Voss; *Taxodium giganteum* (Lindl.) Kell. & Behr; *Wellingtonia gigantea* Lindl.

Endêmica da Serra Nevada (Califórnia), no Oeste dos Estados Unidos (MARCHIORI, 2005).

Árvore de grande porte, com copa piramidal, folhagem persistente e espessa casca (até 60 cm) avermelhada, fibrosa, profundamente fissurada em indivíduos velhos. Folhas escamiformes ou sub-aciculares (11 mm), verde-azuladas. Estróbilos masculinos terminais, solitários, sésseis, com numerosas escamas imbricadas. Cones femininos ovóides, de maturação bi-anual, com pequenas sementes aladas (MARCHIORI, 2005).

#### *Taiwania cryptomerioides* Hayata

Nome comum: taiwania.

Espécie nativa na ilha de Taiwan (Formosa), Vietnã e China continental (GRIMSHAW, 2010).

Árvore de até 60 m de altura, com copa cônica e densa folhagem perenifólia. Folhas espessas, coriáceas, triangulares de aproximadamente 5 mm em indivíduos adultos, mas estreitamente lineares, falcadas, comprimidas e carenadas acima e abaixo em árvores jovens. Cones de 1,25 cm de comprimento, com escamas mucronadas e diminuta bráctea na base.

Sementes oblongas, com ampla asa, em número de 2 por escama (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Taxodium distichum* (L.) Rich.

Nome comum: cipreste-de-folha-caduca, cipreste-dos-pântanos, pinheiro-do-brejo, taxodium.

Sinonímia: *Cupressus disticha* L.; *Schubertia disticha* (L.) Mirb.

Espécie nativa no Sudeste dos Estados Unidos, abundante à margem de rios e pântanos (LORENZI et al., 2003).

Árvore decídua, de 30-45 m de altura, com tronco dilatado na base, raízes respiratórias (pneumatóforos) e casca marrom-avermelhada, deiscente em longas tiras. Folhas lineares, agudas, verde-claras na primavera e verão, marrom-avermelhadas no outono. Planta monoica. Cones femininos ovoide-globosos, com escamas quadradas, solitários ou agrupados na extremidade de ramos. Sementes triangulares, espessas, duras e verrucosas (LORENZI et al., 2003).

A madeira, durável, avermelhada, não se empena durante a secagem, prestando-se para diversos fins (LORENZI et al., 2003).

*Tetraclinis articulata* Mast.

Nome comum: alerce, falsa-tuia.

Sinonímia: *Callitris articulata* (Vahl) Murb.; *Cupressus articulata* (Vahl) J. Forbes; *Juniperus cunninghamii* Carrière; *Thuja articulata* Vahl

Espécie endêmica no Norte da África, Sul da Espanha e ilha de Malta (VALLA et al., 2001).

Árvore de 10-15 m de altura, com tronco reto ou tortuoso e casca castanha, fissurada com a idade. Folhas escamiformes, decussadas, em verticilos de 4, decurrente na base e com ápice agudo. Cones masculinos solitários, terminais, com escamas peltadas, romboides. Cones femininos solitários, globosos (1-1,3 cm) e deiscentes, formados por dois pares de escamas basifixas opostas, triangulares, com múcron dorsal. Sementes bialadas, castanho-escuras, de 1 cm de comprimento (VALLA et al., 2001).

Madeira dura, fragrante, muito apreciada na construção de telhados e móveis (VALLA et al., 2001).

*Thuja occidentalis* L.

Nome comum: árvore-da-vida, cipreste, tuia-americana, pinheiro-de-cemitério.

Sinonímia: *Cupressus arbo-vitae* Targioni-Tozzetti; *Thuja obtusa* Moench; *Thuja odorata* Marshall; *Thuja theophrasti* C. Bauhin ex Nieuwl.

Espécie originária do sul do Canadá e nordeste dos Estados Unidos (MARCHIORI, 2005).

Árvore de até 20 m de altura, com copa estreito-cônica, tronco de até 90 cm de diâmetro e casca marrom-alaranjada a marrom-escura, com sulcos longitudinais em indivíduos adultos. Folhas escamiformes muito aproximadas entre si, oposto-cruzadas nos raminhos horizontais, com glândula dorsal conspícua. Cones masculinos globosos, pequenos, amarelos e terminais, compostos por 3 pares de folhas polínicas. Cones femininos oblongos (até 10 mm), marrom-claros, com 8-10 escamas delgadas, lisas e pequeno múcron espinhoso. Sementes pequenas (2,5-3,5 mm), com asa marginal (MARCHIORI, 2005).

Madeira resistente a deterioração, indicada para moirões e dormentes (MARCHIORI, 2005).

*Thujopsis dolabrata* Siebold & Zucc

Nome comum: Hiba-arbovitae, cipreste-de-Hiba, cipreste-japonês-de-Hiba.

Sinonímia: *Thuja dolabrata* Thunb. ex L. f.; *Platyclus dolabrata* (Thunb. ex L. f.) Spach.

Espécie endêmica no Japão (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore perenifólia de 12-30 m de altura, com tronco de até 1,5 m de diâmetro e casca marrom-amarelada, fina e com fissuras. Folhas escamiformes de 2-10 mm, oposto-cruzadas, verde-escuro-brilhantes na face superior e com faixas estomáticas na face inferior; folhas laterais ovado-lanceoladas (4-7×1,5-2,5 mm), de ápice obtuso. Cones solitários terminais (7-15 mm), com 6-8 escamas e 3-5 sementes elípticas (4,5×3-3,4 mm), aladas (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Widdringtonia nodiflora* (L.) E.Powrie

Nome comum: cedro-da-montanha, cipreste-da-montanha.

Sinonímia: *Brunia nodiflora* L.; *Callitris cupressoides* (L.) Schrad. ex E. Mey.; *Thuja cupressoides* L.; *Pachylepis cupressoides* (L.) Brongn.; *Widdringtonia cupressoides* Endl.

Espécie nativa na Montanha-da-Mesa (Table Mountain), na cidade do Cabo, bem como em Amatola, Transkei, Natal e Drakensberg, na África do Sul (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Arbusto ou árvore pequena (2-3,5 m), com tronco de 7,5-20 cm de diâmetro e casca fina, fibrosa, cinza-avermelhada, com deiscência em escamas. Folhas jovens aciculiformes (1-2×0,2 cm); folhas adultas escamiformes, triangulares, decussadas. Cones masculinos escamiformes, em ramos laterais curtos. Cones femininos globosos (1,2-2 cm), geralmente com 4 escamas lenhosas, lisas ou rugosas. Sementes ovóides, conspícuas (1-5×2-5 mm), aladas (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

#### 3.1.4.2.2 Família Sciadopityaceae

O gênero *Sciadopitys* era tradicionalmente incluído em Cupressaceae. Estudos genéticos recentes provaram que *Sciadopitys verticillata*, a única espécie viva neste gênero constitui um grupo à parte, justificando a criação de uma nova família. Trata-se de um “fóssil vivo”, sem parentes próximos, mas com registro fóssil conhecido desde 230 milhões de anos A.P (KATSUKI et al., 2013).

*Sciadopitys verticillata* Siebold & Zucc.

Nome comum: pinheiro-guarda-chuva-japonês.

Sinonímia: *Taxus verticillata* Thunb.; *Pinus verticillata* Siebold.

Espécie endêmica do Japão (KATSUKI et al., 2013).

Árvore perenifólia, de 20-30 m de altura, com tronco de 1-3 m de circunferência e copa cônica em indivíduos jovens, com ramos horizontais. Casca fina, marrom-acinzentada, com deiscência em longas tiras. Folhas de dois tipos: pequenas, escamosas, triangulares, de 0,3-0,6 cm de comprimento, inicialmente marrom-avermelhadas, mas marrons ainda antes do segundo ano; e longas, lineares, com sulcos em cada superfície, parecendo 2 folhas fundidas, suportadas por falso cladódio pouco desenvolvido. As lineares, em número de 10-30, dispostas em espiral e rodeadas por um anel de folhas escamosas; medem 5-12×0,2-0,3 cm, são rígidas, verde-escuras e brilhantes na face superior, mais pálidas e com estômatos na inferior, têm ranhuras em ambas as superfícies, margens engrossadas e vértice ligeiramente entalhado. Espécie

monóica. Estróbilos masculinos terminais, agrupados, de 0,6-0,9 cm de comprimento; estróbilos femininos conspícuos, lanceolados, com brácteas membranosas ligadas a pequenas escamas. Os cones oblongo-ovoides (6-10×3-5 cm), dispostos em curto pedunculo, amadurecem no segundo ano. Sementes aladas, oblongas ou elípticas (0,8-1×1 cm), com asa membranosa (KATSUKI et al., 2013).

#### 3.1.4.2.3 Família Taxaceae

As Taxaceae incluem seis gêneros e cerca de 200 espécies (CHRISTENHUSZ et al., 2011; SOUZA; LORENZI, 2012) de árvores de porte médio, arvoretas ou arbustos não resinosos ou levemente resinosos, odoríferos ou não, desprovidos de canais resiníferos no lenho e com folhas simples, espiraladas ou opostas, frequentemente retorcidas. Concentradas no Hemisfério Norte, a distribuição se estende à Guatemala e ilha de Java, com um gênero endêmico na Nova Caledônia (JUDD et al., 2009).

A família Taxaceae é a única das coníferas com sementes solitárias rodeadas por arilo, e não associadas a escamas ovulíferas. Por este motivo alguns sistematas excluem a mesma das Coniferae, devido à ausência de cones; no entanto, caracteres embriológicos, químicos, de anatomia da madeira, da morfologia de folhas e do pólen, recomendam a inclusão da família, de modo inequívoco, entre as Coníferas. Acredita-se que o cone tenha sido perdido no processo evolutivo e que, portanto, a semente solitária com arilo é caráter derivado (JUDD et al., 2009).

Incluídas atualmente em Taxaceae, as Cephalotaxaceae compreendem, um único gênero e seis espécies originárias do leste da Ásia. De acordo com registros paleobotânicos, o grupo teve ampla distribuição geográfica no passado, incluindo Europa e oeste dos Estados Unidos (MARCHIORI, 2005). Os óvulos apresentam-se em pares, associados a pequena excrescência, interpretada como escama ovulífera reduzida; em geral amadurecem uma ou duas sementes, cujo envoltório suculento, embora semelhante, não é homólogo ao arilo das Taxaceae (JUDD et al., 2009).

O gênero *Cephalotaxus* Siebold & Zucc. compreende espécies dioicas. Estróbilos masculinos globosos; cones femininos de escamas bi-ovuladas que, normalmente, desenvolvem um único óvulo, produzindo semente carnosa, drupácea (MARCHIORI, 2005).

O gênero *Taxus* é amplamente cultivado para fins ornamentais e pela qualidade da madeira, sobretudo na América do Norte e Europa. Fornece uma das melhores madeiras de coníferas para marcenaria de alta qualidade. O taxol, alcaloide contido nas folhas, caule e

sementes, é substância altamente tóxica e com atividade antimitótica, servindo como quimioterápico no combate ao câncer (JUDD et al., 2009).

*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilg.

Nome comum: teixo-catkin.

Sinonímia: *Cephalotaxus argotaenia* (Hance) Pilg.; *Nageia argotaenia* (Hance) Kuntze; *Podocarpus argotaenia* Hance.

Espécie nativa em Kwangtung, Lantoa Island e Hong Kong (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Arbusto de 2-4 m de altura. Folhas retas ou ligeiramente curvadas (3-11×0,6-1,1 cm), coriáceas, de ápice agudo ou obtuso e margens ligeiramente revolutas, com faixas estomáticas brancas tão largas como as faixas marginais verdes. Racemos masculinos de 5-6 cm de comprimento, solitários ou em grupos de 2 ou 3. Estróbilos femeninos ovóides ou ligeiramente globosos, verde-claros, de 2-2,5 cm de comprimento por 1,3 cm de largura. Sementes de 1,3 cm de largura (DALLIMORE; JACKSON, 1966; SILBA, 1986).

*Cephalotaxus drupacea* Siebold & Zucc.

Nome comum: Cefalotaxus.

Sinonímia: *Cephalotaxus harringtonia* (Forbes) Koch.

Espécie nativa na China central e em florestas de montanha no Japão, em altitudes de 300-900 m (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore pequena (6-12 m) e de copa arredondada em seu ambiente natural; geralmente arbustiva sob cultivo, poucas vezes ultrapassando 3 m de altura. Casca acinzentada, com deiscência em tiras estreitas. Folhas estreitas (2,5-3,7×0,2-0,3 cm), com nervura central reta e ápice agudo, dispostas em duas fileiras, compondo um “v”. Estróbilos masculinos escamosos, curtos (8 mm de diâmetro). Sementes de 2 cm, oleosas e de cor marrom na maturidade (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Taxus baccata* L.

Nome comum: teixo, teixo-americano, teixo-europeu.



Espécie de ampla distribuição geográfica na Europa, América do Norte e Ásia (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore pequena (até 20 m) ou arbusto perenifólio muito ramoso, de copa piramidal e casca escamosa, castanho-avermelhada. Folhas lineares (até 4 cm de comprimento e 3 mm de largura), agudas, coriáceas, curtamente pecioladas e em arranjo dístico nos raminhos; verde-escuras na face superior, mais claras na inferior (MARCHIORI, 2005). Estróbilos femininos e masculinos geralmente em árvores separadas; os masculinos, persistentes, globosos, decurrentes na axila das folhas sobre a parte inferior dos raminhos do ano anterior, cada um consistindo de 6-14 estames com filamentos curtos e anteras escamosas peltadas; os femininos, solitários, verdes, partindo das axilas das folhas. Sementes eretas, com arilo carnoso escarlate e maturação no primeiro ano (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Torreya nucifera* Siebold & Zucc.

Nome comum: árvore-noz-moscada-japonesa, Kaya.

Sinonímia: *Caryotaxus nucifera* (L.) Henkel & W. Hochst.; *Foetataxus nucifera* (L.) J. Nelson; *Podocarpus nucifer* (L.) Loudon; *Taxodium nuciferum* (L.) Brongn. ex J.O. Voigt; *Taxus nucifera* L.; *Tumion nuciferum* (L.) Greene.

Nativa no Japão, como indicado, aliás, pelo nome específico (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 6-24 m de altura e 3-5 m de circunferência do tronco, de casca lisa, vermelho-clara e ramos horizontais. Folhas lineares (15-25×2,2-3 mm), duras, de ápice espincente e estreita base, subséssil; verde-escuro-brilhantes na face superior e com duas faixas estomáticas paralelas à nervura central na inferior. Estróbilo masculino de 0,8 cm de comprimento. Sementes ligeiramente obovóides, de 1,8-2,5 cm de comprimento, roxo-esverdeadas (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

### 3.1.4.3 Ordem Pinales

#### 3.1.4.3.1 Família Pinaceae

As Pinaceae compreendem 11 gêneros e cerca de 200 espécies (CHRISTENHUSZ et al., 2011; SOUZA; LORENZI, 2012) de árvores com distribuição quase restrita ao Hemisfério Norte (JUDD et al., 2009).

Trata-se da mais importante família botânica produtora de madeira, destacando-se os gêneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Tsuga*, *Larix*, *Abies* e *Cedrus*, como fornecedores de matéria prima para a construção civil, produção de celulose, bem como para cercas, postes, marcenaria, decoração de interiores e outras finalidades (JUDD et al., 2009).

A monofilia das Pinaceae sustenta-se em diversos caracteres, salientando-se a inversão dos óvulos, a presença de asa terminal na semente, o padrão de proembriogenia, o tipo de proteína dos plastídeos em células crivadas e a ausência de compostos biflavonoides. De acordo com Judd et al. (2009), a família não é filogeneticamente afim a outros grupos de coníferas, constituindo, provavelmente, um grupo-irmão das mesmas (JUDD et al., 2009).

*Abies sibirica* Ledeb.

Nome comum: abeto-siberiano.

Sinonímia: *Abies heterophylla* Raf.; *Pinus sibirica* Du Tour.

Espécie com vasta dispersão na Rússia, Sibéria, nas montanhas de Altai e no Turquestão (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 30-35 m de altura, com tronco de até 1 m de diâmetro, copa cônica e casca lisa, cinza-esverdeada ou castanho-acinzentada, providas das típicas bolhas de resina, comuns à maioria dos abetos. Brotos amarelo-acinzentados, resinosos, ligeiramente pubescentes. Folhas aciculiformes (20-30×1,5 mm), de textura macia, achatadas, muito aromáticas, voltadas para a copa ao longo do tronco. Cones cilíndricos (5-9,5×2,5-3,5 cm), com pequenas brácteas escondidas nas escamas, que em meados do Outono passam da cor azulada para castanho-escuro. Sementes de 7 mm de comprimento, com asa triangular de 0,7-1,3 cm (KATSUKI et al., 2011).

As folhas produzem óleos essenciais utilizados em aromaterapia e perfumes; a madeira, leve e macia, recomenda-se para construção, mobiliário e celulose (KATSUKI et al., 2011).

*Cedrus deodara* (Roxb. ex D.Don) G.Don

Nome comum: cedro-deodara, cedro-do-Himalaia.

Sinonímia: *Cedrus libani* subsp. *deodara* (Roxb.) P.D. Sell; *Pinus deodara* Roxb. ex D. Don.

Espécie originária do Himalaia (LORENZI, et al., 2003).

Árvore semi-decídua de 40-60 m de altura, com copa piramidal, tronco de até 10 m de circunferência e casca marrom-acinzentada, deisciente em escamas irregulares. Ramos pendentes, em indivíduos jovens. Folhas aciculiformes (2-5cm) e pontiagudas, de cor verde-azulada, verde-escuras ou prateadas, em fascículos de 15-20. Plantas dioicas. Estróbilos masculinos cilíndricos, de 2,5-5 cm de comprimento. Cones femininos em formato de barril, com 7-12 cm de comprimento, e escamas em leque, marrom-avermelhadas. Sementes triangulares, aladas (LORENZI, et al., 2003).

Madeira moderadamente dura, resistente, utilizada em construções e para a fabricação de móveis (LORENZI, et al., 2003).

*Keteleeria fortunei* Carrière

Nome comum: keteleeria.

Sinonímia: *Abietia fortunei* (A. Murr.) Kent; *Picea fortunei* A.Murr.; *Pinus fortunei* Parl.; *Pseudotsuga fortunei* W.R. McNab.

Espécie endêmica na China, encontrada pela primeira vez no templo de Foo Chow Foo e considerada “sagrada”, motivo de seu cultivo em templos religiosos (HUTCHINSON, 1917).

Árvore de até 24 m de altura, com casca escamosa. Folhas lineares (2,5-3 cm), rijas e de ápice mucronado em plantas jovens; folhas de 1,2-3 cm, com ápice arredondado ou pouco agudo em plantas adultas. Cones cilíndricos (10-17×3-5 cm), roxos ou marrons na maturação, com pedúnculo piloso de 2,5 cm; escamas de até 3 cm, alargadas no ápice, com margem superior arredondada, ligeiramente denteada. Sementes de 1,9 cm de comprimento, marrom-brilhantes, com asa de 2,5-3 cm (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière

Nome comum: lariço-japonês.

Sinonímia: *Abies kaempferi* (Lamb.) Lindl.; *Larix leptolepis* (Siebold & Zucc.) Gordon; *Pinus kaempferi* Lamb.; *Pseudolarix kaempferi* (Lamb.) Gordon.

Originária do Japão, em altitudes de 500-2900 m, prefere solos bem drenados (FARJON, 1990).

Árvore decídua, de 20-40 m de altura, com tronco de até 1 m de diâmetro e copa cônica. Folhas aciculiformes de 2-5 cm, verde-glaucas, brilhantes, amarelo-brilhantes ou alaranjadas no outono. Cones eretos, ovóide-cônicos (2-3,5 cm), com 30-50 escamas seminíferas (FARJON, 1990).

*Picea jezoensis* Carrière

Nome comum: abeto, picea.

Sinonímia: *Abies jezoensis* Siebold & Zucc.; *Pinus jezoensis* (Siebold & Zucc.) Ant.

Espécie de ampla distribuição no Nordeste da Ásia e Japão (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de 30-45 m de altura, com tronco de até 6 m de circunferência, copa cônica e casca acinzentada, que se descama em placas arredondadas, formando fissuras profundas e irregulares em indivíduos velhos. Brotos jovens glabros, brilhantes, marrom-amarelados ou amarelo-esverdeados, com pulvinos ligeiramente inchados. Folhas sobrepostas na extremidade dos raminhos; as inferiores, em 2 fileiras opostas, que se curvam para cima expondo o broto. Cones jovens avermelhados, marrons-couro na maturidade, cilíndricos (5-7,5×2,5 cm), de escamas estreitas, oblongas e com margens denteadas. Sementes com asa pelo menos duas vezes mais longa do que larga (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Picea engelmannii* subsp. *mexicana* (Martínez) P.A. Schmidt

Nome comum: abeto-do-México, picea-mexicana.

Sinonímia: *Picea engelmannii* var. *mexicana* R.J. Taylor & T.F. Patterson; *Picea engelmannii* var. *mohinorsensis* Silba; *Picea mexicana* Martinez

Descoberta em 1961, no estado de Nuevo León (México), a 2743 m de altitude (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de até 25 m de altura, de copa cônica e casca fina, escamosa. Folhas de quatro faces, com 1,9-3 cm de comprimento e 1 mm de largura, curvas, pontiagudas, sem canais de resina. Cones oblongos (5-6 cm), amarelados, com finas escamas sub-rômbricas, denteadas. Sementes obovadas (3 mm), com asa de 7 mm de comprimento (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Pinus elliottii* Engelm.

Nome comum: pinheiro, pinho-americano, pinus.

Sinonímia: *Pinus heterophylla* (Elliott) Sudw.; *Pinus taeda* var. *heterophylla* Elliott.

Espécie nativa na Flórida, Estados Unidos (LORENZI et al., 2003).

Árvore de 15-30 m de altura, com casca sulcada, cinzenta ou marrom-avermelhada, deiscente em grandes placas. Folhas aciculiformes, em número de 2-3 por fascículo; rijas, verde-escuras, levemente brilhantes, com margens finamente denteadas. Plantas monoicas. Estróbilos masculinos cilíndricos, em feixes numerosos. Cones femininos terminais, cônicos ou estreito-ovoides, decíduos, marrons, com escamas que terminam em múcron robusto, cinzento. Sementes ovoides, levemente triangulares, escuras, com asa desenvolvida (LORENZI et al., 2003).

*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.

Nome comum: pinheiro, pinheiro-amarelo.

Sinonímia: *Pinus oocarpa* var. *manzanoi* Martínez; *Pinus oocarpoides* Lindl. ex Loudon; *Pinus tecunumani* F. Schwerdtf.

Originária da América Central (LORENZI et al., 2003).

Árvore perenifólia de 15-20 m de altura, com copa arredondada e casca marrom-avermelhada. Folhas aciculares em número de 3-4 (5) por fascículo, rígidas, verde-brilhantes, de 25-30 cm de comprimento. Planta monoica. Cones ovoides ou ovoide-cônicos, em grupos de 5-8, persistentes, oblíquos ou simétricos, com pedúnculos longos, por vezes curvados, e escamas espiraladas, amarelo-esverdeadas ou cinzentas, planas ou convexas (LORENZI et al., 2003).

*Pinus palustris* Mill.

Nome comum: pinheiro-palustris, pinheiro-palustris-amarelo, pinheiro-amarelo do-sul-dos-Estados-Unidos.

Sinonímia: *Pinus australis* Michx.f.; *Pinus australis* var. *filius* Michx.; *Pinus longifolia* Salisb.

Originária do sul dos Estados Unidos (LORENZI et al., 2003).

Árvore de 25-30 m de altura, com copa irregular, tronco de até 2,5 m de circunferência e casca marrom-avermelhada, com fissuras. Folhas aciculiformes, verde-brilhantes, em número de 3 por fascículo; longas (até 45 cm em plantas jovens, 25 cm em indivíduos velhos), pontiagudas e flexíveis, com margens diminutamente denteadas. Planta monoica. Cones quase terminais, decíduos, marrom-escuros, cônico-alongados (15-25 cm), com escamas espiraladas, planas, rômbricas, quilha transversal e espinho apical. Sementes com asas longas (LORENZI et al., 2003).

Madeira resistente, resinosa, vermelho-clara ou alaranjada, indicada para construções, postes, dormentes e mobiliário (LORENZI et al., 2003).

*Pseudolarix amabilis* (J.Nelson) Rehder

Nome comum: lariço-dourado, lariço-dourado-chinês.

Sinonímia: *Chrysolarix amabilis* (J.Nelson) H.E.Moore; *Laricopsis fortunei* (Mayr) Mayr; *Larix amabilis* J.Nelson; *Pseudolarix fortunei* Mayr; *Pseudolarix pourtetii* Ferré.

Única espécie em seu gênero, *Pseudolarix amabilis* é nativa na China, em área restrita das províncias de Chekiang e Kiangsi (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore decídua, de até 40 m de altura e 2 m de circunferência no tronco, com casca marrom-clara em indivíduos jovens, marrom-avermelhada e com fissuras nos adultos. Folhas aciculiformes (25-50×2 mm), verde-brilhantes no verão, douradas no outono, em grupos de 15-30 na extremidade de ramos. Estróbilos femininos e masculinos em ramos distintos. Os masculinos, delgados, cilíndricos e curto-persistentes, compõem umbelas de 20-25, em ramos curtos, sem folhas; os femininos, oblongos ou cilíndricos (1,9-2,5×0,8 cm), em ramos frondosos. Cones ovais, eretos, de 5-7,5×3,7-5 cm, com escamas ovaladas (1,9-3×0,9-1,8 cm), pontiagudas no ápice. Sementes brancas, com 6 mm e asa bem desenvolvida (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

Nome comum: abeto-de-Douglas.

Sinonímia: *Abies menziesii* Mirb.; *Abies mucronata* Raf.; *Abies taxifolia* (Lamb.) Poir.; *Pinus douglasii* Sabine ex D. Don; *Pseudotsuga douglasii* (Sabine ex D. Don) Carrière.

Nativa na costa do Oceano Pacífico, na América do Norte (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

Árvore de até 90 m de altura e 12 m de circunferência no tronco, com ramos superiores horizontais e ramos inferiores pendentes, alcançando, por vezes, o solo. Casca de até 30 cm de espessura em árvores velhas, com fissuras profundas. Brotos jovens verde-amarelados, acinzentados com a idade e diminutamente pilosos. As folhas, de odor característico, compõem um “V” entre 2 conjuntos laterais; são verde-escuras, com 2,5-3 cm de comprimento e ápice agudo ou arredondado. Estróbilos femininos rosa-pálidos ou cremes, de 7,5-10cm de comprimento por 3,7-5 cm de largura, com escamas delgadas de 1,9-2,2 cm, ligeiramente convexas e diminutamente pilosas na face externa. Sementes de 6 mm de comprimento, marrom-escuras, brilhantes, manchadas embaixo (DALLIMORE; JACKSON, 1966).

*Tsuga canadensis* Carrière

Nome comum: abeto-cicuta-do-leste, cicuta-canadense, cicuta-oriental.

Sinonímia: *Abies canadensis* (L.) Dum. Cours.; *Pinus canadensis* L.

Nativa no Canadá e Estados Unidos (LORENZI, et al., 2003).

Árvore perenifólia de 15-30 m de altura, de copa piramidal, com tronco de 3-4 m de circunferência e casca profundamente sulcada, escamosa, escura. Folhas lineares, achatadas, verde-escuras, dispostas em 2 fileiras, com faixa esbranquiçada na face abaxial e ápice obtuso ou arredondado. Cones ovoides, com pedúnculo curto e escamas arredondadas, estriadas, de margem inteira. Sementes pequenas, de asa alongada (LORENZI, et al., 2003).

Madeira valiosa para construções (LORENZI, et al., 2003).

## 3.2 ANATOMIA DA MADEIRA DAS GIMNOSPERMAS

### 3.2.1 Caracterização geral

A madeira das Gimnospermas, tida como primitiva e de constituição anatômica mais simples do que a das Angiospermas (Antófitas), apresenta menor número de caracteres anatômicos, aspecto que dificulta a identificação de espécies (GREGUSS, 1955; BURGER; RICHTER, 1991). São compostas, basicamente, por traqueoides axiais, tipo celular que ocupa de 90 a 95% do volume da madeira; as demais estruturas (raios, parênquima axial, canais resiníferos), por consequência, somam valores modestos na estrutura lenhosa (BURGER; RICHTER, 1991).

Os traqueoides axiais encontram-se em todas as Gimnospermas, com exceção das Gnetidae (Ephedraceae, Gnetaceae e Welwitschiaceae), grupo dotado de elementos vasculares verdadeiros (MARCHIORI, 2005; JUDD et al, 2009).

Os raios das Gimnospermas são finos, unisseriados, menos frequentemente bi ou trisseriados. Podem ser constituídos unicamente por células parenquimáticas (raios homogêneos), como em *Podocarpus* e *Araucaria*, ou apresentar traqueoides radiais nas margens (raios heterogêneos), como em *Cedrus* e *Cupressus* (BURGER; RICHTER, 1991). Nos gêneros *Pinus*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*, os raios heterogêneos apresentam canais resiníferos delimitados por células parenquimáticas epiteliais produtoras de resina; em consequência do aspecto alargado, tais raios são ditos “fusiformes” (ESAU, 1976; BURGER; RICHTER, 1991). O número e forma das pontoações em campos de cruzamento são aspectos importantes para identificação de gênero ou grupo de gêneros, servindo para fins diagnósticos (CUTLER et al., 2011).

Os traqueoides radiais assemelham-se a traqueoides axiais, dos quais diferem por estarem associados aos raios, geralmente nas margens superior e inferior, por vezes no interior dos mesmos; estão presentes em *Pinus*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*, e ausentes em *Araucaria* e *Podocarpus*, entre outros gêneros (BURGER; RICHTER, 1991).

O parênquima axial nem sempre ocorre nas Gimnospermas, estando presente nas Podocarpaceae, Cupressaceae e Cephalotaxaceae, e escassamente desenvolvido ou ausente nas Araucariaceae, Pinaceae e Taxaceae (ESAU, 1976; BURGER; RICHTER, 1991). Em alguns gêneros, o parênquima axial restringe-se a células epiteliais associadas aos canais resiníferos, como em *Pinus*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga* (ESAU, 1976).



Em Coníferas, os canais resiníferos encontram-se tanto em posição vertical (canais resiníferos axiais ou longitudinais), como horizontal (canais resiníferos radiais ou transversais); em algumas espécies observam-se canais resiníferos traumáticos, em decorrência de ferimentos (ESAU, 1976; BURGER; RICHTER, 1991).

Em *Pinus* encontra-se, ocasionalmente, um tipo especial de traqueoides em séries verticais. Trata-se dos “traqueoides seriados” que, embora semelhantes ao parênquima axial, distinguem-se por terem paredes relativamente espessas, lignificadas e com pontoações areoladas, estando geralmente associados a canais resiníferos (BURGER; RICHTER, 1991).

Em geral, a identificação das madeiras de Gimnospermas requer o conhecimento de características estruturais como: presença de anéis de crescimento; número e tipo de pontoações no campo de cruzamento; presença de espessamentos espiralados e calitroides, forma e arranjo de pontoações areoladas; presença e arranjo do parênquima axial; ocorrência e natureza de canais resiníferos; presença de raios fusiformes, traqueoides radiais e cristais, além de detalhes especiais em torus e crássulas (CUTLER et al., 2011; IAWA, 2004; ESTEBAN et. al, 1999; BURGER; RICHTER, 1991; GREGUSS, 1955).

### 3.2.1.1 Subclasse Cycadidae

#### 3.2.1.1.1 Ordem Cycadales

#### Família Cycadaceae

Eminentemente parenquimática, a estrutura da madeira das Cycadaceae inclui espessa medula e largo córtex, compondo o xilema e floema secundários, com anéis relativamente estreitos entre ambos. No xilema secundário, os traqueoides organizam-se em feixes separados por largos raios, e apresentam pontoações areoladas hexagonais em arranjo alterno, bem como parênquima axial abundante, com paredes transversais lisas e rico em amido (GREGUSS, 1955; MARCHIORI, 2005).

Em *Cycas revoluta*, o xilema é estreito (5-6 mm), dividido por raios primários e secundários. Os traqueoides, dispostos em zonas de 3-8 (1-10) células de largura, são poligonais (quadrados ou pentagonais), de margens arredondada e desprovidos de espessamentos espiralados. As pontoações areoladas, bi ou trisseriadas e de tipo araucarioide, têm aberturas em fenda inclusa, à semelhança do observado nos traqueoides de *Araucaria*, *Agathis* e em elementos de vaso de *Welwistchia* (GREGUSS, 1955).

Em meio aos traqueoides ocorrem, ocasionalmente, células de parênquima axial, de paredes muito finas e lisas, lembrando a estrutura de *Agathis*. Raios primários multisseriados de 6-8 (até 10) células de largura e 30-40 células de altura; os secundários, uni ou bisseriados, apresentam células alongadas em seção radial e paredes muito finas, não pontoadas. Campo de cruzamento raramente distinto, com 8-10-12 pontoações aglomeradas. No tecido matriz encontram-se, esporadicamente, ductos mucilaginosos de 80-100 µm de diâmetro, com células epiteliais de paredes finas (GREGUSS, 1955).

### 3.2.1.2 Subclasse *Ginkgoidae*

#### 3.2.1.2.1 Ordem Ginkgoales

##### Família Ginkgoaceae

Nos caules de Ginkgoaceae predominam os tecidos vasculares em relação à medula e córtex, à semelhança das coníferas, de modo a permitir a utilização do tronco como “madeira” (MARCHIORI, 2005). Esta compõe-se, fundamentalmente, de traqueoides longitudinais, com pares de pontoações em arranjo uni e bisseriado nas faces radiais da parede, e crássulas entre as mesmas. Na estrutura do lenho salientam-se, ainda, a ocorrência de drusas de oxalato de cálcio no parênquima axial, de raios homogêneos, e a ausência de canais resiníferos (GREGUSS, 1955).

A madeira de *Ginkgo biloba* apresenta anéis de crescimento distintos, marcados pelo achatamento radial dos traqueoides no limite do anel, bem como traqueoides de contorno elíptico ou circulares em seção transversal, com espaços intercelulares entre os mesmos, e espessamentos espiralados ocasionais. As pontoações areoladas, unisseriadas ou ocasionalmente bisseriadas e com crássulas, apresentam abertura circular inclusa, menos frequentemente elíptica. O parênquima axial, presente no lenho adulto, apresenta abundantes drusas em suas células. Os raios unisseriados com 1-5 células de altura, e paredes radiais e tangenciais lisas ou irregulares, apresentam campos de cruzamento com 2-4 (até 9) pontoações araucarioides (GREGUSS, 1955).

### 3.2.1.3 Subclasse *Gnetidae*

#### 3.2.1.3.1 Ordem *Ephedrales*

##### Família *Ephedraceae*

A família apresenta vasos de secção agular, solitários, que vão diminuindo gradualmente de forma irregular no lenho tardio; nos ápices dos elementos de vasos ocorrem comumente 2-3 pontoações areoladas; placas de perfurações com 18-20 pontoações alternas, aglomeradas em 2-3 fileiras. Raios largos, de 30-40 células de altura (GREGUSS, 1955).

#### 3.2.1.3.2 Ordem *Gnetales*

##### Família *Gnetaceae*

As características diagnósticas para a família *Gnetaceae* são: delimitação acentuada entre os anéis de crescimento mais ou menos uniformes; placas de perfurações simples ou escaliformes, por vezes com 8-12 pontoações areoladas, agindo como perfurações, com grandes aberturas agrupadas na extremidade das paredes. Raios uni e bisseriados e largos, com 8-10 células de largura; ocasionalmente os raios largos têm de 40-100 células de altura; raios fusiformes, presentes; cristais prismáticos de oxalato de cálcio, abundantes (GREGUSS, 1955).

#### 3.2.1.3.3 Ordem *Welwitschiaceae*

##### Família *Welwitschiaceae*

As características diagnósticas da família *Welwitschiaceae* são: ausência de delimitação nítida entre os anéis de crescimento. Na superfície transversal, os vasos individuais são em sua maioria dispersos. Os vasos individuais se espalham para fora da medula, quase irradiando como raios de um cubo, contudo eles formam grupos aliformes. Células espiculares, frequentemente presentes, de paredes espessas. Placas de perfurações simples, mais ou menos circulares. Pontoações areoladas, alternas, em arranjo araucarioide, nas paredes dos elementos

de vasos, com aberturas elípticas ou em fendas horizontais. Raios definitivos apenas em partes exteriores da madeira (GREGUSS, 1955).

#### 3.2.1.4 Subclasse Pinidae

##### 3.2.1.4.1 Ordem Araucariales

###### Família Araucariaceae

O lenho das Araucariaceae reúne caracteres anatômicos como pontoações areoladas de forma hexagonal, parênquima axial escasso ou ausente, bem como ausência de espessamentos espiralados, canais resiníferos e traqueoides radiais (RECORD; HESS, 1942; MARCHIORI, 2005).

Os gênero *Agathis* e *Araucaria* são muito semelhantes, apresentam: anéis de crescimento distintos ou não; pontoações areoladas de contorno hexagonal e em arranjo bi a tetrasseriado, menos comumente unisseriadas, muito próximas entre si; traqueoides, geralmente com placas de resina; parênquima axial, ausente em *Araucaria* ou escasso em *Agathis*; raios homogêneos, unisseriados ou parcialmente bisseriados; campo de cruzamento com 2-8 (até 16) pontoações araucarioides, alinhadas; e células parenquimáticas radiais de paredes terminais lisas. *Agathis* distingue-se de *Araucaria* pela presença de parênquima axial (GREGUSS, 1955; ESTEBAN et al., 1996).

###### Família Podocarpaceae

A família Podocarpaceae caracteriza-se por abundante parênquima axial; raios unisseriados e homogêneos; pontoações areoladas unisseriadas, ocasionalmente bisseriadas; e pela ausência de canais resiníferos e espessamentos espiralados (MARCHIORI, 2005; RECORD; HESS, 1942); destaca-se a ocorrência de uma única pontoação cupressóide por campo de cruzamento, raro duas, arredondadas e relativamente grandes (GREGUSS, 1955).

A madeira de *Dracrydium*, *Saxegothaea* e *Podocarpus* apresenta algumas características em comum: pontoações areoladas unisseriadas e, por vezes, bisseriadas opostas, com aberturas elípticas inclusas; parênquima axial abundante, rico em conteúdo de resina e com paredes transversais lisas; raios homogêneos, unisseriados, e parênquima radial de paredes terminais finas e lisas, com abundante conteúdo de resina. *Dacrydium* distingue-se devido ao

parênquima axial com distribuição difusa e campo de cruzamento com 1-2 pontoações cupressoides. *Saxegothaea* apresenta parênquima axial em zonas tangenciais, com campo de cruzamento com 1 (até 3) pontoações cupressoides. *Podocarpus*, por sua vez, apresenta pontoações areoldadas com crássulas, parênquima axial com distribuição difusa, e campo de cruzamento com 1-2 pontoações cupressoides (ESTEBAN et al., 1996).

### 3.2.1.3.3 Ordem Cupressales

#### Família Cupressaceae

O lenho das Cupressaceae apresenta parênquima axial abundante, raios tipicamente unisseriados, pontoações em arranjo unisseriado no lenho inicial, ocasionalmente bisseriado e raro multisseriado. Não ocorrem canais resiníferos e espessamentos espiralados e os traqueoides radiais tem ocorrência restrita (RECORD; HESS, 1942; GREGUS, 1955; MARCHIORI, 2005). Na taxonomia contemporânea, a família inclui as Taxodiaceae, que se distinguem, anatomicamente, pelo arranjo oposto das pontoações areoladas, em séries de duas ou mais pontoações, e pelo campo de cruzamento com pontoações de abertura ampla, mais larga do que o espaço existente de cada lado, entre a referida abertura e o contorno da aréola (RECORD; HESS, 1942; MARCHIORI, 2005).

Os gêneros *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Cryptomeria*, *Tetraclinis*, apresentam pontoações areoladas unisseriadas, sem a presença de crássulas. Outros gêneros como *Austrocedrus*, *Callitris*, *Calocedrus*, *Chamaecyparis*, *Glyptostrobus*, *Fitzroya*, *Papuacedrus*, *Sequoiadendron*, *Taiwania*, *Taxodium*, *Thuja* e *Thujopsis*, apresentam frequentemente pontoações areoladas bisseriadas opostas. Dentre estes, *Sequoiadendron*, *Taxodium* e *Thujopsis* têm crássulas (ESTEBAN et al., 1996).

O parênquima axial é abundante com alto conteúdo de resina, nos gêneros *Actinostrobus* e *Athrotaxis*; escasso em *Austrocedrus*; de distribuição difusa, em *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Callitris*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Fitzroya*, *Papuacedrus*, *Sequoiadendron*, *Taiwania*, *Taxodium*, *Tetraclinis*, *Thuja*, *Thujopsis* e *Widdringtonia*; e de paredes transversais lisas nos gêneros *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Cryptomeria*, *Fitzroya*, *Sequoiadendron*, *Tetraclinis*, *Thuja*, *Thujopsis* e *Widdringtonia*. Com paredes nodulares a ligeiramente nodulares em *Calocedrus*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Fitzroya*, *Papuacedrus*, *Taiwania*, *Taxodium* e *Tetraclinis* (ESTEBAN et al., 1996).

Raios homogêneos são característicos em quase todos os gêneros, com excessão de *Sequoia semprevirens* e algumas espécies de *Chamaecyparis* e *Thuja*; geralmente unisseriados ou por vezes, bisseriados; com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas em *Actinostrobus*, *Athrotaxis*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Papuacedrus*, *Sequoiadendron*, *Taiwania*, *Taxodium*, *Tetraclinis*, *Thuja*, *Thujopsis* e *Widdringtonia*; nodulares em *Calocedrus*, *Fitzroya*, *Tetraclinis* e *Thuja* (ESTEBAN et al., 1996).

Campo de cruzamento com pontoações cupressoides ocorrem nos gêneros *Actinostrobus*, *Austrocedrus*, *Callitris*, *Calocedrus*, *Chamaecyparis*, *Fitzroya*, *Taiwania*, *Tetraclinis*, *Thujopsis* e *Widdringtonia*; taxodioides em *Athrotaxis*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, *Papuacedrus*, *Sequoiadendron*, *Taxodium* e *Thuja* (ESTEBAN et al., 1996).

#### Família Sciadopityaceae

Família monogénérica, com apenas uma única espécie, sua madeira caracteriza-se pela ausência de canais resiníferos fisiológicos e espessamentos espiralados; pontoações areoladas exclusivamente unisseriadas. Parênquima axial ausente ou escasso, em distribuição difusa. Raios unisseriados curtos (1-6 células de altura); homogêneos, compostos exclusivamente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas; e campo de cruzamento com 1 (até 2) pontoações fenestriiformes (ESTEBAN et al., 1996).

#### Família Taxaceae

As Taxaceae destacam-se pela presença de traqueoides com espessamentos espiralados; raios homogêneos; campo de cruzamento com pontoações cupressoides; presença ou ausência de parênquima axial; e ausência de canais resiníferos (GREGUSS, 1955; MARCHIORI, 2005).

As Cephalotaxaceae, incluídas atualmente em Taxaceae, separavam-se desta, anatomicamente, pela presença de parênquima axial (GREGUSS, 1955; MARCHIORI, 2005).

Os gêneros *Amentotaxus* e *Cephalotaxus*, têm pontoações areoladas unisseriadas; parênquima axial difuso, raios unisseriados homogêneos, com paredes radiais finas e lisas. Diferenciam-se pelo parênquima axial de paredes transversais lisas a ligeiramente nodulares em *Cephalotaxus* e nodulares em *Amentotaxus* (ESTEBAN et al., 1996).

Os gêneros *Taxus* e *Torreya* são caracterizados pela ausência de parênquima axial. *Taxus* têm raios unisseriados de de 1-28 células de altura. O gênero *Torreya* apresenta raios unisseriados, de 4-6 células de altura (ESTEBAN et al., 1996).

#### 3.2.1.3.4 Ordem Pinales

##### Família Pinaceae

As Pinaceae apresentam uma estrutura anatômica relativamente diversificada, que favorece o reconhecimento de gêneros (MARCHIORI, 2005). A família caracteriza-se pelos anéis de crescimento sempre distintos; canais resiníferos presentes ou ausentes, com células epiteliais de paredes finas ou espessas; pontoações areoladas uni a bisseriadas nos traqueoides, com torus estrelado ou em forma de disco; parênquima axial geralmente ausente ou raro; células parenquimáticas de paredes transversais lisas ou nodulares; raios homogêneos ou heterogêneos; raios fusiformes presentes ou ausentes; parênquima radial de paredes horizontais lisas ou nodulares; traqueoides radiais com paredes denteadas ou lisas; e campo de cruzamento com pontoações pinoides, piceoides ou fenestriiformes (GREGUSS, 1955).

Nos gêneros *Abies*, *Keteleeria* e *Pseudolarix* os raios são homogêneos, compostos apenas de células parenquimáticas com paredes terminais nodulares; e com pontoações piceoides no campo de cruzamento. *Abies* diferencia-se pela ausência de canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais. Em *Keteleeria* são observados apenas canais refiníferos fisiológicos longitudinais, e *Pseudolarix*, têm canais resiníferos longitudinais e radiais com células epiteliais de paredes espessas. (GREGUSS, 1955; MARCHIORI, 2005).

Em *Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga* e *Tsuga*, a estrutura radial heterogênea inclui traqueoides radiais. Nos gêneros *Pinus*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*, a estrutura anatômica é marcada pela presença de canais resiníferos longitudinais e radiais, caráter ausente no lenho dos gêneros *Cedrus* e *Tsuga* (ESTEBAN et al., 1996; MARCHIORI, 2005).

*Pinus* se distingue dos gêneros *Larix*, *Picea* e *Pseudotsuga* por apresentar canais resiníferos longitudinais e radiais, rodeados por células epiteliais de paredes muito finas e pelo campo de cruzamento com pontoações pinoides e fenestriiformes. Já os gêneros *Larix*, *Picea* e *Pseudotsuga*, têm canais resiníferos longitudinais e radiais rodeados por células epiteliais de paredes espessas. *Pseudotsuga* distingue-se por apresentar traqueoides axiais com espessamentos espiralados (ESTEBAN et al., 1996).

O gênero *Cedrus* e *Tsuga* apresentam raios heterogêneos, com uma fileira marginal de traqueoides radiais de paredes lisas; campo de cruzamento com pontoações piceoides e parênquima axial ausente ou escasso. *Cedrus* distingue-se pelas pontoações areoladas com torus estrelado e pela presença frequente de cristais, não ocorrendo, ainda, canais resiníferos como característica normal. *Tsuga* apresenta pontoações areoladas uni e bisseriadas com crássulas e torus discoide (ESTEBAN et al., 1996).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL ESTUDADO

O material estudado consiste de um conjunto de amostras de madeiras (Tabela 1) recebidas na década de 1980, mediante permuta com algumas das mais importantes instituições científicas do mundo, notadamente do Jodrell Laboratory (Royal Botanic Gardens, Kew), do New York Botanical Garden, e das Universidades de Utrecht e Hamburgo. As amostras foram preparadas para a realização de pesquisa anatômica entre os anos de 1987 e 1990, pelo Prof. Dr. José Newton Cardoso Marchiori, e conservadas na xiloteca da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Tabela 1 – Classificação taxonômica das espécies estudadas.

Subclasse	Ordens	Famílias	Espécies	Registro
Cycadidae	Cycadales	Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> L.	Coleção Marchiori n. 36
Ginkgoidae	Ginkgoales	Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i> L.	HDCF X-433, BFA 12.629
			<i>Ephedra tweediana</i> Fisch. & C.A. Mey.	HDCF 3215
Gnetidae	Gnetales	Gnetaceae	<i>Gnetum gnemon</i> L.	KEW 26.1975.42
	Welwitschiales	Welwitschiaceae	<i>Welwitschia mirabilis</i> Hook. f.	Coleção Marchiori n. 38
Pinidae	Araucariales	Araucariaceae	<i>Agathis macrophylla</i> Mast.	KEW 11.575
			<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	UFPR X-0329
			<i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch	Coleção Marchiori n. 27
			<i>Araucaria cunninghamii</i> Mudie	BFA 10.350
		Podocarpaceae	<i>Dacrydium cupressinum</i> Sol. ex G. Forst.	COMM 58.1881
			<i>Falcatifolium falciforme</i> (Parl.) De Laub.	BFA 13.360
	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl. <i>Podocarpus latifolius</i> (Thunb.) R. Br. ex Mirb.		BFA 2463	
	Cupressales	Cupressaceae	<i>Saxegothaea conspicua</i> Lindl.	Coleção Marchiori n. 18
			<i>Actinostrobus pyramidalis</i> Miq.	Coleção Marchiori n. 210
			<i>Athrotaxis laxifolia</i> Hook.	Coleção Marchiori n. 30
			<i>Austrocedrus chilensis</i> (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri	CEF n. 899
			<i>Callitris Columellaris</i> F. Muell.	Coleção Marchiori n. 6
			<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	BFA 5640
<i>Calocedrus formosana</i> (Florin) Florin			KEW 18.1927	
<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum. <i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	KEW 18.1927 Coleção Marchiori n. 115			
<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	HDCF 1536			

Continuação da tabela

Subclasse	Ordens	Famílias	Espécies	Registro	
Pinidae	Cupressales	Cupressaceae	<i>Fitzroya cupressoides</i> I.M. Johnst.	West 40.1901	
			<i>Glyptostrobus lineatus</i> Druce	Hong Kong 1974	
			<i>Papuacedrus papuana</i> ( F.Muell. ) H.L.Li	KEW 104.1908	
			<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) J.Buchholz	KEW 30(209)	
			<i>Taiwania cryptomerioides</i> Hayata	Coleção Marchiori n. 5	
			<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.		
			<i>Tetraclinis articulata</i> Mast.	KEW 6458	
			<i>Thuja occidentalis</i> L.	BFA 2999	
			<i>Thujopsis dolabrata</i> Siebold & Zucc	BFA 10.051	
			<i>Widdringtonia cupressoides</i> (L.) E.Powrie	Coleção Marchiori n. 16	
		Sciadopityaceae	<i>Sciadopitys verticillata</i> Siebold & Zucc.	KEW 167.1884	
		Taxaceae	<i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilg.	Coleção Marchiori n. 29	
			<i>Cephalotaxus drupacea</i> Siebold & Zucc.	KEW 167.1884	
			<i>Taxus baccata</i> L.	BFA 2949	
			<i>Torreya nucifera</i> Siebold & Zucc.	Coleção Marchiori n. 2	
		Pinales	Pinaceae	<i>Abies sibirica</i> Lebed.	BFA 7774
				<i>Cedrus deodara</i> (Roxb. ex. D.Don.) G.Don.	HDCF 2801
				<i>Keteleeria fortunei</i> Carrière	KEW-270120
				<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	BFA-7007
				<i>Picea jezoensis</i> Carrière	BFA-9362
	<i>Picea engelmannii</i> subesp. <i>mexicana</i> (Martínez) P.A. Schmidt				
	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.				
	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schtdl.			Coleção Marchiori n. 187	
	<i>Pinus palustris</i> Mill.			BFA 2641	
	<i>Pseudolarix amabilis</i> (J.Nelson) Rehder			SUSSEX 3.17.1976	
	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	BFA-6381			
	<i>Tsuga canadensis</i> Carrière	KEW-1877			

Legenda: BFA – Black Florest Academy, Alemanhã; KEW – Jodrell Laboratory (Royal Botanic Gardens, Londres); SUSSEX – Universidade de Sussex, Reino Unido; HDCF - Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, CEF – Herbário da Escola de Floresta Curitiba, Paraná; UFPR – Universidade Federal do Paraná.

Neste estudo, seguiu-se a classificação taxonômica mais recente para Gimnospermas: “A new classification and linear sequence of extant Gymnosperms” elaborada por Christenhusz et al.(2011), e para a nomenclatura de gêneros e espécies foi consultada a Lista de Espécies do IPNI – The International Plant Names Index (2015) (<http://www.ipni.org> [acessado em 24 de novembro de 2015]); *The Plant List* (2013) (<http://www.theplantlist.org/> [acessado em 22 de abril de 2016]); *Tropicos* (<http://www.tropicos.org/> [acessado em 22 de abril de 2016]).

#### 4.2 OBTENÇÃO DAS LÂMINAS DE CORTE E DE MACERADO

Para cada uma das amostras de madeira foram preparados três corpos-de-prova, orientados para a obtenção de cortes anatômicos nos planos transversal, longitudinal radial e

longitudinal tangencial. Um quarto bloquinho foi também providenciado, com vistas ao preparo de lâminas de macerado.

Na sequência, os corpos-de-prova foram fervidos em água, por várias horas (ou dias, segundo o caso), com vistas ao abrandamento físico do tecido lenhoso e para assegurar a expulsão completa das partículas gasosas existentes no interior da madeira.

A microtomia foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná, utilizando-se micrótomo de deslizamento, modelo Spencer (American Optical n. 860), regulado para obtenção de cortes anatômicos com espessura nominal de 16 a 20  $\mu\text{m}$ .

Mantidos em Placa de Petri com água, os cortes sofreram coloração com solução aquosa de “Safra-Blau”, ou seja, uma mistura, em partes iguais de Safranina 1% e Azul-de-Astra 1%, técnica recomendada para madeiras de coníferas. Após esta etapa, os cortes foram lavados em água destilada para a extração do excesso de corante e, posteriormente, desidratados em série alcoólica ascendente (álcool etílico 25%, 50%, 75%, 90%, 95% e duas passagens em álcool absoluto P.A.).

Garantida a substituição completa da água por álcool etílico absoluto no interior dos cortes anatômicos, passou-se, na sequência, à diafanização com xilol. Na montagem de lâminas permanentes usou-se “Entellan”, uma resina sintética para microscopia (Merck), que tem a propriedade de ser miscível com xilol.

O preparo de lâminas de macerado seguiu técnica distinta. A maceração consiste na dissolução da lamela média e conseqüente individualização das células lenhosas, prática necessária a certas medições, caso do comprimento de traqueoides, por exemplo.

Para a dissociação do tecido lenhoso, o corpo de prova destinado a este fim precisou ser reduzido a palitinhos, obtidos, manualmente, por lascamento, com o uso de formão, até os fragmentos atingirem seção correspondente a  $\frac{1}{4}$  de um palito de fósforo, aproximadamente.

No processo de maceração adotou-se o método de Jeffrey (FREUND, 1970). O material dissociado foi recolhido em funil, com papel filtro e, na sequência, colorido com Safranina 1% e desidratado em álcool etílico, como anteriormente descrito, procedeu-se a diafanização com Xilol e a montagem das lâminas permanentes de macerado (6 no mínimo) para cada amostra de madeira.

### 4.3 OBTENÇÃO DE FOTOMICROGRAFIAS

As fotomicrografias foram obtidas em aparelho Leica DM 2000, equipado com câmera digital Leica DFC 295, no Laboratório de Botânica Estrutural do Departamento de Biologia da UFSM.

### 4.4 DESCRIÇÕES ANATÔMICAS

As descrições microscópicas da madeira de Cycadidae, Ginkgoideae e Pinidae seguiram as normas do IAWA Committee (2004) para madeiras de Gimnospermas; nas descrições de Gnetidae seguiram-se às do IAWA Committee (1989) para madeiras de Angiospermas; para este grupo mensurou-se a percentagem dos tecidos, obtendo-se 600 determinações ao acaso, com auxílio de contador de laboratório, conforme proposto por Marchiori (1980); e a abundância de poros foi obtida a partir de um quadrado de área conhecida, superposto a fotomicrografias de seções transversais da madeira.

As medições de detalhes anatômicos foram realizadas em microscópio fotônico binocular Carl Zeiss, com ocular de escala graduada, no laboratório de Anatomia da Madeira, na Universidade Federal de Santa Maria. Para cada característica quantitativa são informados os valores mínimo, médio, máximo e desvio padrão (mínimo-média-máximo, s=desvio padrão).

### 4.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

A organização em tabelas e gráficos, bem como a análise estatística dos caracteres quantitativos do lenho foram realizadas com auxílio do programa Excel (versão do Microsoft Office 2010) e *Software R*. Foram determinados os valores médios e o desvio padrão, além dos valores mínimos e máximos, de cada caráter.

Para o reconhecimento de grupos distintos foi realizado a análise de agrupamento, com o auxílio do *software R* (R Core Team, 2012) pacote *GGplot*.

A técnica empregada para a formação de grupos foi a análise de agrupamento hierárquica aglomerativa. Para tal, construiu-se uma tabela de dados binários, montada através da presença e ausência de caracteres anatômicos descritos para cada espécie, conforme a Tabela 2. Após obtenção da tabela, inverteu-se as linhas por colunas para a montagem de uma matriz de dados originais de  $n \times m$ , onde  $n$  = número de linhas (espécies);  $m$  = número de colunas (caracteres anatômicos).

## Caracteres anatômicos

$$\begin{array}{l} \text{Espécies} \\ \left[ \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{array} \right]_{7 \times 52} \end{array}$$

A partir da matriz de dados originais, gerou-se a matriz de proximidades das espécies, que foi obtida através do coeficiente de dissimilaridade de Jaccard:

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

		Objeto A		
		1	0	
Objeto B	1	a	b	a+b
	0	c	d	c+d
		a+c	b+d	p

a = número de características comuns aos dois objetos (1-1);

b = número de presença-ausência (1-0);

c = número de ausência-presença (0-1);

d = número de dupla ausência (0-0);

p = número total de características (a+b+c+d).

O coeficiente de dissimilaridade de Jaccard desconsidera a dupla ausência e quanto menor o valor, mais parecidas serão as espécies. Para a formação de agrupamentos com base

na medida de dissimilaridade de cada observação utilizou-se o método pela associação média (UPGMA).

A sequência de agrupamentos obtidos foi representada sob a forma de dendrograma vertical. Para avaliar o grau de deformação do dendrograma, calculou-se o coeficiente de correlação cofenético ( $r$  de Person) entre os índices de similaridade da matriz original e os índices reconstituídos com base no dendrograma.

Na literatura é considerado aceitável um coeficiente cofenético superior a 0,8, sendo que, quanto mais próximo de 1, melhor é o valor. Este coeficiente facilita a escolha do método de aglomeração.

## 5 DESCRIÇÕES ANATÔMICAS

### 5.1 SUBCLASSE CYCADIDAE

#### 5.1.1 Ordem Cycadales

##### 5.1.1.1 Família Cycadaceae

###### 5.1.1.1.1 *Cycas revoluta* Thunb.

Xilema secundário marcado pela predominância de células parenquimáticas radiais, as quais são mais abundantes do que os traqueoides (Figura 1A,B).

Anéis de crescimento: ausentes.

Traqueoides axiais: menos frequentes do que os raios e muito contrastados com as células radiais devido ao conteúdo de lignina; de seção poligonal (32-44-55 (s=5,5)  $\mu\text{m}$ ), com paredes finas (3-5,2-9 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ) e 2630-4254-6400 (s=904)  $\mu\text{m}$  de comprimento (Figura 1A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas resinosas e trabéculas, ausentes.

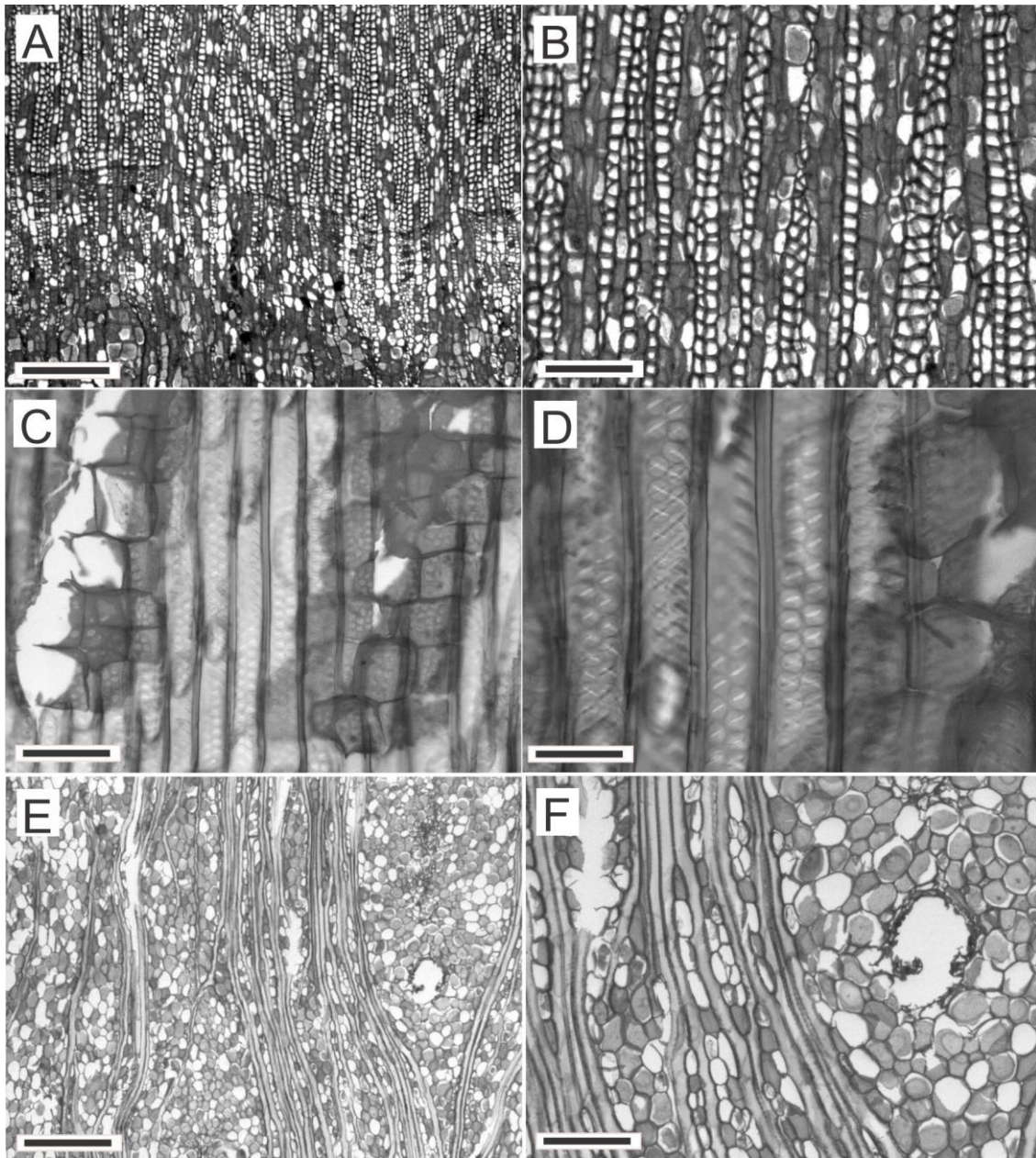
Pontoações areoladas: hexagonais (16-19,4-22 (s=1,6)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo multisseriado (até 4 fileiras), com torus discoide e abertura frequentemente distendida, lenticular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par (Figura 1C,D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ocasional.

Raios: multisseriados, por vezes unisseriados; de 200-2432-11.000 (s=2678)  $\mu\text{m}$  de altura, com 8-30-85 (s=18) células e 40-430-1.110 (s=338)  $\mu\text{m}$  de largura, com 1-8-23 (s=6) células e frequência de 1-5-7/mm (s=1,2) (Figura 1E,F). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 1C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 4-12 pontoações araucarioides (Figura 1C,D). Cristais prismáticos e drusas de oxalato de cálcio, presentes. Conteúdo, ausente. Canais radiais, de 190-290-490 (s=64)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, geralmente com 14-18-20 (s=1,5) células epiteliais de paredes finas (Figura 1E,F).

Outros caracteres: cristais e canais, presentes.

Figura 1– Fotomicrografias do lenho de *Cycas revoluta*.



A – Transição entre o xilema secundário e tecido parenquimático. B – Xilema secundário, com traqueoides e tecido parenquimático. C – Tecido parenquimático, traqueoides axiais e raios homogêneos. D – Pontoações areoladas hexagonais, bi e trisseriadas e em arranjo alterno; campo de cruzamento com pontoações araucarioides. E,F – Raios unisseriados e multisseriados; canal radial com células epiteliais de paredes finas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,E=500  $\mu\text{m}$ ; C=100  $\mu\text{m}$ ; B,F=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ .  
Fonte: autora.



## 5.2 SUBCLASSE GINKGOIDAE

### 5.2.1 Ordem Ginkgoales

#### 5.2.1.1 Família Ginkgoaceae

##### 5.2.1.1.1 *Ginkgo biloba* L.

Anéis de crescimento: distintos, marcados pela redução no diâmetro radial dos traqueoides axiais no término do anel; com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 2A,B).

Traqueoides axiais: de 1600-2032-2700 ( $s=294$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (17-30-37 ( $s=4,5$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (2,5-4-5 ( $s=0,8$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 2A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides resinosos e trabéculas, ausentes.

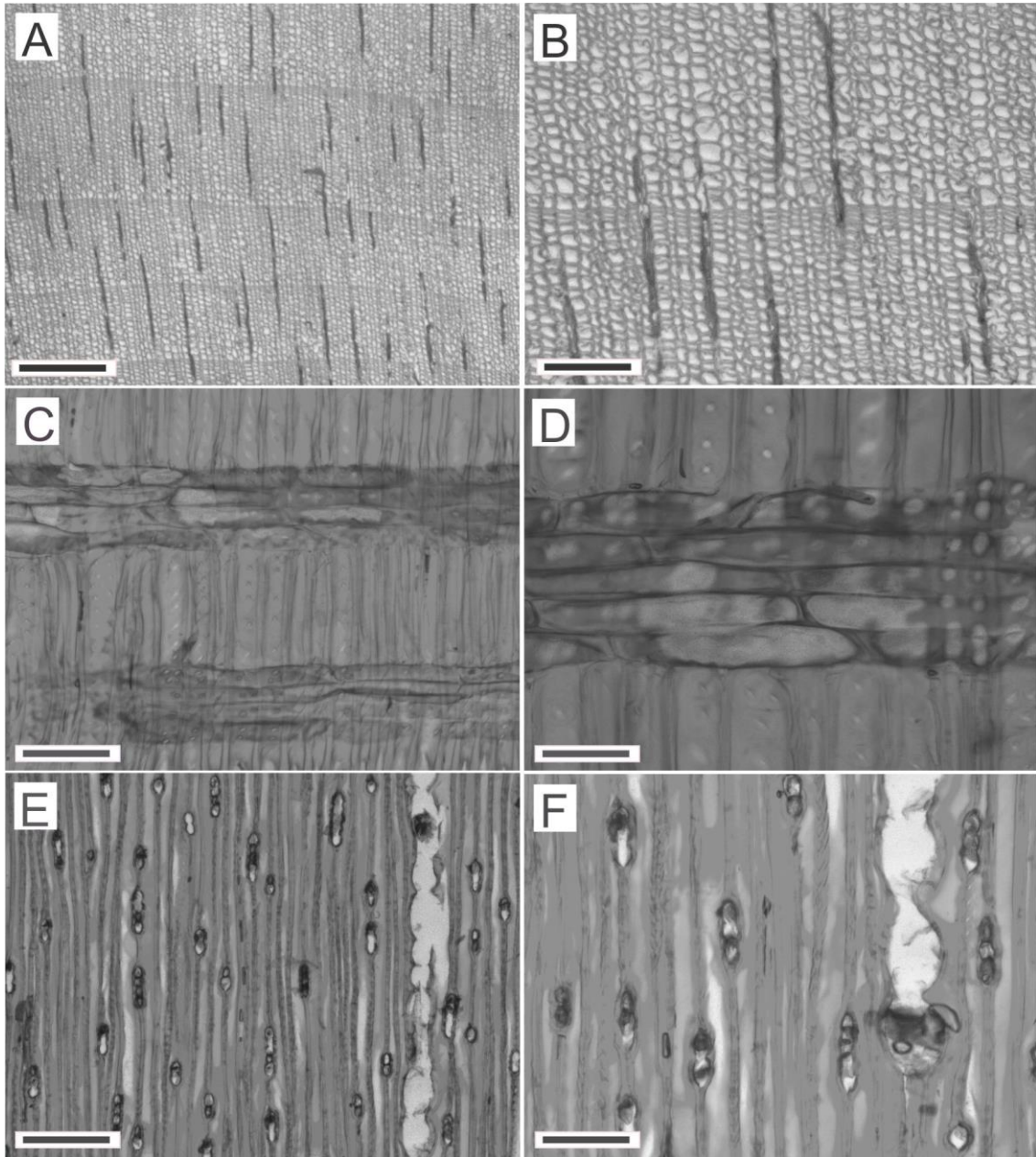
Pontoações areoladas: circulares (12-15-17 ( $s=1,2$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, parcialmente bisseriado-oposto, com abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par (Figura 2C,D). Crássulas, presentes.

Parênquima axial: ausente em ramos ou plantas jovens; em arranjo difuso no caule adulto, com drusas de oxalato de cálcio em séries cristalíferas (Figura 2E,F) e células de paredes transversais lisas.

Raios: unisseriados, de 60-110-190 ( $s=27$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-4-10 ( $s=1,5$ ) células e 10-18-25 ( $s=2,9$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 2E,F), com abundância de 3-6-7/mm ( $s=1,3$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 2C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 (até 6) pontoações araucarioides irregularmente distribuídas (Figura 2D). Conteúdo, escasso.

Outros caracteres: cristais em forma de drusa, presentes no parênquima axial. Canais resiníferos, ausentes.

Figura 2 – Fotomicrografias do lenho de *Ginkgo biloba*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento. C,D – Raios homogêneos com pontoações araucarioides no campo de cruzamento. E,F – Raios unisseriados curtos e parênquima axial com drusas de oxalato de cálcio. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

## 5.3 SUBCLASSE GNETIDAE

### 5.3.1 Ordem Ephedrales

#### 5.3.1.1 Família Ephedraceae

##### 5.3.1.1.1 *Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos no lenho tardio e segmentados em “degraus” descontínuos, interrompidos por raios largos (Figura 3A,B).

Vasos: de seção poligonal (27,5-38,5-57,5 (s=6,9)  $\mu\text{m}$ ), com abundância de 235/mm<sup>2</sup> (s=21,4) e paredes relativamente finas (1,3-3,6-6,3 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ). Porosidade difusa, uniforme. Vasos solitários ou em contato parcial com outros, compondo 27% do volume da madeira (Figura 3A,B). Elementos vasculares de 650-1032-1340 (s=174)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com placas de perfuração foraminadas, verticais, com 6-20 perfurações arredondadas, alternas (Figura 3D). Apêndices, espessamentos espiralados, estriações, tilos e depósitos, ausentes. Pontoações intervasculares escassas, arredondadas (10-14-15 (s=1,7)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado, por vezes bi ou trisseriado-alterno, com abertura circular-inclusa. (Figura 3D)

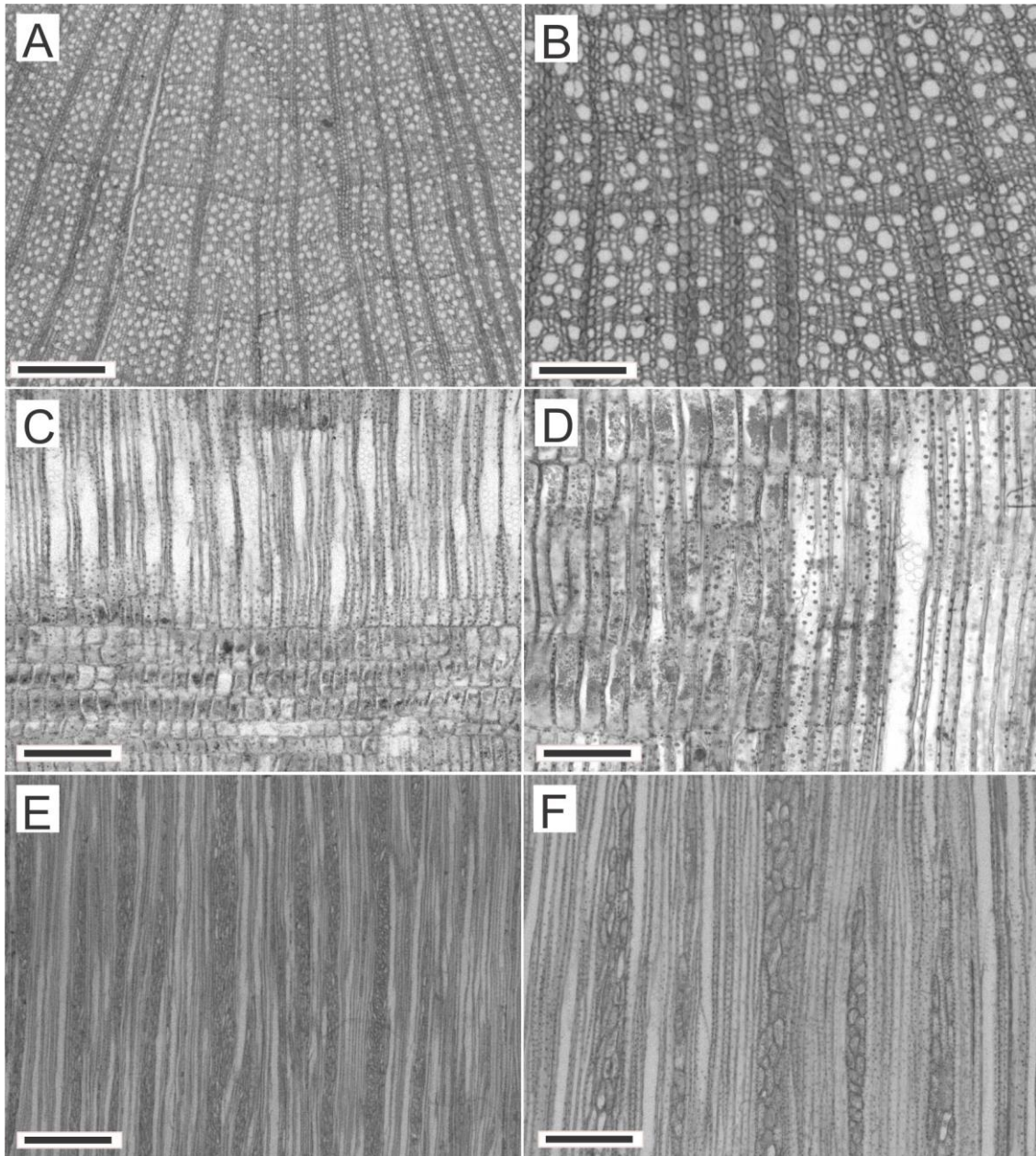
Parênquima axial: apotraqueal difuso-em-agregados, por vezes paratraqueal, representando 12% do volume da madeira. Séries parenquimáticas axiais de 195-350-500 (s=96)  $\mu\text{m}$  de altura, geralmente com 2 ou 3 células.

Raios: com abundância de 3-6-9/mm (s=1,3), ocupando 22% do volume da madeira; fracamente homogêneos, compostos por células quadradas, eretas e curto procumbentes, densamente pontoadas. Raios unisseriados e multisseriados, de 420-1287-1900 (s=362)  $\mu\text{m}$  de altura, com 6-24-39 (s=8,4) células e 10-19-37 (s=6,3)  $\mu\text{m}$  de largura, com 2-3-6 (s=1,0) células (Figura 3E,F).

Traqueoides axiais: compondo 38% do volume da madeira; de 730-1146-1450 (s=196)  $\mu\text{m}$  de comprimento, seção poligonal (17,5-24-30 (s=3,4)  $\mu\text{m}$ ), paredes finas (2,5-4,7-6,2 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ) e pontoações circulares (Figura 3A,B).

Outros caracteres: canais intercelulares, canais celulares, cistos glandulares, estrutura estratificada, cristais, células oleíferas, células mucilaginosas e máculas medulares, ausentes.

Figura 3 – Fotomicrografias do lenho de *Ephedra tweediana*.



A,B – Anéis de crescimento distintos, segmentados em “degraus” entre raios largos e presença de poros estreitos. C,D – Raios fracamente homogêneos, campo de cruzamento com numerosas pontoações, elementos de vasos e placas de perfuração foraminadas. E,F – Raios unisseriados e multisseriados, elementos de vasos e traqueoides. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,E=500  $\mu$ m; B,C,F=200  $\mu$ m; D=100  $\mu$ m. Fonte: autora.

## 5.3.2 Ordem Gnetales

### 5.3.2.1 Família Gnetales

#### 5.3.2.1.1 *Gnetum gnemon* L.

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 4A,B).

Vasos: de seção poligonal (60-92-120 (s=15,4)  $\mu\text{m}$ ), com abundância de 15/mm<sup>2</sup> (s=3,2) e paredes relativamente finas (2,5-3,9-6,3 (s=1,2)  $\mu\text{m}$ ). Porosidade difusa, uniforme. Vasos solitários ou em contato parcial com outros, ocupando 15% do volume da madeira (Figura 4A,B). Elementos vasculares de 400-1010-1300 (s=247)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com placas de perfuração simples e foraminadas (Figura 4A,B). Apêndices, ausentes ou restritos a uma extremidade. Espessamentos espiralados, estriações, tilos e depósitos, ausentes. Pontoações intervasculares escassas, arredondadas (10-13-15,5 (s=1,7)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado, por vezes bi a trisseriado-alterno, com abertura circular inclusa.

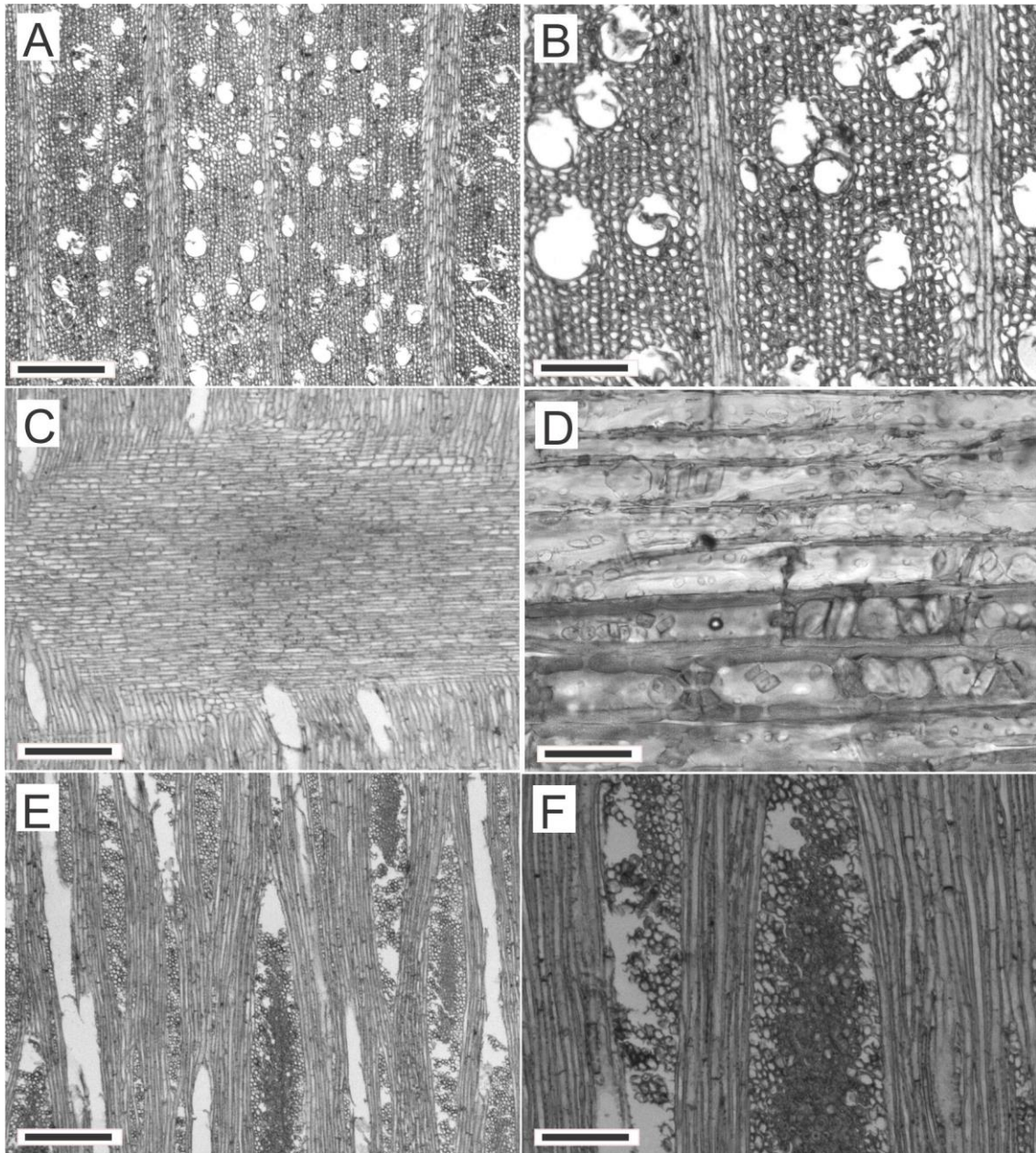
Parênquima axial: apotraqueal difuso-em-agregados, por vezes paratraqueal escasso, ocupando 10% do volume da madeira (Figura 4A,B). Células parenquimáticas axiais de 500-744-110 (s=188)  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-4 células por série.

Raios: fracamente homogêneos, com abundância de 2-4-6/mm (s=0,6), compoendo 23% do volume da madeira; com células procumbentes, no corpo central, e, por vezes, 1 fileira de células quadradas, nas margens. Raios unisseriados de 11-21-50 (s=8,6)  $\mu\text{m}$  de altura, com 40-76-140 (s=8,6) células. Raios multisseriados de 260-558-1000 (s=208)  $\mu\text{m}$  de altura, com 63-140-300 (s=208) células, e 12-36-90 (s=22,3)  $\mu\text{m}$  de largura, com 2 -6-15 (s=3,5) células (Figura 4E,F).

Traqueoides axiais: ocupando 51% do volume da madeira; de 1130-1348-1830 (s=182)  $\mu\text{m}$  de comprimento e seção poligonal (25-35-50 (s=6,7)  $\mu\text{m}$ ), com paredes finas (2-6-9 (s=1,9)  $\mu\text{m}$ ) e pontoações circulares (Figura 4A,B).

Outros caracteres: canais intercelulares, canais celulares, cistos glandulares, estrutura estratificada, células oleíferas, células mucilaginosas e máculas medulares, ausentes. Cristais, presentes.

Figura 4 – Fotomicrografias do lenho de *Gnetum gnemon*



A,B – Anéis de crescimento indistintos, presença de poros grandes, parênquima axial apotraqueal difuso e paratraqueal escasso. C,D – Raio fracamente homogêneo, composto por células procumbentes, com cristais. E,F – Raios unisseriados e multisseriados, elementos de vasos e traqueoides. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,C,E=500  $\mu\text{m}$ ; B,F=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

### 5.3.3 Ordem Welwitschiales

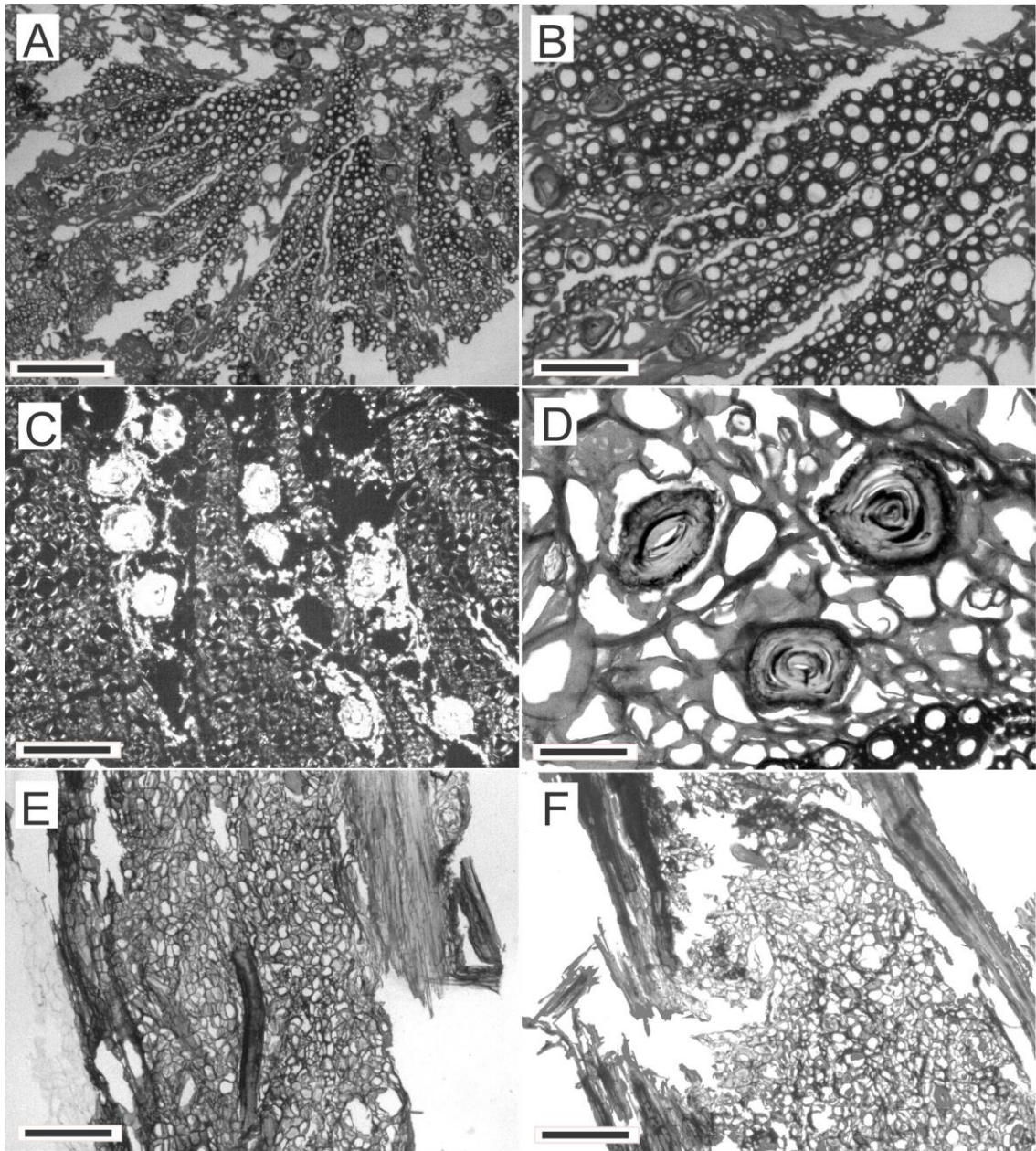
#### 5.3.3.1 Família Welwitschiaceae

##### 5.3.3.1.1 *Welwitschia mirabilis* Hook. f.

Anéis de crescimento: indistintos.

Tecido parenquimático predominante no xilema. Poros circulares, distribuídos em feixes, rodeados por traqueoides e células de parênquima (Figura 5A,B). Elementos vasculares com múltiplas pontoações areoladas alternas, com aberturas elípticas, horizontais, e placas de perfuração simples (Figura 5E,F). Parênquima com abundantes células espiculares, providas de cristais de oxalato de cálcio (Figura 5A,B,C,D). Ductos mucilaginosos, no tecido fundamental (Figura 5E,F). Raios medulares, presentes.

Figura 5 – Fotomicrografias do lenho de *Welwitschia mirabilis*.



A,B – Feixes vasculares e tecido parenquimático. C – Células espiculares, com cristais de oxalato de cálcio (luz polarizada). D – Células espiculares, com cristais de oxalato de cálcio. E,F – Tecido parenquimático com ductos mucilaginosos, elementos de vasos e traqueoides. A,B,C,D – Seção transversal. E,F – Seção longitudinal. Escala das barras: A,E,F=500  $\mu$ m; B,D=200  $\mu$ m; D=100  $\mu$ m. Fonte: autora.



## 5.4 SUBCLASSE PINIDAE

### 5.4.1 Ordem Araucariales

#### 5.4.1.1 Família Araucariaceae

##### 5.4.1.1.1 *Agathis macrophylla* Mast.

Anéis de crescimento: pouco distintos, marcados por fileiras de traqueoides axiais com paredes ligeiramente mais espessas; transição entre os lenhos inicial e tardio, gradual (Figura 6A,B).

Traqueoides axiais: de 3050-5252-6850 ( $s=1120$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal (35-50-80 ( $s=10,8$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (5-7-11 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 6B,D). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides e crássulas, ausentes. Placas de resina e trabéculas, presentes (Figura 6E,F).

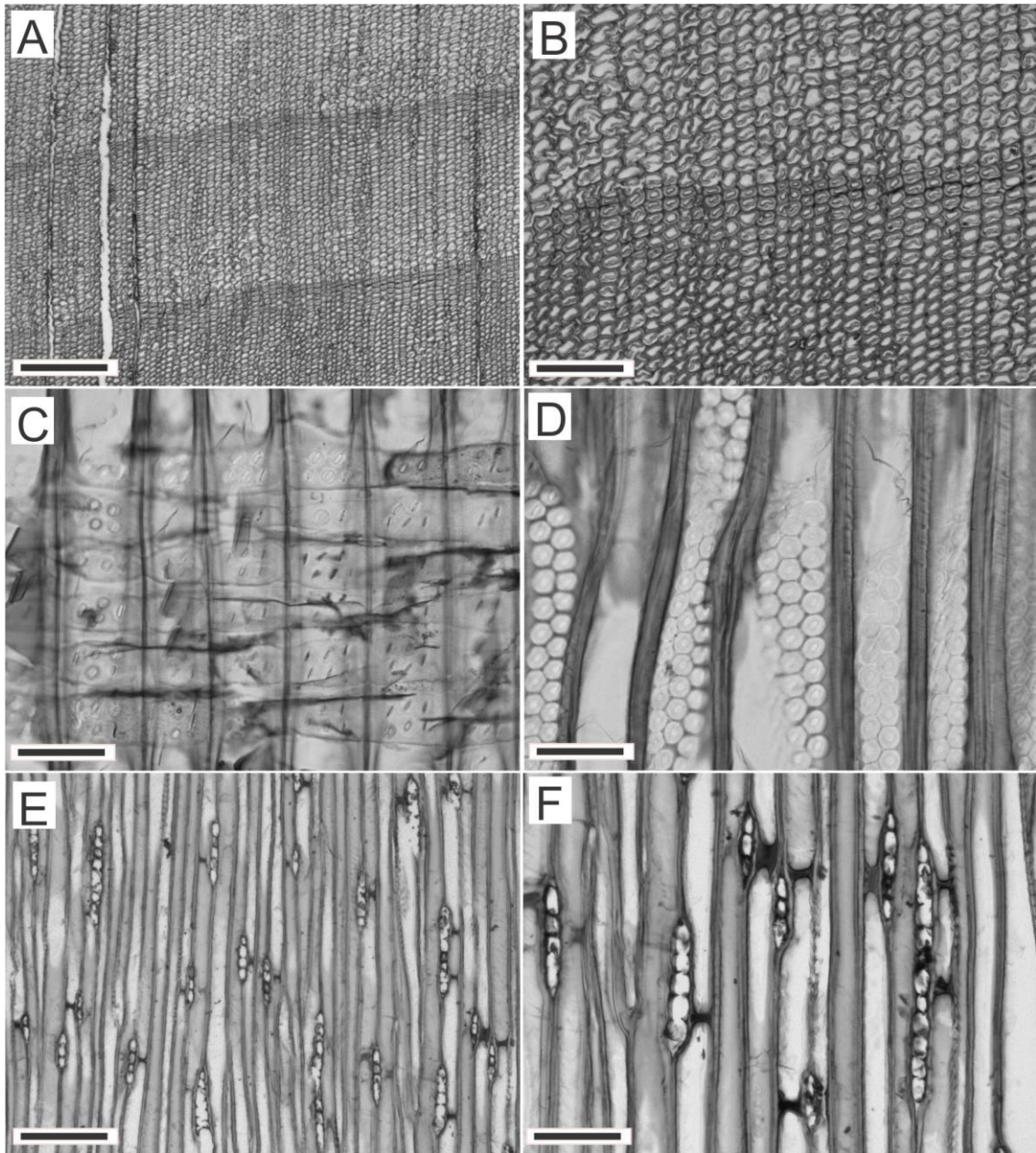
Pontoações areoladas: hexagonais (12-15-17 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo alterno, quando bisseriadas (raro trisseriadas); circulares ou hexagonais quando muito próximas entre si, e em arranjo unisseriado; abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par (Figura 6D).

Parênquima axial: presente, com paredes transversais lisas.

Raios: unisseriados, de 110-268-450 ( $s=83$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 4-9-15 ( $s=3$ ) células e 15-24-35 ( $s=4,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 6E,F), com abundância de 1-3-5/mm ( $s=1,1$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 3C). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-8 pontoações araucarioides irregularmente distribuídas, por vezes em fileiras (Figura 6C). Conteúdo, escasso.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 6 – Fotomicrografias do lenho *Agathis macrophylla*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento. C – Raio homogêneo com pontoações araucarioides no campo de cruzamento. D – Pontoações areoladas hexagonais, bi e trisseriadas, em arranjo alterno. E,F – Parênquima axial, raios unisseriados e placas de resina. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.1.2 *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Anéis de crescimento: distintos, marcados por fileiras de traqueoides de paredes ligeiramente mais espessas no término do anel; transição entre os lenhos inicial e tardio, gradual (Figura 7A,B).

Traqueoides axiais: de 2210-5181-8260 ( $s=1370$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal no lenho inicial, tendente a retangular no lenho tardio (37-53-75 ( $s=8,4$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 7A,B) e paredes finas (1,3-7,5-10  $\mu\text{m}$ ,  $s=1,7$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides e crássulas, ausentes. Trabéculas, ocasionais (Figura 7C). Traqueoides com placas de resina, presentes (Figura 7A).

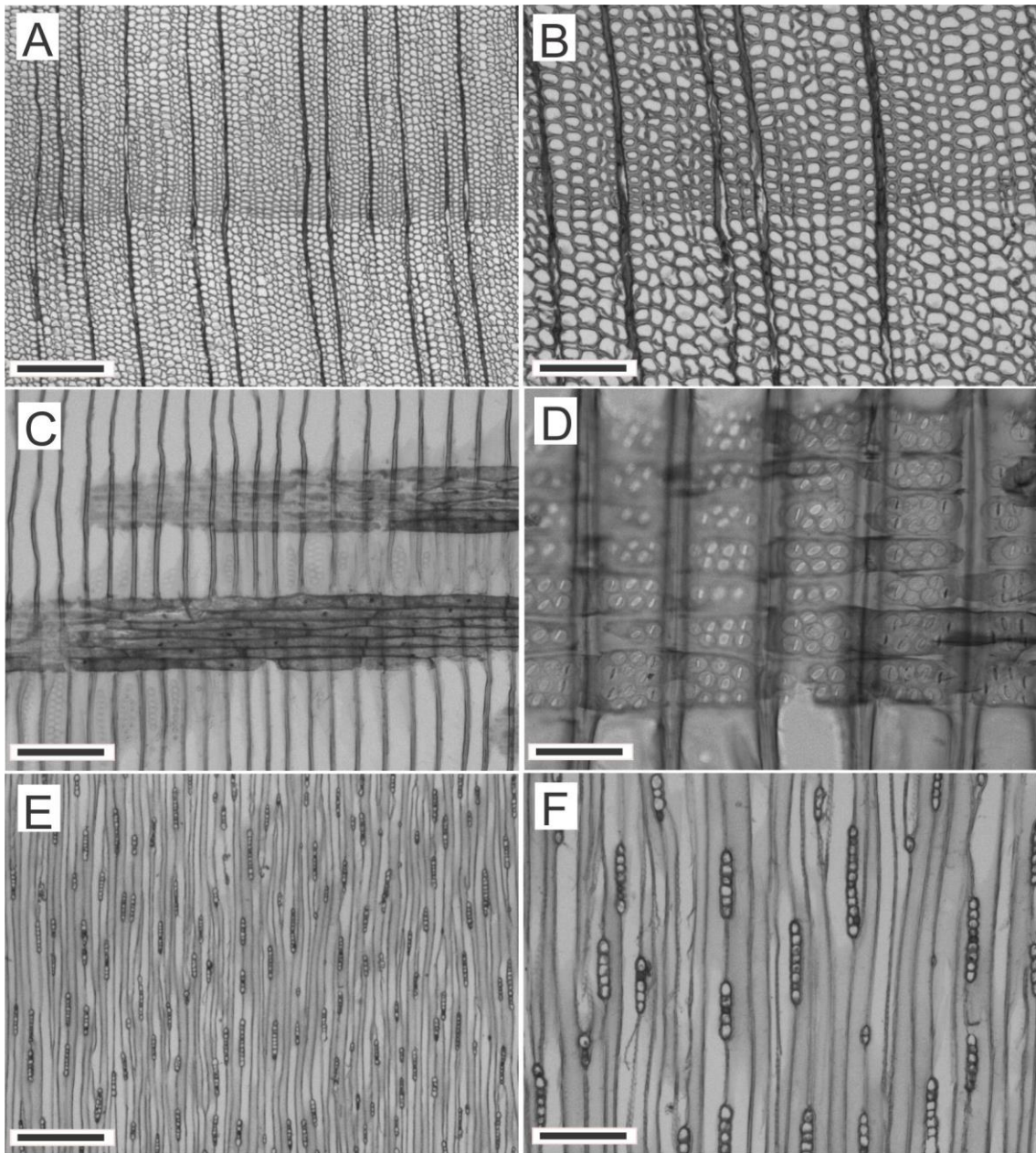
Pontoações areoladas: hexagonais (15,5-20-26 ( $s=2,2$ )  $\mu\text{m}$ ) em 2-4 fileiras alternas, raro unisseriadas e circulares, com abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par (Figura 7D).

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados (raramente bisseriados), de 100-269-470 ( $s=78$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 4-10-16 ( $s=3$ ) células e 17-25-37 ( $s=5,2$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 7E,F), com abundância de 1-4-6/mm ( $s=1,2$ ). Raios homogêneos compostos inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 7C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 3-15 pontoações araucarioides, em arranjo comumente irregular, por vezes em 2 fileiras horizontais e 3 verticais (Figura 7D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 7 – Fotomicrografias do lenho de *Araucaria angustifolia*.



A – Anel de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento. C – Raios homogêneos. D – Campo de cruzamento com pontoações araucarioides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,E=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,F=200  $\mu\text{m}$ . D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.1.3 *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch

Anéis de crescimento: marcados por traqueoides axiais de paredes um pouco mais espessas e seção tendente a retangular no término do anel; transição gradual, entre os lenhos inicial e tardio (Figura 8A).

Traqueoides axiais: de 1850-2130-2670 ( $s=273$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal no lenho inicial, tendente a retangular no lenho tardio (17-28-37 ( $s=4$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 8A), e paredes finas (3,8-4,8-7,5 ( $s=0,9$ )  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides e crássulas, ausentes. Trabéculas e traqueoides com placas de resina, não observados.

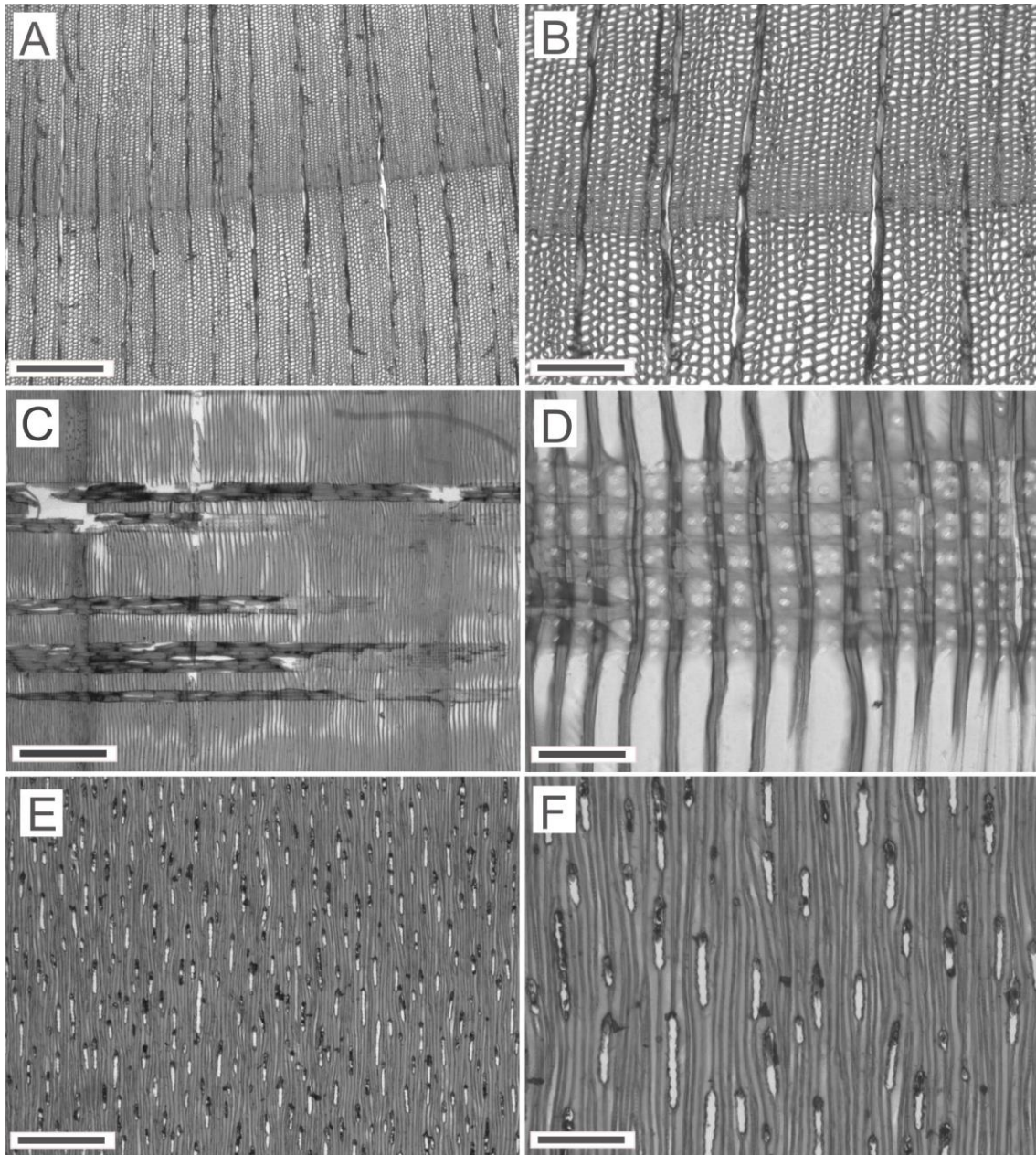
Pontoações areoladas: (10-13-15 ( $s=1,2$ )  $\mu\text{m}$ ), geralmente unisseriadas e de contorno circular, hexagonais quando muito próximas entre si, raramente hexagonais e em arranjo bisseriado-alterno. Abertura interna, lenticular, circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 100-206-432 ( $s=65$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 4-9-18 ( $s=3$ ) células e 15-25-37 ( $s=5$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 8E,F), com abundância de 5-7-9/mm ( $s=1,1$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente de células parenquimáticas com paredes terminais finas e lisas (Figura 8C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 3-8 pontoações araucarioides, comumente irregulares, por vezes em 2 ou 3 fileiras (Figura 8D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 8 – Fotomicrografias do lenho de *Araucaria araucana*.



A – Anel de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento. C – Raios homogêneos. D – Pontoações araucarioides no campo de cruzamento. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E= 200  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.1.4 *Araucaria cunninghamii* Mudie

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 9A,B).

Traqueoides axiais: de 4210-6356-10310 ( $s=1562$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, seção poligonal (35-52-67 ( $s=7,8$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 9A,B) e paredes finas (3,7-6,8-10 ( $s=1,5$ )  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides e crássulas, ausentes. Trabéculas e placas de resina, não observados.

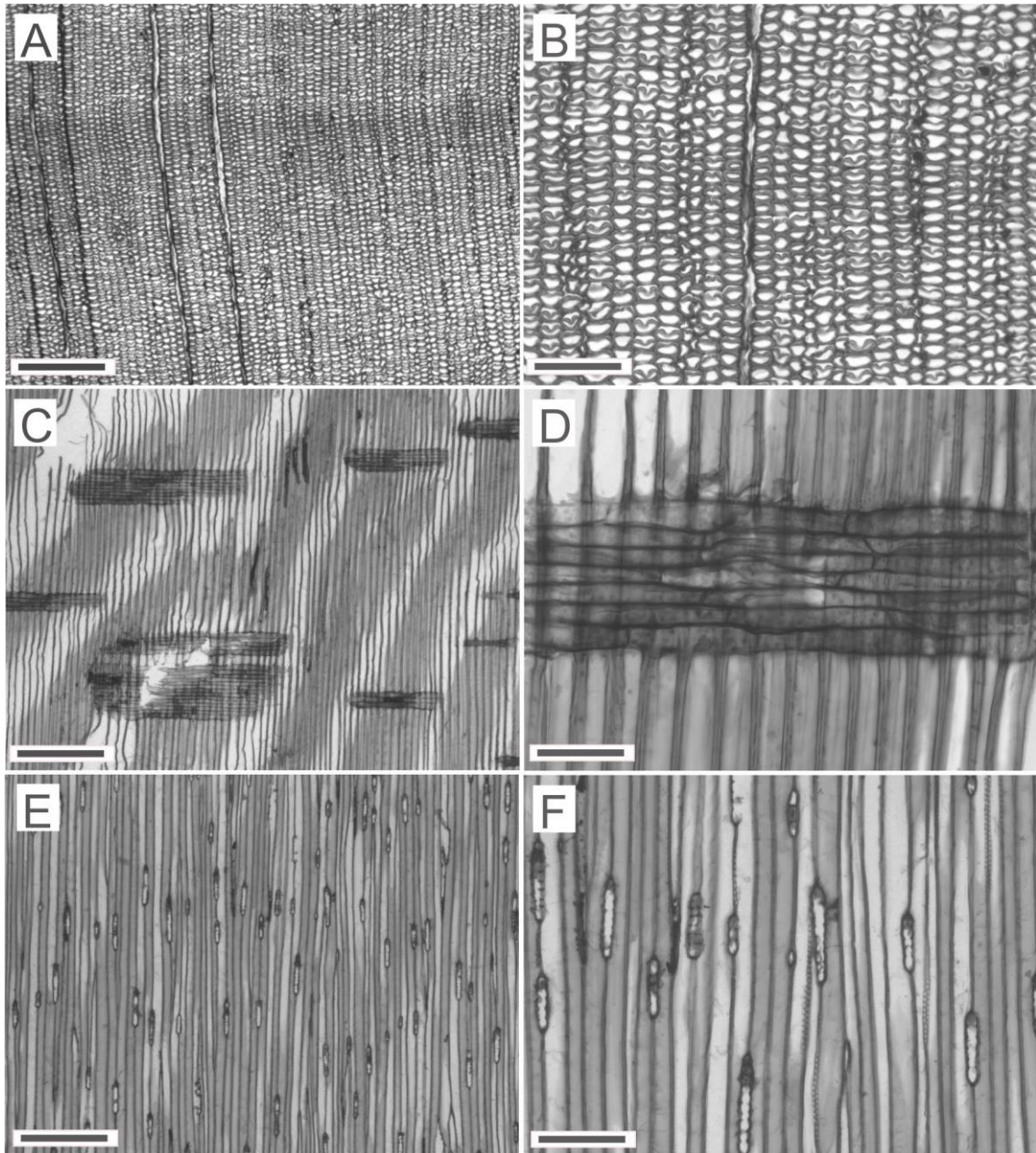
Pontoações areoladas: hexagonais (12,9-14,4-16,5 ( $s=1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo bi e trisseriado, circulares quando unisseriadas, mesmo quando próximas entre si, com abertura lenticular ou circular-inclusa (Figura 9A).

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 160-235-310 ( $s=38$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-6-10 ( $s=2$ ) células e 15-25-32 ( $s=4,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 1-3-6/mm ( $s=1,1$ ) (Figura 9E,F). Raios homogêneos, compostos inteiramente de células parenquimáticas com paredes terminais finas e lisas (Figura 9C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-10 pontoações araucarioides irregularmente distribuídas, por vezes ordenadas em fileiras (Figura 9D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 9 – Fotomicrografias do lenho de *Araucaria cunninghamii*.



A,B – Anéis de crescimento indistintos. C – Raios homogêneos. D – Pontoações araucarioides no campo de cruzamento. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



### 5.4.1.2 Família Podocarpaceae

#### 5.4.1.2.1 *Dacrydium cupressinum* Sol. ex G. Forst.

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 10A,B).

Traqueoides axiais: de 3000-4770-6900 (s=954)  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção circular ou retangular, com 42-58-70 (s=7,9)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (4-6-9 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 10A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

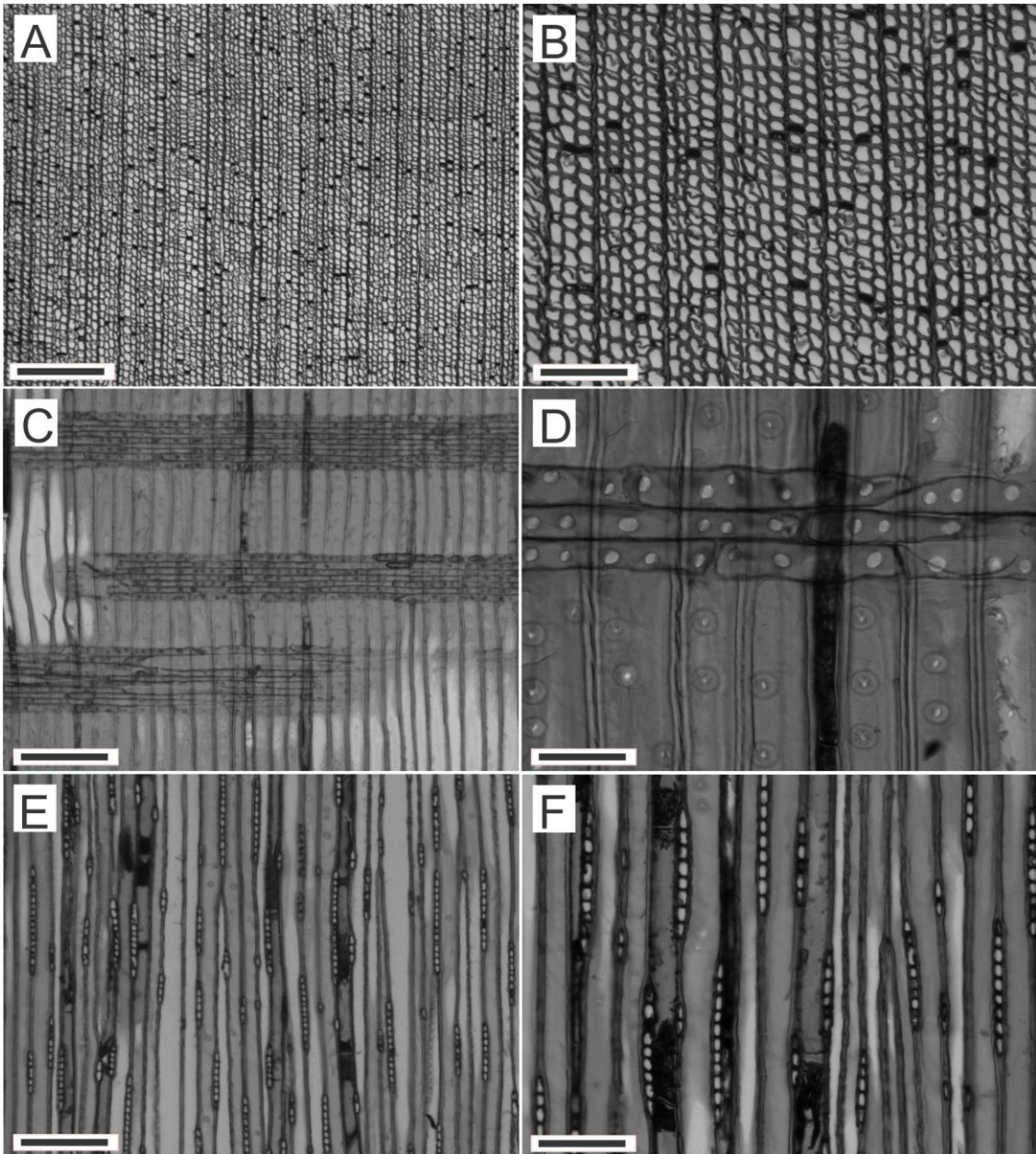
Pontoações areoladas: circulares (15-19-22 (s=1,7)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, por vezes parcialmente bisseriado-oposto (Figura 10C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 10A,B), contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (resina) (Figura 10A,B); células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas (Figura 10F)

Raios: unisseriados, de 130-292-630 (s=121)  $\mu\text{m}$  de altura, com 7-17-20 (s=7,0) células e 10-17-20 (s=2,5)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 10E,F), com abundância de 6-10-13/mm (s=1,8). Raios homogêneos, compostos inteiramente de células parenquimáticas com paredes terminais finas e lisas (Figura 10C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1, raro 3 pontoações cupressoides grandes (Figura 10C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 10 – Fotomicrografias do lenho de *Dacrydium cupressinum*.



A,B – Anéis de crescimento indistintos e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais lisas, e campo de cruzamento com 1-2 pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F=Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.2.2 *Falcatifolium falciforme* (Parl.) de Laub.

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 11A,B).

Traqueoides axiais: de 2010-3432-4670 (s=631)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção circular ou retangular (35-42-57 (s=5,6)  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (5-7-10 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 11A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

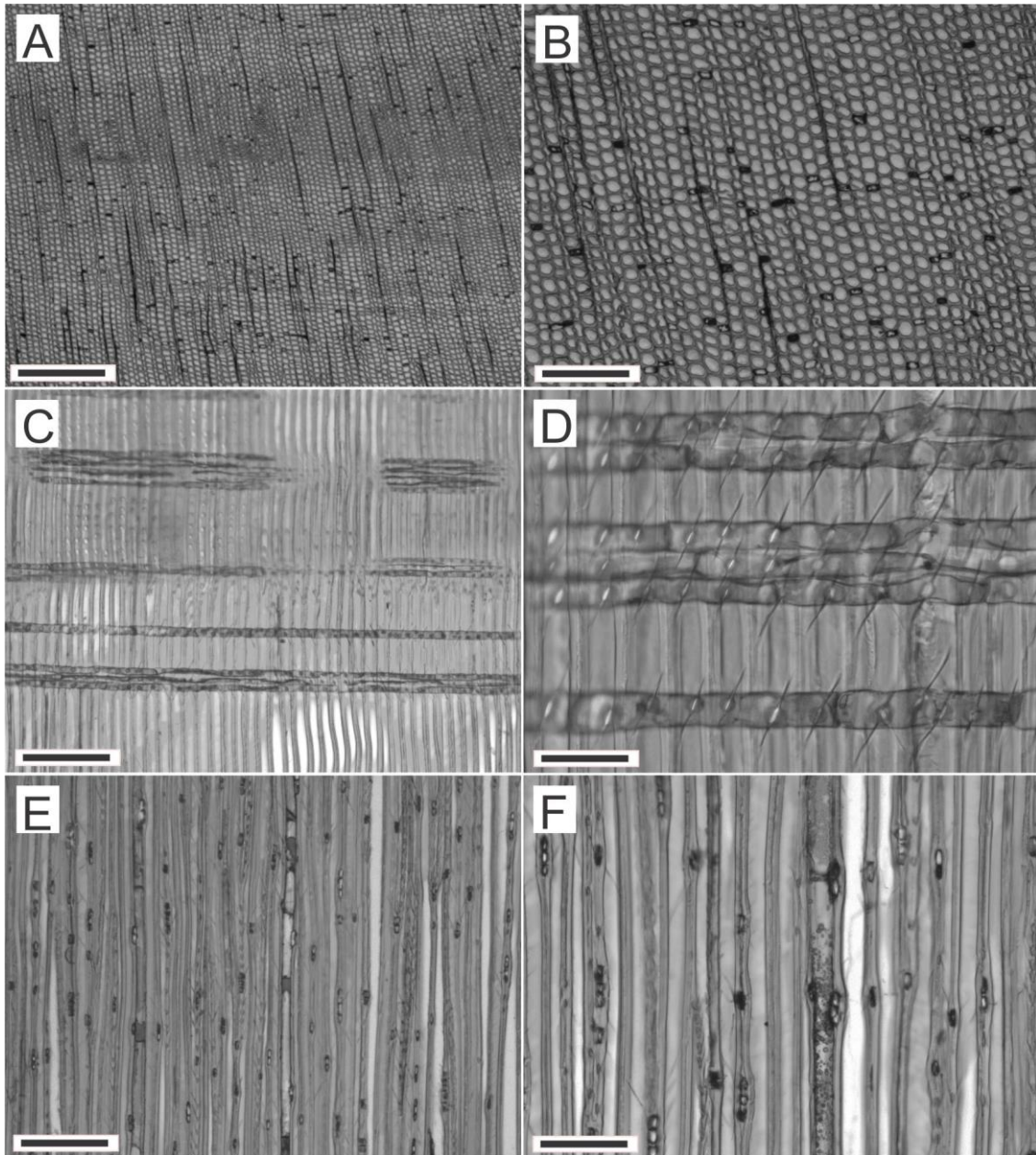
Pontoações areoladas: circulares (16-19-22 (s=1,5)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado ou parcialmente bisseriado-oposto (Figura 11C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 11A,B), contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (resina) (Figura 11A,B). Células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas (Figura 11F)

Raios: unisseriados, de 20-82-130 (s=26)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-5-8 (s=1,8) células e 10-11-15 (s=1,6)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 11E,F), com abundância de 3-5-8/mm (s=2,0). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 11C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1, raro 2 pontoações cupressoides grandes (Figura 11C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 11 – Fotomicrografias do lenho de *Falcatifolium falciforme*.



A,B – Anéis de crescimento indistintos e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e campo de cruzamento com uma pontuação cupressoide. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.2.3 *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de seção retangular e paredes mais espessas no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 12A,B).

Traqueoides axiais: de 1660-2408-2960 ( $s=378$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal ou retangular (27-34-40 ( $s=4$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (3,7-5,4-7,5 ( $s=1,1$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 12A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas de resina, ausentes. Trabéculas não observadas.

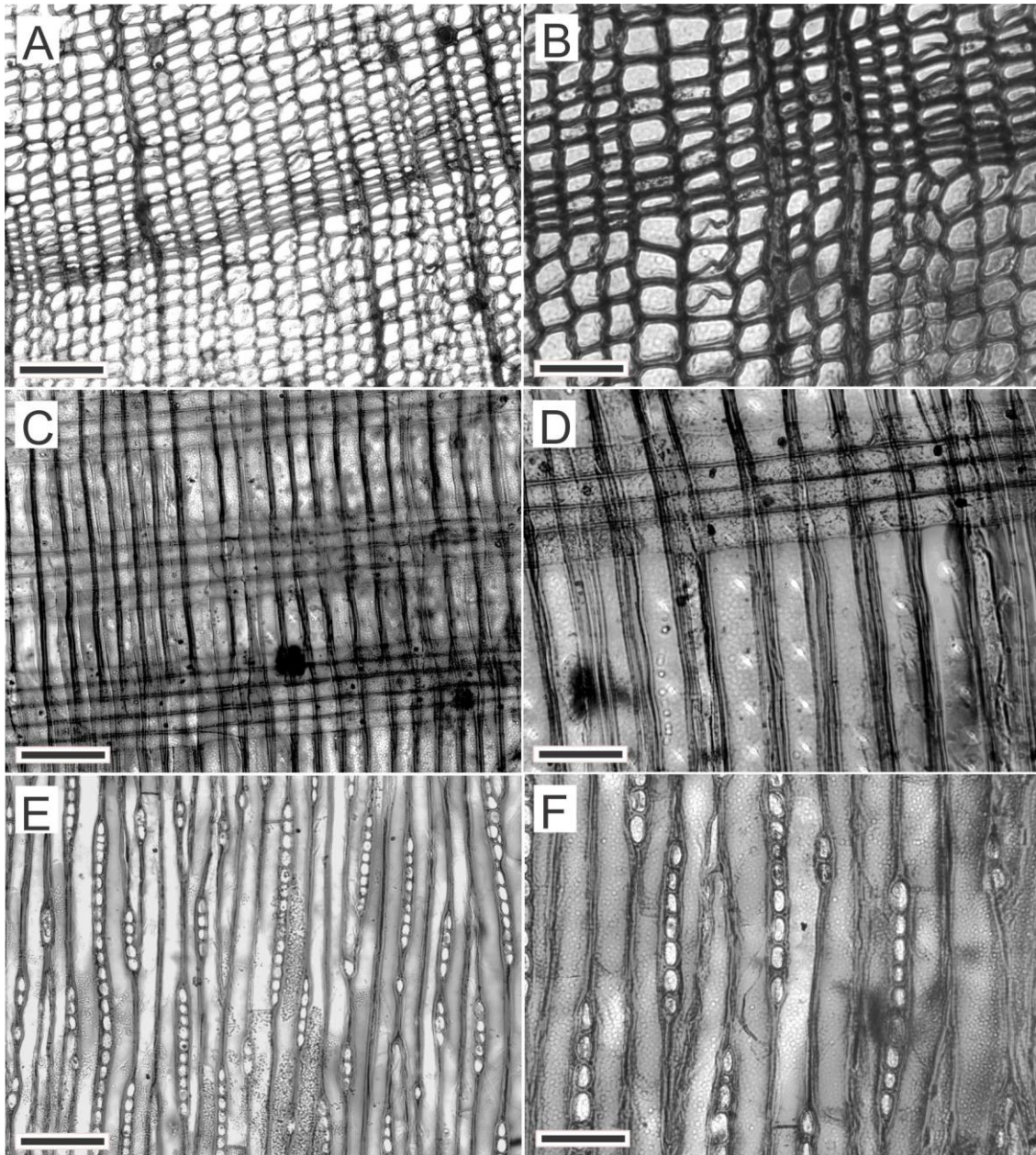
Pontoações areoladas: circulares (13,4-16-17,5 ( $s=1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (raro bisseriado-oposto), com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par (Figura 12D). Crássulas, presentes.

Parênquima axial: difuso, contrastante com os traqueoides axiais em seção transversal pela abundância de conteúdos (Figura 12A,B). Células parenquimáticas com paredes transversais lisas (12D,F).

Raios: unisseriados ou com 2-3 células no corpo multisseriado; de 30-290-520 ( $s=99$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-16-27 ( $s=5,3$ ) células e 10-14-15 ( $s=1,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 41E,F), com abundância de 10-13-15/mm ( $s=1,6$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 41E,F). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1, raro 2 pontoações cupressoides relativamente grandes (Figura 12C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 12 – Fotomicrografias do lenho de *Podocarpus lambertii*.



A,B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, parênquima axial e campo de cruzamento com 1, raro 2 pontoações cupressoides relativamente grandes. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,C,E=100  $\mu\text{m}$ ; B,D,F=50 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.1.2.4 *Podocarpus latifolius* (Thunb.) R. Br. ex Mirb.

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 13A,B).

Traqueoides axiais: de 2010-2863-4100 ( $s=506$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (20-28-40 ( $s=5,8$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (5-9-14 ( $s=2,0$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 13A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

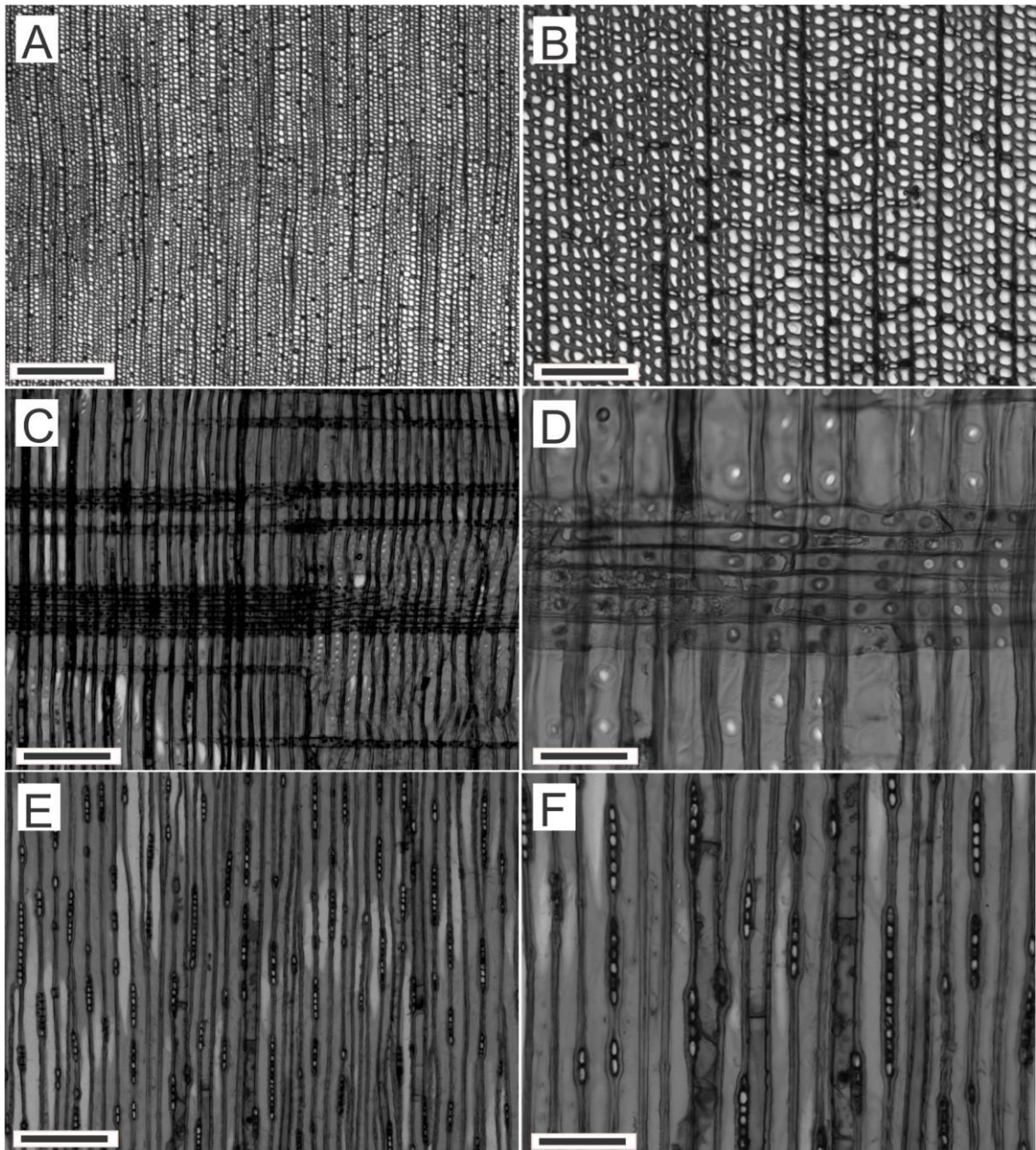
Pontoações areoladas: circulares (15-17-21 ( $s=1,3$ )  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado (Figura 13C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 13A,B), contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (resina) (Figura 13A,B). Células parenquimáticas de paredes transversais lisas (Figura 13F).

Raios: unisseriados, raro parcialmente bisseriados; de 30-154-240 ( $s=55$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-9-15 ( $s=3,6$ ) células e 9-13-17 ( $s=2,1$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 13E,F), com abundância de 5-9-14/mm ( $s=2,0$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 13C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento, geralmente com uma pontoação cupressoide, grande (Figura 13D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 13 – Fotomicrografias do lenho de *Podocarpus latifolius*.



A,B – Anéis de crescimento indistintos e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com 1, raro 2 pontoações cupressoides grandes. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500 μm; B,C,E=200 μm; D=50 μm; F=100 μm. Fonte: autora.



#### 5.4.1.2.5 *Saxegothaea conspicua* Lindl.

Anéis de crescimento: distintos, marcados, fracamente, por traqueoides radialmente estreitos e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 14A,B).

Traqueoides axiais: de 1370-1841-2430 ( $s=323$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (17-27-35 ( $s=3,9$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (2-3,5-5 ( $s=0,8$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 14A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

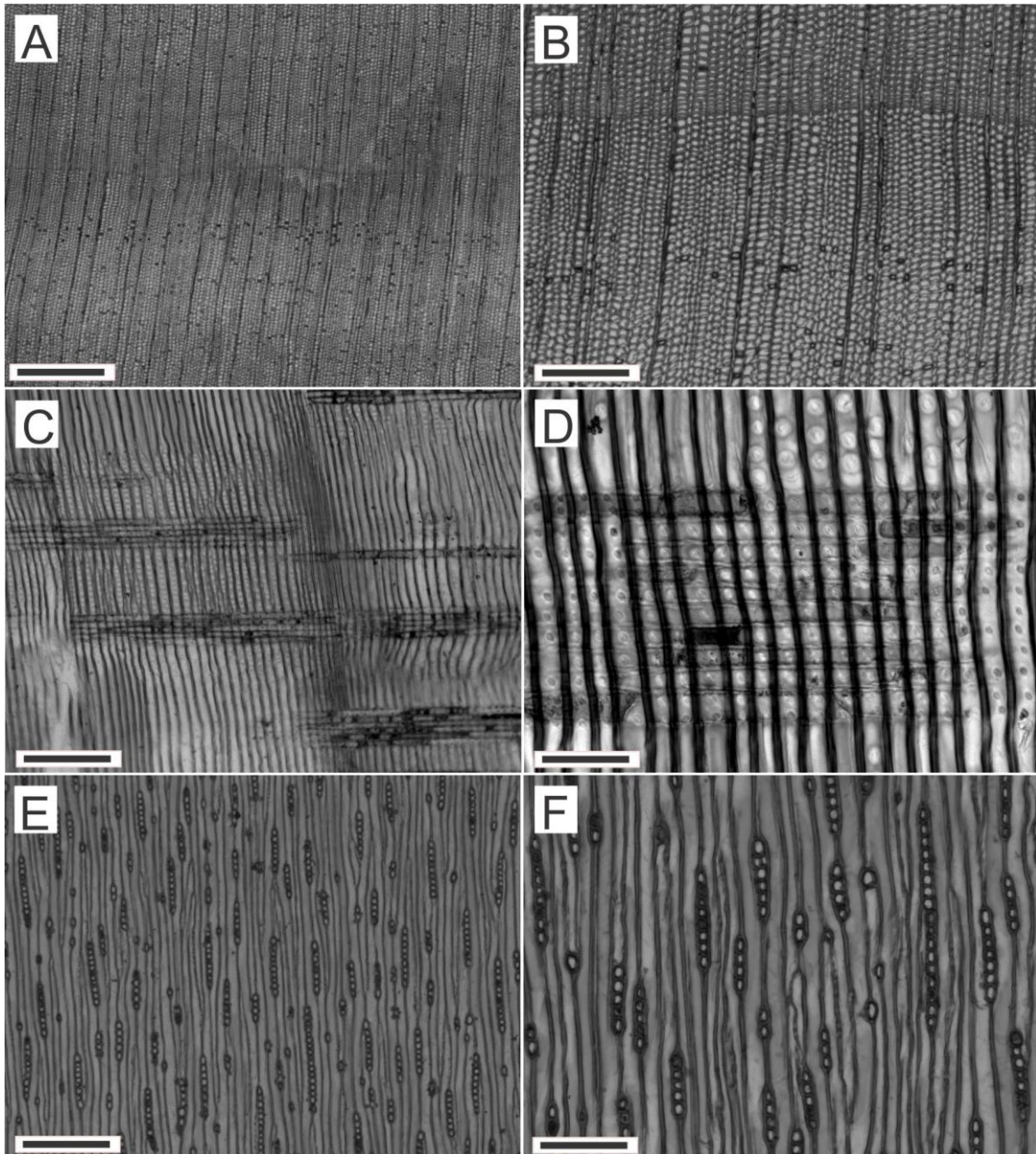
Pontoações: areoladas circulares (10-12-14 ( $s=1,1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 14C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 14A,B), contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (resina) (Figura 14A,B). Células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas.

Raios: unisseriados, raro parcialmente bisseriados; de 70-169-410 ( $s=78$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 4-11-29 ( $s=5,4$ ) células e 12-16-20 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 10-13-16/mm ( $s=1,8$ ) (Figura 14E,F). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 14C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento geralmente com 1, mas até 2 pontoações cupressoides relativamente grandes (Figura 14C,D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 14 – Fotomicrografias do lenho de *Saxegothaea conspicua*.



A,B – Anel de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com 1 pontoação cupressoide. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

## 5.4.2 Ordem Cupressales

### 5.4.2.1 Família *Crupressaceae*

#### 5.4.2.1.1 *Actinostrobus pyramidalis* Miq.

Anéis de crescimento: distintos, marcados, fracamente, por traqueoides radialmente estreitos e de paredes mais espessas no lenho tardio; transição gradual, entre os lenhos inicial e tardio (Figura 15A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular ou retangular (Figura 15A,B), de 1800-2685-3150 (s=344)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 32-44-57 (s=6,9)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (4-7-11 (s=1,5)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 15A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides e trabéculas, ausentes. Placas de resina, escassas. Espaços intercelulares, presentes.

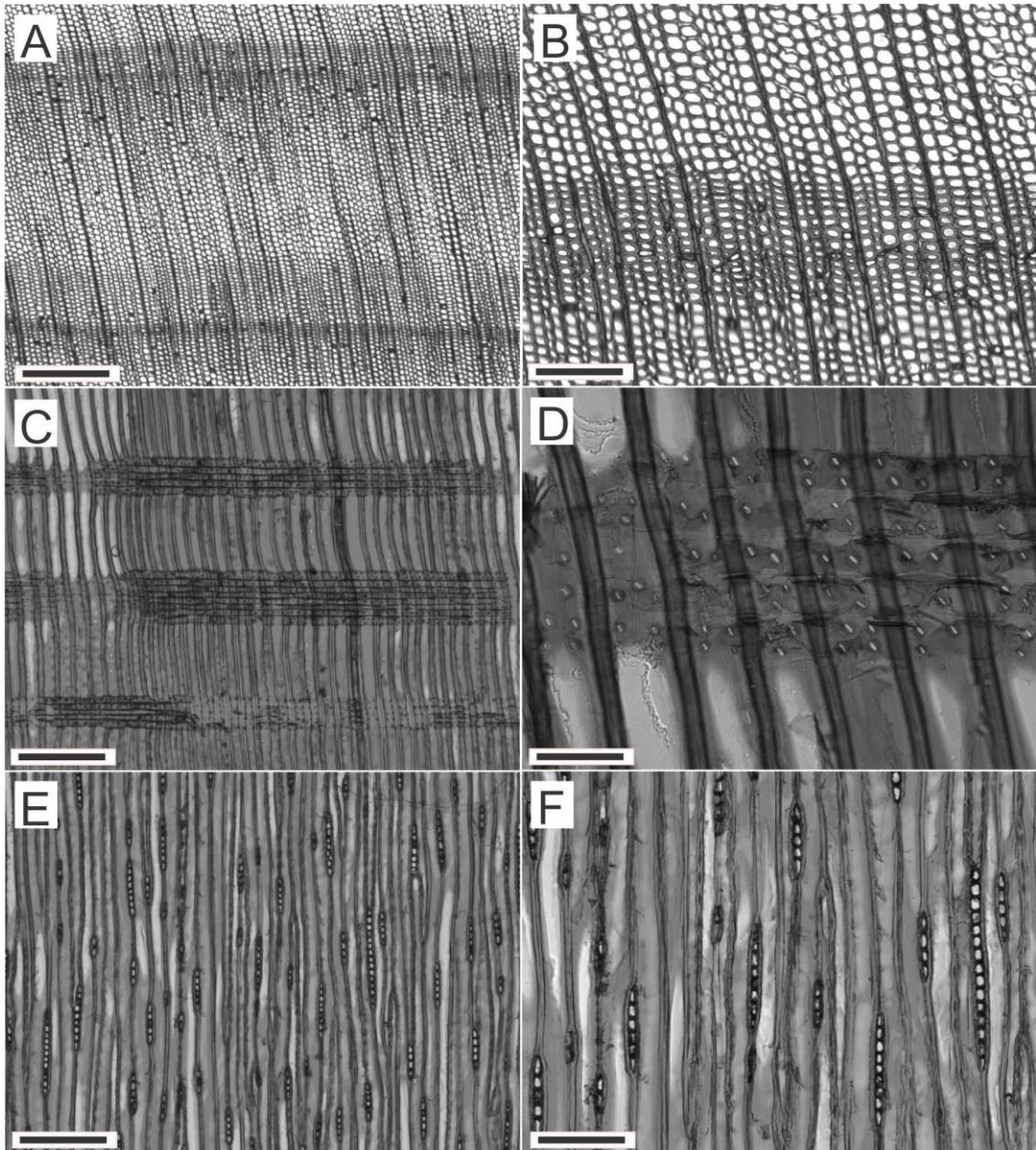
Pontoações areoladas: circulares (16-19-20 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado e com torus discoide; abertura circular-inclusa ou, então, lenticular e cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes (Figura 15C,D).

Parênquima axial: difuso, contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (Figura 15A,B). Células parenquimáticas axiais com paredes transversais lisas.

Raios: unisseriados, por vezes parcialmente bisseriados, de 60-148-270 (s=62)  $\mu\text{m}$  de altura, com 3-8-16 (s=3,7) células e 12-15-17 (s=1,7)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 15E,F), com abundância de 3-6-10/mm (s=1,6). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 15C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-4 pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares (figura 15D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 15 – Fotomicrografias do lenho de *Actinostrobus pyramidalis*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C – Raios homogêneos e parênquima axial. D – Campo de cruzamento com 2-4 pontuações cupressoides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.2 *Athrotaxis laxifolia* Hook.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos e de paredes um pouco mais espessas no término do anel; com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 16A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal (Figura 16A,B), com 1930-2495-3230 ( $s=374$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, 25-34-50 ( $s=5,1$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 ( $s=1,0$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 17B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

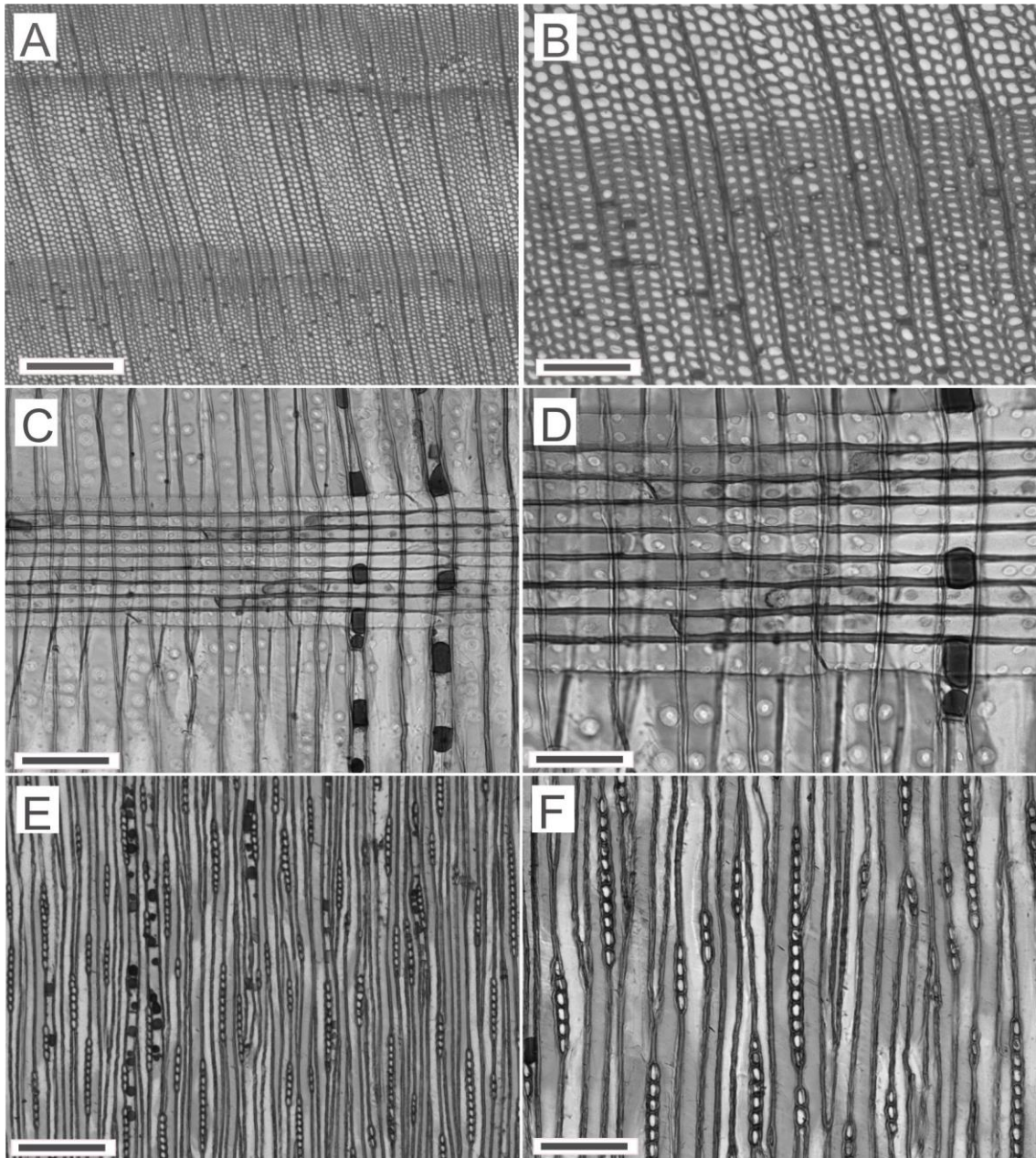
Pontoações areoladas: de bordas recortadas, com 14,4-17-19,6 ( $s=1,2$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa (Figura 16D) ou, então, lenticulares, cruzadas em “x”, no par. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: difuso, contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (Figura 16A,B). Células parenquimáticas de paredes transversais lisas (Figura 16D).

Raios: unisseriados, raramente bisseriados em parte, de 50-198-330 ( $s=61$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-10-17 ( $s=3,3$ ) células e 10-13,5-17 ( $s=1,9$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 16E,F), com abundância de 6-8-12/mm ( $s=1,6$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-4 pontoações taxodioides, alinhadas ou irregulares (Figura 16D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 16 – Fotomicrografias do lenho de *Athrotaxis laxifolia*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C – Raios homogêneos. D – Campo de cruzamento com 2-4 pontoações taxodioides, parênquima axial com células de paredes transversais finas e lisas e pontoações em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com conteúdo. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.3 *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. & Bizzarri

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de lenho tardio de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares), com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 17A,B).

Traqueoides axiais: de 2208-2942-4025 ( $s=452$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal ou retangular (25-34-38 ( $s=3,0$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (1,3-3,7-5,6 ( $s=1,0$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 17B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas de resina, ausentes. Trabéculas, eventualmente presentes (Figura 17D).

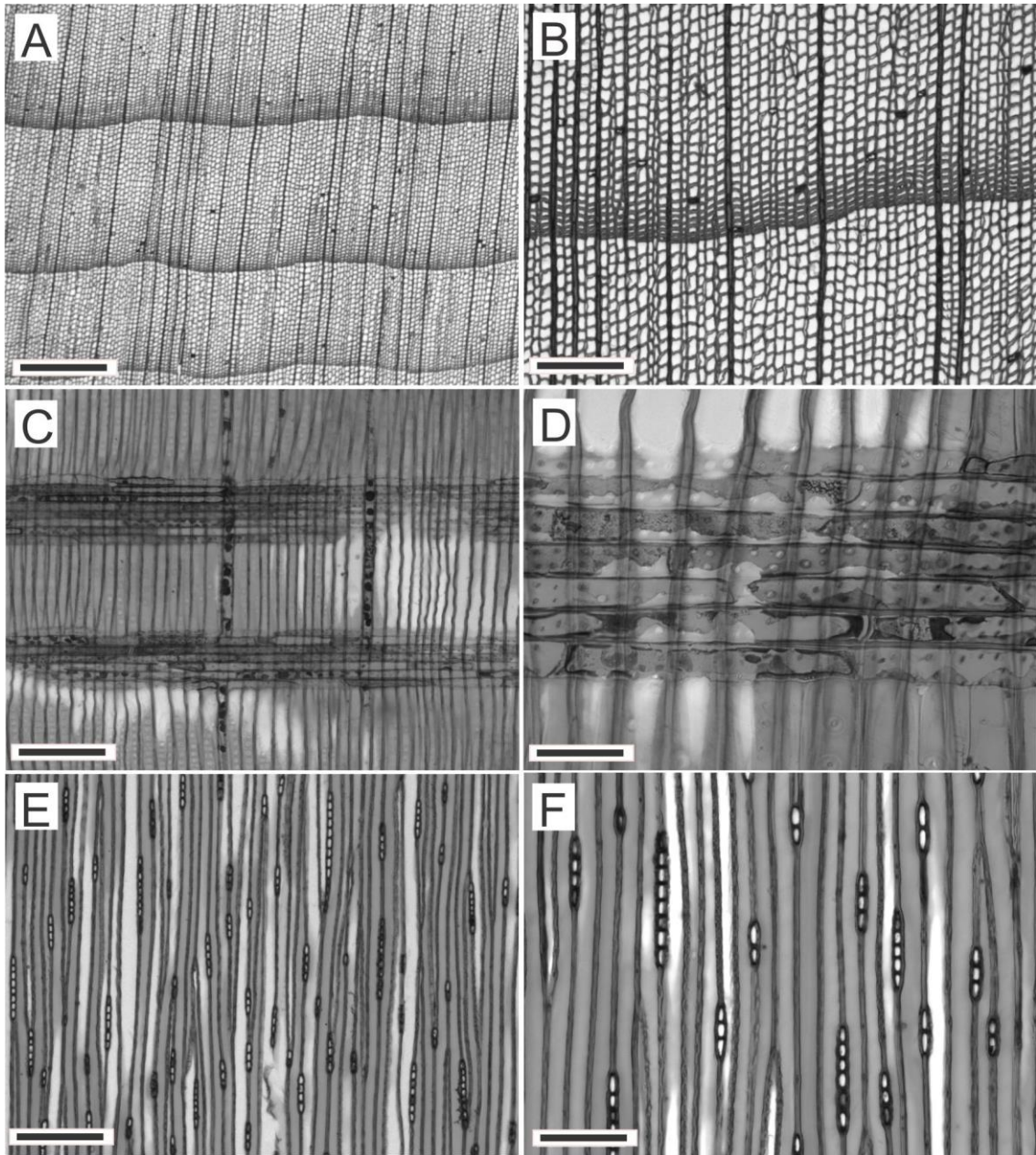
Pontoações: areoladas circulares (12-13,6-14 ( $s=0,9$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 17A,B), com torus discoide, por vezes ornamentado, e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes (Figura 17A,B).

Parênquima axial: difuso (Figura 17A,B), com células de paredes transversais lisas (Figura 17 A).

Raios: unisseriados, de 40-183-270 ( $s=56$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-9-13 ( $s=2,8$ ) células (Figura 10D) e 12-14-17  $\mu\text{m}$  de largura ( $s=1,9$ ), com abundância de 4-6-8/mm ( $s=1,3$ ). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 17D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-6 pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares (Figura 17D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 17 – Fotomicrografias do lenho de *Austrocedrus chilensis*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C – Raios homogêneos e parênquima axial com conteúdos. D – Campo de cruzamento com pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.2.1.4 *Callitris columellaris* F. Muell.

Anéis de crescimento: marcados, fracamente, por traqueoides radialmente estreitos no término do anel, com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 18A,B).

Traqueoides axiais: de 1300-1770-2250 ( $s=246$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal, circular ou retangular (27-30-37 ( $s=2,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (2,5-4,9-7,5 ( $s=1,5$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 18A,B). Espessamentos espiralados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Espessamentos calitroides, presentes (Figura 18C,D,E,F). Espaços intercelulares, presentes.

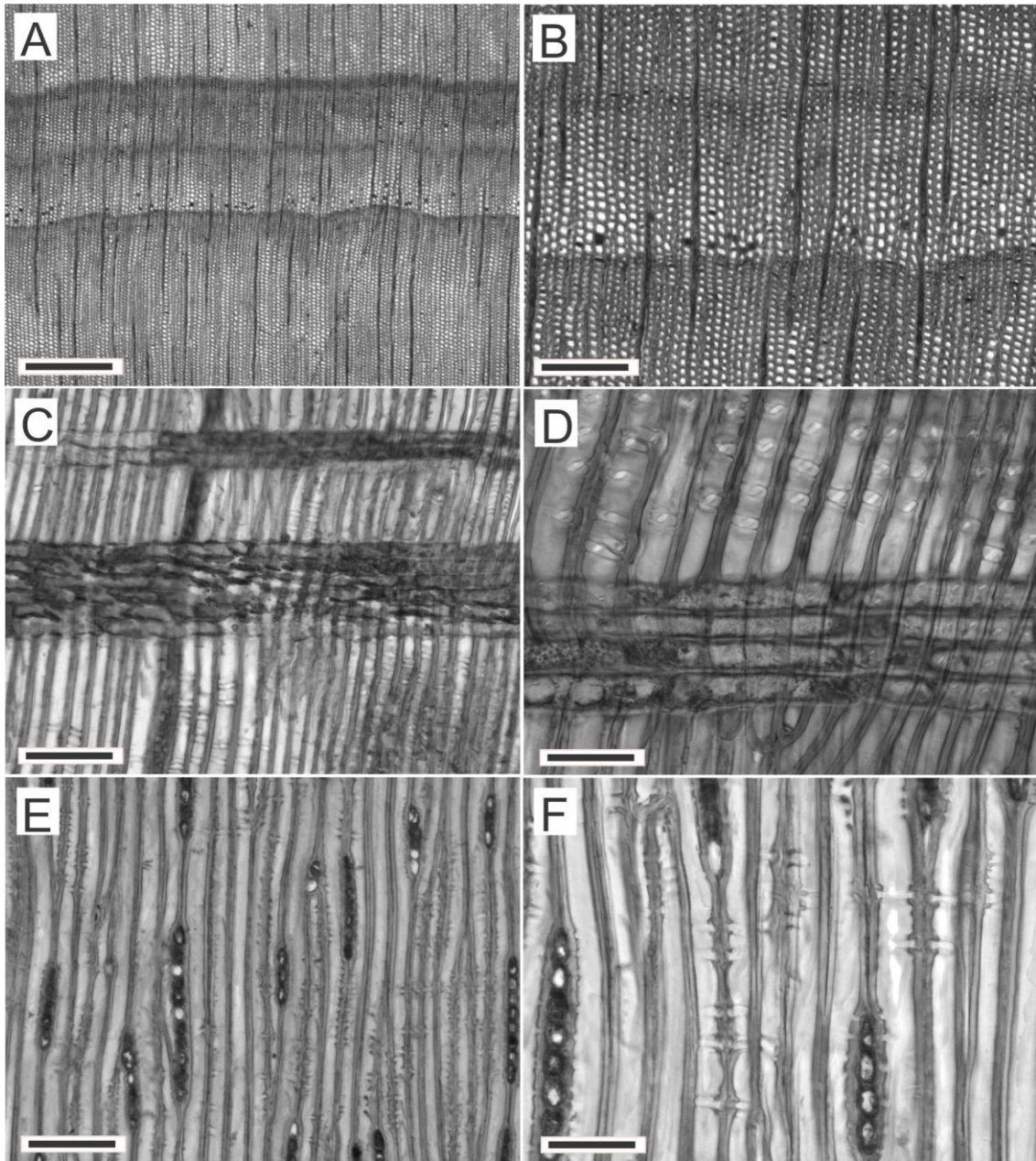
Pontoações areoladas circulares (15-17-20 ( $s=1,3$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa (Figura 18C,D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: em zonas tangenciais e difuso, contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (Figura 18A,B). Células parenquimáticas de paredes transversais lisas.

Raios: unisseriados, de 50-176-350 ( $s=74$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-9-16 ( $s=3,6$ ) células (Figura 18E,F) e 12,5-16-20 ( $s=2,6$ )  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 4-8-10/mm ( $s=1,4$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 18C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares. Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 18 – Fotomicrografias do lenho *Callitris columellaris*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial em zonas tangenciais. C – Raios homogêneos, parênquima axial e espessamentos calitroides. D – Pontoações areoladas e campo de cruzamento. E,F – Raios unisseriados e espessamentos calitroides. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B=200  $\mu\text{m}$ ; C,E=100  $\mu\text{m}$ ; D,F=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.5 *Calocedrus decurrens* (Torr.) Florin

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares), no término do anel. Transição gradual, entre os lenhos inicial e tardio (Figura 19A,B).

Traqueoides axiais: de 1300-1091-3000 ( $s=440$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal no lenho inicial, retangular ou poligonal no lenho tardio; de 25-40-42 ( $s=6,8$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 ( $s=1,0$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 19B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

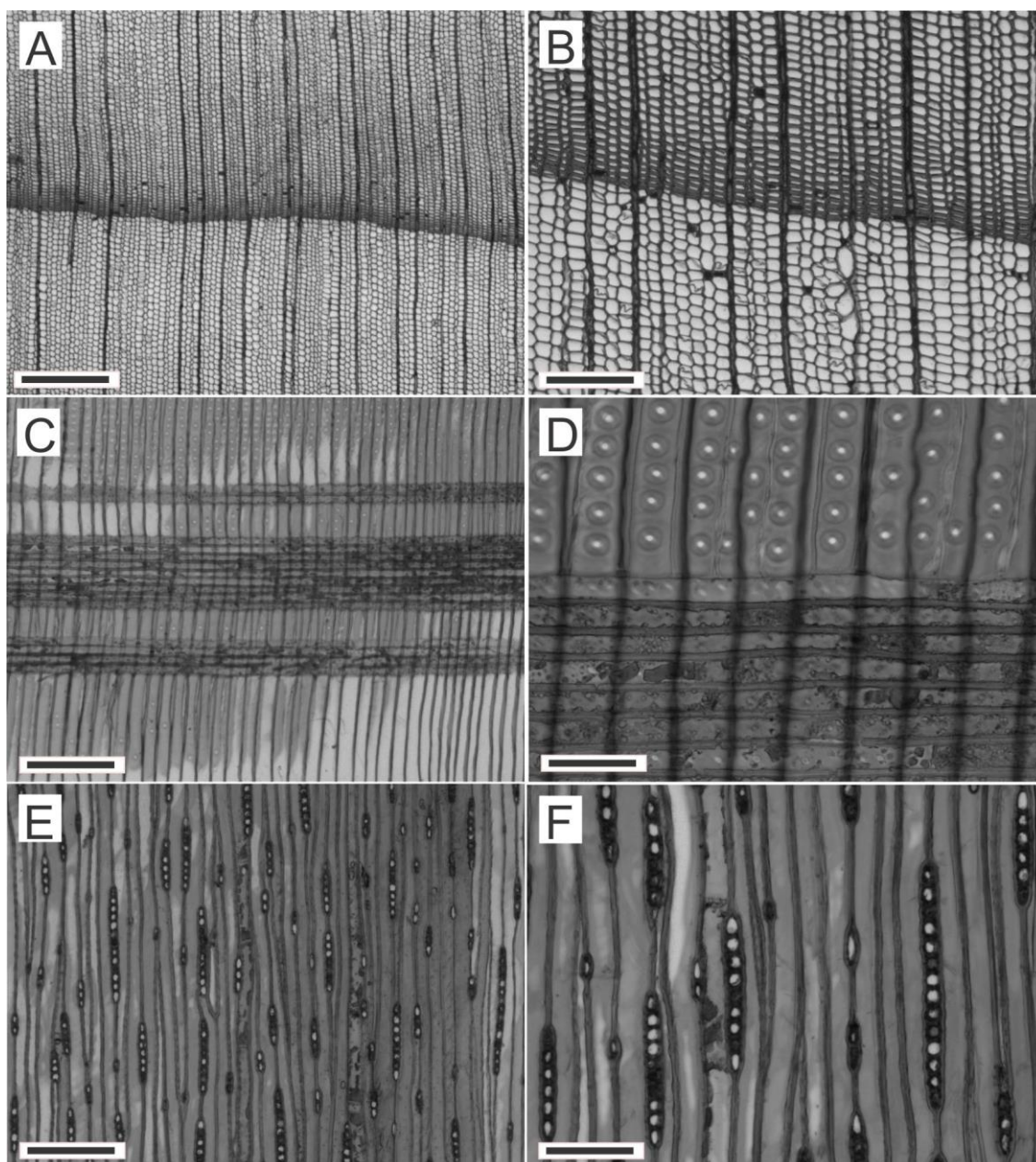
Pontoações: areoladas circulares (15-18-21 ( $s=1,1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 19D), com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso, contrastado com os traqueoides pelo abundante conteúdo; células de paredes transversais nodulares (Figura 19F).

Raios: unisseriados, por vezes parcialmente bisseriados ou bisseriados, de 140-260-390 ( $s=87$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 7-13-20 ( $s=5,0$ ) células e 20-25-30 ( $s=2,0$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 19E,F), com abundância de 3-6-9/mm ( $s=1,4$ ). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais nodulares (Figura 19C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 6) pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares (Figura 19D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 19 – Fotomicrografias de *Calocedrus decurrens*.



A – Anel de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C – Raios homogêneos. D – Campo de cruzamento com pontoações cupressoides e pontoações areoladas em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes nodulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.6 *Calocedrus formosana* (Florin) Florin

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares) no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 20A,B).

Traqueoides axiais: de 1400-3082-4650 ( $s=824$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal no lenho inicial, retangular ou poligonal no lenho tardio, de 32-43-57 ( $s=6,6$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (3,7-5,6-8,7 ( $s=1,0$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 20A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

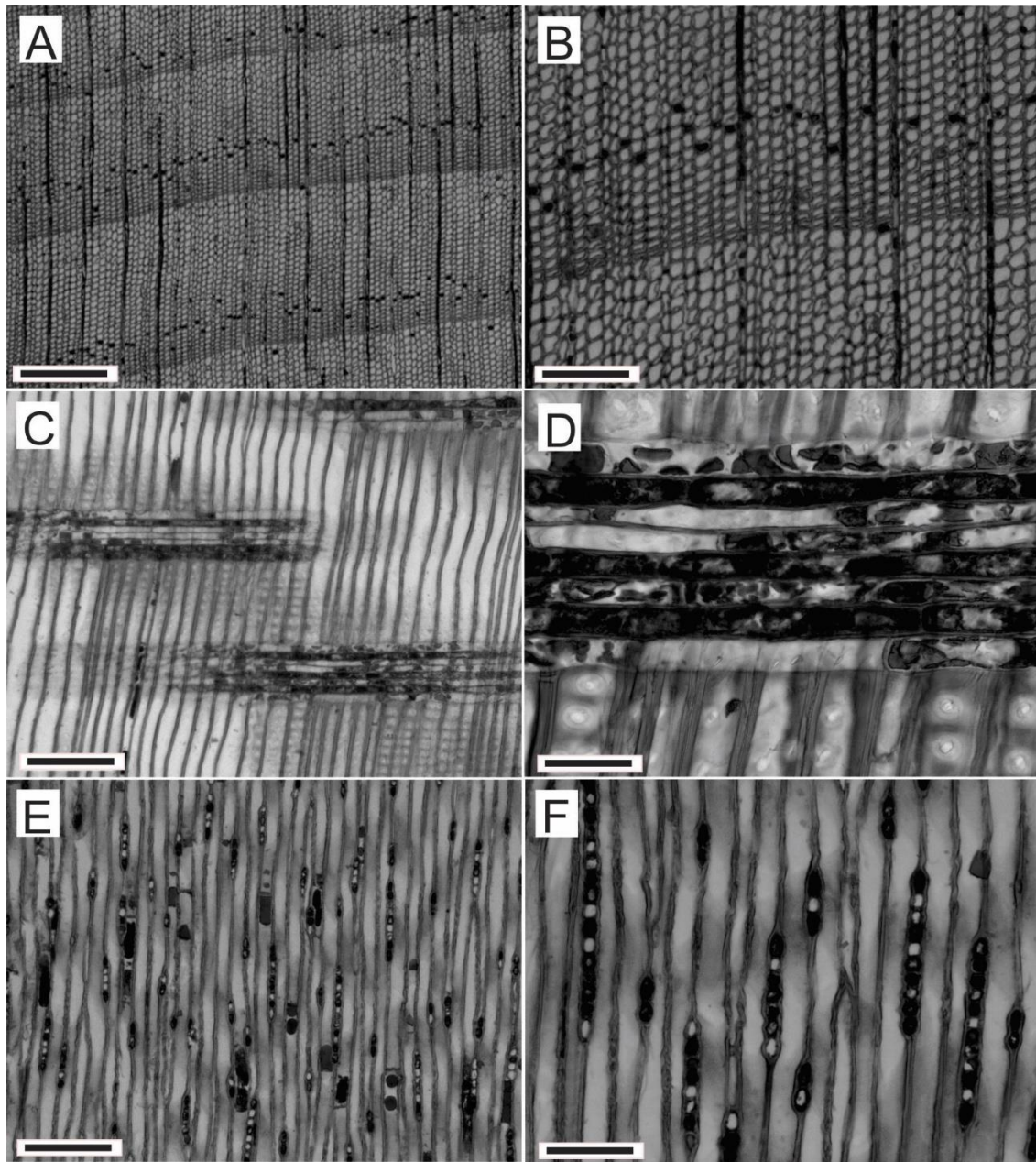
Pontoações areoladas circulares (16,5-19,4-21,6 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 20D), por vezes parcialmente bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: em zonas tangenciais, por vezes difuso, contrastando com os traqueoides pelo abundante conteúdo; células de paredes transversais irregulares ou nodulares (Figura 20A,B).

Raios: unisseriados, por vezes bisseriados ou parcialmente bisseriados, de 40-260-430 ( $s=87$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-13-22 ( $s=5,0$ ) células e 17,5-22-25 ( $s=2,4$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 20E,F), com abundância de 3-6-9/mm ( $s=1,4$ ). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas, lisas ou nodulares (Figura 20A). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides, geralmente irregulares (Figura 20D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 20 – Fotomicrografias do lenho de *Calocedrus formosana*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, e parênquima axial difuso e em zonas tangenciais. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e parênquima axial. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com paredes nodulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.7 *Chamaecyparis formosensis* Matsum.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por 2-4 fileiras de traqueoides retangulares com paredes mais espessas no término do anel. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 21A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal no lenho inicial, retangular no lenho tardio (Figura 21A,B); de 2550-3600-4830 (s=804)  $\mu\text{m}$  de comprimento, 32-47-68 (s=7,0)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (3-4,5-10 (s=1,6)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 21B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

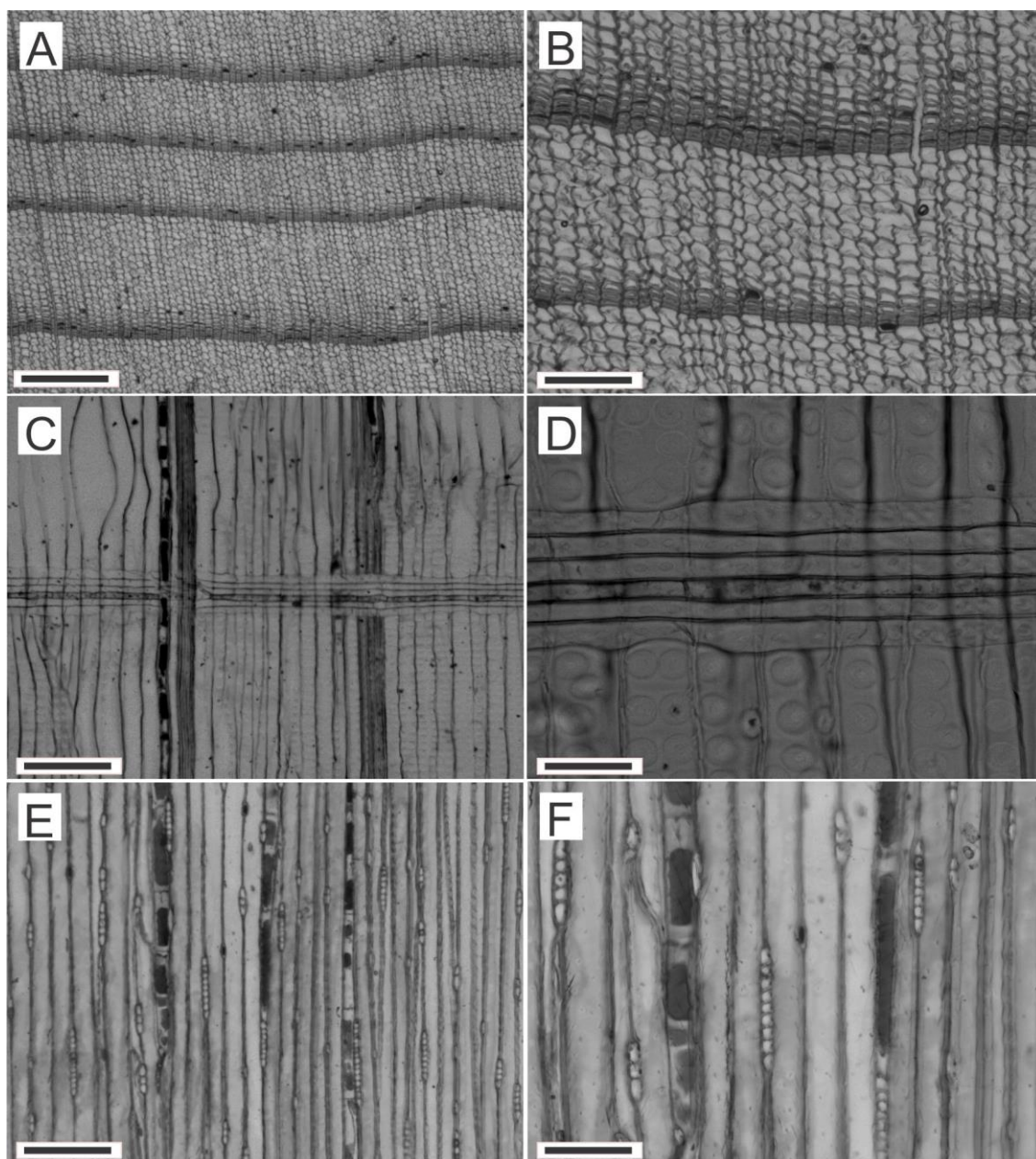
Pontoações areoladas: circulares (17,5-19,7-22,6 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo uni e bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes (Figura 21D).

Parênquima axial: em arranjo marginal, menos comumente difuso, contrastando com os traqueoides pelo abundante conteúdo (Figura 21A,B); células de paredes transversais irregulares (Figura 21F).

Raios: unisseriados, de 30-89-150 (s=30,4)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-9-18 (s=1,9) células e 15-19-25 (s=3)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 21E,F), com abundância de 3-5-7/mm (s=1,2). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 3) pontoações cupressoides, geralmente alinhadas. Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 21 – Fotomicrografias do lenho de *Chamaecyparis formosensis*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio e parênquima axial difuso e marginal, na periferia do anel. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e pontoações areoladas. E,F – Raios unisseriados e células de parênquima axial com paredes irregulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.2.1.8 *Chamaecyparis pisifera* (Siebold & Zucc.) Endl.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 22A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal no lenho inicial, retangular no término do anel de crescimento (Figura 22A,B); de 1330-2265-3230 ( $s=457$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 22-33-50 ( $s=7,0$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-5-7,5 ( $s=1,4$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 22B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

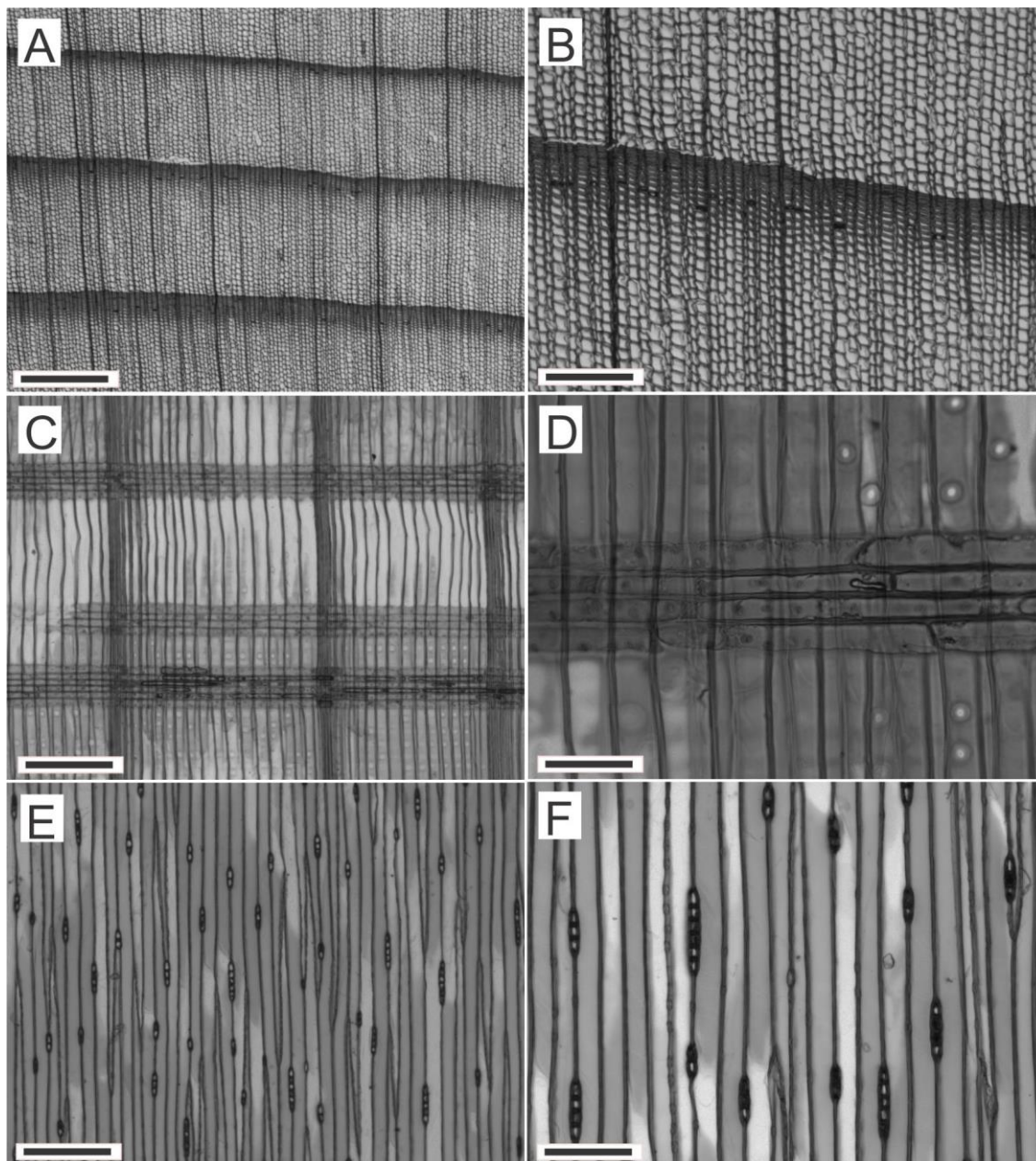
Pontoações areoladas: circulares (15-17-20 ( $s=1,3$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com bordas por vezes recortadas, com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes (Figura 22D).

Parênquima axial: em zonas tangenciais, menos comumente marginal e difuso, contrastando com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (Figura 22A,B). Células de paredes transversais irregulares ou nodulares.

Raios: unisseriados, de 30-89-150 ( $s=30,4$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-4-9 ( $s=1,9$ ) células, e 12-16-20 ( $s=2,3$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 22E,F), com abundância de 4-6-9/mm ( $s=1,2$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações cupressoides, geralmente alinhadas (Figura 22C,D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 22 – Fotomicrografias do lenho de *Chamaecyparis pisifera*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio e parênquima axial em zonas tangenciais. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e pontoações areoladas em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.9 *Cryptomeria japonica* D.Don

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 23A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal no lenho inicial, retangular no término do anel de crescimento (Figura 23A,B); de 1250-2086-2900 ( $s=420$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 22-35-47 ( $s=8,4$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 ( $s=1,2$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 23B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

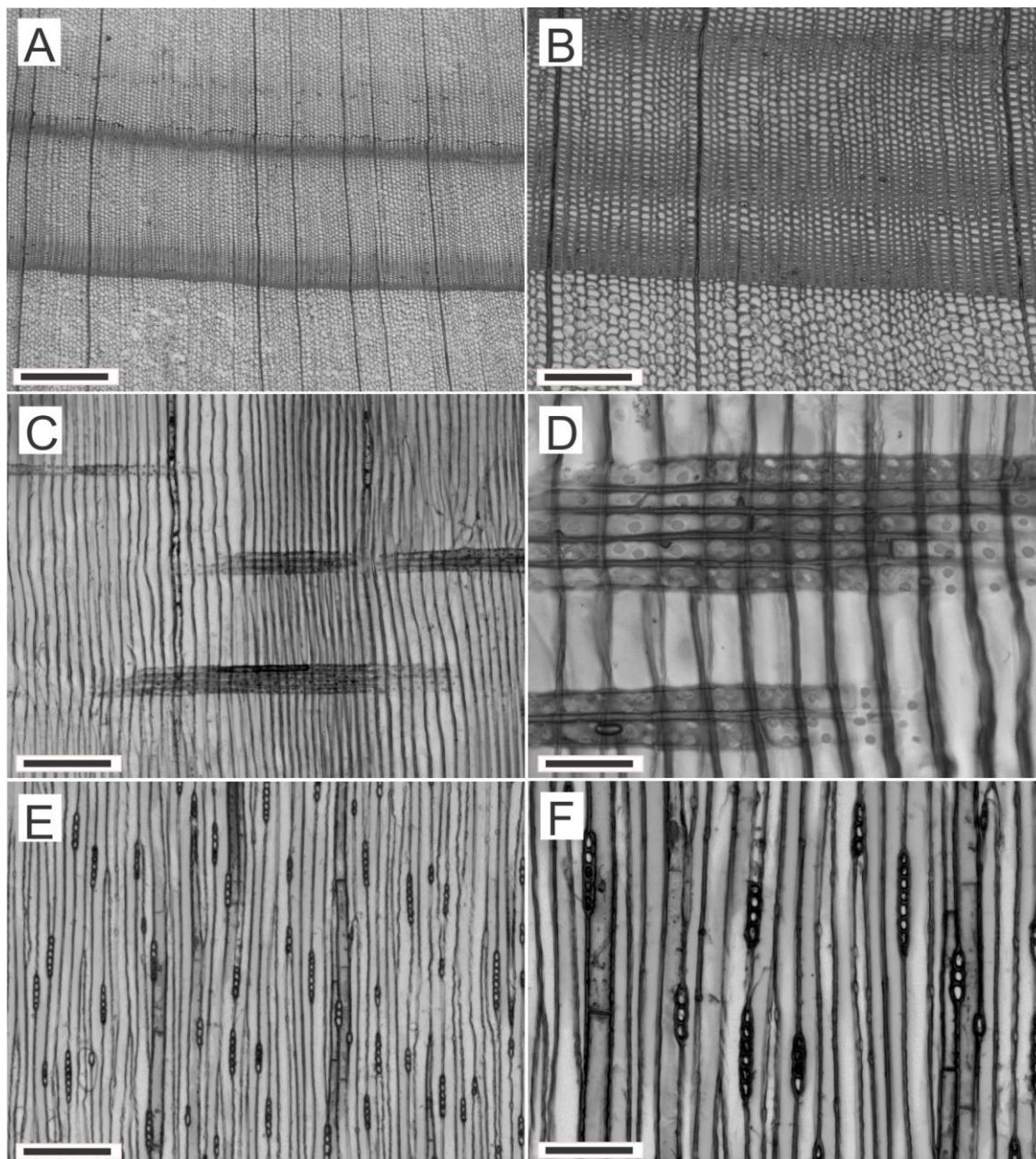
Pontoações areoladas: circulares (12-16-18 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par. Crássulas, presentes (Figura 23D).

Parênquima axial: em zonas tangenciais e difuso (Figura 23A,B), com células de paredes transversais lisas ou irregulares (Figura 23E,F).

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 100-127-180 ( $s=23$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 5-7-10 ( $s=1,3$ ) células e 12-15-17 ( $s=1,7$ )  $\mu\text{m}$  largura (Figura 23E,F), com abundância de 3-5-7/mm ( $s=1,1$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides, geralmente irregulares (Figura 23C,D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 23 – Fotomicrografias do lenho de *Cryptomeria japonica*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, parênquima axial difuso, em zonas tangenciais, por vezes marginal. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e parênquima axial. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes irregulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.10 *Fitzroya cupressoides* I.M. Johnst.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de seção retangular e paredes mais estreitas no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 24A,B).

Traqueoides axiais: de 1180-1750-2875 (s=367)  $\mu\text{m}$  de comprimento, poligonais ou retangulares (15-22-26 (s=3,0)  $\mu\text{m}$  (Figura 24A,B) e de paredes finas (2,5-3,4-5,0 (s=0,7)  $\mu\text{m}$ .) Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas de resina, ausentes. Trabéculas, não observadas.

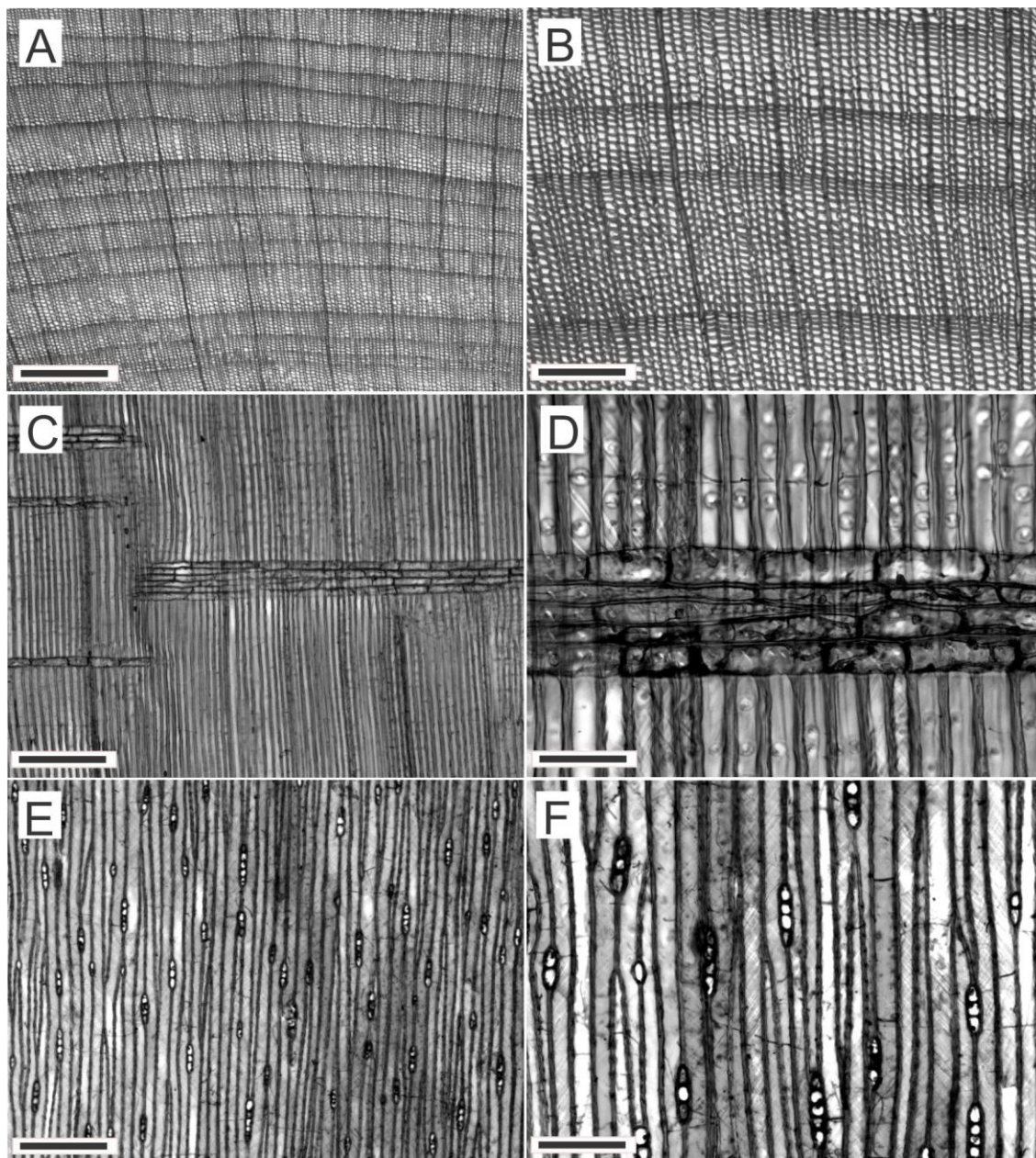
Pontoações areoladas: circulares (10-11-12 (s=0,7)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 24D), com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso, com células de paredes transversais lisas ou fracamente nodulares (Figura 24F).

Raios: unisseriados, de 30-114-210 (s=37)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-6-11 (s=2,0) células e 15-19-25 (s=2,7)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 24E,F), com abundância de 2-5-7/mm (s=1,3). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 24C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 5) pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares (Figura 24D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 24 – Fotomicrografias do lenho de *Fitzroya cupressoides*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e traqueoides com pontoações areoladas em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados e células de parênquima axial com paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200 $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.11 *Glyptostrobus lineatus* Druce

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitos (retangulares) no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 25A,B).

Traqueoides axiais: de 1680-2200-3000 ( $s=301$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (35-45-57 ( $s=7,0$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (2,5-4-6 ( $s=0,9$ )) (Figura 25A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resinas e trabéculas, ausentes.

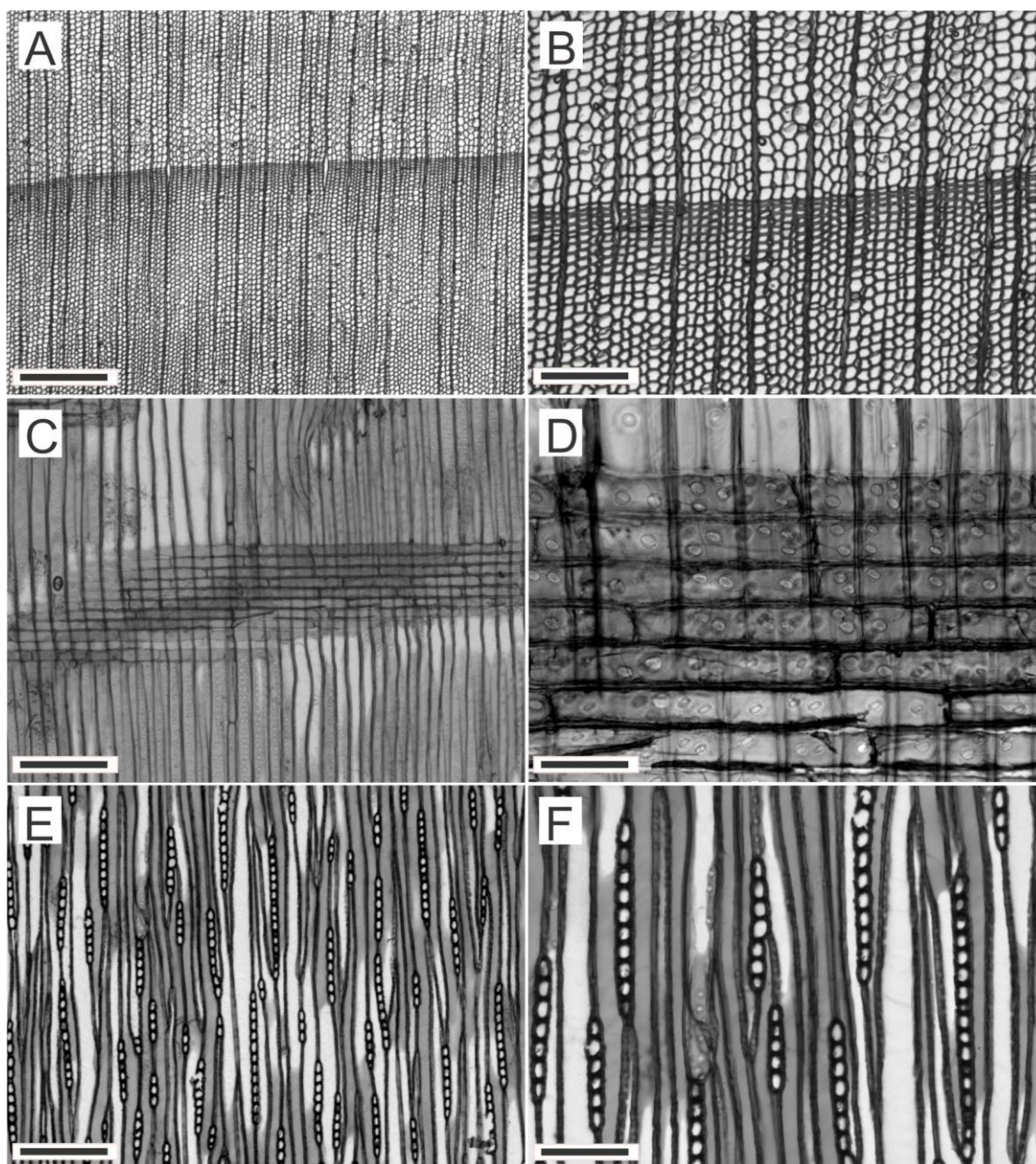
Pontoações areoladas: circulares (14,4-15,8-18,5 ( $s=1,1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado e bisseriado-oposto (Figura 25C), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 25A,B), com células de paredes transversais lisas ou irregulares (Figura 25F).

Raios: unisseriados, de 25-282-510 ( $s=115$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-12-22 ( $s=5,0$ ) células e 17,5-21-25 ( $s=2,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 25E,F), com abundância de 6-8-10/mm ( $s=1,4$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 25C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 pontoações taxodioides, alinhadas ou irregulares (Figura 25C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 25 – Fotomicrografias do lenho de *Glyptostrobus lineatus*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais lisas, campo de cruzamento com pontoações taxodioides e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200 $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.2.1.12 *Papuacedrus papuana* (F.Muell.) H.L.Li

Anéis de crescimento: indistintos (Figura 26A,B).

Traqueoides axiais: de 1960-3258-4200 ( $s=574$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (30-49-58 ( $s=6,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (4-6-10 ( $s=1,5$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 26A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

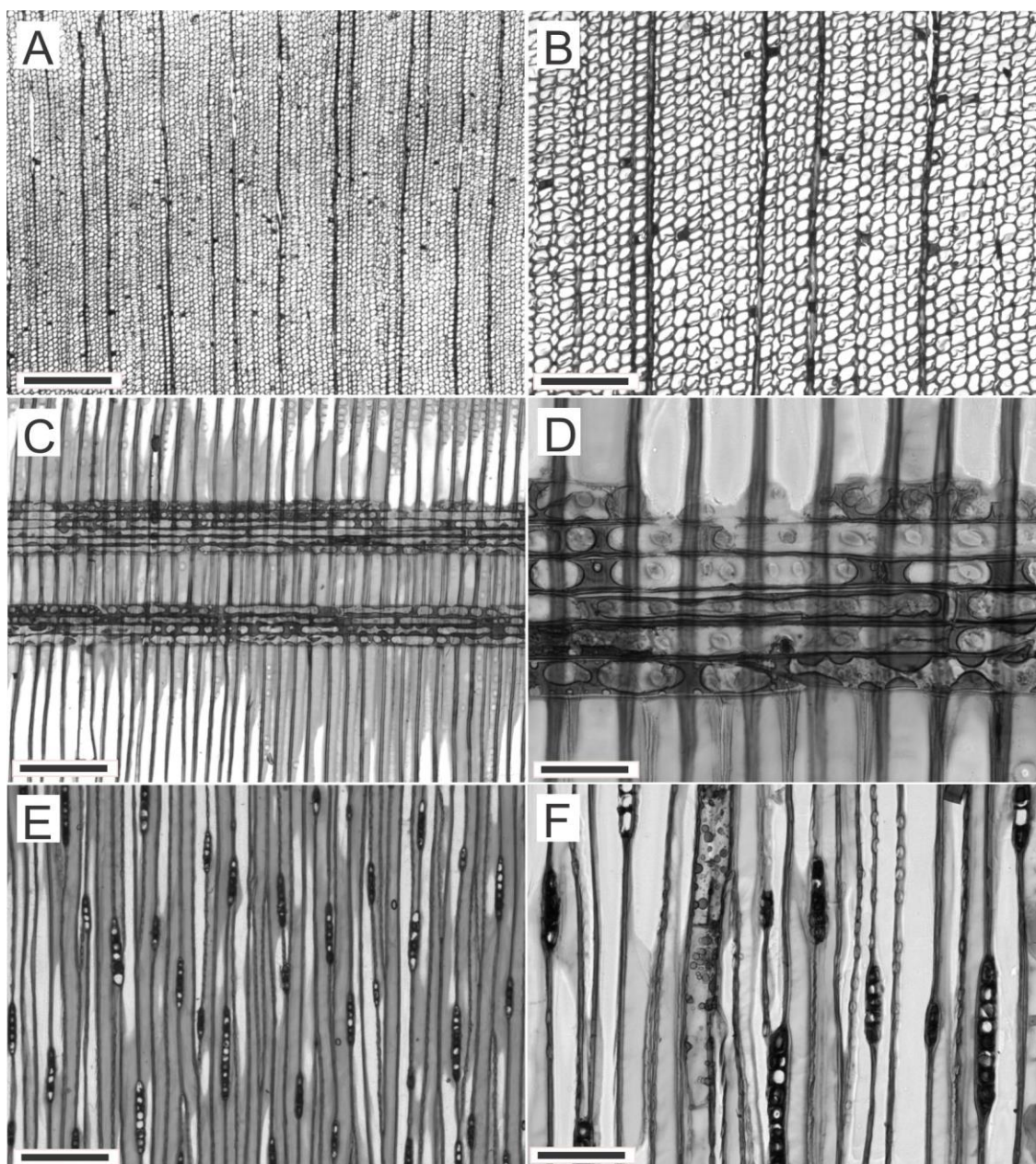
Pontoações areoladas: circulares (16,5-20-23 ( $s=1,4$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 26C), por vezes com bordas recortadas; torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 26A,B); células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas (Figura 26F).

Raios: unisseriados, de 100-208-320 ( $s=48$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-9-13 ( $s=2,0$ ) células e 17-21-27 ( $s=2,7$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 26E,F), com abundância de 2-4-7/mm ( $s=1,4$ ). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 26C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações taxodioides, alinhadas (Figura 26D). Conteúdo, abundante.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 26 – Fotomicrografias do lenho de *Papuacedrus papuana*.



A,B – Anéis de crescimento indistintos e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com 1-2 pontoações taxodioides. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A= 500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.13 *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares) no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 27A,B).

Traqueoides axiais: de 2320-3450-3900 (s=386)  $\mu\text{m}$  de comprimento, de seção poligonal no lenho inicial, retangular no lenho tardio, com 27-45-65 (s=10)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 (s=0,9)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 27A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos caliptroides e traqueoides seriados, ausentes. Placas de resinas e trabéculas, presentes.

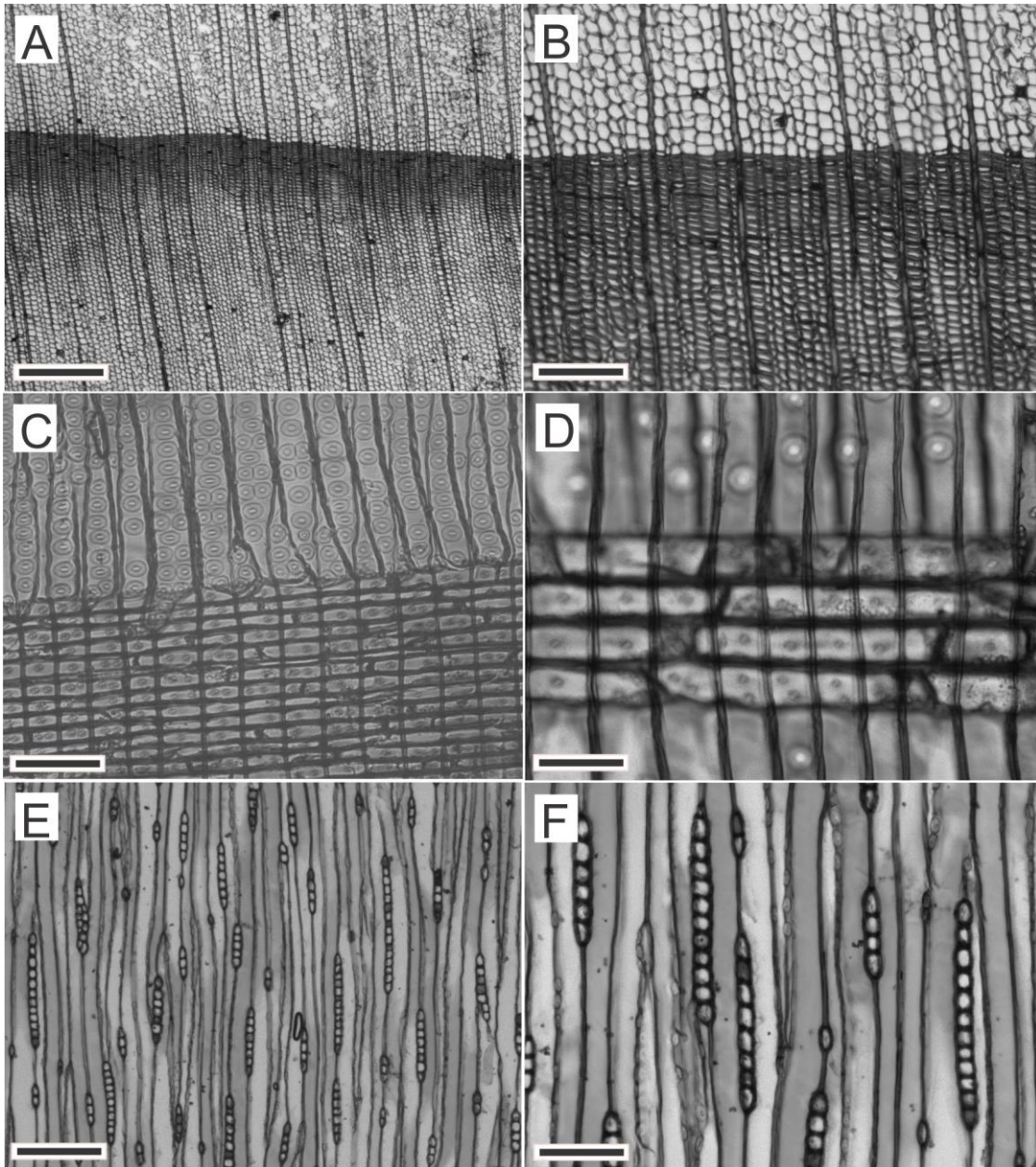
Pontoações areoladas: circulares (21-25-31 (s=2,4)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 27C,D), parcialmente bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 27A,B), com células de paredes transversais lisas ou irregulares, e abundante conteúdo (resina).

Raios: unisseriados, raro bisseriados, de 30-256-480 (s=117)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-13-23 (s=5,7) células e 17,5-20-25 (s=2,9)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 27E,F), com abundância de 4-6-9/mm (s=1,4). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 27D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 8) pontoações taxodioides, alinhadas ou irregulares (Figura 27C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 27 – Fotomicrografias do lenho de *Sequoiadendron giganteum*.



A – Anéis de crescimento distintos e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações taxodioides e pontoações areoladas em arranjo uni e bisseriado-oposto. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,C,E=200 $\mu$ m; B,D,F=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.14 *Taiwania cryptomerioides* Hayata

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares) no término do anel. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 28A,B).

Traqueoides axiais: poligonais no lenho inicial, retangulares no lenho tardio (Figura 28A,B); de 3230-5293-7080 (s=1026)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 42-73-100 (s=14)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas no lenho inicial, mais espessas no lenho tardio (2,5-5-9 (s=1,8)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 28B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos traumáticos, de 82,5-133-212 (s=38)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, presentes no limite do anel de crescimento, com 5-9-16 (s=3,3) células epiteliais de paredes espessas na seção do canal (Figura 28A,B).

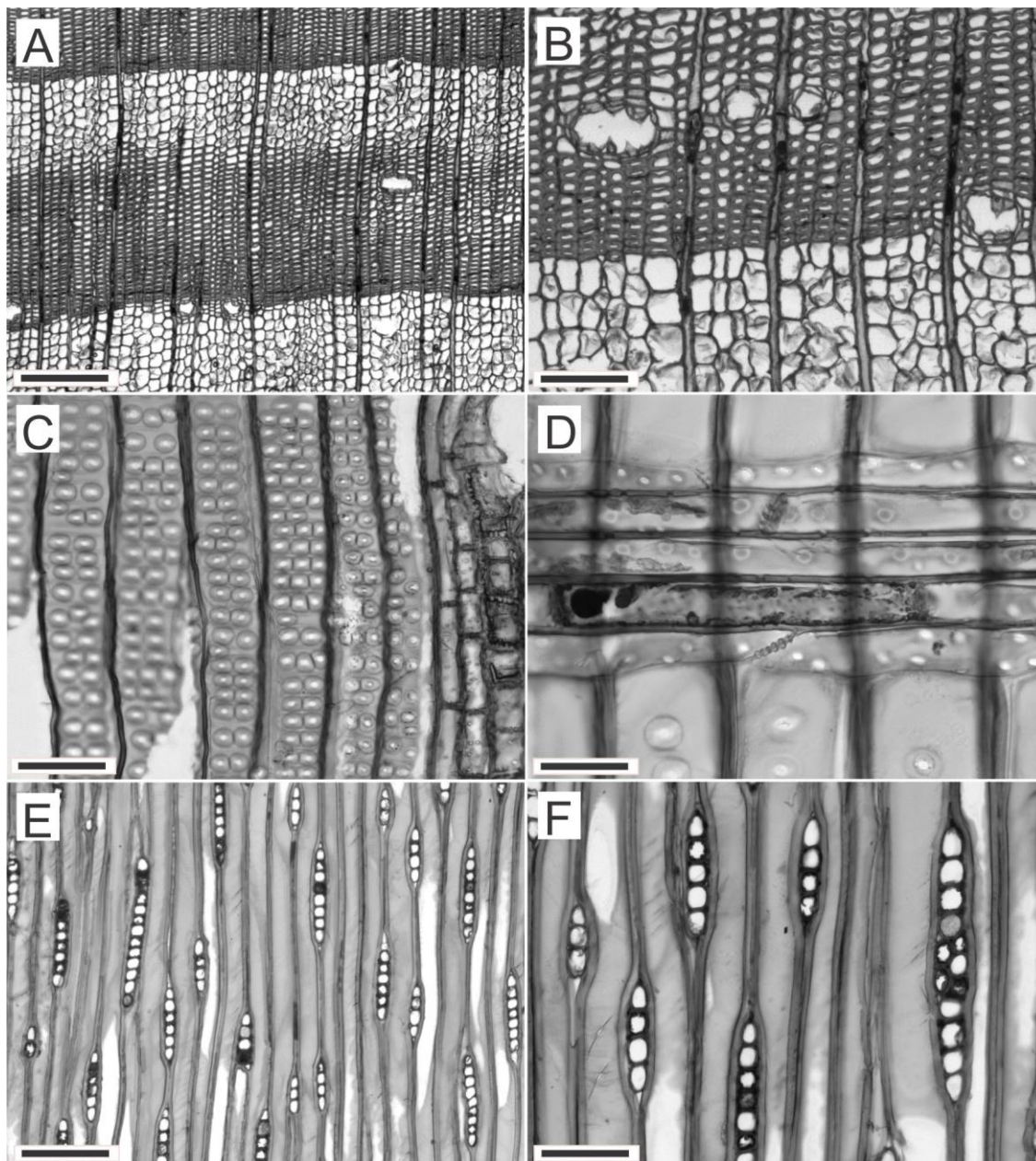
Pontoações areoladas: circulares, de 21-23-26 (s=1,3),  $\mu\text{m}$  de diâmetro, de bordas recortadas, em arranjo uni, bi e trisseriado-oposto, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, presentes (Figura 28C,D).

Parênquima axial: associado aos canais resiníferos, com células de paredes transversais nodulares.

Raios: unisseriados, raro bisseriados, de 30-330-600 (s=139)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-12-20 (s=5,0) células e 22-27-35 (s=3,2)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 28E,F), com abundância de 2-5-7/mm (s=1,1). Raios homogêneos, compostos, inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais nodulares. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-3 (até 5) pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares. Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos fisiológicos, ausentes. Canais resiníferos traumáticos, presentes.

Figura 28 – Fotomicrografias do lenho de *Taiwania cryptomerioides*.



A – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento e canais resiníferos traumáticos com células epiteliais de paredes espessas. C – Pontoações areoladas em arranjo bi e trisseriado-oposto, com crássulas, e parênquima axial com células de paredes nodulares. D – Raio homogêneo, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares e campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados e parcialmente bisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500 $\mu$ m; B,E=200 $\mu$ m; C,F=100  $\mu$ m; D=50  $\mu$ m. Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.15 *Taxodium distichum* (L.) Rich.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e seção retangular no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 29A,B).

Traqueoides axiais: de 2250-3253-4560 (s=539)  $\mu\text{m}$  de comprimento, poligonais ou retangulares (25-40-55 (s=8,5)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 29A,B) e de paredes finas (2,5-5-7,5 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas de resinas, ausentes. Trabéculas, não observadas.

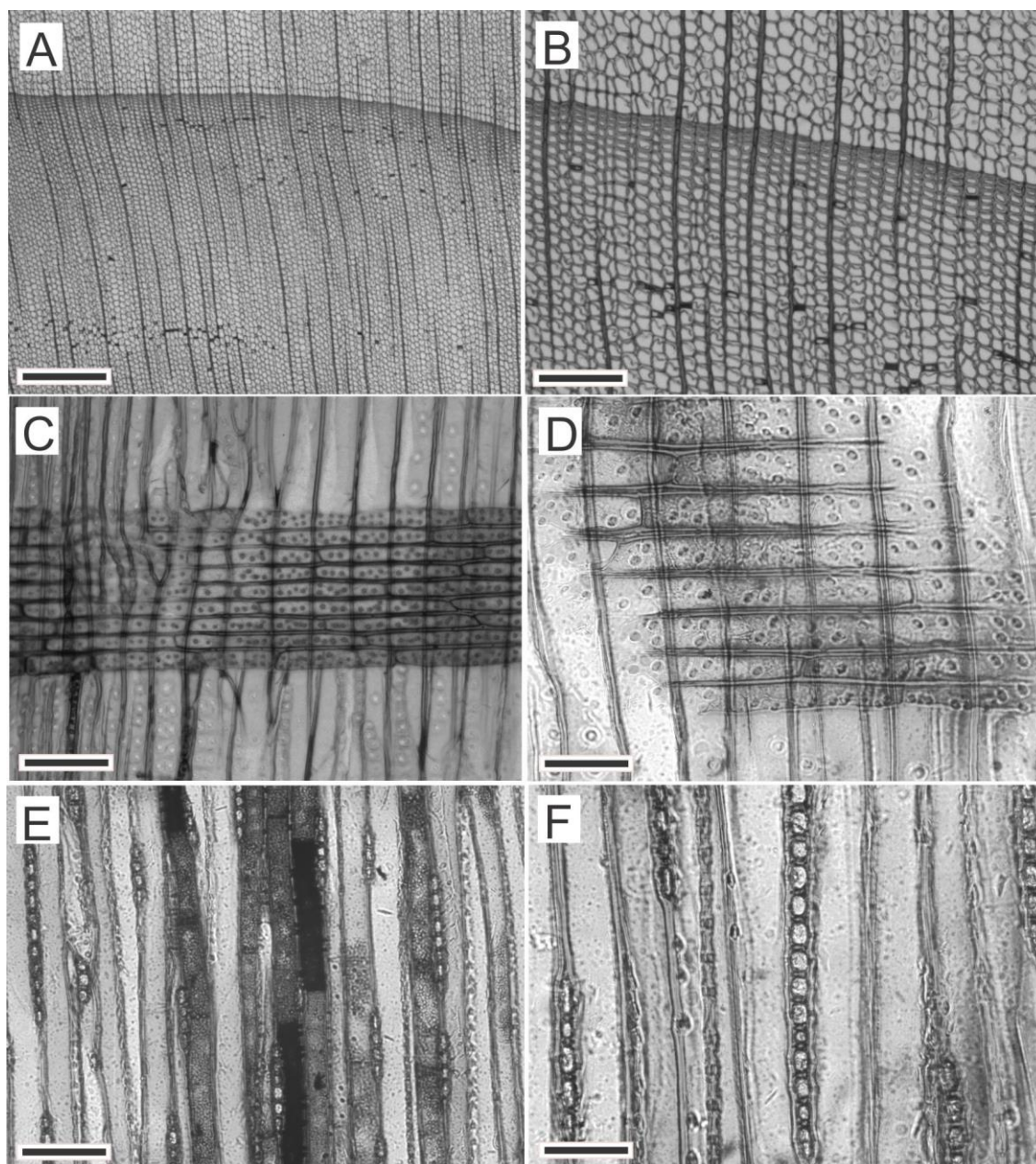
Pontoações areoladas: circulares (12-15-16 (s=1,2)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado e bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes (Figura 29C,D).

Parênquima axial: difuso e em zonas tangenciais (Figura 29A,B), contrastado com os traqueoides axiais pelas paredes relativamente finas e abundante conteúdo (óleo-resina); paredes transversais lisas ou nodulares (Figura 29E).

Raios: unisseriados, de 30-242-380 (s=87)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-13-20 (s=5,0) células e 15-17-22 (s=2,2)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 29E,F), com abundância de 5-7-11/mm (s=1,7). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-6 pontoações taxodioides, alinhadas ou irregulares (Figura 29C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 29 – Fotomicrografias do lenho de *Taxodium distichum*.



A,B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso e em zonas tangenciais. C,D – Raio homogêneo, campo de cruzamento com pontoações taxodioides e pontoações areoladas em arranjo uni e bisseriado-oposto. E,F – Raios unisseriados e células de parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B=200 $\mu\text{m}$ ; C,E=100  $\mu\text{m}$ ; D,F=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.2.1.16 *Tetraclinis articulata* Mast.

Anéis de crescimento: marcados, fracamente, por 1-3 fileiras de traqueoides radialmente estreitos (retangulares) no término do anel; transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 30A,B).

Traqueoides axiais: de 1450-2007-2440 ( $s=255$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (20-30-35 ( $s=4,3$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (2,5-4,4-7,5 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 30B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e trabéculas, ausentes. Placas de resinas, presentes.

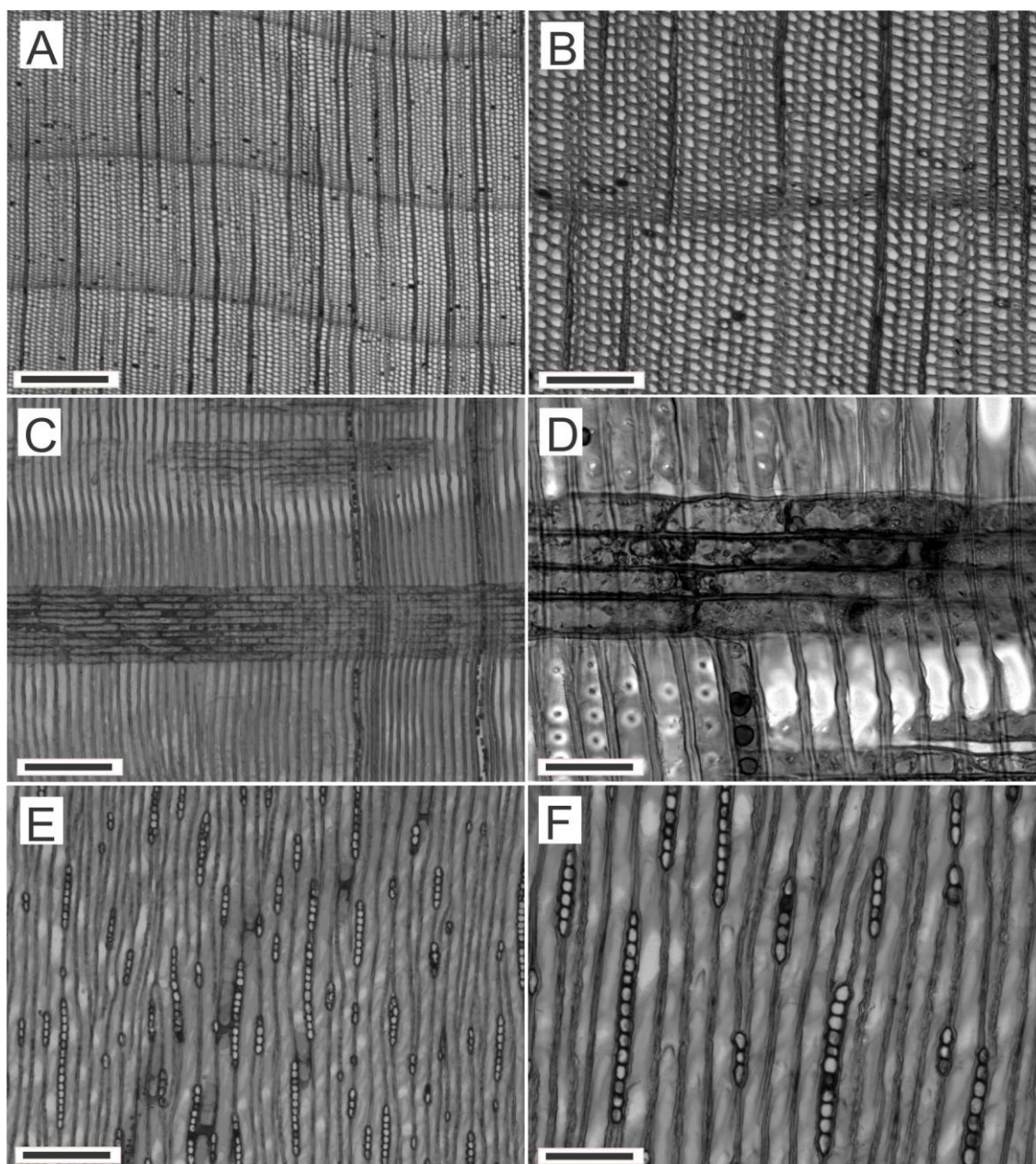
Pontoações areoladas: circulares (13-15-17 ( $s=1,1$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide, abertura circular-inclusa, por vezes em cruzadas em “x”, no par (Figura 30D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 30A,B), contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo. Células parenquimáticas de paredes transversais lisas ou irregulares.

Raios: unisseriados, bisseriados e bisseriados em parte, de 30-215-460 ( $s=90$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-11-22 ( $s=4,5$ ) células e 12-16-20 ( $s=2,1$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 30E,F), com abundância de 5-8-11/mm ( $s=1,6$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 30C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações cupressoides, geralmente alinhadas (Figura 30D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 30 – Fotomicrografias do lenho de *Tetraclinis articulata*.



A – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. B – Limite de anel de crescimento, em detalhe. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais lisas, pontoações cupressoides no campo de cruzamento e parênquima axial. E – Raios unisseriados e placas de resina. F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.17 *Thuja occidentalis* L.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de paredes mais espessas e radialmente estreitos (retangulares) no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 31A,B).

Traqueoides axiais: de 1360-1938-2350 ( $s=239$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento e seção poligonal no lenho inicial, retangular ou poligonal no lenho tardio; com 20-28-32 ( $s=3,5$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-3,5-5 ( $s=0,8$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 31A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

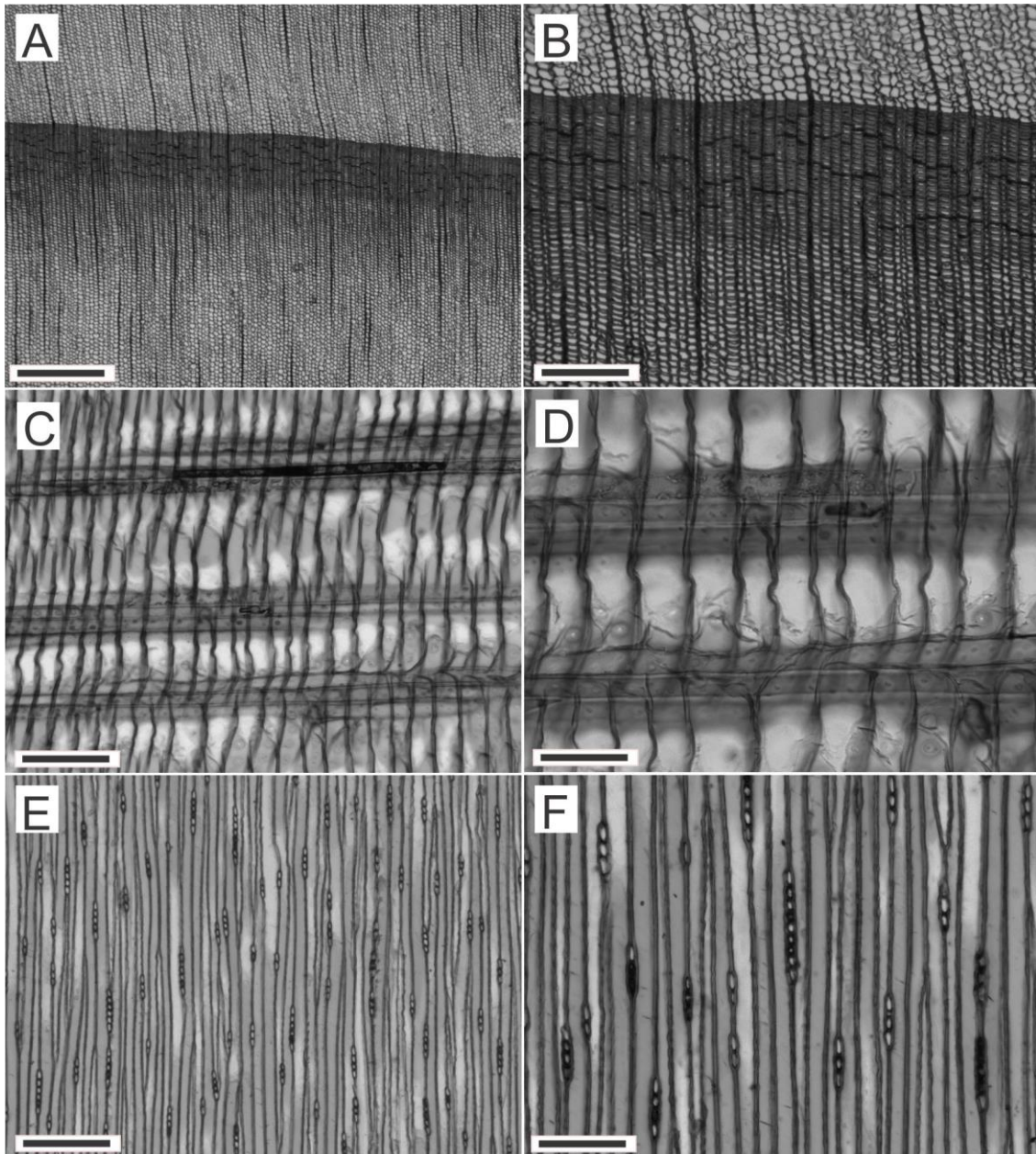
Pontoações areoladas: circulares (10-12-14 ( $s=1,2$ )  $\mu\text{m}$ ), com bordas recortadas e em arranjo unisseriado (Figura 31D); torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: escasso, em distribuição difusa.

Raios: unisseriados, de 50-106-170 ( $s=34$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-6-11 ( $s=2,2$ ) células e 10-13-15 ( $s=1,6$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 31E,F), com abundância de 3-6-8/mm ( $s=1,5$ ). Raios homogêneos, compostos, inteiramente, por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 31C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações taxodioides, irregulares (Figura 31D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 31 – Fotomicrografias do lenho de *Thuja occidentalis*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com pontoações taxodioides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200 $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.18 *Thujopsis dolabrata* Siebold & Zucc

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos (retangulares) e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 32A,B).

Traqueoides axiais: de 2050-2605-2970 (s=243)  $\mu\text{m}$  de comprimento, poligonais no lenho inicial, retangulares ou poligonais no lenho tardio; de 17-29-32 (s=5,3)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 (s=0,9)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 32A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

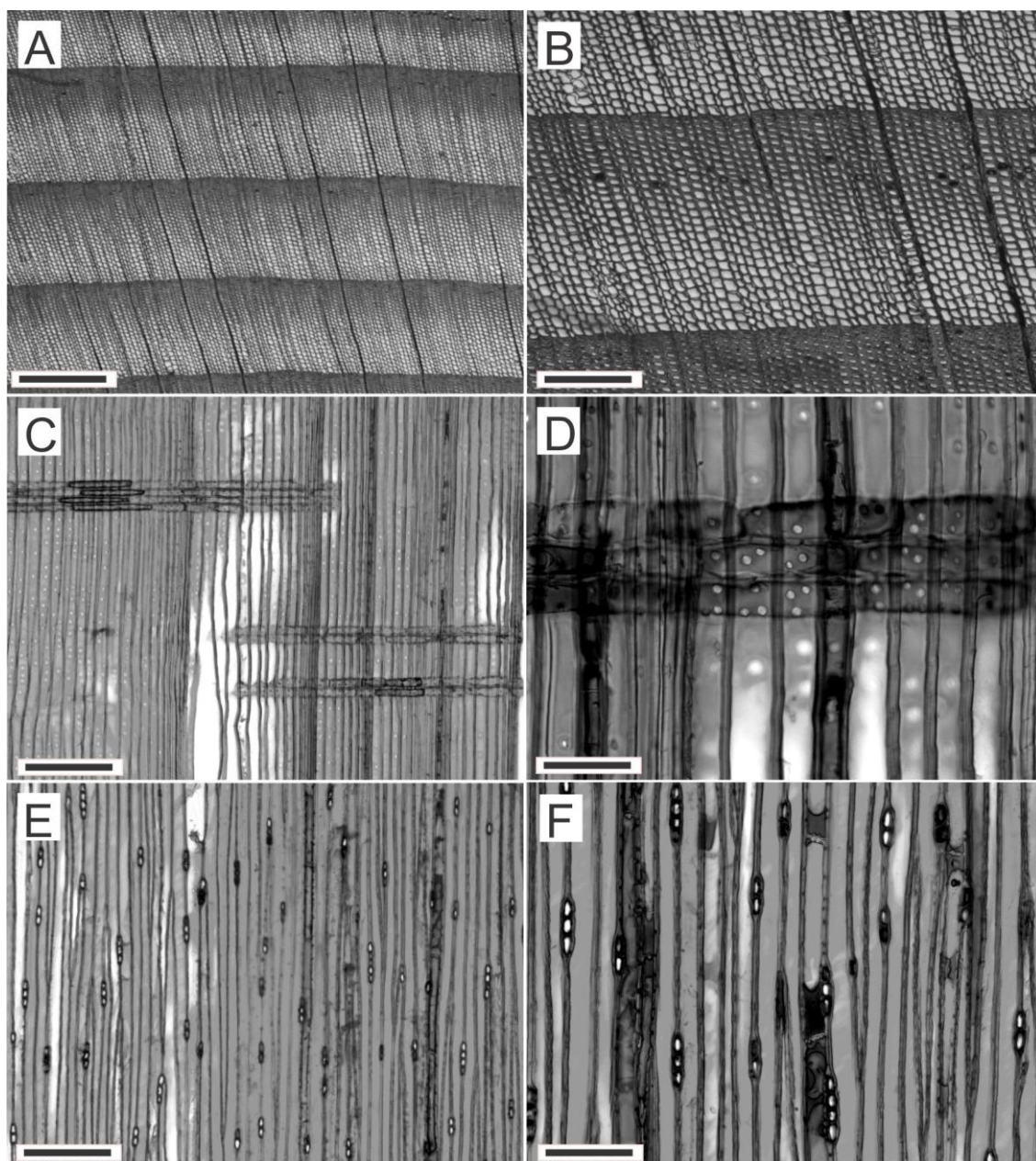
Pontoações areoladas: circulares (12-14-15 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado (Figura 32C,D), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: em zonas tangenciais, por vezes difuso, contrastante com os traqueoides axiais pelo abundante conteúdo (Figura 32A,B); células parenquimáticas de paredes longitudinais nodulares (Figura 32F).

Raios: unisseriados, de 20-72-110 (s=23)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-4-6 (s=1,3) células e de 12-15-17 (s=2,1)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 32E,F), com abundância de 2-4-7/mm (s=1,3). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 32C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações cupressoides, alinhadas ou irregulares (Figura 32D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 32 – Fotomicrografias do lenho de *Thujopsis dolabrata*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio; parênquima axial em zonas tangenciais, por vezes difuso. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e campo de cruzamento com pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados e células de parênquima axial com paredes transversais nodulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu$ m; B,C,E=200 $\mu$ m; D=50  $\mu$ m; F=100  $\mu$ m. Fonte: autora.

#### 5.4.2.1.19 *Widdringtonia nodiflora* (L.) E.Powrie

Anéis de crescimento: marcados, fracamente, por camada com 2-10 traqueoides axiais radialmente estreitos (retangulares) e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 33A,B).

Traqueoides axiais: poligonais, menos comumente retangulares (Figura 33A,B), de 2180-3123-3850 (s=462)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 37-47-62 (s=8)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (3-4,7-7 (s=1,1)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 33B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

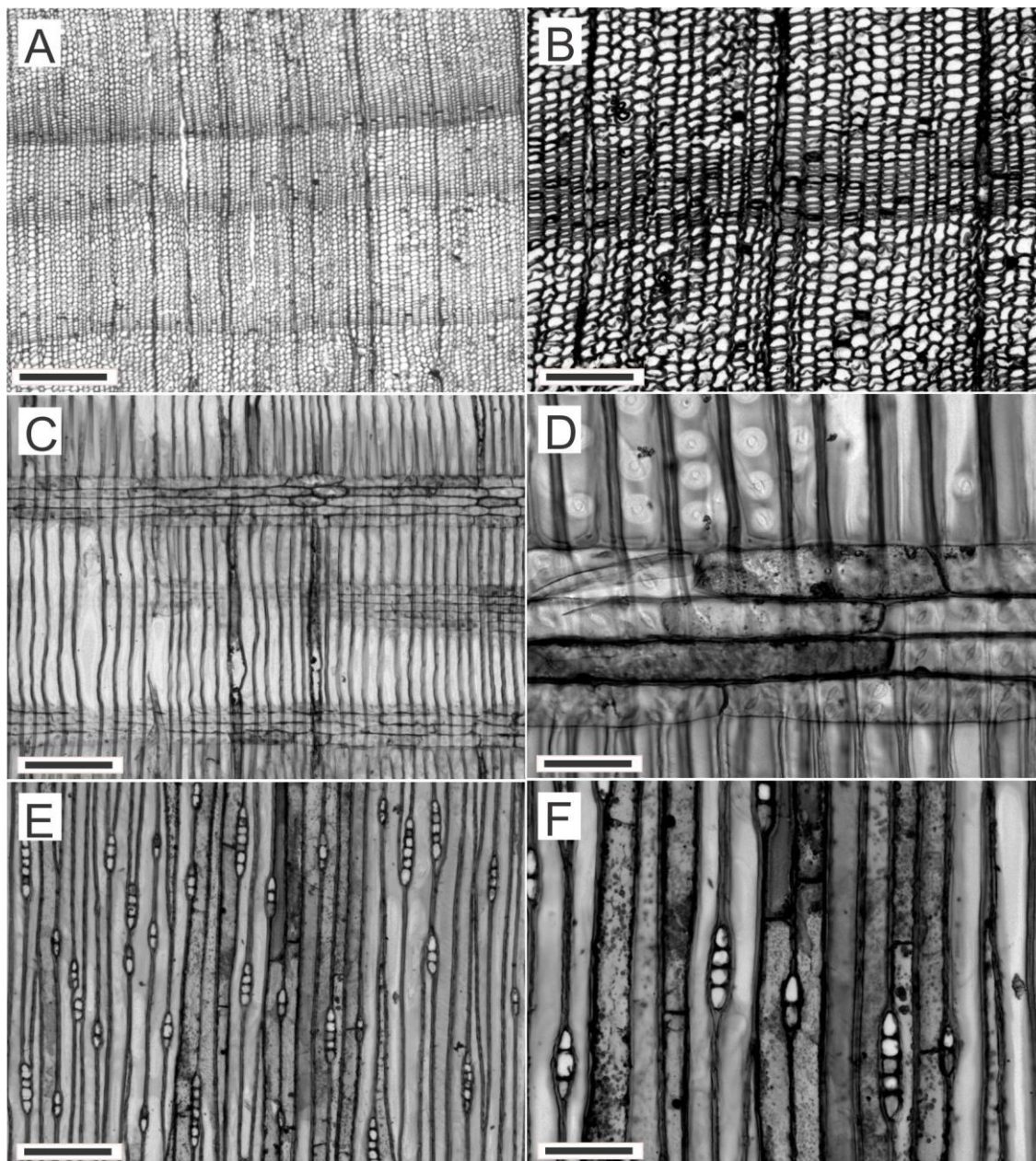
Pontoações areoladas: circulares (17-19-23 (s=1,2)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa (Figura 33D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso e em zonas tangenciais no limite do anel, contrastante com os traqueoides axiais pela abundância de conteúdos (Figura 33A,B); células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas (Figura 33E,F).

Raios: unisseriados, de 60-150-220 (s=139)  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-6-10 (s=2,2) células e 15-20-30 (s=4,1)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 33E,F), com abundância de 3-5-7/mm (s=1,1). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 33D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 5) pontoações cupressoides, geralmente alinhadas (Figura 33D). Conteúdo, escasso.

Outros caracteres: cristais prismáticos e canais resiníferos, ausentes.

Figura 33 – Fotomicrografias do lenho de *Widdringtonia nodiflora*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, e parênquima axial em zonas tangenciais e difuso. C,D – Raios homogêneos com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e campo de cruzamento com pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais lisas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



### 5.4.2.2 Família *Sciadopytaceae*

#### 5.4.2.2.1 *Sciadopitys verticillata* Siebold & Zucc.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de seção retangular e paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 34A,B).

Traqueoides axiais: de 1470-1945-2650 ( $s=338$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal ou retangular (22,5-46-65 ( $s=9,2$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 34A,B) e paredes finas (2-4-6 ( $s=1,0$ )  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, trabéculas e placas de resina, ausentes.

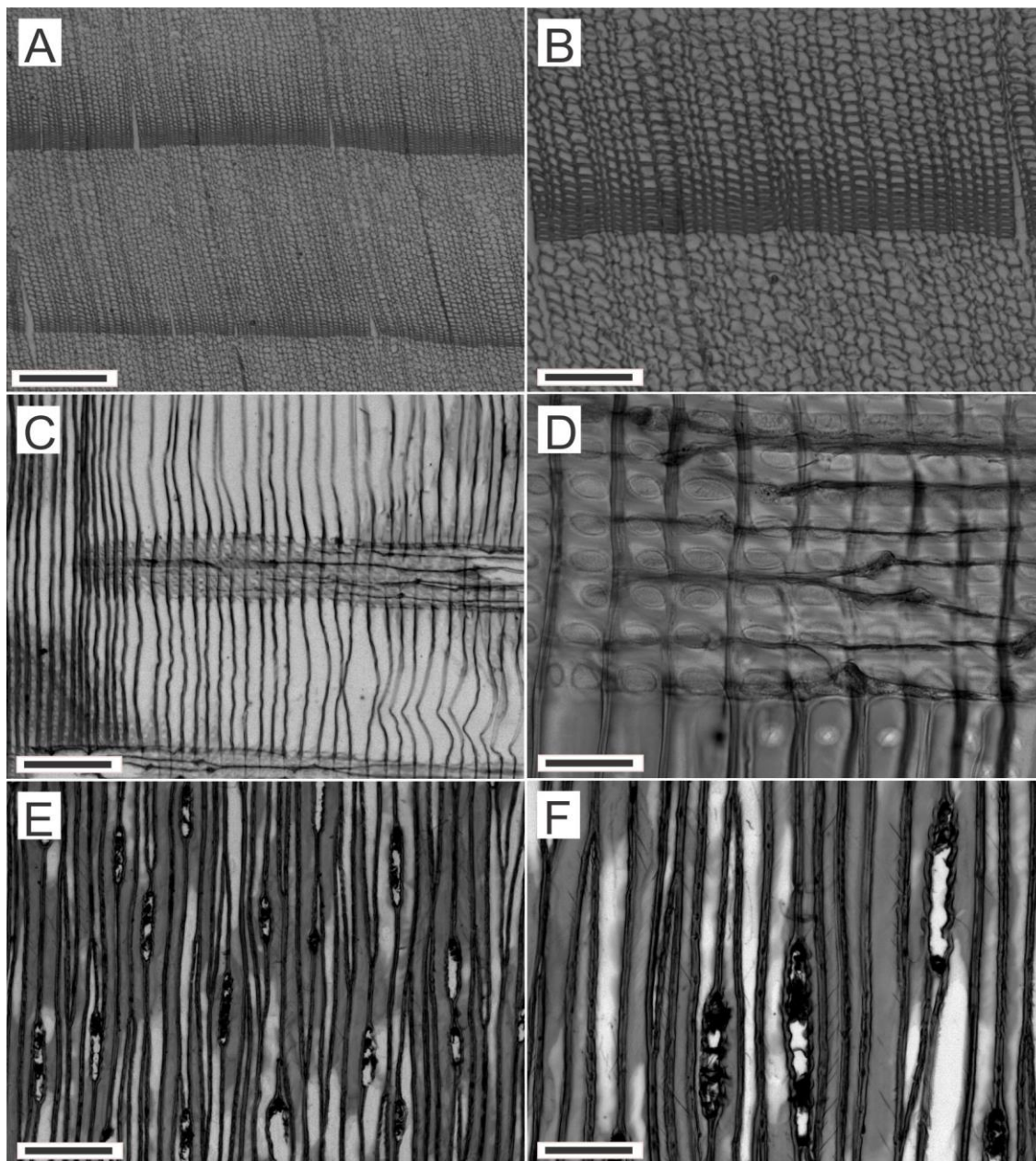
Pontoações areoladas: circulares (15-18-21 ( $s=2,0$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 34C,D), com torus discoide e abertura circular-inclusa, por vezes cruzadas em“x”, no par. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 140-222-370 ( $s=51,4$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 5-9-15 ( $s=2,3$ ) células e 17-25-42 ( $s=4,5$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 34E,F), com abundância de 1-3-5/mm ( $s=1,0$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 34C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1 pontoção fenestriforme por campo (Figura 34D). Conteúdo, escasso.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 34 – Fotomicrografias do lenho de *Sciadopitys verticillata*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com pontoações fenestriformes. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

### 5.4.2.3 Família *Taxaceae*

#### 5.4.2.3.1 *Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilg.

Anéis de crescimento: distintos, marcados, fracamente, por traqueoides radialmente mais estreitos no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 35A,B).

Traqueoides axiais: de 1650-2275-2950 (s=344)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (25-32-42 (s=4,6)  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (3,7-5,5-8,7 (s=1,1)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 35A,B). Espessamentos espiralados, presentes. Espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

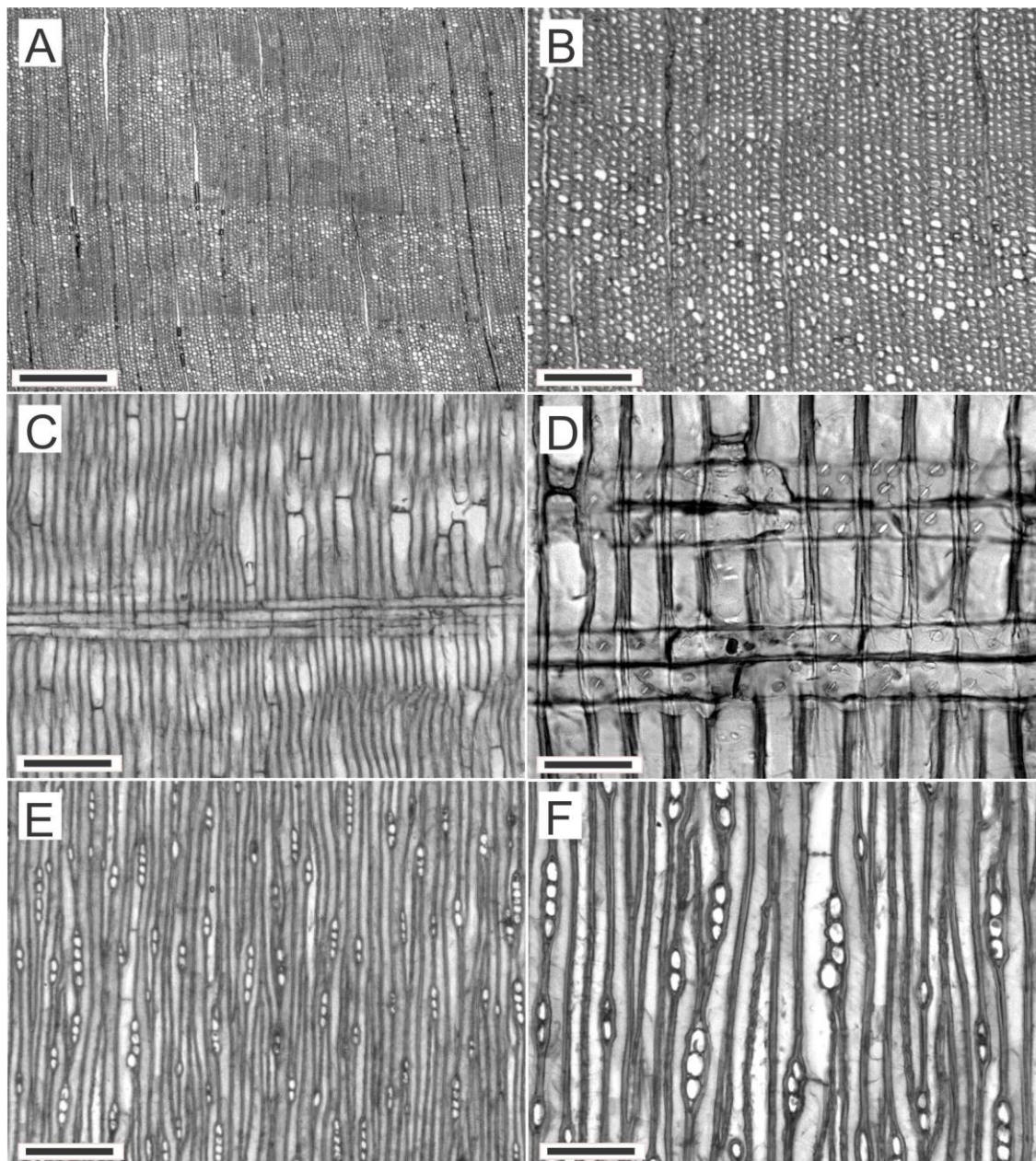
Pontoações areoladas: circulares (11-15-18 (s=1,6)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 35C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 35A,B). Células parenquimáticas axiais de paredes transversais lisas ou nodulares (Figura 35C,D,F).

Raios: unisseriados, raro parcialmente bisseriados; de 80-143-210 (s=33)  $\mu\text{m}$  de altura, com 3-6-8 (s=1,2) células e 15-24-32 (s=3,7)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 35E,F), com abundância de 4-7-9/mm (s=1,3). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 35C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides (Figura 35D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 35 – Fotomicrografias do lenho de *Amentotaxus argotaenia*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides, e parênquima axial. E,F – Raios unisseriados e células de parênquima axial com paredes transversais lisas ou nodulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ .  
Fonte: autora.

#### 5.4.2.3.2 *Cephalotaxus drupacea* Siebold & Zucc.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos no término do anel. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 36A,B).

Traqueoides axiais: de 1298-1810-2263 (s=306)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal ou retangular (14-24-32 (s=4,0)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 36A) e paredes finas (1,3-3-4 (s=0,7)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, presentes e agrupados (Figura 36C,D,E,F); espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas resinosas, ausentes. Trabéculas, por vezes presentes.

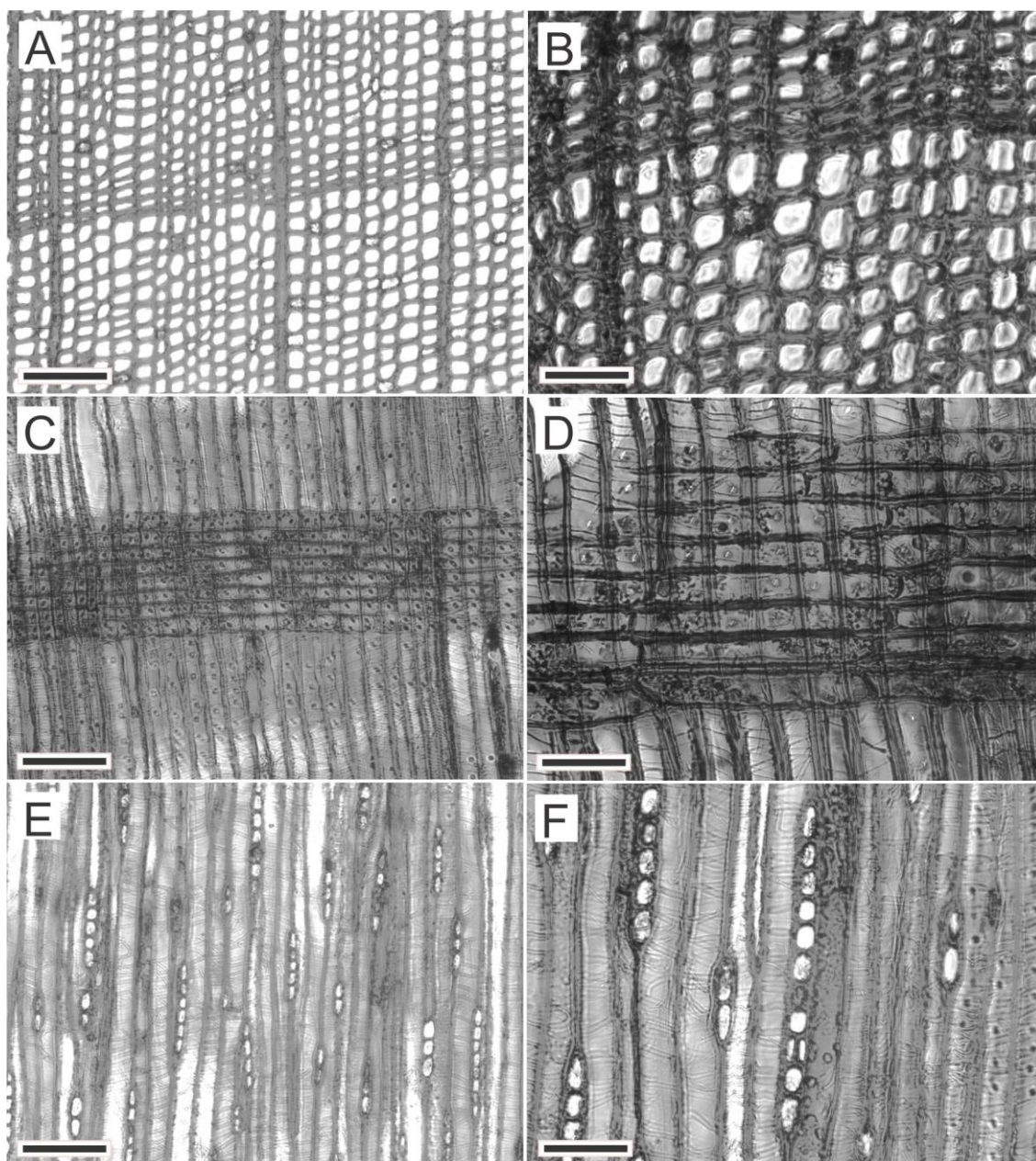
Pontoações areoladas: circulares (9,3-12-14,4 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado, raro bisseriado-oposto (Figura 36C,D), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: difuso (Figura 36A,B), com células de paredes transversais lisas, por vezes nodulares, e abundante conteúdo de resina (Figura 36E,F).

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados; de 110-202-300 (s=50)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-10-16 (s=2,6) células e 10-14-20 (s=2,4)  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 8-10-13/mm (s=1,7) (Figura 36E,F). Raios homogêneos, compostos inteiramente de células parenquimáticas com paredes terminais finas e lisas (Figura 36C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides (Figura 36C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 36 – Fotomicrografias do lenho de *Cephalotaxus drupacea*.



A,B – Limite de anel de crescimento e parênquima axial difuso. C,D – Raios homogêneos, pontoações cupressoides no campo de cruzamento, traqueoides com espessamentos espiralados e pontoações areoladas unisseriadas. E,F – Traqueoides com espessamentos espiralados, pontoações areoladas em arranjo unisseriado, parênquima axial e raios unisseriados e parcialmente bisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,C,E=100  $\mu$ m; B,D,F=50  $\mu$ m. Fonte: autora.

#### 5.4.2.3.3 *Taxus baccata* L.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 37A,B).

Traqueoides axiais: de 1070-2114-2770 ( $s=384$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal ou retangular (27-33-41 ( $s=4,4$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 37A,B) e paredes finas (2-5-7 ( $s=1,4$ )  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, presentes (Figura 37C,D,E,F). Espessamentos calitroides, trabéculas e traqueoides com placas de resina, ausentes.

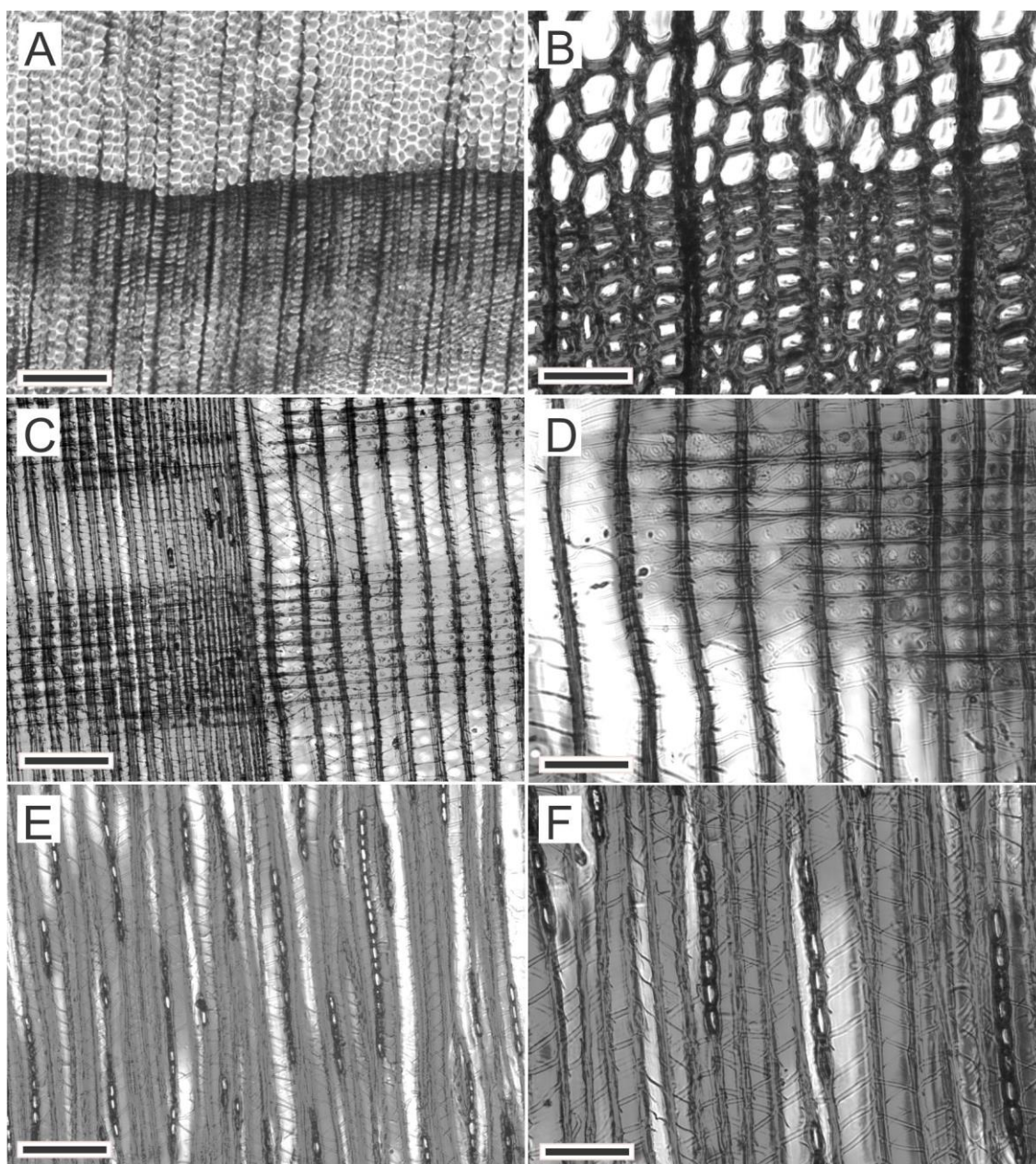
Pontoações areoladas: circulares (12-15-17 ( $s=1,3$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa (Figura 37C). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 45-223-557 ( $s=115$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-12-28 ( $s=6$ ) células e 12-15-17 ( $s=2,1$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 37E,F), com abundância de 8-12-15/mm ( $s=1,7$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 37C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 (até 5) pontoações cupressoides, geralmente não alinhadas (Figura 37D). Conteúdo, escasso.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 37 – Fotomicrografias do lenho de *Taxus baccata*.



A,B – Limite de anel de crescimento. C,D – Raios homogêneos, campo de cruzamento com pontoações cupressoides e traqueoides axiais com espessamentos espiralados. E,F – Raios unisseriados e traqueoides com espessamentos espiralados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras A=200  $\mu\text{m}$ ; B,D,F=50  $\mu\text{m}$ ; C,E=100 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.2.3.4 *Torreya nucifera* Siebold & Zucc.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 38A,B).

Traqueoides axiais: de 1900-3062-4100 ( $s=591$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, com seção poligonal (30-47-62 ( $s=4,6$ )  $\mu\text{m}$ ) e paredes finas (4-5,5-9  $\mu\text{m}$   $s=7,9$ ) (Figura 38A,B). Espessamentos espiralados, presentes (Figura 38C,D,E,F). Espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

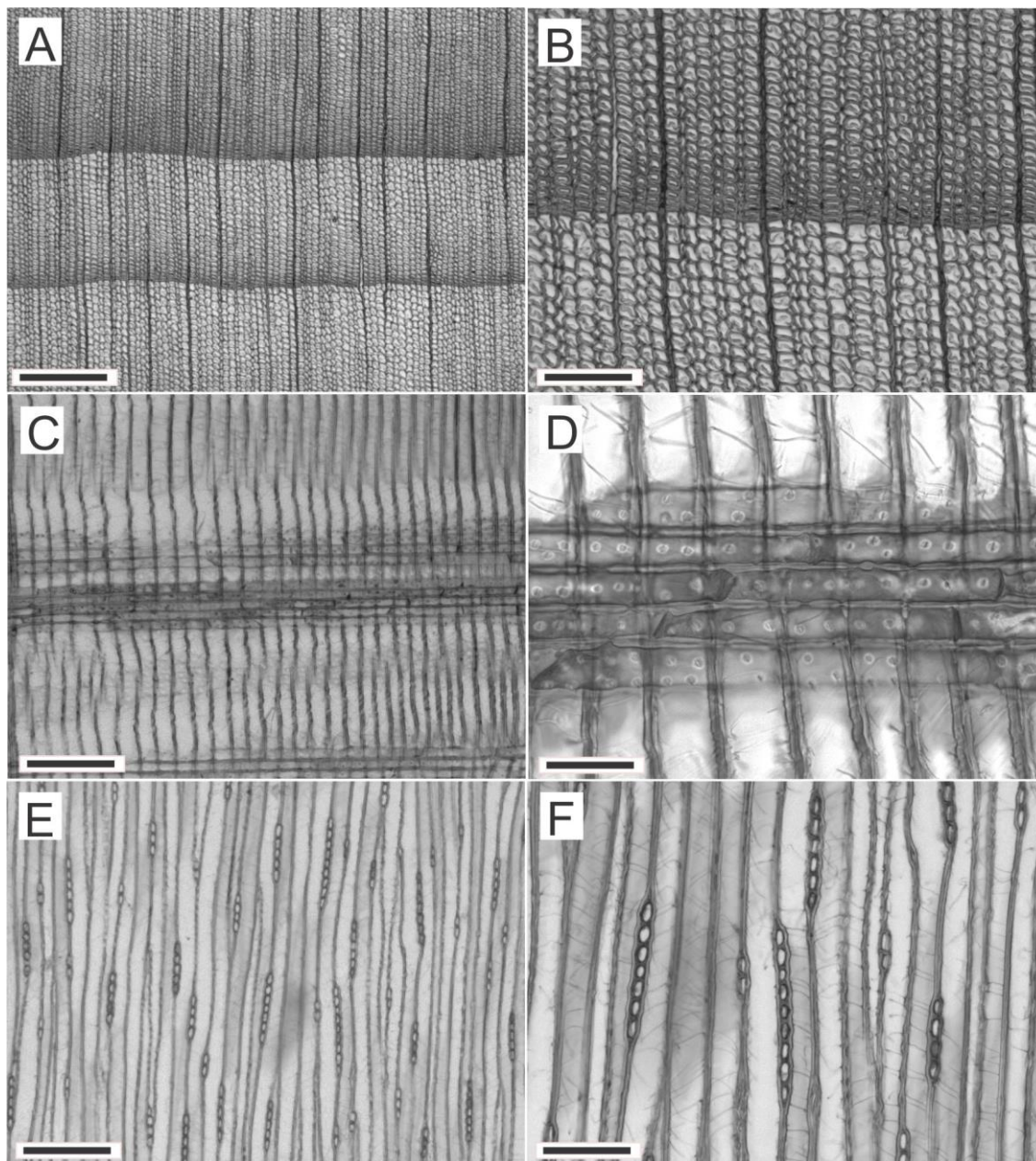
Pontoações areoladas: circulares (15-18-20 ( $s=1,7$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 38C), com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa, por vezes cruzadas em “x”, no par. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 90-194-310 ( $s=56,9$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 3-8-12 ( $s=2,3$ ) células e 15-18-20 ( $s=1,7$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 38E,F), com abundância de 3-6-9/mm ( $s=1,3$ ). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (Figura 38C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-4 (até 6) pontoações cupressoides (Figura 38D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 38 – Fotomicrografias do lenho de *Torreya nucifera*.



A,B – Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, e limite do anel de crescimento. C,D – Raios homogêneos e campo de cruzamento com 1-4 pontoações cupressoides. E,F – Raios unisseriados e traqueoides com espessamentos espiralados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

### 5.4.3 Ordem Pinales

#### 5.4.3.1 Família Pinaceae

##### 5.4.3.1.1 *Abies sibirica* Ledeb.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares) no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 39A,B).

Traqueoides axiais: de 1400-1983-2800 (s=374)  $\mu\text{m}$  de comprimento, poligonais no lenho inicial, retangulares ou poligonais no lenho tardio, com 17-31-40 (s=5,6)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4,8-7,5 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 39A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes.

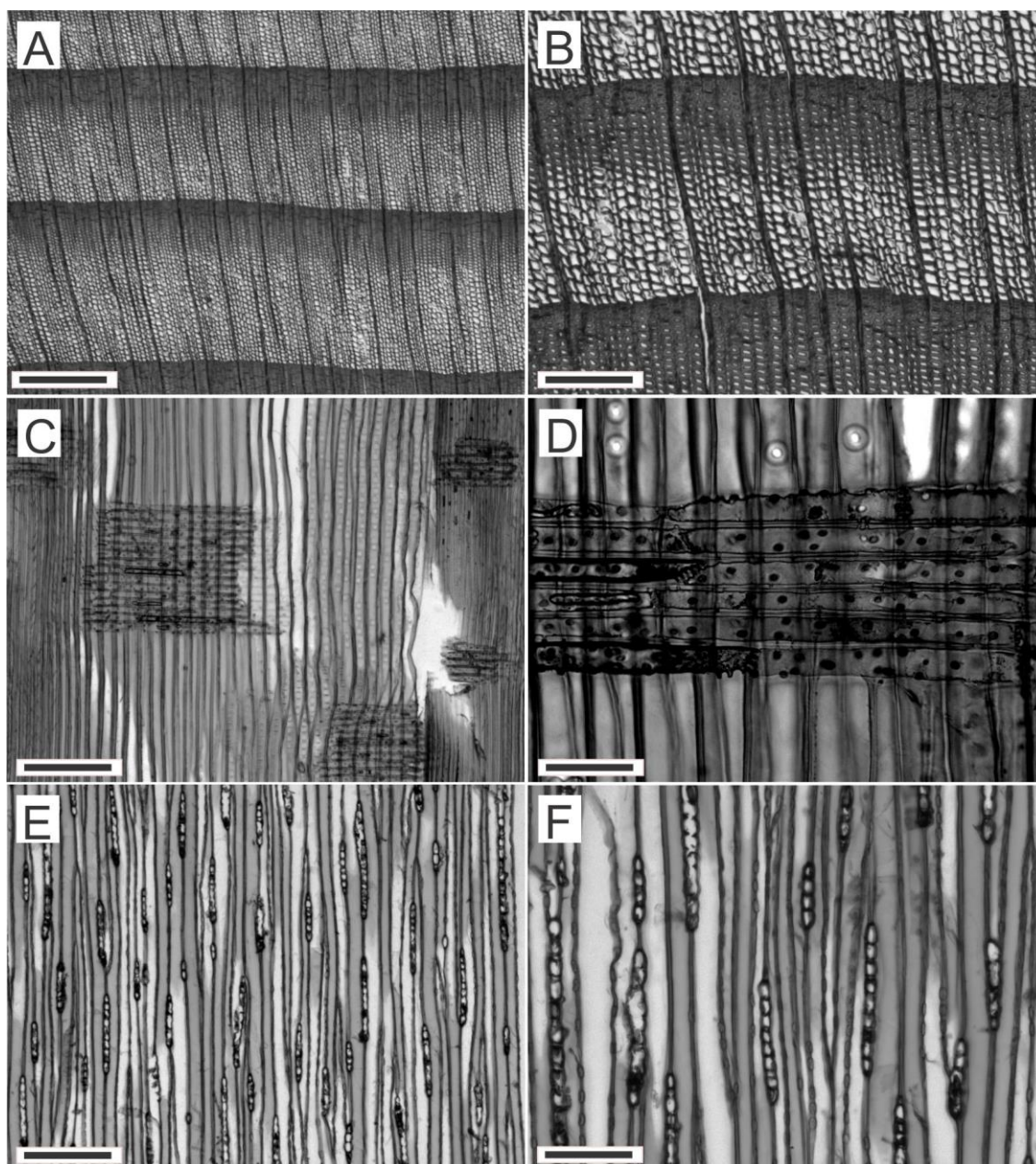
Pontoações areoladas: circulares (15,5-17,7-20,6 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ) e em arranjo unisseriado (Figura 39C,D), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, de 80-297-510 (s=96)  $\mu\text{m}$  de altura, com 2-15-25 (s=5,0) células e 12-18-25 (s=3,0)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 39E,F), com abundância de 5-8-10/mm (s=1,3). Raios homogêneos, compostos inteiramente por células parenquimáticas de paredes terminais nodulares (Figura 39C,D). Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 1-2 pontoações piceoides (Figura 39D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais e canais resiníferos, ausentes.

Figura 39 – Fotomicrografias do lenho de *Abies sibirica*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, e com pontoações piceoides no campo de cruzamento. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200 $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.2 *Cedrus deodara* (Roxb. ex D.Don) G.Don

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas e radialmente estreitas (retangulares) no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 40A,B).

Traqueoides axiais: de 2010-2791-3380 (s=347)  $\mu\text{m}$  de comprimento, poligonais no lenho inicial, retangulares no lenho tardio, com 20-37-55 (s=9,0)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes de 2,5-3,5-6,3 (s=1,0)  $\mu\text{m}$  de espessura (Figura 40A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos traumáticos, eventuais no término de anéis de crescimento; de 55-74-105 (s=19)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 6-8-12 (s=1,9) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 40A,B).

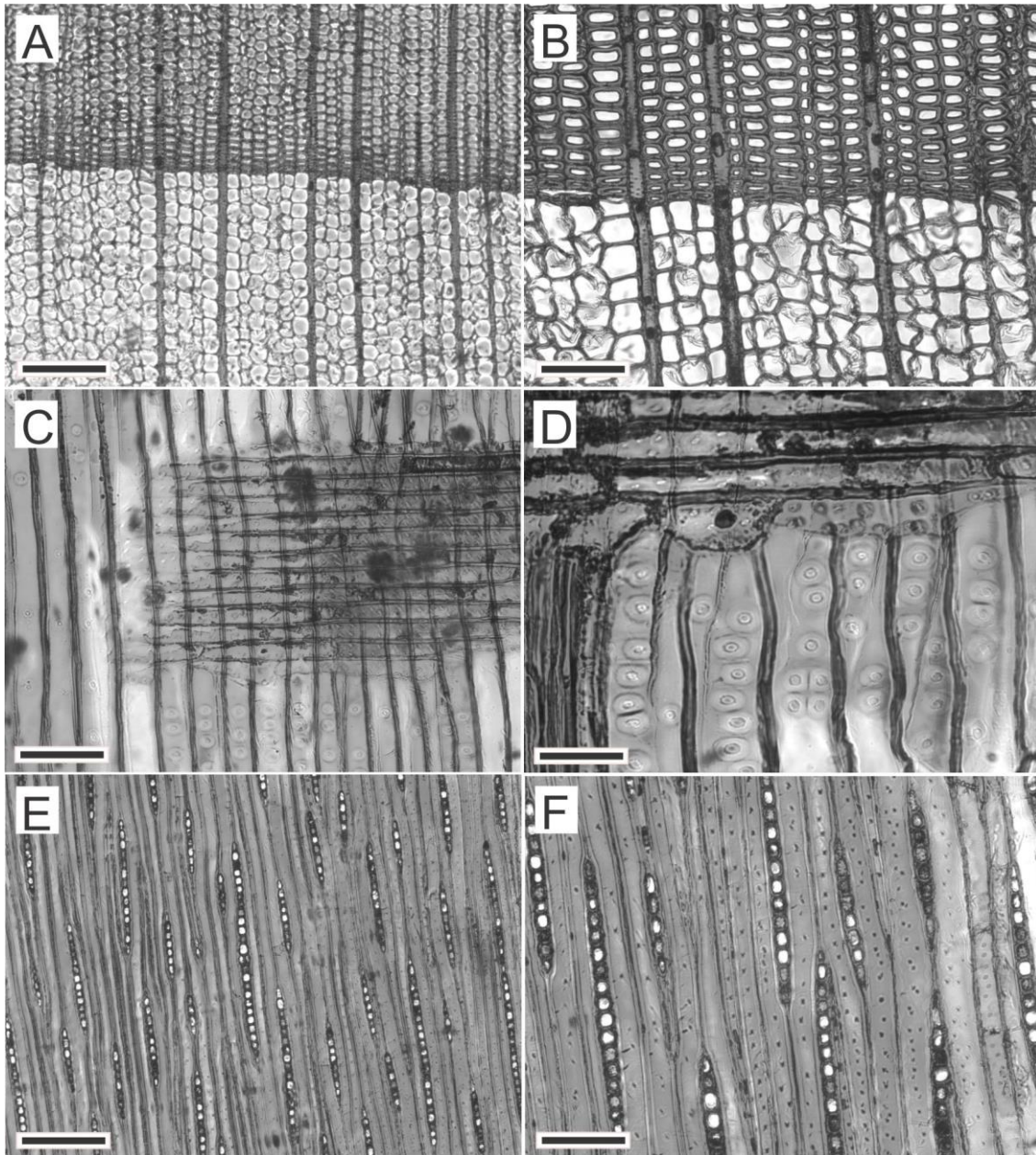
Pontoações areoladas: circulares (17-20-24 (s=1,7)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, por vezes bisseriado-oposto, com torus estrelado e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes (Figura 40C,D).

Parênquima axial: ausente ou muito escasso.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 80-406-640 (s=139)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-18-31 (s=7,0) células e 17,5-21-25 (s=2,5)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 40C,D), com abundância de 6-8-10/mm (s=1,4). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares. Raios heterogêneos, com traqueoides radiais de paredes lisas em fileira marginal e pontoações com bordas angulares. Campo de cruzamento com 2-5 pontoações piceoides, alinhadas (Figura 40C,D). Cristais prismáticos, pouco frequentes, com conteúdo nos raios.

Outros caracteres: cristais prismáticos, escassos; canais resiníferos traumáticos, ocasionais. Canais resiníferos fisiológicos (longitudinais e radiais), ausentes.

Figura 40 – Fotomicrografias do lenho de *Cedrus deodara*.



A,B – Limite de anel de crescimento. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, campo de cruzamento com pontoações piceoides, e pontoações areoladas em arranjo uni e biseriado-oposto, com torus estrelado e crássulas. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A,E=200  $\mu\text{m}$ ; B,C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.3 *Keteleeria fortunei* Carrière

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de seção arredondada ou quadrada e com paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 41A,B).

Traqueoides axiais: poligonais no lenho inicial, circulares até retangulares no lenho tardio (Figura 41A,B); de 2260-3758-4900 ( $s=654$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento, 20-39,5-80 ( $s=9,0$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas no lenho inicial, espessas no lenho tardio (2,5-8,3-15 ( $s=3,4$ )  $\mu\text{m}$ ) (Figura 41A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resinas e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais, presentes em ambos os lenhos (inicial e tardio); de 30-60-145 ( $s=23$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com número de 3-5-8 ( $s=1,1$ ) com células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 41A,B).

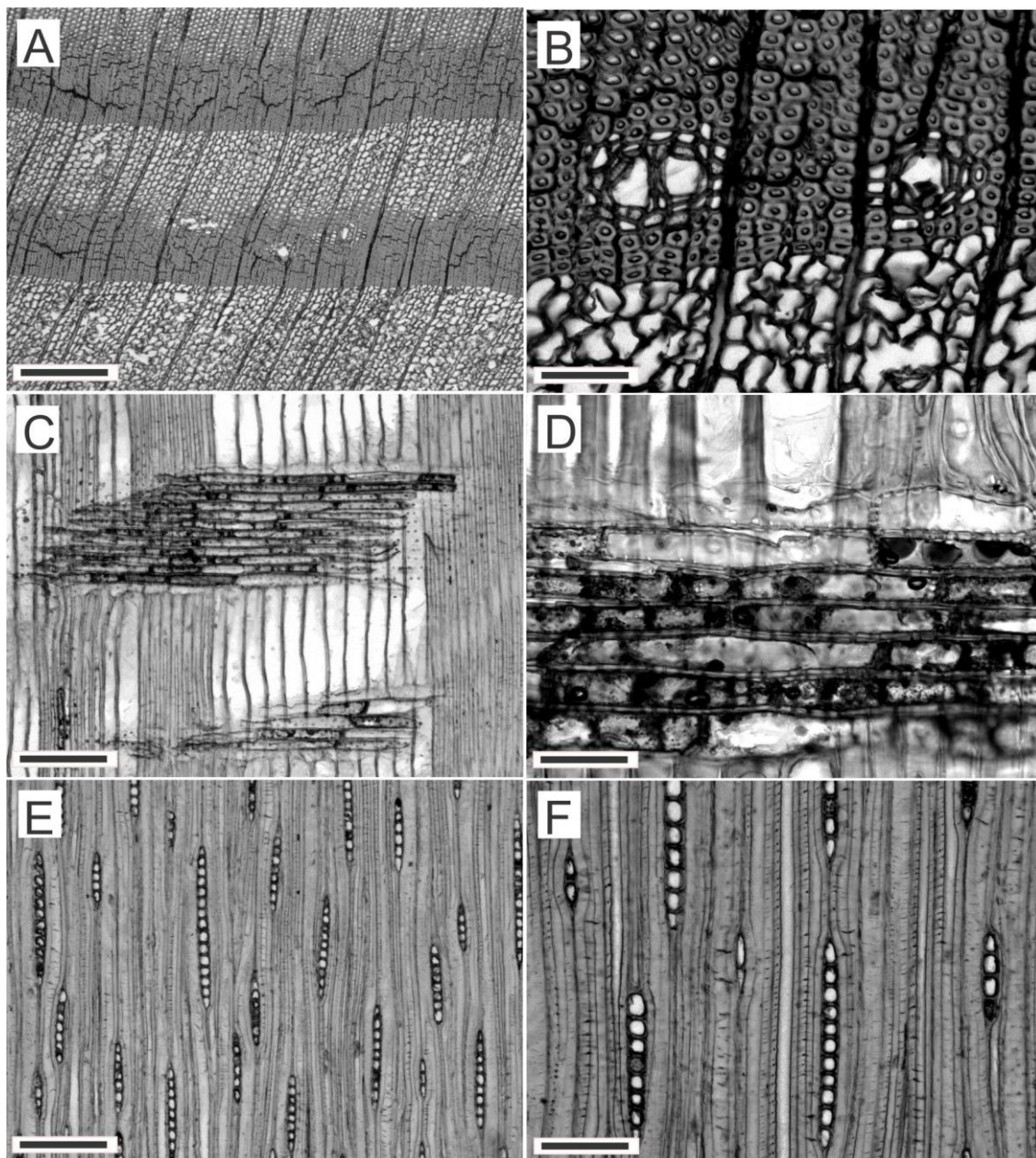
Pontoações areoladas: circulares (16-19-22 ( $s=1,5$ )  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 41D), frequentemente bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: escasso, associado aos canais resiníferos, com células de paredes transversais nodulares.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 40-320-540 ( $s=119$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-13-28 ( $s=4,7$ ) células e 17-21-25 ( $s=3,0$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 41E,F), com abundância de 3-5-8/mm ( $s=1,1$ ). Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares. Traqueoides radiais, ausentes. Campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides (Figura 41C,D). Conteúdo, presente.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais, presentes. Canais resiníferos traumáticos e radiais, ausentes.

Figura 41 – Fotomicrografias do lenho de *Keteleeria fortunei*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e canais resiníferos fisiológicos longitudinais com células epiteliais de paredes espessas. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares e campo de cruzamento com pontoações piceoides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,F=100  $\mu\text{m}$ ; C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.3.1.4 *Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides de paredes mais espessas e retangulares no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 42A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular ou retangular, com 22-42-77 (s=15,3)  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 42A,B) e 3100-4290-5370 (s=740)  $\mu\text{m}$  de comprimento, e paredes finas no lenho inicial, espessas no lenho tardio (2,5-8-13,8 (s=3,3)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados e placas de resina, ausentes. Trabéculas, não observadas. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais, presentes no lenho tardio; de 50-80-113 (s=16)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com número de 7-10-15 (s=2,1) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 42A,B).

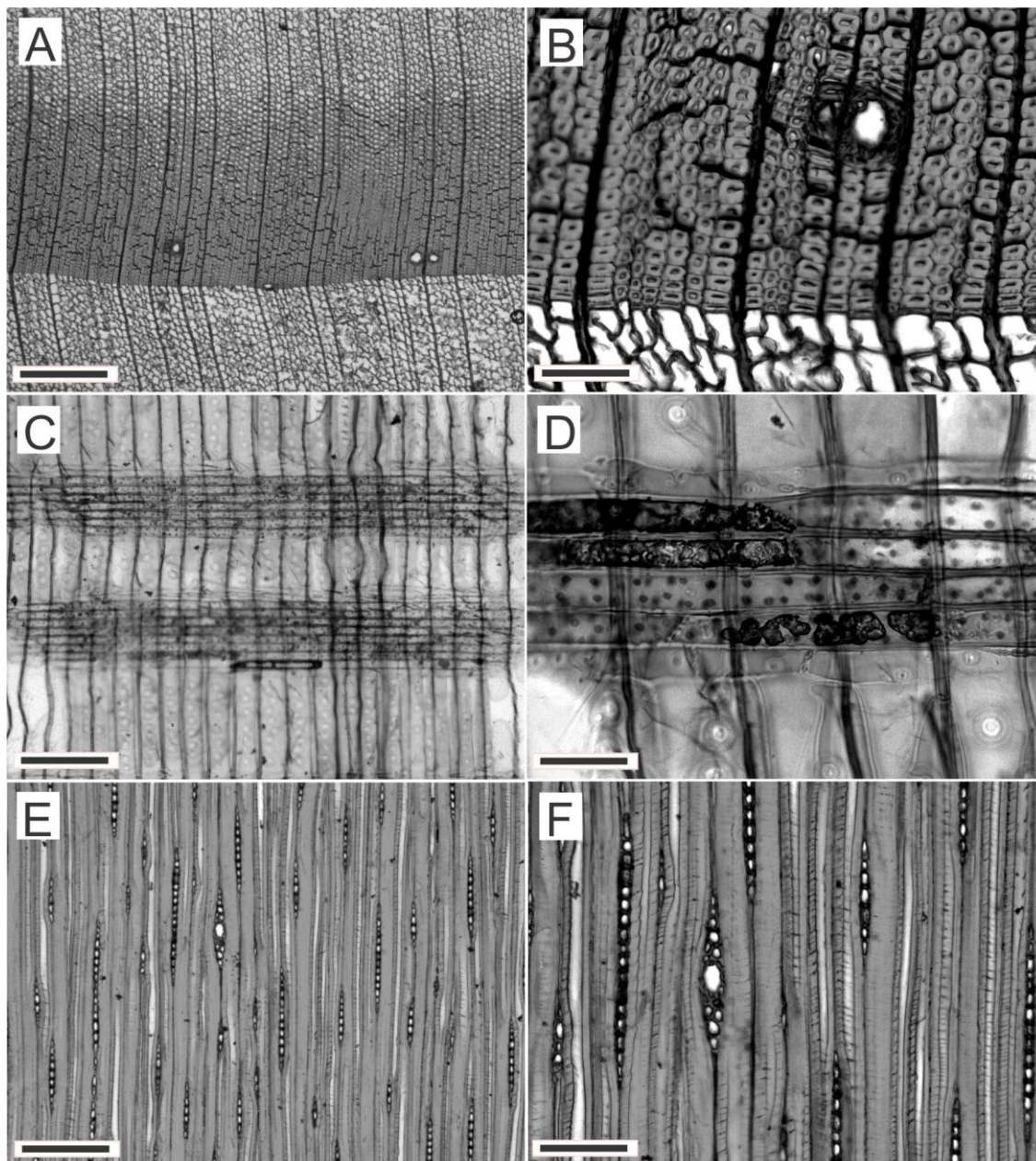
Pontoações areoladas: circulares (23-24-26 (s=1,1)  $\mu\text{m}$ ), em arranjos unisseriado e bisseriado-oposto (Figura 42C,D), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados, por vezes bisseriados; de 60-274-420 (s=84)  $\mu\text{m}$  de altura, com 3-15-22 (s=4,5) células e 10-14-17 (s=2,0)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 42E,F), com abundância de 4-6-8/mm (s=1,2). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares e uma fileira marginal de traqueoides radiais de paredes lisas (Figura 42C,D). Raios fusiformes, de 200-276-460 (s=61)  $\mu\text{m}$  de comprimento (Figura 42E,F), com canais resiníferos de 36-49-60 (s=5,3)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e 7-8-10 (s=0,8) células epiteliais de paredes espessas na seção do canal (Figura 42E,F). Campo de cruzamento com 2-8 pontoações piceoides (Figura 42D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 42 – Fotomicrografias do lenho de *Larix kaempferi*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e canais resiníferos longitudinais com células epiteliais de paredes espessas. C,D – Raios heterogêneos com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, campo de cruzamento com pontoações piceoides, e traqueoides com pontoações areoladas em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados e um raio fusiforme com células epiteliais de paredes espessas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,F=100  $\mu\text{m}$ ; C,E=200 $\mu\text{m}$ ; D=50 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.5 *Picea engelmannii* subsp. *mexicana* (Martínez) P.A. Schmidt

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos no término do anel e com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 43A).

Traqueoides axiais: de seção poligonal e retangular (20-32-45 (s=8,0)  $\mu\text{m}$ ), com nítidos espaços intercelulares entre os mesmos; de 1265-1906-2712 (s=358)  $\mu\text{m}$  de comprimento e paredes finas (2-3-6 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 43B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais (lenho tardio) de 55-105-150 (s=28)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 7-12-17 (s=28) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 43B).

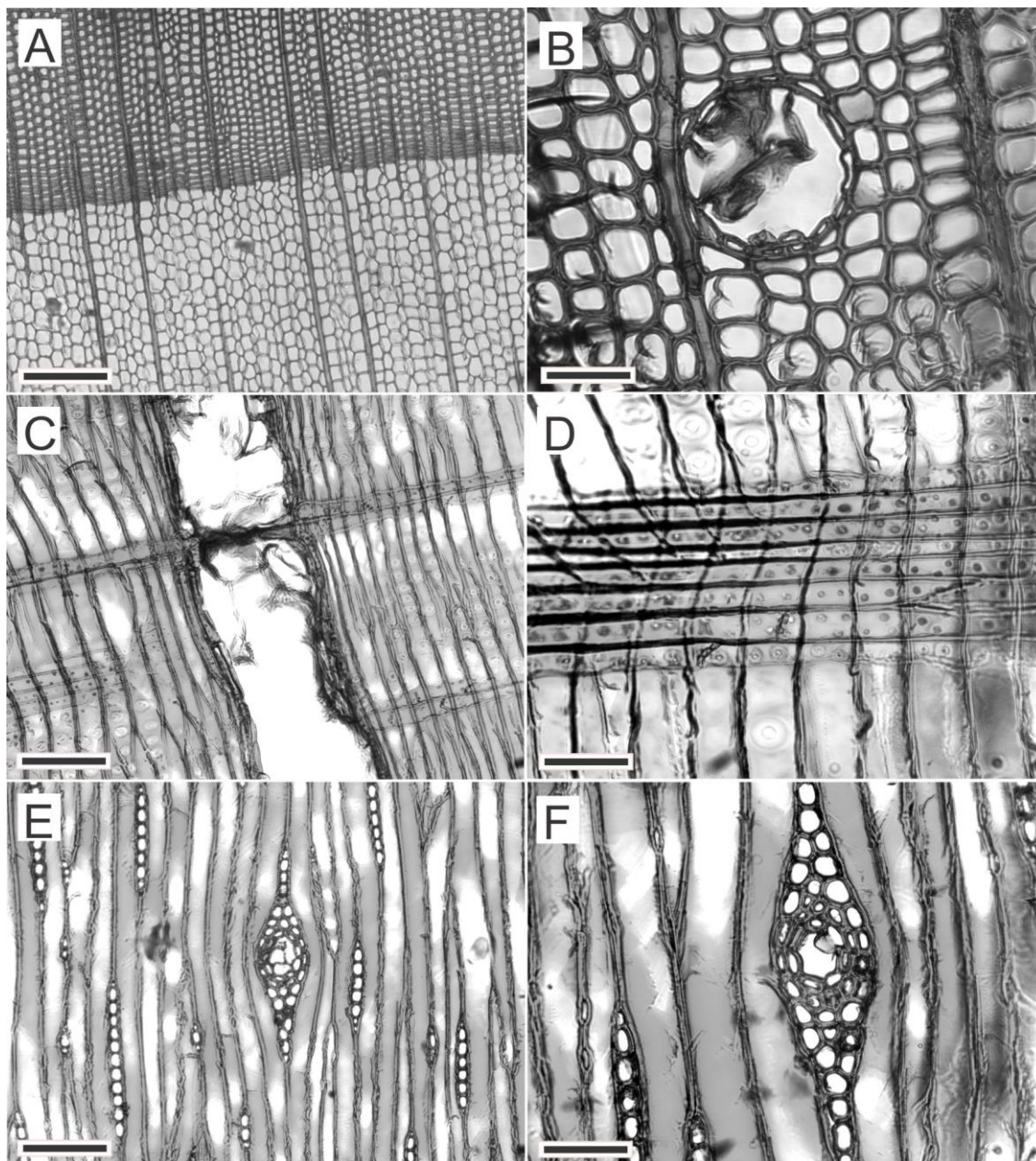
Pontoações areoladas: circulares (17-22-25 (s=1,9)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa Crássulas, presentes (Figura 43C,D).

Parênquima axial: ausente ou escasso.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 70-212-290 (s=60)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-13-18 (s=3,5) células e 12-19-25 (s=2,5)  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 6-8-10/mm (s=1,4). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais lisas ou nodulares, e traqueoides radiais em 1-3 fileiras marginais, de paredes lisas, com pontoações de bordas angulares e aberturas estreitas (Figura 43C,D). Raios fusiformes de 210-316-550 (s=73)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com canais resiníferos radiais de 40-48-55  $\mu\text{m}$  (s=4,6) de diâmetro, e 5-8-10 (s=1,2) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 43E,F). Campo de cruzamento com 1-4 pontoações piceoides, em distribuição irregular (Figura 43D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 43 – Fotomicrografias do lenho de *Picea engelmannii* subsp. *Mexicana*.



A – Limite de um anel de crescimento. B – Detalhe de canal resinífero longitudinal, com células epiteliais de paredes espessas. C – Raios heterogêneos e canal resinífero longitudinal. D – Raios heterogêneos, com traqueoides radiais, células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, e campo de cruzamento com 1-3 pontoações piceoides. E,F – Raios unisseriados e um raio fusiforme com sete células epiteliais de paredes espessas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=200 $\mu$ m; B,D,F=50 $\mu$ m; C,E=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.6 *Picea jezoensis* Carrière

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 44A,B).

Traqueoides axiais: poligonais e retangulares, de 16-26-37 (s=5,0)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 1800-2601-3450 (s=400)  $\mu\text{m}$  de comprimento e paredes finas a espessas (1,3-3,6-5,6 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 44A,B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos longitudinais de 50-80-142 (s=20)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 6-10-15 (s=3,0) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 44A,B).

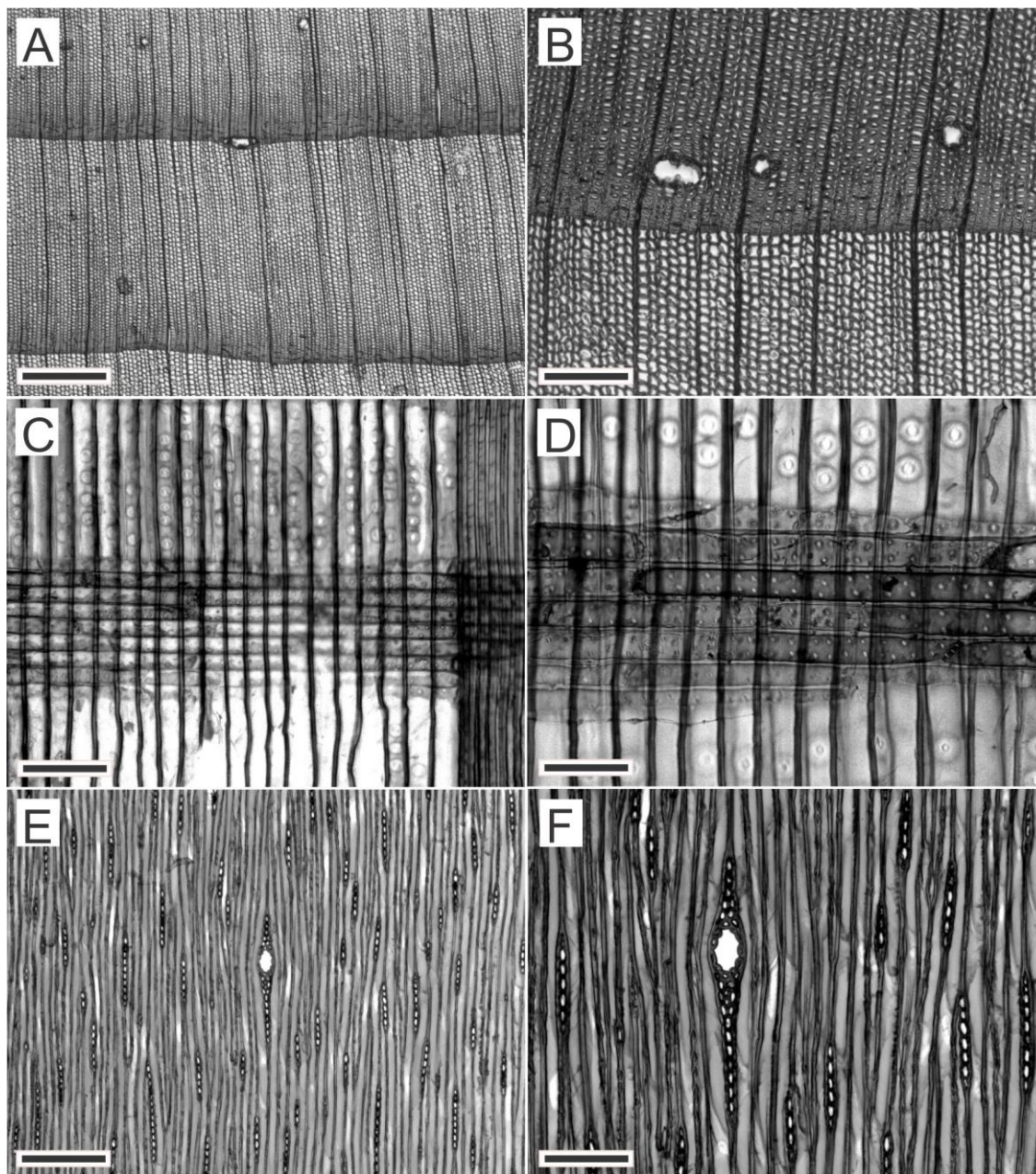
Pontoações areoladas: circulares (15-17-21 (s=1,3)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa (Figura 44C,D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 80-194-300 (s=46)  $\mu\text{m}$  de altura, com 4-11-16 (s=3,5) células e 10-14-22 (s=3,7)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 44E,F), com abundância de 6-8-10/mm (s=1,4). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, e 1-2 fileiras marginais de traqueoides radiais de paredes lisas, com pontoações de bordas angulares e aberturas estreitas (Figura 44C,D). Raios fusiformes de 190-276-350 (s=42)  $\mu\text{m}$  de altura (Figura 44E,F). Canais resiníferos radiais de 37-48-57 (s=6,2)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 6-8-9 (s=1,0) células epiteliais de paredes espessas na seção do canal (Figura 44E,F). Campo de cruzamento com 2-5 pontoações piceoides (Figura 44D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 44 – Fotomicrografias do lenho de *Picea jezoensis*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e canais resiníferos longitudinais com células epiteliais de paredes espessas. C,D – Pontoações areoladas unisseriadas, raios heterogêneos e campo de cruzamento com pontoações piceoides. E,F – Raios unisseriados e raios fusiformes com canal resinífero radial. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50 $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.7 *Pinus elliottii* Engelm.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides axiais de paredes mais espessas no término do anel. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 45A).

Traqueoides axiais: de seção circular, poligonal e retangular (24-40-61 (s=11)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 45A,B), com espaços intercelulares; de 1468-2164-3025 (s=472)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com paredes finas no lenho inicial, espessas no lenho tardio (2,6-4,7-8,2 (s=1,0)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais, presentes nos lenhos inicial e tardio; de 103-145-216 (s=26)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 4-6-10 (s=1,4) células epiteliais de paredes finas na seção (Figura 45A,B).

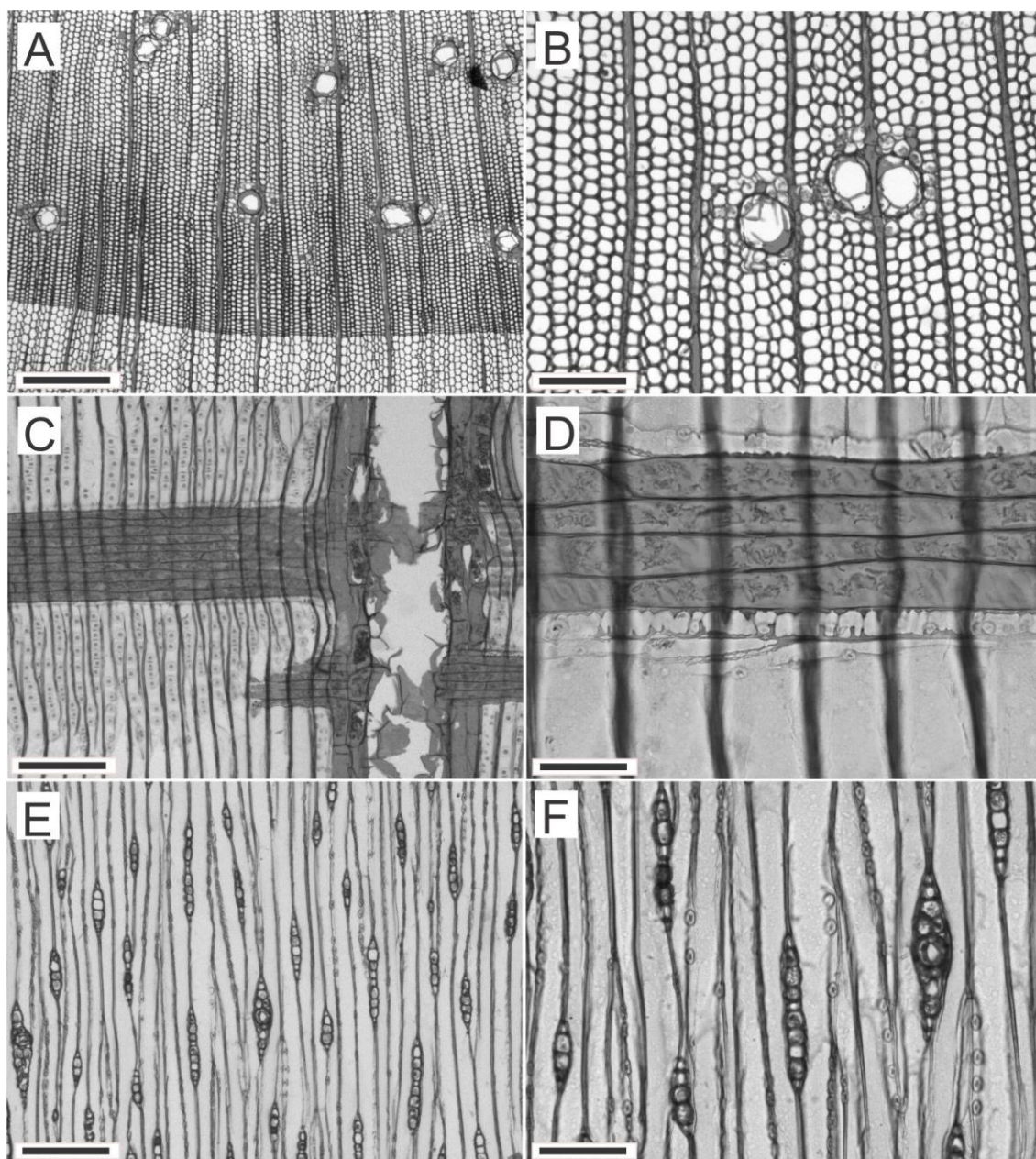
Pontoações areoladas: circulares (25,8-29-32 (s=1,8)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (raramente bisseriado-oposto), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes, bem desenvolvidas (Figura 45C).

Parênquima axial: associado aos canais resiníferos longitudinais (Figura 45A,B).

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 70-183-290 (s=54)  $\mu\text{m}$  de altura, com 1-9-14 (s=2,8) células e 17-24-30 (s=3,3)  $\mu\text{m}$  de largura, com abundância de 4-6-9/mm (s=1,4). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e traqueoides radiais de paredes denteadas a reticuladas, tanto no interior (1-4 fileiras) como nas margens dos raios (1-6 fileiras); dentes muito pronunciados e pontoações de bordas angulares (Figura 45C,D). Raios fusiformes de 160-260-420 (s=73)  $\mu\text{m}$  de comprimento. Canais resiníferos fisiológicos radiais de 30-42-57 (s=5,2)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com 3-4-5 (s=0,6) células epiteliais de paredes finas na seção (Figura 45E,F). Campo de cruzamento com 2-4 pontoações pinoides (Figura 45C,D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 45 – Fotomicrografias do lenho de *Pinus elliottii*.



A – Limite do anel de crescimento, e canais resiníferos longitudinais. B – Parênquima axial associado aos canais resiníferos longitudinais, com células epiteliais de paredes finas. C – Pontoações areoladas em arranjo unisseriado, raios heterogêneos e canal resinífero longitudinal com células epiteliais de paredes finas. D – Raio heterogêneo, com traqueoides radiais de paredes denteadas a reticuladas e campo de cruzamento com pontoações pinoides. E,F – Raios unisseriados e raios fusiformes com canais resiníferos com células epiteliais de paredes finas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C,E=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.3.1.8 *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 46A).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular e retangular (40-53-70 (s=7,1)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 46A,B), com espaços intercelulares; de 2450-3762-5384 (s=880)  $\mu\text{m}$  de comprimento e paredes espessas (2,5-10-16 (s=3,2)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos longitudinais, presentes nos lenhos inicial e tardio; de 92-141-175 (s=20)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, revestidos por células epiteliais de paredes finas (Figura 46A,B).

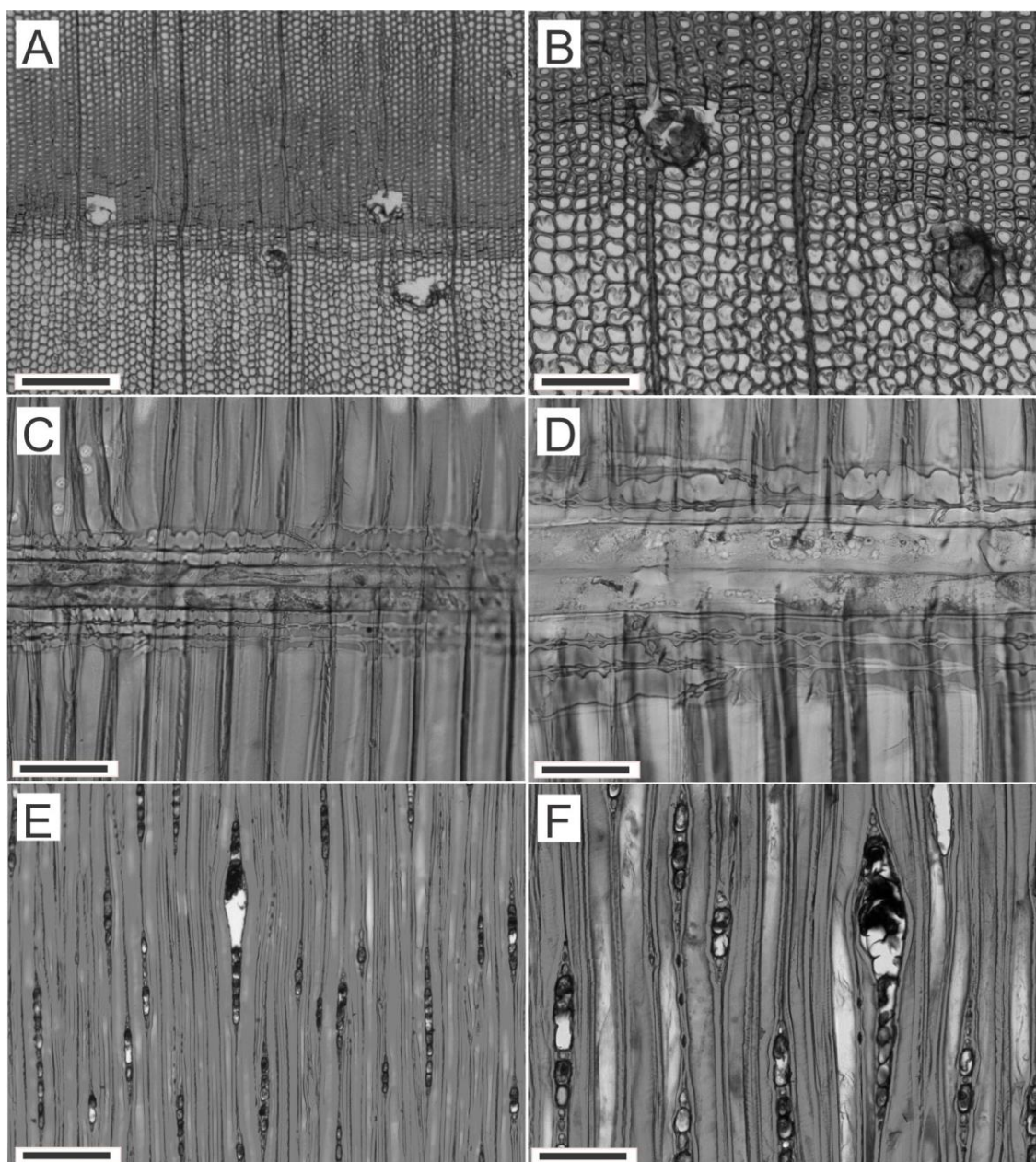
Pontoações areoladas: circulares (21-25-28 (s=1,6)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (raramente bisseriado-oposto), com torus discoide e abertura circular-inclusa ou cruzadas em “x” no par. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: associado aos canais resiníferos longitudinais (Figura 46B).

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 130-270-540 (s=122)  $\mu\text{m}$  de altura, com 5-12-25 (s=5,5) células e 15-22-27 (s=3,0)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 46E,F), com abundância de 3-5-8/mm (s=1,0). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e traqueoides radiais de paredes denteadas, tanto no interior (1-2 fileiras) como nas margens (1-4 fileiras), e com pontoações de bordas denteadas (Figura 46C,D). Raios fusiformes de 260-474-650 (s=103)  $\mu\text{m}$  de altura. Canais resiníferos radiais de 35-48-62 (s=5,3)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, revestidos por células epiteliais de paredes finas (Figura 46E,F). Campo de cruzamento com 2-5 pontoações pinoides (Figura 46C,D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 46 – Fotomicrografias do lenho de *Pinus oocarpa*.



A – Limite do anel de crescimento e canais resiníferos longitudinais com células epiteliais de paredes finas. C,D – Raios heterogêneos, com traqueoides radiais de paredes denteadas e campo de cruzamento com pontoações pinoides. E,F – Raios fusiformes, células epiteliais de paredes finas na seção do canal resinífero e raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.9 *Pinus palustris* Mill.

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos e de paredes espessas no lenho tardio, nitidamente contrastantes com os traqueoides do lenho inicial. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 47A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular e retangular (28-49-68 (s=12)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 47A,B); de 2900-4796-6900 (s=960)  $\mu\text{m}$  de comprimento e paredes finas a espessas (5-7,6-14 (s=2,6)  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos longitudinais, presentes nos lenhos inicial e tardio; de 163-225-289 (s=35,5)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com células epiteliais de paredes finas (Figura 47A,B).

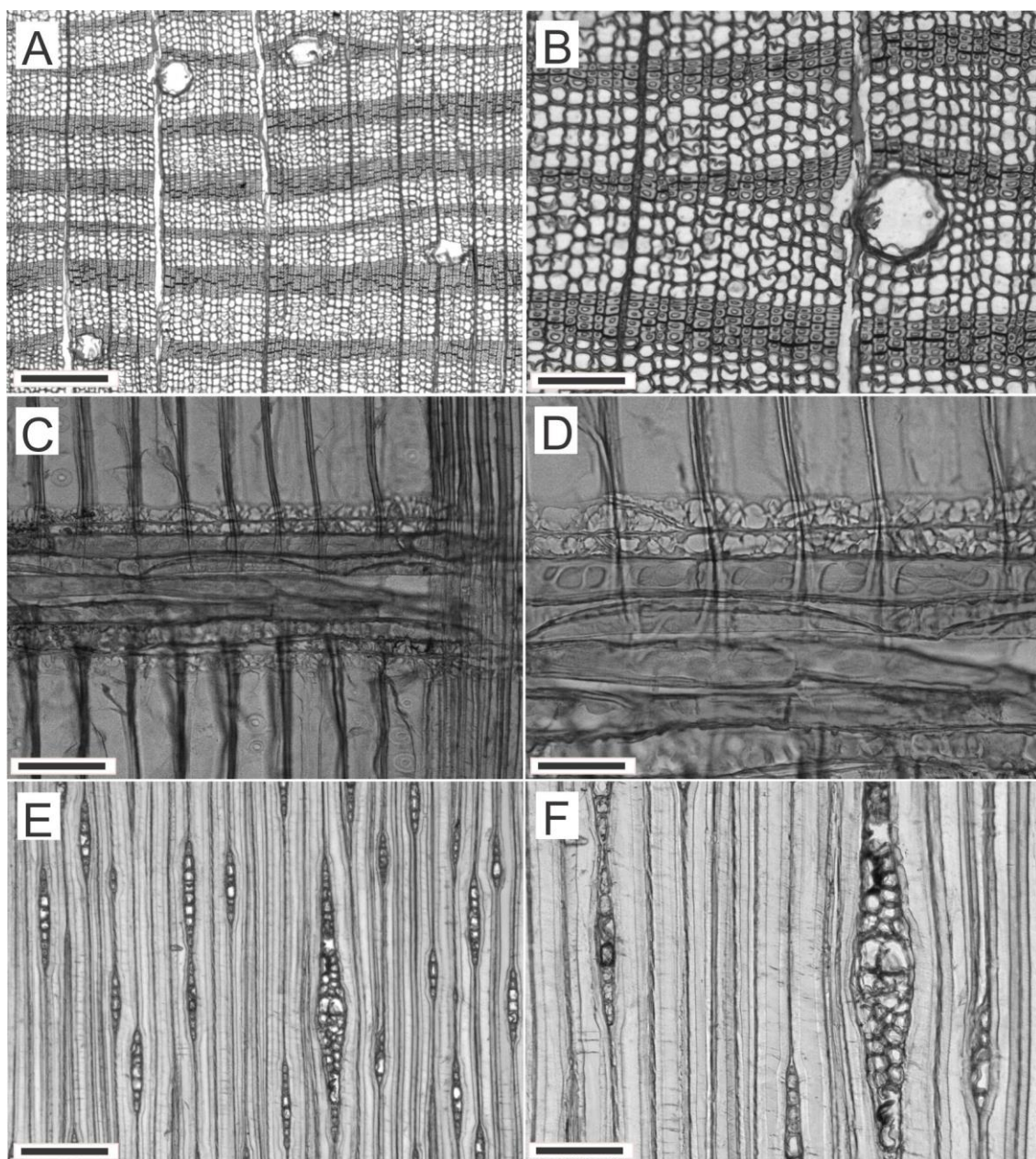
Pontoações areoladas: circulares (23-27-30 (s=1,6)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (raramente bisseriado-oposto), com torus discoide e abertura circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: associados aos canais resiníferos longitudinais.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 230-332-600 (s=90,6)  $\mu\text{m}$  de altura, com 8-13-19 (s=3,2) células e 20-24-27 (s=2,4)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 47E,F), com abundância de 2-5-7/mm (s=1,3). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas, e traqueoides radiais de paredes reticuladas, tanto no interior (1-2 fileiras), como nas margens (1-4 fileiras), e com pontoações de bordas angulares (Figura 47C,D). Raios fusiformes de 410-680-850 (s=111)  $\mu\text{m}$  de altura. Canais resiníferos radiais de 60-70-88 (s=7,4)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, revestidos de células epiteliais de paredes finas (Figura 47E,F). Campo de cruzamento com 2-4 (até 5) pontoações pinoides (Figura 47C,D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes. Cristais prismáticos, ausentes.

Figura 47 – Fotomicrografias do lenho de *Pinus palustris*.



A,B – Anel de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e canais resiníferos longitudinais com células epiteliais de paredes finas. C,D – Raios heterogêneos, campo de cruzamento com 1-5 pontoações pinoides e traqueoides radiais de paredes reticuladas. E,F – Raios unisseriados, raios fusiformes e canal resinífero com células epiteliais de paredes finas. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.10 *Pseudolarix amabilis* (J.Nelson) Rehder

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares no término do anel. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 48A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular e retangular (Figura 48A,B); de 2100-3003-4220 (s=517)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 17-38-55 (s=10,4)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4,4-6,3 (s=1,1)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 48B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

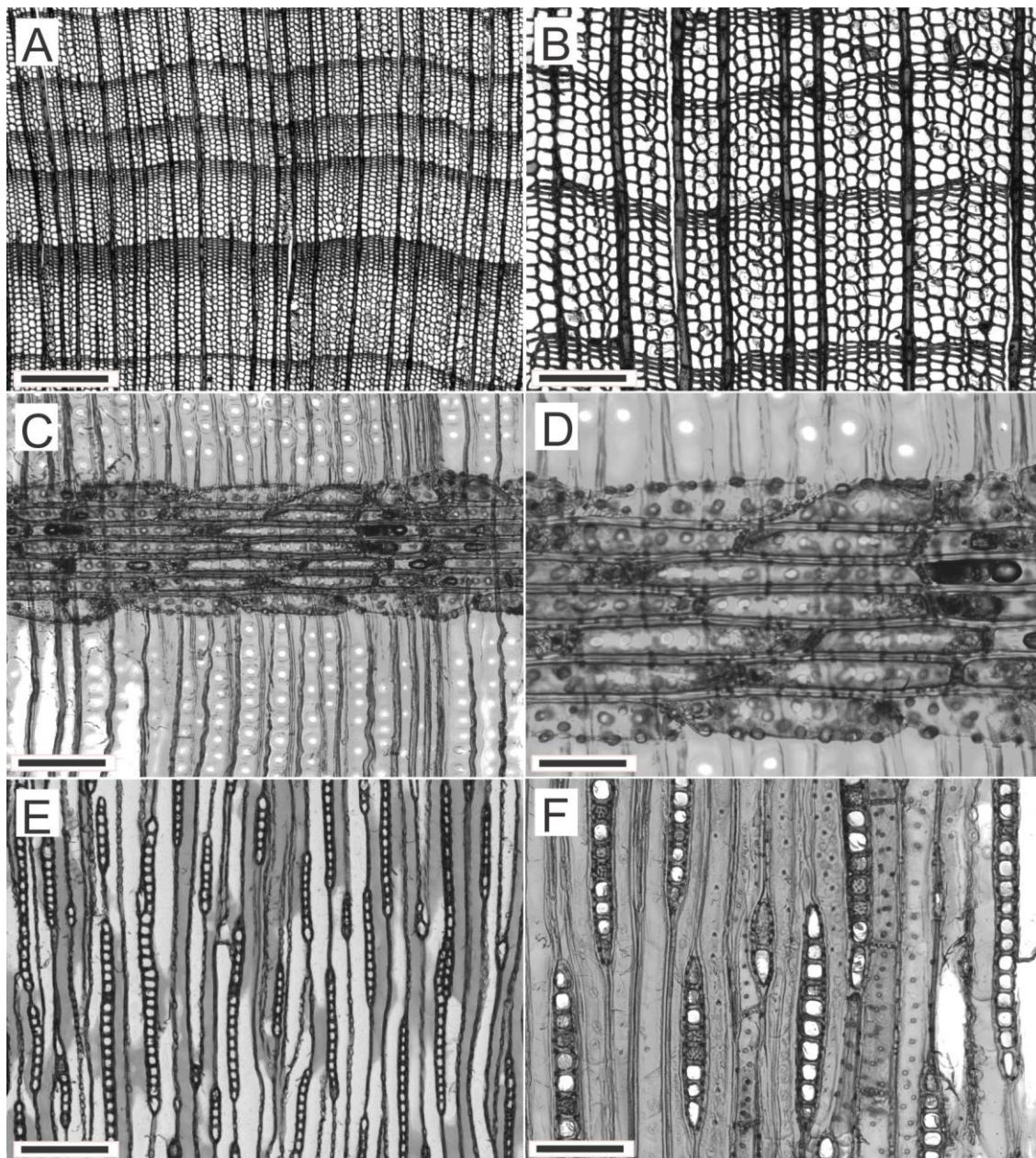
Pontoações areoladas: circulares (19,6-22,2-24,7 (s=1,4)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado (Figura 48D) e bisseriado-oposto, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa. Crássulas, presentes.

Parênquima axial: marginal, com células de paredes transversais lisas ou nodulares.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 200-554-880 (s=164)  $\mu\text{m}$  de altura, com 8-22-35 (s=6) células e 20-27-35 (s=3,5)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 48E,F), com abundância de 6-8-10/mm (s=1,4). Raios homogêneos, compostos por células parenquimáticas de paredes terminais nodulares. Campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides (Figura 48C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais prismáticos, canais resiníferos fisiológicos (longitudinais e radiais) e traumáticos, ausentes.

Figura 48 – Fotomicrografias do lenho de *Pseudolarix amabilis*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e parênquima axial marginal, canais resiníferos ausentes. C,D – Raios homogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, campo de cruzamento com 2-5 pontoações piceoides e traqueoides com pontoações areoladas, em arranjo unisseriado. E,F – Raios unisseriados e parênquima axial com células de paredes transversais nodulares. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

#### 5.4.3.1.11 *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides radialmente estreitos e de paredes mais espessas no lenho tardio. Transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio (Figura 49A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal, circular e retangular, de 22-34-47 ( $s=7,6$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 49A,B); com 2060-2990-3750 ( $s=458$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento e paredes finas a espessas (2,5-5,6-10 ( $s=1,8$ )  $\mu\text{m}$ ). Espessamentos espiralados, presentes (Figura 49D). Espessamentos calitroides, traqueoides seriados, placas de resina e trabéculas, ausentes. Canais resiníferos longitudinais, presentes no lenho tardio; de 40-61-92 ( $s=14,2$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro, revestidos por células epiteliais de paredes espessas (Figura 49B).

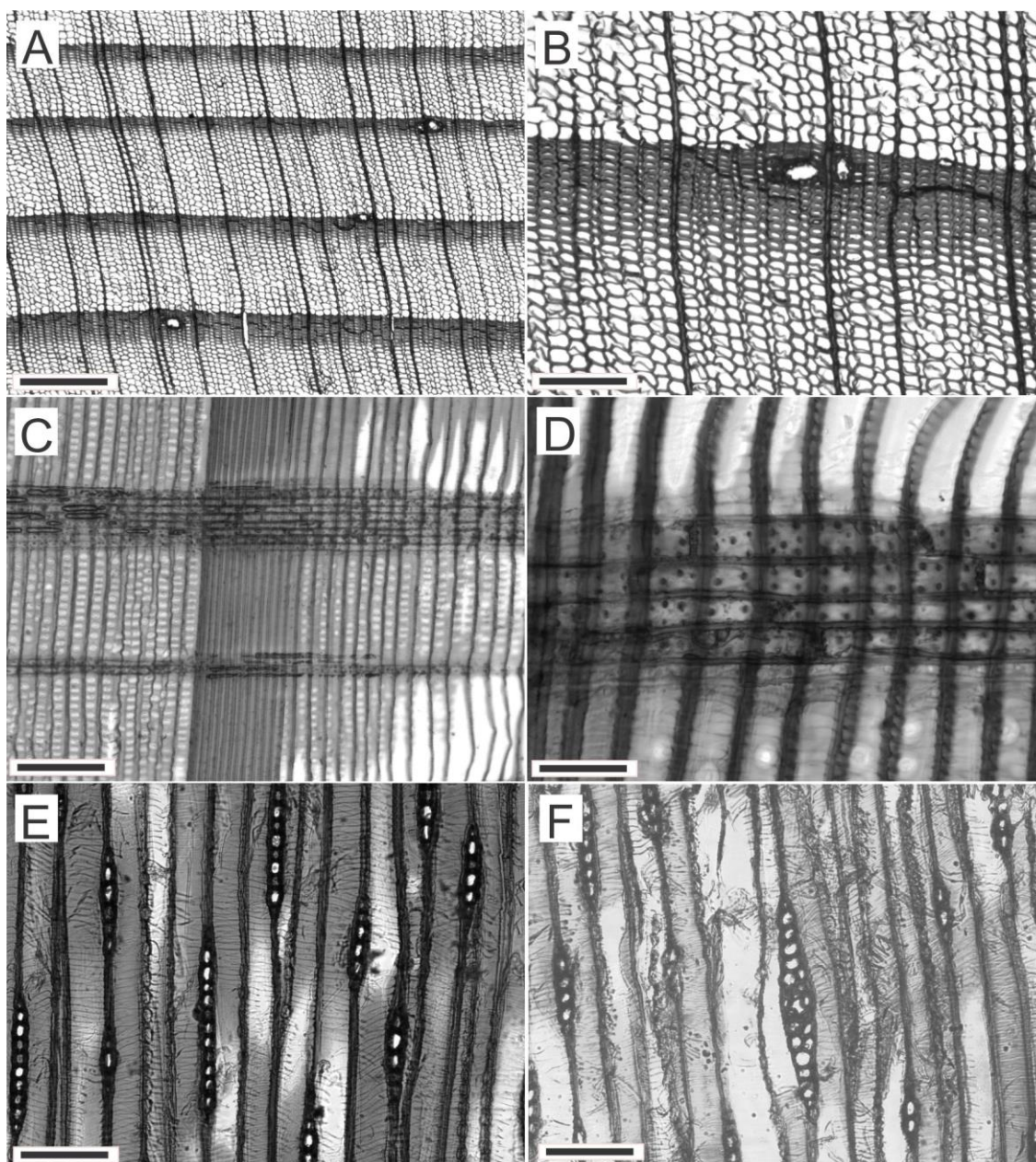
Pontoações areoladas circulares, de 22-34-47 ( $s=7,6$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro, em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura circular-inclusa (Figura 49C,D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 160-219-310 ( $s=41$ )  $\mu\text{m}$  de altura, com 8-11-17 ( $s=3,2$ ) células e 15-22-27 ( $s=3,4$ )  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 49E,F), com abundância de 3-5-7/mm ( $s=1,0$ ). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, e traqueoides radiais de paredes lisas, em 1-2 fileiras marginais. Raios fusiformes de 170-246-370 ( $s=53$ )  $\mu\text{m}$  de comprimento. Canais resiníferos radiais de 12-20-27 ( $s=3,9$ )  $\mu\text{m}$  de diâmetro, revestidos por 3-5-7 ( $s=0,8$ ) células epiteliais de paredes espessas na seção (Figura 37F). Campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides (Figura 49C,D). Cristais, ausentes.

Outros caracteres: cristais prismáticos, ausentes. Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais, presentes.

Figura 49 – Fotomicrografias do lenho de *Pseudotsuga menziesii*.



A,B – Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e canais resiníferos longitudinais com células epiteliais de paredes espessas. C,D – Raios heterogêneos, campo de cruzamento com 2-5 pontoações piceoides, traqueoides com espessamentos espiralados e pontoações areoladas em arranjo unisseriado. E – Raios unisseriados e traqueoides com espessamentos espiralados. F – Raio Fusiforme. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,C=200  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ ; E,F=100  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.



#### 5.4.3.1.12 *Tsuga canadensis* Carrière

Anéis de crescimento: distintos, marcados por traqueoides retangulares e de paredes espessas no lenho tardio. Transição gradual entre os lenhos inicial e tardio (Figura 50A,B).

Traqueoides axiais: de seção poligonal e retangular (Figura 50A,B), de 1780-2242-2880 (s=296)  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 27-39-52 (s=8,0)  $\mu\text{m}$  de diâmetro e paredes finas (2,5-4-6 (s=1)  $\mu\text{m}$ ) (Figura 50B). Espessamentos espiralados, espessamentos calitroides, placas de resina e trabéculas, ausentes.

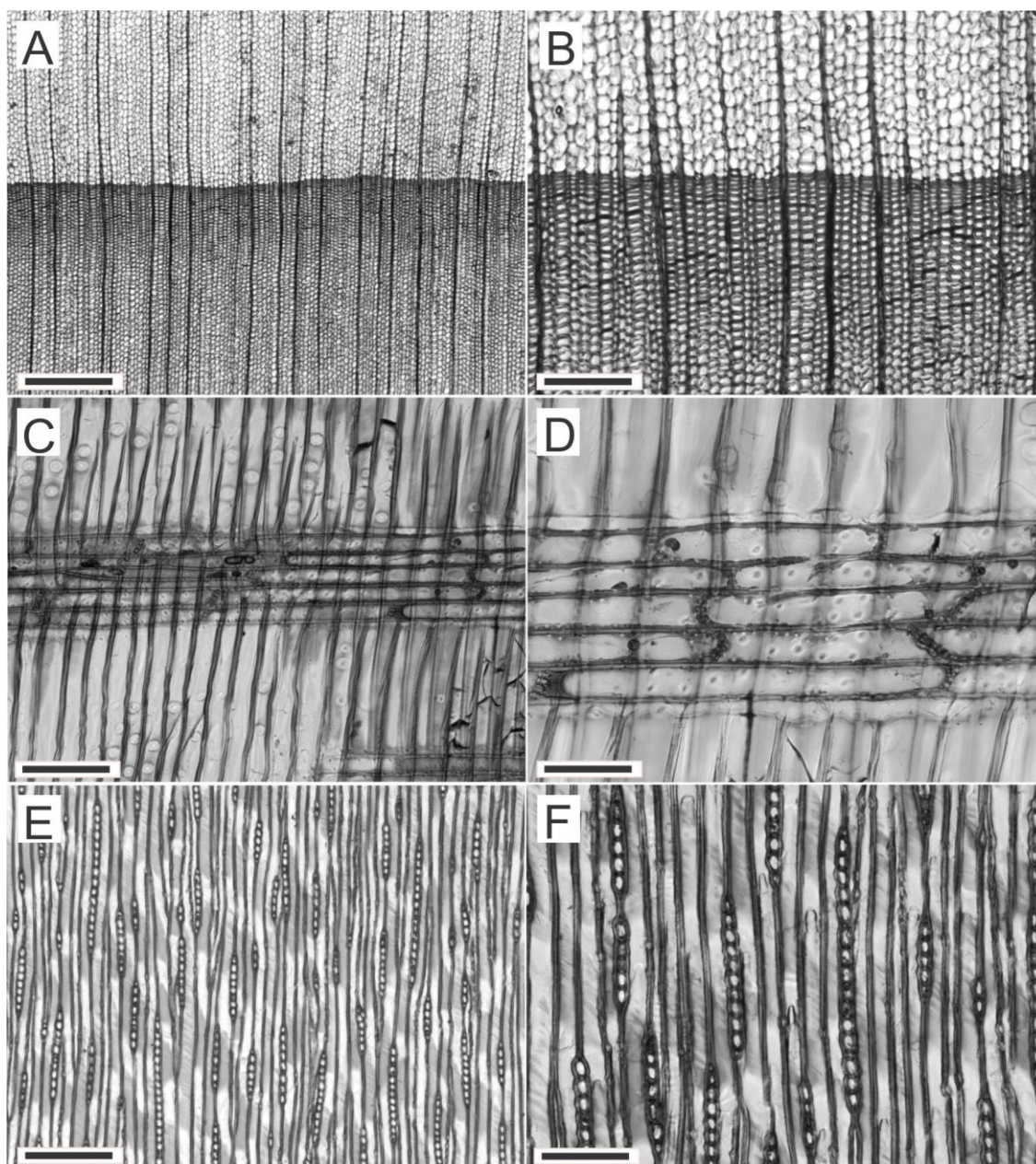
Pontoações areoladas: circulares (15-18-23 (s=2)  $\mu\text{m}$ ), em arranjo unisseriado, com torus discoide e abertura lenticular ou circular-inclusa (Figura 50C,D). Crássulas, ausentes.

Parênquima axial: ausente ou escasso.

Raios: unisseriados e parcialmente bisseriados, de 150-334-580 (s=107)  $\mu\text{m}$  de altura, com 9-17-30 (s=5,4) células e 12-20-25 (s=3,2)  $\mu\text{m}$  de largura (Figura 50E,F), com abundância de 6-9-10/mm (s=1,2). Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares, e traqueoides radiais de paredes lisas, em uma fileira marginal. Campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides (Figura 50C,D). Conteúdo, ausente.

Outros caracteres: cristais prismáticos, canais resiníferos fisiológicos (longitudinais e radiais) e traumáticos, ausentes.

Figura 50 – Fotomicrografias do lenho de *Tsuga canadensis*.



A,B – Anel de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio. C,D – Raios heterogêneos, com células parenquimáticas de paredes terminais nodulares e uma fileira marginal de traqueoides radiais; campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides. E,F – Raios unisseriados. A,B – Seção transversal. C,D – Seção radial. E,F – Seção tangencial. Escala das barras: A=500  $\mu\text{m}$ ; B,E=200  $\mu\text{m}$ ; C,F=100  $\mu\text{m}$ ; D=50  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

## 6 ANÁLISE DA ESTRUTURA ANATÔMICA

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO TAXONÔMICA (ANÁLISE DE AGRUPAMENTO)

Sob o ponto de vista da anatomia da madeira foi possível distinguir e separar as espécies estudadas em três das quatro subclasses propostas por Christenhusz et al. (2011): Gnetidae, Cycadidae e Pinidae (figura 51). Ginkgoidae, no entanto, ficou dentro do grupo das Pinidae (Figura 51), na ordem das Cupressales, por compartilhar muitas características anatômicas em comum com este grupo. Este, porém, não parece ser o posicionamento mais correto. Por apresentar características morfológicas peculiares, muito distintas das demais espécies, *Ginkgo biloba* merece ser considerado em um grupo a parte.

As subclasses Cycadidae, Ginkgoidae, Pinidae, caracterizam-se anatomicamente pela ausência de elementos vasculares e pela presença quase que exclusiva de traqueoides. Já a subclasse Gnetidae é caracterizada pela presença de elementos vasculares e de traqueoides.

Observa-se no dendrograma (figura 51) que Gnetidae é a subclasse mais distante em relação as outras Gimnospermas, devido a um grande número de características anatômicas mais comuns em Angiospermas do que em Gimnospermas, como por exemplo, elementos de vasos, poros com distribuição difusa, parênquima axial abundante em arranjo apotraqueal e paratraqueal, raios largos, compostos por células procumbentes e quadradas, entre outros. Contrariando as recentes análises moleculares, que propuseram as Pinaceae como grupo irmão de Gnetidae. Levando-se em consideração apenas as características anatômicas da madeira, as Pinaceae se mostram como um grupo isolado, com características anatômicas muito distintas em relação aos outros grupos.

Nas Gnetidae, os elementos de vasos podem ter lúmen largo ou estreito, raios geralmente largos, placas de perfuração simples ou foraminadas, células espiculares presentes ou ausentes. Observa-se na figura 51 que as três espécies estudadas são muito distintas entre si, sendo possível separá-las em três grupos (ordens) distintas, com base nas características anatômicas, compatíveis com a classificação linear proposta por Christenhusz et al. (2011).

*Ephedra tweediana* (Ephedraceae), pode ser identificada pelos seguintes caracteres: anéis de crescimento descontínuos, vasos numerosos de lúmen estreito, placas de perfuração exclusivamente foraminadas (6-20 perfurações), raios com 2-6 células de largura, com células quadradas, eretas e fracamente procumbentes. *Gnetum gnemon* (Gnetaceae) tem anéis de crescimento ausentes, vasos de lúmen grande, placas de perfuração simples, por vezes foraminada (8 perfurações), raios com 2-15 células de largura, com células procumbentes no

corpo central e uma fileira de células quadradas, com cristais prismáticos. *Welwitschia mirabilis* (Welwitschiaceae), por sua vez, apresenta, vasos distribuídos em feixes com forma de fusos, placa de perfuração simples e células espiculares com cristais de oxalato de cálcio.

As Cycadidae separam-se das outras subclasses pela medula abundante na seção do tronco; xilema secundário não substancial, anéis de crescimento indistintos, pontoações areoladas hexagonais multisseriadas alternas (araucarioides); raios multisseriados largos e altos, campo de cruzamento com pontoações araucarioides, parênquima radial com paredes horizontais lisas. Características também observadas por Greguss (1955).

Apesar de *Ginkgo biloba* (Ginkgoidae) não separar-se como uma subclasse a parte, esta pode ser caracterizada pela medula não abundante na seção do tronco, xilema secundário substancial, pontoações opostas e com crássulas nos traqueoides, células de parênquima axial esporadicamente com drusas de oxalato de cálcio, campo de cruzamento com pontoações araucarioides, parênquima radial com paredes horizontais lisas. Caracteres em consonância com Greguss (1955) e Marchiori (2005). Se a anatomia da madeira isoladamente não possibilita sua distinção a este nível taxonômico devida a falta de características exclusivas, pode, no entanto ser utilizada como auxílio a taxonomia em categorias menos abrangentes, como gênero e espécie.

A subclasse Pinidae apresenta características anatômicas muito diversificadas, podendo ser caracterizada, de modo geral, pela madeira substancial, pontoações areoladas alternas ou opostas; parênquima axial presente ou ausente; raios homogêneos ou heterogêneos; canais resiníferos presentes ou ausentes; espessamentos espiralados presentes ou ausentes; e raios fusiformes presentes ou ausentes.

Nesta subclasse (Figura 51), observa-se a formação de três grandes grupos: de um lado a família Pinaceae, de outro a família Araucariaceae e um grande grupo incluindo as espécies da família Taxaceae, Cupressaceae, Podocarpaceae, Sciadopityaceae (*Sciadopitys verticillata*) e *Ginkgo biloba*. Neste caso, no entanto, levando em consideração as características anatômicas, não houve correspondência com as três ordens distintas: Pinales, Araucariales e Cupressales, propostas por Christenhusz et al. (2011). Considerando-se os grupos formados pelas características anatômicas da madeira (Figura 51), a ordem Pinales incluiria apenas a família Pinaceae; a Araucariales, apenas a Araucariaceae; e a Cupressales, as Taxaceae, Cupressaceae, Podocarpaceae, Sciadopityaceae e Ginkgoaceae.

A análise de agrupamento e Christenhusz et al. (2011) posicionaram *Sciadopitys verticillata* (Sciadopityaceae) em Cupressales. No entanto, isso não parece certo, pois esta apresenta pontoações do campo de cruzamento do tipo fenestriforme, caráter comum em

algumas espécies do gênero *Pinus* (Pinaceae), e ausente nas demais famílias. Sendo assim, esta espécie, aparentemente, estaria melhor posicionada na ordem Pinales. O seu posicionamento em Cupressales decorre provavelmente devido a não inclusão, no presente estudo, de nenhuma espécie do gênero *Pinus* com este tipo de pontoação.

Nas Pinaceae (Figura 51), devido a estrutura anatômica diversificada, foi possível a separação de três grupos. O grupo do gênero *Pinus*, que se distingue pelas células epiteliais de paredes muito finas em canais resiníferos longitudinais e radiais, e pelos traqueoides radiais com paredes dentadas ou reticuladas, no campo de cruzamento. O grupo de *Taiwania cryptomerioides* (Cupressaceae), que se agrupou com *Keteleeria fortunei* e *Pseudolarix amabilis* (Pinaceae) devido a presença de canais longitudinais, da transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, e raios homogêneos, e canais resiníferos traumáticos e de parênquima radial com paredes nodulares. No entanto, *Taiwania cryptomerioides* (Cupressaceae), é posicionada no grupo das Cupressaceae, devido às pontoações do campo de cruzamento serem do tipo cupressoides, entre outras características. Posicionamento, este, que parece ser o mais correto. O último grupo, por sua vez, ficou formado pelas espécies de *Abies sibirica*, *Tsuga canadensis*, *Cedrus deodara*, *Picea jezoensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix kaempferi*, *Picea engelmannii* subsp. *Mexicana*. *Abies* e *Tsuga*, que apresentam em comum raios homogêneos e ausência de canais resiníferos; *Cedrus*, isoladamente, devido suas pontoações areoladas ornamentadas e ausência de canais resiníferos fisiológicos; e as espécies dos gêneros *Picea* e *Larix*, que se uniram devido aos canais resiníferos com células epiteliais de paredes espessas.

Segundo Marchiori (2005), na família Pinaceae é possível o reconhecimento de gêneros. Em *Cedrus*, *Picea* e *Pinus*, a estrutura radial é heterocelular, incluindo traqueoides radiais. Nos gêneros *Pinus* e *Picea*, a estrutura anatômica é marcada pela presença de canais resiníferos longitudinais e radiais, caráter ausente em espécies de *Cedrus*. Para a separação dos gêneros *Pinus*, *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*, assumem importância a natureza e o número de células que reveste a secção transversal dos canais. No caso de *Cedrus*, a estrutura anatômica apresenta traqueoides radiais e pontoações areoladas com torus estrelado, não ocorrendo canais resiníferos como característica normal.

De modo geral a família Pinaceae pode ser caracterizada pelas seguintes características anatômicas: anéis de crescimento sempre distintos; canais resiníferos presentes ou ausentes, com células epiteliais de paredes finas ou espessas; pontoações areoladas uni a bisseriadas nos traqueoides, com torus estrelado ou em forma de disco; parênquima axial geralmente ausente ou raro; células parenquimáticas de paredes transversais lisas ou nodulares; raios homogêneos ou heterogêneos; raios fusiformes presentes ou ausentes; parênquima radial de paredes

horizontais lisas ou nodulares; traqueoides radiais com paredes denteadas ou lisas; e campo de cruzamento com pontoações pinoides, piceoides ou fenestriiformes. Estando, estas características em consonância aos estudos de Esteban et. al (1996) e Greguss (1955).

O estatus de família à *Sciadopitys verticillata* deve ser considerada, pois apresenta características anatômicas distintas como anéis de crescimento distintos, parênquima axial ausente, pontoações areoladas unisseriadas nos traqueoides, raios homogêneos, campo de cruzamento com uma pontoação fenestriiforme, sem canais resiníferos e espessamentos espiralados, além de que sua morfologia é muito distinta das outras famílias, em relação a filotaxia das folhas (verticiladas).

As espécies de Araucariaceae ficaram claramente posicionadas em um grupo a parte. Esta família pode ser caracterizada pelos anéis de crescimento distintos ou indistintos, pelas pontoações areoladas alternas, de forma hexagonal em traqueoides, pelo parênquima axial geralmente ausente, pelos raios unisseriados e campo de cruzamento com pontoações araucarioides, células parenquimáticas de paredes horizontais sempre lisas; sem espessamentos espiralados, canais resiníferos e traqueoides radiais. Características também confirmadas por Record e Hess (1942) e Marchiori (2005). O gênero *Agathis*, apesar de ser muito similar com *Araucaria*, pode ser separado deste pela presença de parênquima axial escasso.











Continuação da tabela 2

Caracteres	<i>Callitris columellaris</i>	<i>Calocedrus decurrens</i>	<i>Calocedrus formosana</i>	<i>Chamaecyparis formosensis</i>	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Fitzroya cupressoides</i>	<i>Glyptostrobus lineatus</i>	<i>Papuacedrus papuana</i>	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	<i>Taiwania cryptomerioides</i>	<i>Taxodium distichum</i>	<i>Tetraclinis articulata</i>	<i>Thuja occidentalis</i>	<i>Thujopsis dolabrata</i>	<i>Widdringtonia nodiflora</i>	<i>Sciadopitys verticillata</i>
Pontoações areoladas hexagonais bisseriadas alternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontoações areoladas hexagonais multisseriadas alternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontoações areoladas unisseriadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pontoações areoladas bisseriadas opostas	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Pontoações areoladas multisseriadas opostas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Parênquima axial escasso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Parênquima axial difuso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
Parênquima axial apotraqueal difuso-em-agregados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial em zonas tangenciais	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Parênquima axial marginal	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquimas axial de paredes transversais lisas ou irregulares	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
Parênquima axial de paredes transversais irregulares ou nodulares	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Raios unisseriados a bisseriados ou parcialmente bisseriados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Raios multisseriados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raios fusiformes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raios homogêneos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Raios heterogêneos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima radial de paredes terminais lisas	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Parênquima radial de paredes terminais nodulares	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Continuação da tabela 2

Caracteres	<i>Amentotaxus argotaenia</i>	<i>Cephalotaxus drupacea</i>	<i>Taxus baccata</i>	<i>Torreya nucifera</i>	<i>Abies sibirica</i>	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Keteleeria fortunei</i>	<i>Larix kaempferi</i>	<i>Picea engelmannii subsp. mexicana</i>	<i>Picea jezoensis</i>	<i>Pinus elliotii</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pinus palustris</i>	<i>Pseudolarix amabilis</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Tsuga canadensis</i>
Pontoações areoladas hexagonais bisseriadas alternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontoações areoladas hexagonais multisseriadas alternas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontoações areoladas unisseriadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pontoações areoladas bisseriadas opostas	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
Pontoações areoladas multisseriadas opostas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial ausente	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Parênquima axial escasso	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Parênquima axial difuso	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial apotraqueal difuso-em-agregados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial em zonas tangenciais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parênquima axial marginal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Parênquimas axial de paredes transversais lisas ou irregulares	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Parênquima axial de paredes transversais irregulares ou nodulares	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Raios unisseriados a bisseriados ou parcialmente bisseriados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Raios multisseriados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raios fusiformes	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Raios homogêneos	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Raios heterogêneos	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Parênquima radial de paredes terminais lisas	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Parênquima radial de paredes terminais nodulares	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

Continuação da tabela 2





Continuação da tabela 2

Caracteres	<i>Amentotaxus argotaenia</i>	<i>Cephalotaxus drupacea</i>	<i>Taxus baccata</i>	<i>Torreya nucifera</i>	<i>Abies sibirica</i>	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Keteleeria fortunei</i>	<i>Larix kaempferi</i>	<i>Picea engelmannii subsp. mexicana</i>	<i>Picea jezoensis</i>	<i>Pinus elliottii</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pinus palustris</i>	<i>Pseudolarix amabilis</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Tsuga canadensis</i>
Traqueoides radiais de paredes denteadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Traqueoides radiais de paredes reticuladas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Campo de cruzamento com pontoações araucarioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campo de cruzamento com pontoações cupressoides	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campo de cruzamento com pontoações fenestriiformes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campo de cruzamento com pontoações piceoides	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Campo de cruzamento com pontoações pinoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Campo de cruzamento com pontoações taxodioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cristais prismáticos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Séries de drusas de oxalato de cálcio no parênquima axial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Células espiculares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Presença (1), ausência (0).

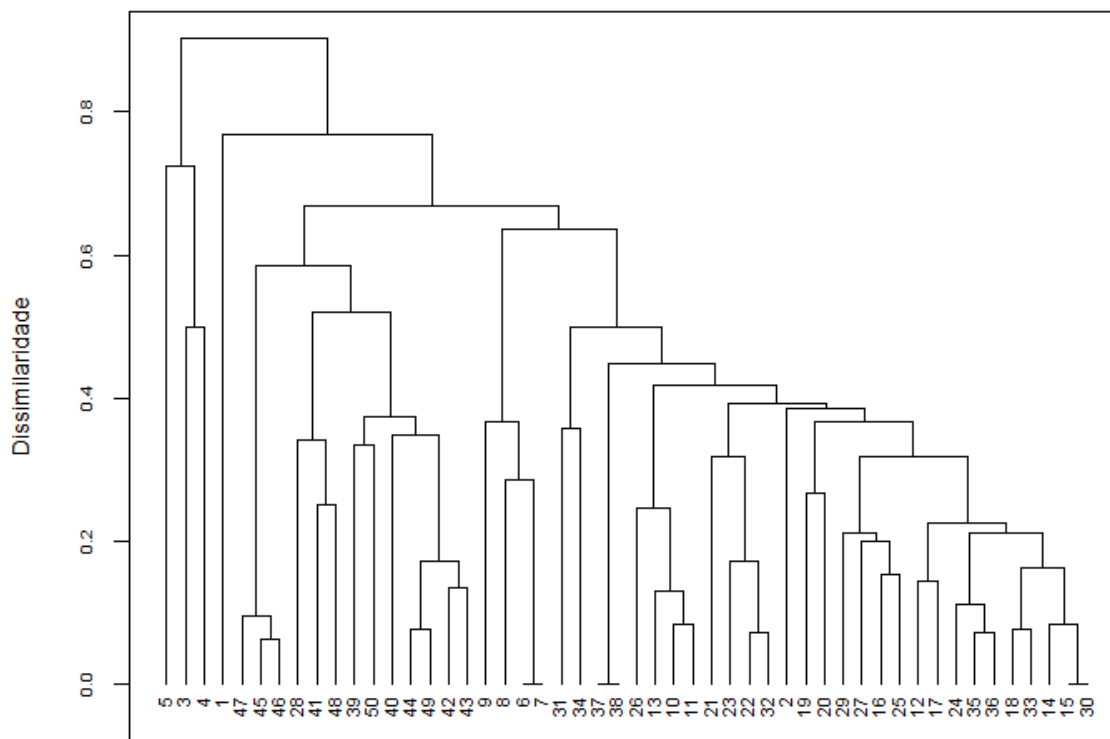
No entanto, considerando a análise de agrupamento das características anatômicas da madeira, as Podocarpaceae não estão representadas no mesmo grupo (ordem) das Araucariaceae, contrariando muitas proposições dos taxonomistas. De acordo com o dendrograma (Figura 51), a Ordem Cupressales, é formada pelas famílias Cupressaceae, Taxaceae e Podocarpaceae. Podocarpaceae ficou bem posicionada neste grupo, pois compartilha muitos caracteres anatômicos em comuns com Cupressales. Podocarpaceae, Cupressaceae e Taxaceae, apresentam pontoações areoladas uni ou bisseriadas nos traqueoides e campo de cruzamento geralmente com pontoações cupressoides; já as Araucariaceae (Araucariales) apresentam pontoações areoladas uni ou multisseriadas muito próximas entre si, com formato hexagonal, e campo de cruzamento com pontoações araucarioides, justificando a separação da família Podocarpaceae da ordem Araucariales.

As espécies da família Cupressaceae misturam-se no dendrograma (Figura 51) com as de Podocarpaceae. Neste caso a anatomia da madeira não se apresenta suficientemente diversificada para distinguir as famílias, podendo servir de auxílio a taxonomia de gêneros e espécies. Mesmo assim, pode-se observar que Cupressaceae, em geral apresenta-se mais diversificada do que as Podocarpaceae. De modo geral, as Cupressaceae são caracterizadas pelos anéis de crescimento geralmente distintos; parênquima axial abundante, em arranjo difuso, em zonas tangenciais ou marginal, células parenquimáticas com paredes transversais lisas ou nodulares; pontoações areoladas em arranjo uni, bi, raro trisseriado-oposto; raios tipicamente unisseriados, campo de cruzamento com pontoações cupressoides ou taxodioides; sem canais resiníferos fisiológicos e espessamentos espiralados. Características anatômicas também observadas por Record e Hess, (1949); Greguss (1955) e Marchiori (2005). Não foram encontrados traqueoides radiais, nas Cupressaceae em estudo. Esses elementos são citados como raros por Record e Hess, (1942), Greguss (1955) e Marchiori (2005).

Um aspecto importante a ser considerado neste estudo, ainda dentro da família Cupressaceae, foi a não união das espécies *Taxodium distichum* com *Glyptrostobus lineatus*, evidenciando que suas características anatômicas são diferentes, devendo-se considerar estas espécies como distintas, em outras palavras, não devem ser sinonimizadas (Figura 51).



Figura 51 – Dendrograma das espécies estudadas.



Legenda: 5-*Welwitschia mirabilis*, 3-*Ephedra tweediana*, 4-*Gnetum gnemon*; 1-*Cycas revoluta*; 47-*Pinus palustris*, 45-*Pinus elliottii*, 46-*Pinus oocarpa*, 28-*Taiwania cryptomerioides*, 41-*Keteleeria fortunei*, 48-*Pseudolarix amabilis*, 39-*Abies sibirica*, 50-*Tsuga canadensis*, 40-*Cedrus deodara*, 44-*Picea jezoensis*, 49-*Pseudotsuga menziesii*, 42-*Larix kaempferi*, 43-*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, 9-*Araucaria cunninghamii*, 8-*Araucaria araucana*, 6-*Agathis macrophylla*, 7-*Araucaria angustifolia*, 31-*Thuja occidentalis*, 34-*Sciadopitys verticillata*, 37-*Taxus baccata*, 38-*Torreya nucifera*, 26-*Papuacedrus papuana*, 13-*Podocarpus latifolius*, 10-*Dacrydium cupressinum*, 11-*Falcatifolium falciforme*, 21-*Chamaecyparis formosensis*, 23-*Cryptomeria japonica*, 22-*Chamaecyparis pisifera*, 32-*Thujopsis dolabrata*, 2-*Ginkgo biloba*, 19-*Calocedrus decurrens*, 20-*Calocedrus formosana*, 29-*Taxodium distichum*, 27-*Sequoiadendron giganteum*, 16-*Athrotaxis laxifolia*, 25-*Glyptostrobus lineatus*, 12-*Podocarpus lambertii*, 17-*Austrocedrus chilensis*, 24-*Fitzroya cupressoides*, 35-*Amentotaxus argotaenia*, 36-*Cephalotaxus drupacea*, 18-*Callitris columellaris*, 33-*Widdringtonia nodiflora*, 14-*Saxegothaea conspicua*, 15-*Actinostrobus pyramidalis*, 30-*Tetraclinis articulata*. Coeficiente cofenérico ( $r$ ):0,93.

As Podocarpaceae também apresentam abundante parênquima axial, raios unisseriados homogêneos e pontoações areoladas unisseriadas, ocasionalmente bisseriadas em traqueoides axiais. Na família, salienta-se, ainda, a ausência de canais resiníferos e espessamentos espiralados, aspectos assinalados igualmente por Marchiori (2005) e Record e Hess (1942).

Para a identificação anatômica, destaca-se a ocorrência de uma única pontoação por campo de cruzamento, raro duas, arredondadas e relativamente grandes.

Atualmente, a família Taxaceae é composta pelos gêneros, *Austrocedrus*, *Amentotaxus*, *Cephalotaxus*, *Pseudotaxus*, *Taxus* e *Torreia*. A organização da família Taxaceae sempre gerou muita controvérsia entre os taxonomistas, alternando-se frequentemente as espécies entre as famílias Taxaceae e a extinta família Cephalotaxaceae, notavelmente em relação ao gênero *Amentotaxus*. Apesar destas espécies apresentarem espessamentos espiralados, este caracter não foi suficiente para manter as quatro espécies agrupadas, como observa-se no dendrograma (Figura 51). As espécies dos gêneros *Taxus* e *Torreia* agrupam-se isoladamente entre si; *Amentotaxus* e *Cephalotaxus* ficaram bem distante destas, devido a presença abundante de parênquima axial em arranjo difuso. Segundo a análise de agrupamento, fica evidente a separação dos gêneros *Amentotaxus* e *Cephalotaxus* da família Taxaceae. Estas espécies poderiam retornar a antiga família Cephalotaxaceae, que era distinta de Taxaceae, pelo abundante parênquima axial, aspectos igualmente destacados por Greguss (1955) e Marchiori (2005).

## 6.2 ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS QUANTITATIVOS

### 6.2.1 Traqueoides

O comprimento dos traqueoides das espécies estudadas, variaram de 730-10.310  $\mu\text{m}$ . Segundo a IAWA (2011) os traqueoides são classificados de acordo com seus tamanhos, em três categorias: curtos ( $>3000 \mu\text{m}$ ), médios (3000-5000  $\mu\text{m}$ ) e longos ( $>5000 \mu\text{m}$ ). Observando a figura 52, verifica-se que as espécies *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae), *Ephedra tweendiana* (Ephedraceae), *Gnetum gnemon* (Gnetaceae), *Araucaria araucana* (Araucariaceae), *Podocarpus lambertii*, *Saxegonthea conspicua* (Podocarpaceae), *Callitris columellaris*, *Calocedrus decurrens*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya crupressoides*, *Glyptostrobus lineatus*, *Tetraclinis articulata*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolobrata* (Cupressaceae), *Sciadopitys verticillata* (Sciadopytiaceae), *Amentotaxus argotaenia*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata* (Taxaceae), *Abies sibirica*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana* e *Tsuga canadensis* (Pinaceae), apresentaram traqueoides de tamanho curtos, de acordo com IAWA (2011).

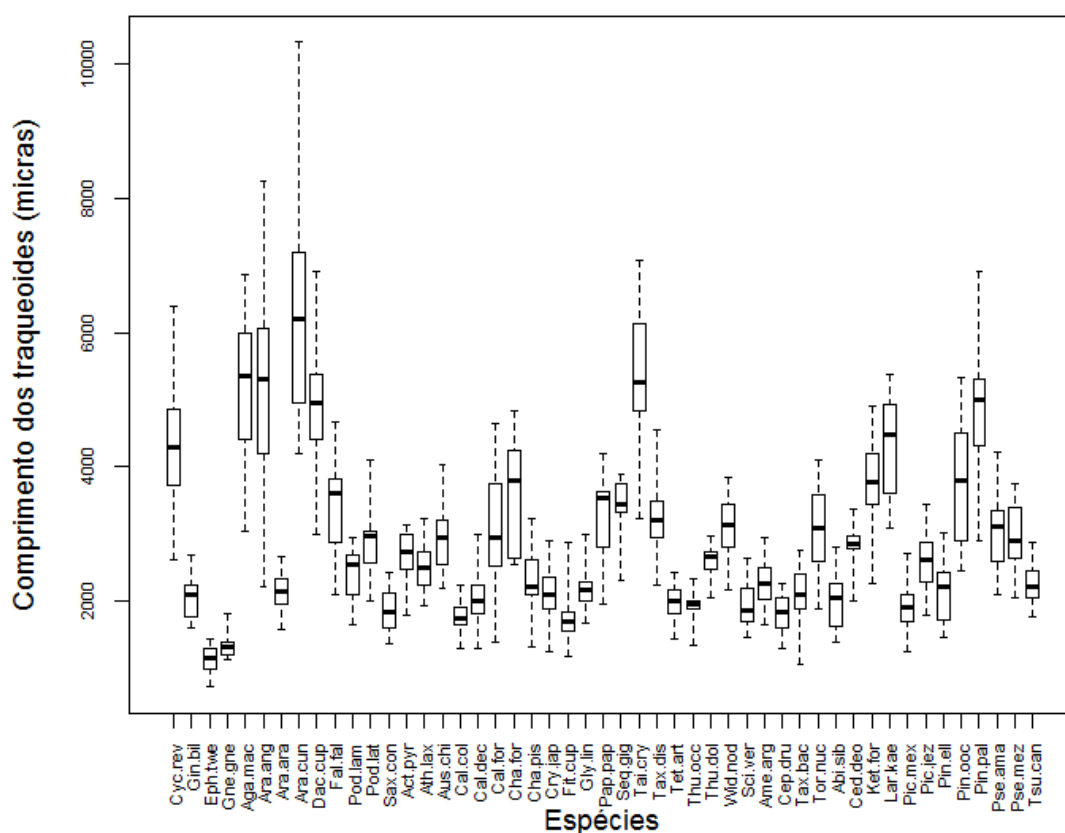
Em muitas espécies ocorreu a sobreposição de categorias: *Falcatifolium falcatiforme*, *Podocarpus latifolius* (Podocarpaceae), *Actinostrobus pyramidalis*, *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Calocedrus formosana*, *Chamaecyparis formosensis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Papuacedrus papuana*, *Sequoiadendrum giganteum*, *Taxodium distichum*, *Widdringtonia nodiflora* (Cupressaceae), *Torreya nucifera* (Taxaceae), *Cedrus deodara*, *Keteleeria fortunei*, *Picea jezoensis*, *Pinus elliotii*, *Pseudolarix amabilis*, *Pseudotsuga menziesii* (Pinaceae), apresentaram traqueoides de tamanho curto a médio. Nenhuma espécie, apresentou traqueoides de tamanho, exclusivamente, médio.

Nas espécies *Cycas revoluta*, *Pinus oocarpa* e *Pinus palustris*, o tamanho dos traqueoides variam de curto a longo. *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria cunninghamii*, *Dracridium cupressinum*, *Taiwania cryptomerioides* e *Pinus palustris* variaram entre os comprimentos médios a longos.

A família Araucariaceae apresentou traqueoides que variam de 1580-10.310  $\mu\text{m}$  de comprimento. Para os gêneros *Agathis* e *Araucaria*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de até 10.000  $\mu\text{m}$  de comprimento, as espécies estudadas, *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia* e *A. cunninghamii* apresentaram valores dentro do limite proposto por este autor. *Araucaria araucana*, no entanto, apresentou limite inferior, atingiu até 2670  $\mu\text{m}$ .

A família Podocarpaceae, apresentou traqueoides que variam de 1370-4670  $\mu\text{m}$  de comprimento. Para o gênero *Dacridium* (Podocarpaceae), Esteban et al. (1996) citam traqueoides de até 4000  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Dacridium cupressinum*, espécie estudada, ultrapassou o limite proposto, atingiu até 6900  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Saxegothaea*, os autores citam traqueoides de até 2700  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Saxegothaea conspicua*, espécie estudada, apresentou valores dentro do proposto, entre 1370-2430  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Podocarpus*, os autores citam traqueoides de até 3500  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Podocarpus lambertii*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. *Podocarpus latifolius*, apresentou limite superior, atingiu até 4670  $\mu\text{m}$ .

A família Cupressaceae apresentou traqueoides que variam de 1180-4830  $\mu\text{m}$  de comprimento. Para o gênero *Actinostrobus*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de até 2000  $\mu\text{m}$ ; *Actinostrobus pyramidalis*, espécie estudada, apresentou valores superiores, atingiu até 3150  $\mu\text{m}$ . Para *Athrotaxis*, os autores citam até 1800  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Athrotaxis laxifolia*, espécie estudada, também apresentou valores superiores, atingiu até 3230  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Austrocedrus*, os autores citam traqueoides de até 2500  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Austrocedrus chilensis*, espécie estudada, apresentou valores superiores, atingiu até 4025  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Callitris*, os autores citam traqueoides de até 2500  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Callitris columellaris*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Calocedrus*, os autores citam traqueoides de até 3600  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Calocedrus decurrens*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto; *Calocedrus formosana*, ultrapassou este limite, atingiu até 4600  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Chamaecyparis*, os autores citam traqueoides de até 3500  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Chamaecyparis pisifera*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto; *Chamaecyparis formosensis*, apresentou valores superiores, atingiu até 4830  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Cryptomeria*, os autores citam traqueoides de até 3000  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Cryptomeria japonica*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Fitzroya*, os autores citam traqueoides de até 2200  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Fitzroya cupressoides*, espécie estudada, apresentou valores superiores, atingiu até 2875  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Gyptostrobus*, os autores citam traqueoides de até 1600  $\mu\text{m}$  de comprimento;

Figura 52 – Comprimento dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.

Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Eph.twe (*Ephedra tweediana*), Gne.gne (*Gnetum gnetum*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobus lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thuja dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliottii*), Pin.occ (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

*Glyptostrobus lineatus*, espécie estudada apresentou limites superiores, até 3000  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Papuacedrus*, os autores citam traqueoides de até 2600  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Papuacedrus papuana*, espécie estudada, também apresentou limites superiores, atingiu até 4200  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Sequoiadendron*, os autores citam traqueoides de até 3600  $\mu\text{m}$  de comprimento; *Sequoiadendron giganteum*, espécie estudada, apresentou valores pouco superiores, atingiu até 3900  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Taiwania*, os autores citam traqueoides de até

3000 µm de comprimento; *Taiwania cryptomeroides*, espécie estudada, apresentou limites superiores, atingiu até 7080 µm. Para o gênero *Taxodium*, os autores citam traqueoides de até 3100 µm de comprimento; *Taxodium distichum*, espécie estudada, apresentou valores superiores, até 4560 µm. Para o gênero *Tetraclinis*, os autores citam traqueoides de até 2000 µm de comprimento; *Tetraclinis articulata*, espécie estudada, apresentou valores pouco superiores, até 2440 µm. Para o gênero *Thuja*, os autores citam traqueoides de até 3200 µm de comprimento; *Thuja occidentalis*, espécie estudada, apresentou valores abaixo deste limite, atingiu até 2350 µm. Para o gênero *Thujopsis*, os autores citam traqueoides de até 2200 µm de comprimento; *Thujopsis dolabrata*, espécie estudada, apresentou valores pouco superiores, atingiu até 2970 µm. Para o gênero *Widdringtonia*, por sua vez, os autores citam traqueoides de até 2100 µm de comprimento; *Widdringtonia nodiflora*, espécie estudada, apresentou limites superiores, atingiu até 3850 µm.

A família Sciadopityaceae apresentou traqueoides que variam de 1470-2650 µm de comprimento. Em seu único gênero *Sciadopitys*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de até 2500 µm de comprimento; *Sciadopitys verticillata*, espécie estudada, ultrapassou um pouco este limite, atingiu até 2650 µm.

A família Taxaceae apresentou traqueoides que variam de 1070-4100 µm de comprimento. Para o gênero *Amentotaxus*, Esteban et al. (1996), citam traqueoides com até 1900 µm de comprimento; *Amentotaxus argotaenia*, espécie estudada, apresentou valores superiores ao indicado, atingiu até 2950 µm. Para o gênero *Cephalotaxus*, os autores citam traqueoides com até 1800 µm de comprimento; *Cephalotaxus drupacea*, espécie estudada, apresentou também valores superiores ao indicado, atingiu até 2260 µm. Para o gênero *Taxus*, os autores citam traqueoides de até 2300 µm de comprimento; *Taxus baccata*, espécie estudada, também apresentou valores pouco superiores ao indicado, atingiu até 2770 µm. Para o gênero *Torreya*, os autores citam traqueoides com até 3300 µm de comprimento; *Torreya nucifera*, espécie estudada apresentou valores superiores ao indicado, atingiu até 4100 µm.

A família Pinaceae apresentou traqueoides de 1265-4900 µm de comprimento. Para o gênero *Abies*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de até 3500 µm de comprimento; *Abies sibirica*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto, atingiu até 2800 µm. Para o gênero *Cedrus*, os autores citam traqueoides de até 2500 µm de comprimento; *Cedrus deodara*, espécie estudada, apresentou valores superiores ao indicado, atingiu até 3380 µm. Para o gênero *Keteleeria*, os autores citam traqueoides de até 2000 µm de comprimento; *Keteleeria fortunei*, espécie estudada apresentou valores muito superiores ao indicado, atingiu até 4900 µm. Para o gênero *Picea*, os autores citam traqueoides com até 3500 µm de

comprimento; *Picea engelmannii* subsp. *mexicana* e *Picea jezoensis*, espécies estudadas, apresentaram valores dentro deste limite. Para o gênero *Pinus*, os autores citam traqueoides com até 5100 µm de comprimento; as espécies estudadas, *Pinus elliottii* e *Pinus oocarpa* apresentam valores dentro do proposto, e *Pinus palustris* ultrapassou tal limite proposto, atingiu até 6900 µm. Para o gênero *Pseudolarix*, os autores citam traqueoides com até 4000 µm de comprimento; *Pseudolarix amabilis*, espécie estudada, ultrapassou um pouco este limite, atingiu até 4220 µm. Para o gênero *Pseudotsuga*, os autores citam traqueoides de até 3500 µm de comprimento; *Pseudotsuga menziesii*, espécie estudada, também apresentou valores pouco superiores a este limite, atingiu 3750 µm. Para o gênero *Tsuga*, por sua vez, os autores citam traqueoides de até 3750 µm de comprimento; *Tsuga canadensis* espécie estudada, apresentou valores abaixo do indicado, atingiu até 2880 µm.

O diâmetro dos traqueoides das espécies estudadas, variaram de 15-100 µm. As espécies que apresentaram diâmetro médio menor que 40 µm, foram: *Ginkgo biloba*, *Ephedra tweendiana*, *Gnetum gnemon*, *Araucaria araucana*, *Podocarpus lambertii*, *Saxegonthea conspicua* (Podocarpaceae), *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Callitris columellaris*, *Calocedrus decurrens*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Taxodium distichum*, *Tetraclinis articulata*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolabrata*, *Amentotaxus argotaenia*, *Taxus baccata*, *Abies sibirica*, *Cedrus deodara*, *Keteleeria fortunei*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Picea jezoensis*, *Pinus elliottii*, *Pseudolarix amabilis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga canadensis*.

As espécies que apresentaram diâmetros médios entre 40-60 µm, são: *Cycas revoluta*, *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria cunninghamii*, *Dacrydium cupressinum*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Calocedrus formosana*, *Chamaecyparis formosensis*, *Glyptostrobus lineatus*, *Papuacedrus papuana*, *Sequoiadendron giganteum*, *Widdringtonia nodiflora*, *Sciadopitys verticillata*, *Torreya nucifera*, *Larix kaempferi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus palustris*. Acima de 60 µm de diâmetro, destacou-se, apenas, a espécie *Taiwania cryptomerioides*.

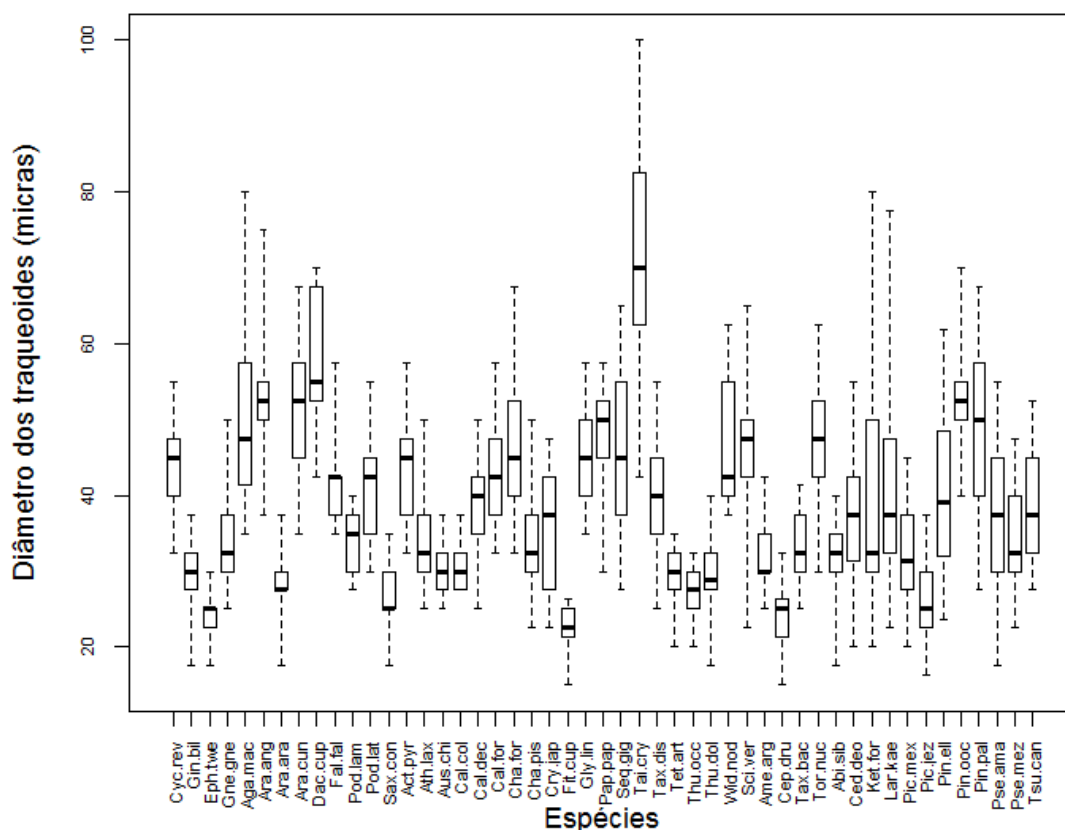
A família Araucariaceae apresentou traqueoides com diâmetros que variam de 17,5-80 µm. Para o gênero *Agathis*, Esteban et al. (1996) cita traqueoides de 25- 50 (até 100) µm de diâmetro; *Agathis macrophylla*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Araucaria*, os autores citam traqueoides de 25-50 µm de diâmetro; *Araucaria araucana*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto; já as espécies *Araucaria angustifolia* e *Araucaria cunninghamii* apresentaram valores pouco superiores, atingiram até 75 e 67 µm, respectivamente.

A família Podocarpaceae apresentou traqueoides com diâmetro que variam de 17,5-70  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Dacrydium*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de 25-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Dacrydium cupressinum*, espécie estudada apresenta valor superior, atinge até 70  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Podocarpus*, os autores citam traqueoides de 20-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Podocarpus lambertii*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto; já *Podocarpus latifolius* apresentou valor pouco superior, atingiu até 55  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Saxegothaea*, os autores citam traqueoides de 10-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Saxegothaea conspicua*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto.

A família Cupressaceae apresentou traqueoides com diâmetro que variam de 15-100  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Actinostrobus*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Actinostrobus pyramidalis*, espécie estudada, apresentou valor superior, atingiu até 57  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Athrotaxis*, os autores citam traqueoides de 10-60  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Athrotaxis laxifolia*, espécie estudada apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Austrocedrus*, os autores citam traqueoides de 25-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Austrocedrus chilensis*, espécie estudada, também apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Callitris*, os autores citam traqueoides de 15-35  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Callitris columellaris*, espécie estudada, também apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Calocedrus*, os autores citam traqueoides de 15-40 (até 50)  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Calocedrus decurrens*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto, já *Calocedrus formosana*, ultrapassou um pouco este limite, atingiu até 57  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Chamaecyparis*, os autores citam traqueoides de 10-45  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Chamaecyparis formosensis* e *Chamaecyparis pisifera*, espécies estudadas, apresentaram valores superiores, atingiram até 67 e 50  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Para o gênero *Cryptomeria*, os autores citam traqueoides de 20-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cryptomeria japonica*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Fitzroya*, os autores citam traqueoides de 20-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Fitzroya cupressoides*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Glyptostrobus*, os autores citam traqueoides de 15-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Glyptostrobus lineatus*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 57  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Papuacedrus*, os autores citam traqueoides de 25-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Papuacedrus papuana*, espécie estudada, apresentou também valores

Figura 53 – Diâmetro dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.





Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Eph.twe (*Ephedra tweediana*), Gne.gne (*Gnetum gnetum*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobus lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thujaopsis dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliotii*), Pin.occ (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

pouco superior, atingiu até 57  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Sequoiadendron*, os autores citam traqueóides de 15-70  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Sequoiadendron giganteum*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Taiwania*, os autores citam traqueóides de 25-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taiwania cryptomerioides*, espécie estudada, apresentou valores muito superiores ao indicado, atingiu até 100  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Taxodium*, os autores citam traqueóides de 25-60  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taxodium distichum*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite

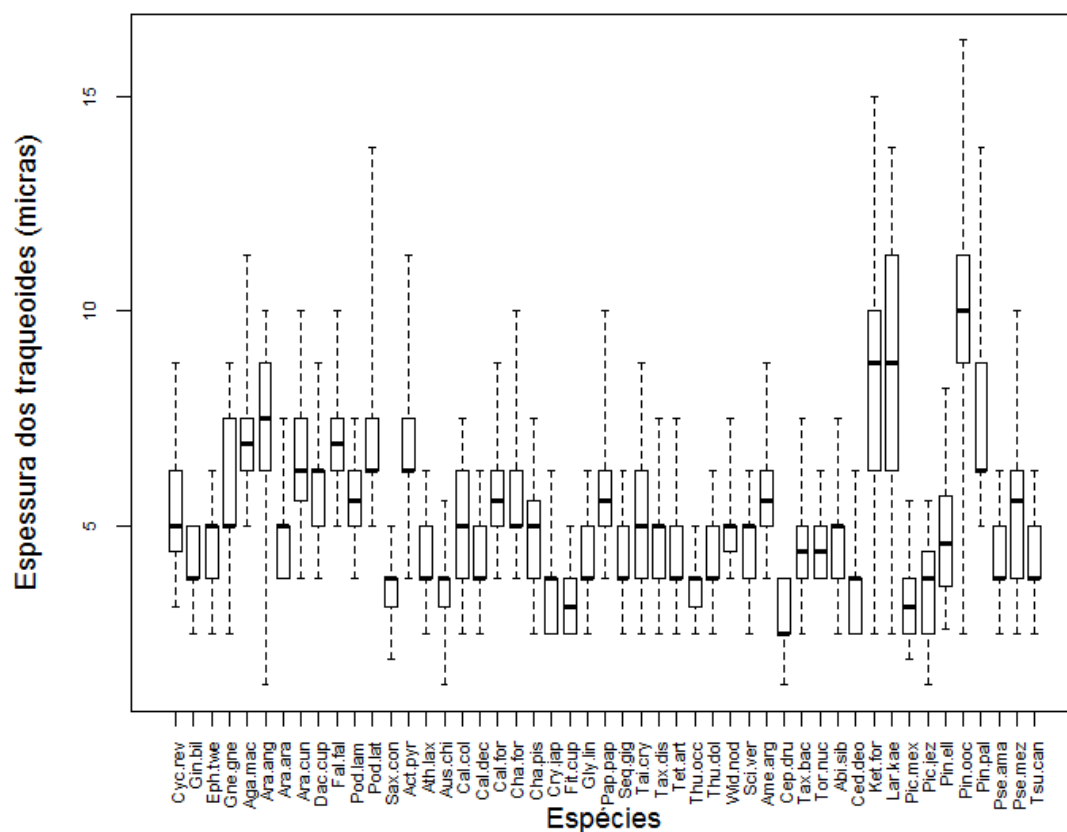
proposto. Para o gênero *Tetraclinis*, os autores citam traqueoides de 15-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Tetraclinis articulata*, espécie estudada, apresentou valores um pouco superior, atingiu 35  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Thuja*, os autores citam traqueoides de 8-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Thuja occidentalis*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Thujopsis*, os autores citam traqueoides de 15-35  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Thujopsis dolabrata*, espécie estudada, apresentou valores um pouco acima deste limite, atingiu até 40  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Widdringtonia*, por sua vez, os autores citam traqueoides de 20-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Widdringtonia nodiflora*, espécie estudada, também apresentou valores um pouco superior, atingiu até 62  $\mu\text{m}$ .

A família *Sciadopityaceae* apresentou traqueoides com diâmetro que variam de 22,5-65  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Sciadopitys*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de 15-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro, *Sciadopitys verticillata*, espécie estudada, apresentou valores superiores, atingiu até 65  $\mu\text{m}$ .

A família *Taxaceae* apresentou traqueoides com diâmetro que variam de 15-62,5  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Amentotaxus*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de 15-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Amentotaxus argotaenia*, espécie estudada, apresentou limite superior, atingiu até 65  $\mu\text{m}$ . Para *Cephalotaxus*, os autores citam traqueoides de 15-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cephalotaxus drupacea*, espécie estudada, apresentou valores um pouco superior, atingiu até 32  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Taxus*, os autores citam traqueoides de 20-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taxus baccata*, espécie estudada, apresentou valor superior, atingiu até 41  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Torreya*, os autores citam traqueoides de 15-35  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Torreya nucifera*, espécie estudada apresentou valor superior, atingiu até 62  $\mu\text{m}$ .

A família *Pinaceae* apresentou traqueoides com diâmetro que variam de 16-77,5  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Abies*, Esteban et al. (1996) citam traqueoides de 15-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Abies sibirica*, espécie estudada, apresentou valores dentro do proposto. Para

Figura 54 – Espessura dos traqueoides ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.



Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Eph.twe (*Ephedra tweediana*), Gne.gne (*Gnetum gnemon*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobos lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thujopsis dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliotii*), Pin.occ (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

o gênero *Cedrus*, os autores citam traqueoides de 20-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cedrus deodara*, espécie estudada, apresentou valor superior, atingiu até 55  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Keteleeria*, os autores citam traqueoides de 15-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Keteleeria fortunei*, espécie estudada, apresentou valor superior, atingiu até 80  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Larix*, os autores citam traqueoides de 20-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Larix kaempferi*, espécie estudada, apresentou valor superior, atingiu até 77  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Picea*, os autores citam traqueoides de 15-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, espécie estudada, apresentou valores um pouco superior, atingiu

45  $\mu\text{m}$ , já *Picea jezoensis*, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Pinus*, os autores citam traqueoides de 15-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; as espécies estudadas, apresentaram limites superiores, até 62  $\mu\text{m}$  em *Pinus elliottii*, até 70  $\mu\text{m}$  em *Pinus oocarpa*, e até 67  $\mu\text{m}$  em *Pinus palustris*. Para o gênero *Pseudolarix*, os autores citam traqueoides de 20-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Pseudolarix amabilis*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 55  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Pseudotsuga*, os autores citam traqueoides de 30-45  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Pseudotsuga menziesii*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 47  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Tsuga*, por sua vez, os autores citam traqueoides de 20-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Tsuga canadensis*, espécie estudada apresentou limite pouco superior, atingiu até 52  $\mu\text{m}$  de comprimento.

A espessura da parede dos traqueoides, variou de 1,3-15  $\mu\text{m}$ . As espécies que apresentaram traqueoides com espessura média menor que 5,2  $\mu\text{m}$ , são: *Cycas revoluta*, *Ginkgo biloba*, *Ephedra tweendiana*, *Araucaria araucana*, *Saxegothaea conspicua*, *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Callitris columellaris*, *Calocedrus decurrens*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Glyptostrobus lineatus*, *Sequoiadendron giganteum*, *Taiwania cryptomerioides*, *Taxodium distichum*, *Tetraclinis articulata*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolabrata*, *Widdringtonia nodiflora*, *Sciadopitys verticillata*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata*, *Torreya nucifera*, *Abies sibirica*, *Cedrus deodara*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Picea jezoensis*, *Pinus elliottii*, *Pseudolarix amabilis* e *Tsuga canadensis*.

As espécies que apresentaram traqueoides com espessura média de 5,2-10  $\mu\text{m}$ , são: *Gnetum gnemon*, *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria cunninghamii*, *Dacrydium cupressinum*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus latifolius*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Calocedrus formosana*, *Chamaecyparis formosensis*, *Papuacedrus papuana*, *Amentotaxus argotaenia*, *Keteleeria fortunei*, *Larix kaempferi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus palustris* e *Pseudotsuga menziesii*.

A família Araucariaceae apresentou traqueoides com espessura de parede que variam de 1,3-11,3  $\mu\text{m}$ ; as Podocarpaceae, de 1,9-13,8  $\mu\text{m}$ ; as Cupressaceae de 1,3-11,3; as Sciadopityaceae de 2,5-6,3  $\mu\text{m}$ , as Taxaceae de 1,3-8,8  $\mu\text{m}$ ; e as Pinaceae, por sua vez, de 1,3-16,3  $\mu\text{m}$ .

O diâmetro das pontoações variaram entre 9-33  $\mu\text{m}$ . As espécies que apresentam diâmetro médio menor que 15,4  $\mu\text{m}$  são: *Cycas revoluta*, *Ginkgo biloba*, *Agathis macrophylla*, *Araucaria araucana*, *Araucaria cunninghamii*, *Saxegothaea conspicua*, *Austrocedrus chilensis*, *Fitzroya cupressoides*, *Taxodium distichum*, *Tetraclins articula*, *Thuja occidentalis*,

*Thujopsis dolabrata*, *Amentotaxus argotaenia*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata* e *Torreya nucifera*.

As espécies que apresentam pontoações de diâmetro médio entre 15,5-20,4 µm são: *Araucaria angustifolia*, *Dacrydium cupressinum*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Athrotaxis laxifolia*, *Callitris columellaris*, *Calocedrus decurrens*, *Calocedrus formosana*, *Chamaecyparis formosensis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Glyptostrobus lineatus*, *Papuacedrus papuana*, *Widdringtonia nodiflora*, *Sciadopitys verticillata*, *Abies sibirica*, *Keteleeria fortunei*, *Picea jezoensis* e *Tsuga canadensis*.

As espécies que apresentam pontoações de diâmetro médio entre 20,5-25,4 µm são: *Sequoiadendron giganteum*, *Taiwania cryptomerioides*, *Cedrus deodara*, *Larix kaempferi*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Pinus oocarpa*, *Pseudolarix amabilis* e *Pseudotsuga menziesii*. E entre 25,5 a 30µm, apenas *Pinus elliottii* e *Pinus palustris*.

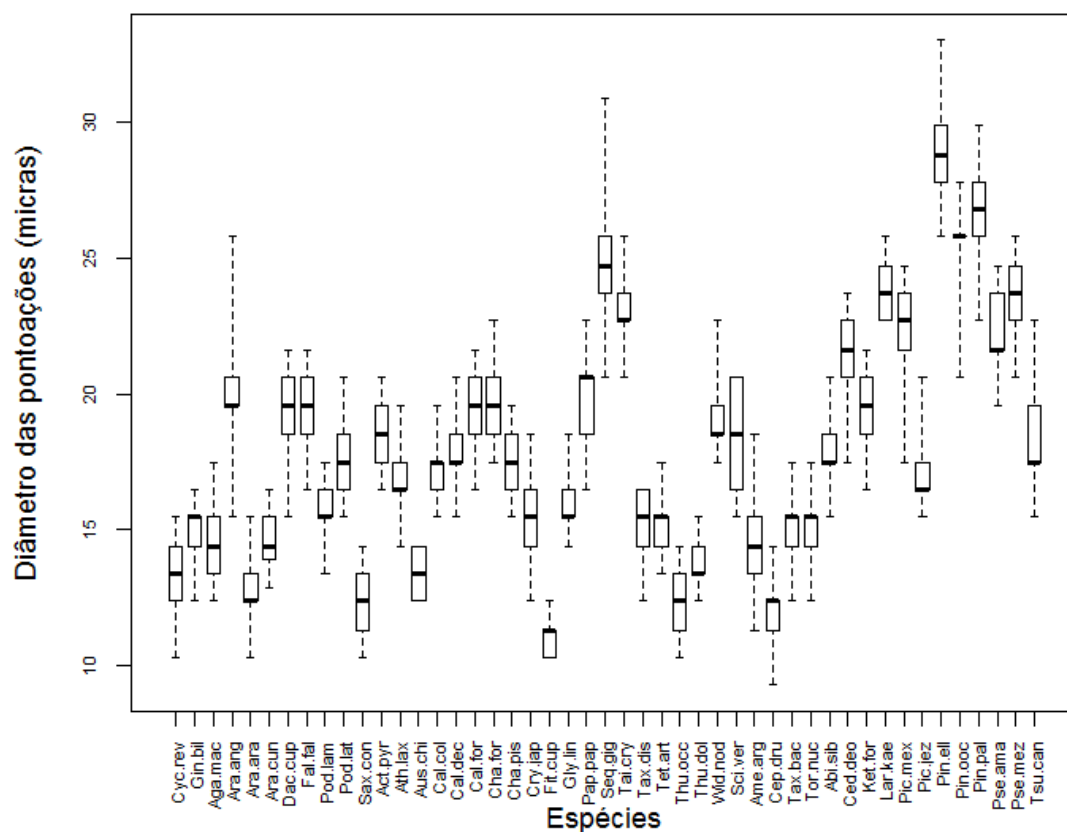
A família Araucariaceae apresentou pontoações dos traqueoides que variam de 10,3-25,8 µm. Para o gênero *Agathis*, Esteban et al. (1996) citam pontoações de 15-20 µm de diâmetro; *Agathis macrophylla*, espécie estudada apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *araucaria*, os autores citam pontoações de 12-15 µm de diâmetro; em *Araucaria angustifolia*, espécie estudada, este limite foi superior, atingiu até 26 µm, já as espécies *Araucaria araucana* e *Araucaria cunninghamii*, apresentaram valores dentro do proposto.

A família Podocarpaceae apresentou pontoações dos traqueoides que variam de 10,3-21,6 µm. Para o gênero *Dracrydium*, Esteban et al. (1996), citam pontoações de 10-20 µm de diâmetro; *Dacrydium cupressinum*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 22 µm. Para o gênero *Podocarpus*, os autores citam pontoações de 12-25 µm de diâmetro; *Podocarpus lambertii* e *Podocarpus latifolius*, espécies estudadas, apresentaram valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Saxegothaea*, os autores citam pontoações de 8-12 µm de diâmetro; *Saxegothaea conspicua*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 14 µm.

A família Cupressaceae apresentou pontoações de traqueoides que variam de 10,3-30,9 µm. Para o gênero *Actinostrobus*, Esteban et al. (1996), citam pontoações de 8-15 µm de diâmetro; *Actinostrobus pyramidalis*, espécie estudada, apresentou valores superior, atingiu até 21 µm. Para o gênero *Athrotaxis*, os autores citam pontoações de 8-15 µm de diâmetro; *Athrotaxis laxifolia*, espécie estudada apresentou valores superiores, atingiu até 20 µm. Para o gênero *Austrocedrus*, os autores citam pontoações de 10-25 µm de diâmetro; *Austrocedrus chilensis*, espécie estudada, apresentou valores abaixo do limite proposto, atingiu até 14 µm.

Para o gênero *Callitris*, os autores citam pontoações de 10-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Callitris columellaris*, espécie estudada, apresentou valores abaixo do limite proposto, atingiu até 20  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Calocedrus*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; as espécies estudadas, *Calocedrus decurrens* e *Calocedrus formosana*, ultrapassaram um pouco este limite, atingiram até 21 e 22  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Para o gênero *Chamaecyparis*, os autores citam pontoações de 7-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Chamaecyparis formosensis* e *Chamaecyparis pisifera*, espécies estudadas, apresentaram limites inferiores, atingiram até 23 e 22  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Para o gênero *Cryptomeria*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cryptomeria japonica*, espécie estudada apresentou limite pouco inferior, atingiu até 19  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Fitzroya*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Fitzroya cupressoides*, espécie estudada, apresentou limite inferior, atingiu até 14  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Glyptostrobus*, os autores citam pontoações de 5-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Glyptostrobus lineatus*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 18  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Papuacedrus*, os autores citam pontoações de 15-35  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Papuacedrus papuana*, espécie estudada, apresentou valores inferior, atingiu até 23  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Sequoiadendron*, os autores citam pontoações de 8-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Sequoiadendron giganteum*, espécie estudada, apresentou valores superior, atingiu até 31  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Taiwania*, os autores citam pontoações 10-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taiwania cryptomerioides*, espécie estudada, atingiu valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Taxodium*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taxodium distichum*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Tetraclinis*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Tetraclinis articulata*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Thuja*, os autores citam traqueoides de 5-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Thuja occidentalis*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto.

Figura 55 – Diâmetro das pontoações intervasculares ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.



Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobus lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thujopsis dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliotii*), Pin.ooc (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

Para o gênero *Thujopsis*, os autores citam pontoações de 8-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Thujopsis dolabrata*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Widdringtonia*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Widdringtonia nodiflora*, espécie estudada, apresentou limites um pouco superior, atingiu até 23  $\mu\text{m}$ .

A família *Sciadopityaceae* apresentou pontoações de traqueoides que variam de 15,5-20,6  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Sciadopitys*, Esteban et al. (1996) citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de

diâmetro; *Sciadopitys verticillata*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto.

A família Taxaceae apresentou pontoações de traqueoides que variam de 9,3-18,5  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Amentotaxus*, Esteban et al. (1996) citam pontoações de 8-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Amentotaxus argotaenia*, espécie estudada apresentou valores pouco superior, atingiu até 18  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Cephalotaxus*, os autores citam pontoações de 8-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cephalotaxus drupacea*, espécie estudada apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Taxus*, os autores citam pontoações com 8-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Taxus baccata*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 17  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Torreya*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Torreya nucifera*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto.

A família Pinaceae, por sua vez, apresentou pontoações de traqueoides que variam de 15,5-33  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Abies*, Esteban et al. (1996) citam pontoações de 5-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Abies sibirica*, espécie estudada, apresentou valores superiores ao limite proposto, atingiu até 21  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Cedrus*, os autores citam pontoações de 10-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Cedrus deodara*, espécie estudada, apresentou valores superior, atingiu até 24  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Ketelleria*, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Keteleeria fortunei*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 22  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Larix*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Larix kaempferi*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Picea*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Picea engelmannii* subsp. *mexicana* e *Picea jezoensis*, espécies estudadas, apresentaram valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Pinus*, os autores citam pontoações de 10-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; as espécies estudadas, *Pinus oocarpa* e *Pinus palustris*, apresentaram valores dentro do limite proposto, já *Pinus elliottii*, apresentou valores pouco superior, atingiu até 33  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Pseudolarix*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Pseudolarix amabilis*, espécie estudada, apresentou valores dentro do limite proposto. Para o gênero *Pseudotsuga*, os autores citam pontoações de 10-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Pseudotsuga menziesii*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 26  $\mu\text{m}$ . Para o gênero *Tsuga*, por sua vez, os autores citam pontoações de 10-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro; *Tsuga canadensis*, espécie estudada, apresentou valores pouco superior, atingiu até 23  $\mu\text{m}$ .



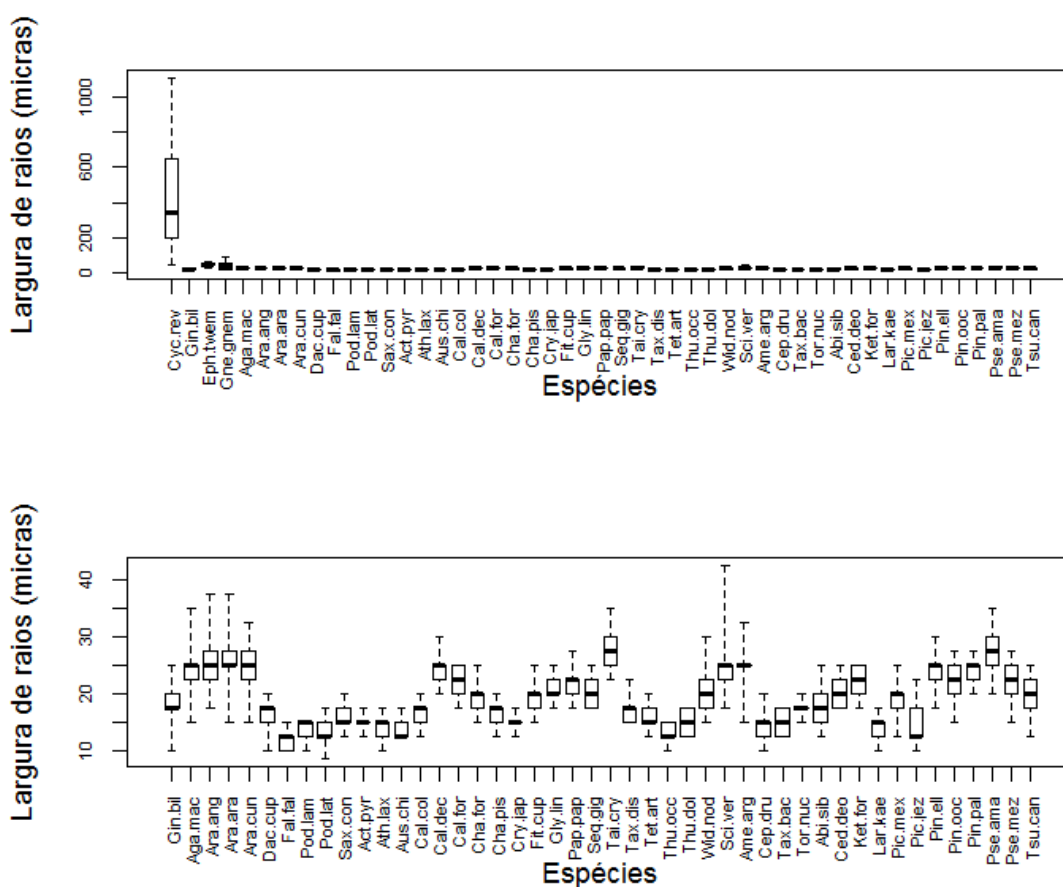
### 6.2.2 Raios

A largura de raios das espécies estudadas variaram entre 8-1110  $\mu\text{m}$ . As espécies com raios mais largos foram *Cycas revoluta* com 40-1110  $\mu\text{m}$ , *Ephedra tweendiana* com 25-62  $\mu\text{m}$  e *Gnetum gnemon* com 12-90  $\mu\text{m}$ . As outras espécies apresentaram raios com largura média menor que 40  $\mu\text{m}$  de largura.

As espécies que apresentaram largura média de raios menor que 20,4  $\mu\text{m}$ , são: *Dacrydium cupressinum*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus latifolius*, *Saxegothaea conspicua*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Callitris columellaris*, *Chamaecyparis formosensis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Sequoiadendrum giganteum*, *Taxodium distichum*, *Tetraclinis articulata*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolabrata*, *Sciadopitys verticillata*, *Amentotaxus argotaenia*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata*, *Torreya nucifera*, *Abies sibirica*, *Larix kaempferi*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Picea jezoensis* e *Tsuga canadensis*.

As espécies que apresentaram largura média de raios entre 20,5-30  $\mu\text{m}$ , são: *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria araucana*, *Araucaria cunninghamii*, *Calocedrus decurrens*, *Calocedrus formosana*, *Glyptostrobus lineatus*, *Papuacedrus papuana*, *Taiwania cryptomerioides*, *Widdringtonia nodiflora*, *Cedrus deodara*, *Keteleeria fortunei*, *Pinus elliottii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus palustris*, *Pseudolarix amabilis* e *Pseudotsuga menziesii*.

A família Araucariaceae apresentou raios que variam de 15-37,5  $\mu\text{m}$  de largura; as Podocarpaceae de 10-20  $\mu\text{m}$  de largura; as Cupressaceae de 10-30  $\mu\text{m}$  de largura; as Sciadopityaceae de 17,5-42,5  $\mu\text{m}$  de largura; as Taxaceae de 10-32,5  $\mu\text{m}$  de largura; e as Pinaceae, por sua vez, de 10-30  $\mu\text{m}$  de largura.

Figura 56 – Largura dos raios ( $\mu\text{m}$ ) das espécies estudadas.

Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Eph.twe (*Ephedra tweediana*), Gne.gne (*Gnetum gnemon*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobus lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thujopsis dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliottii*), Pin.occ (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

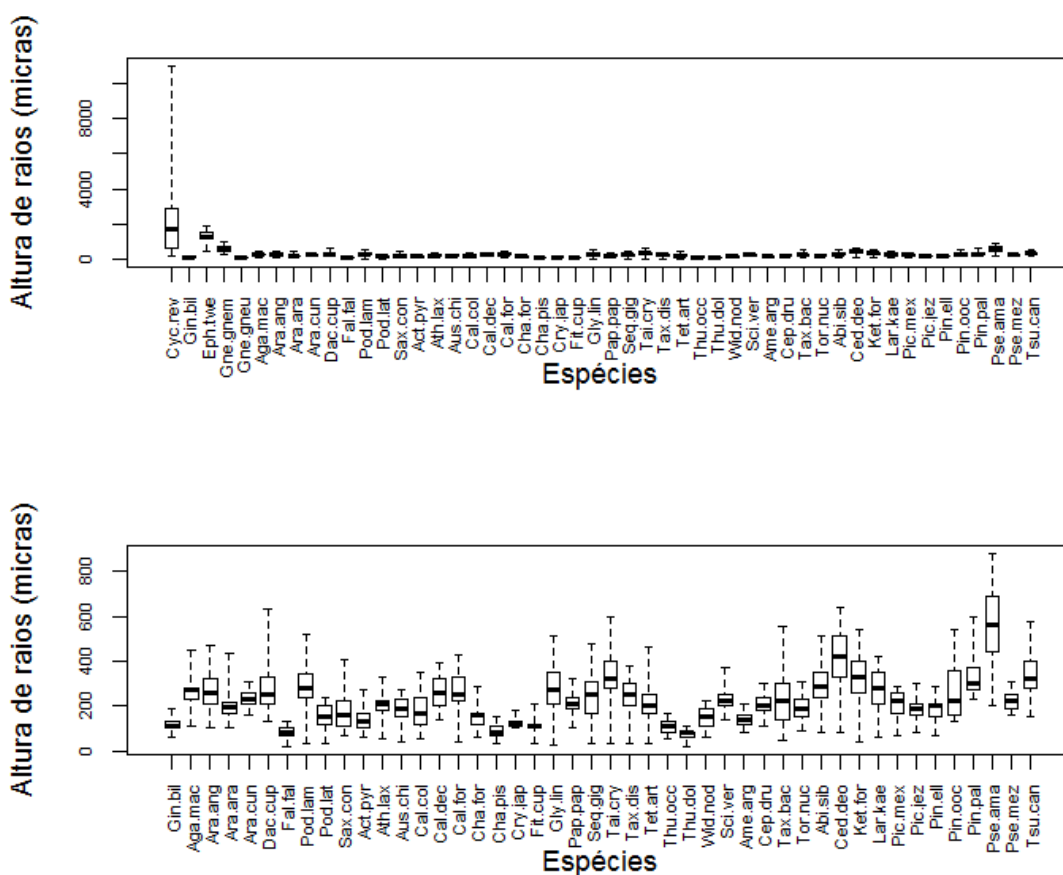
A altura de raios das espécies estudadas variaram de 20-11.000  $\mu\text{m}$ . As espécies que apresentaram raios mais altos foram: *Cycas revoluta* com 200-11.000  $\mu\text{m}$ , *Ephedra tweendiana* com 420-1900  $\mu\text{m}$  e *Gnetum gnemon* com 260-1000  $\mu\text{m}$ . As outras espécies apresentaram raios com altura inferior a 800  $\mu\text{m}$ .

As espécies que apresentaram altura média inferior a 200  $\mu\text{m}$ , são: *Ginkgo biloba*, *Falcatifolium falciforme*, *Podocarpus lambertii*, *Podocarpus latifolius*, *Saxegothaea conspicua*, *Actinostrobus pyramidalis*, *Athrotaxis laxifolia*, *Austrocedrus chilensis*, *Callitris columellaris*, *Chamaecyparis formosensis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Cryptomeria japonica*, *Fitzroya cupressoides*, *Thuja occidentalis*, *Thujopsis dolabrata*, *Widdringtonia nodiflora*, *Amentotaxus argotaenia*, *Torreya nucifera*, *Picea jezoensis* e *Pinus elliottii*.

As espécies que apresentaram altura média entre 200-400  $\mu\text{m}$ , são: *Agathis macrophylla*, *Araucaria angustifolia*, *Araucaria araucana*, *Araucaria cunninghamii*, *Dacrydium cupressinum*, *Podocarpus lambertii*, *Calocedrus decurrens*, *Calocedrus formosana*, *Glyptostrobus lineatus*, *Papuacedrus papuana*, *Sequoiadendron giganteum*, *Taiwania cryptomerioides*, *Taxodium distichum*, *Tetraclinis articulata*, *Sciadopitys verticillata*, *Cephalotaxus drupacea*, *Taxus baccata*, *Abies sibirica*, *Keteleeria fortunei*, *Larix kaempferi*, *Picea engelmannii* subsp. *mexicana*, *Pinus oocarpa*, *Pinus palustris*, *Pseudotsuga menziesii* e *Tsuga canadensis*. As espécies maiores de 400  $\mu\text{m}$  são: *Cedrus deodara* e *Pseudolarix amabilis*.

A família Araucariaceae apresentou raios de 100-470  $\mu\text{m}$  de altura; as Podocarpaceae de 20-630  $\mu\text{m}$  de altura; as Cupressaceae de 20-600  $\mu\text{m}$  de altura; as Sciadopityaceae de 140-370  $\mu\text{m}$  de altura; as Taxaceae de 45-557,5  $\mu\text{m}$  de altura; as Pinaceae, por sua vez, de 40-880  $\mu\text{m}$  de altura.

Figura 57 – Altura dos raios (micras) das espécies estudadas.



Legenda: Cyc.rev (*Cycas revoluta*), Gin.bil (*Ginkgo biloba*), Eph.twe (*Ephedra tweediana*), Gne.gne (*Gnetum gnemon*), Aga.mac (*Agathis macrophylla*), Ara.ang (*Araucaria angustifolia*), Ara.ara (*Araucaria araucana*), Ara.cun (*Araucaria cunninghamii*), Dac.cup (*Dacrydium cupressinum*), Fal.fal (*Falcatifolium falciforme*), Pod.lam (*Podocarpus lambertii*), Pod.lat (*Podocarpus latifolius*), Sax.con (*Saxegothaea conspicua*), Act.pyr (*Actinostrobus pyramidalis*), Ath.lax (*Athrotaxis laxifolia*), Aus.chi (*Austrocedrus chilensis*), Cal.col (*Callitris columellaris*), Cal.dec (*Calocedrus decurrens*), Cal.for (*Calocedrus formosana*), Cha.for (*Chamaecyparis formosensis*), Cha.pis (*Chamaecyparis pisifera*), Cry.jap (*Cryptomeria japonica*), Fit.cup (*Fitzroya cupressoides*), Gly.lin (*Glyptostrobus lineatus*), Pap.pap (*Papuacedrus papuana*), Seq.gig (*Sequoiadendron giganteum*), Tai.cry (*Taiwania cryptomerioides*), Tax.dis (*Taxodium distichum*), Tet.art (*Tetraclinis articulata*), Thu.occ (*Thuja occidentalis*), Thu.dol (*Thujopsis dolabrata*), Wid.nod (*Widdringtonia nodiflora*), Sci.ver (*Sciadopitys verticillata*), Ame.arg (*Amentotaxus argotaenia*), Cep.dru (*Cephalotaxus drupacea*), Tax.bac (*Taxus baccata*), Tor.nuc (*Torreya nucifera*), Abi.sib (*Abies sibirica*), Ced.deo (*Cedrus deodara*), Ket.for (*Keteleeria fortunei*), Lar.kae (*Larix kaempferi*), Pic.mex (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*), Pic.jez (*Picea jezoensis*), Pin.ell (*Pinus elliotii*), Pin.ooc (*Pinus oocarpa*), Pin.pal (*Pinus palustris*), Pse.ama (*Pseudolarix amabilis*), Pse.mez (*Pseudotsuga menziesii*), Tsu.can (*Tsuga canadensis*).

## 7 CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO

- 1.A Elementos vasculares presentes .....2 (Gnetidae)
- 1.B Elementos vasculares ausentes ..... 4
- 2.A Anéis de crescimento descontínuos, interrompidos por raios largos; vasos estreitos (<60µm) ..... *Ephedra tweediana*
- 2.B Anéis de crescimento ausentes..... 3
- 3.A Células espiculares, ausentes; vasos de lúmen grande .....*Gnetum gnemon*
- 3.B Células espiculares, presentes.....*Welwitschia mirabilis*
- 4.A Medula, abundante na seção do tronco; xilema secundário, não substancial ..... *Cycas revoluta* (Cycadidae)
- 4.B Medula, não abundante na seção do tronco; xilema secundário, substancial ..... 5
- 5.A Pontoações areoladas opostas; campo de cruzamento com pontoações sempre araucarióides; parênquima axial presente em madeira adulta, com drusas; células radiais de paredes horizontais sempre lisas .....*Ginkgo biloba* (Ginkgoidae)
- 5.B Madeira sem este conjunto de características..... 6 (Pinidae)
- 6.A Pontoações areoladas alternas, geralmente hexagonais; campo de cruzamento com pontoações araucarióides ..... 7 (Araucariaceae)
- 6.B Pontoações areoladas e campos de cruzamento de outros tipos .....10
- 7.A Parênquima axial presente..... *Agathis macrophylla*
- 7.B Parênquima axial ausente.....8

8.A	Pontoações areoladas circulares ou hexagonais, em arranjo unisseriado, ocasionalmente bisseriado .....	<i>Araucaria araucana</i>
8.B	Pontoações areoladas hexagonais multisseriadas.....	9
9.A	Anéis de crescimento distintos.....	<i>Araucaria angustifolia</i>
9.B	Anéis de crescimento indistintos.....	<i>Araucaria cunninghamii</i>
10.A	Campo de cruzamento com uma pontoação arredondada (raro 2), do tipo cupressoide.....	11 (Podocarpaceae)
10.B	Campo de cruzamento, geralmente com mais de 1 pontoação, cupressoide ou de outros tipos .....	15
11.A	Anéis de crescimento indistintos .....	12
11.B	Anéis de crescimento distintos .....	13
12.A	Pontoações areoladas unisseriadas, com $\varnothing$ médio de 12 $\mu\text{m}$ .....	<i>Saxegothaea conspicua</i>
12.B	Pontoações areoladas unisseriadas, raro 2-seriado opostas, maiores (diâmetro médio de 16 $\mu\text{m}$ ) .....	<i>Podocarpus lambertii</i>
13.A	Raios com até 8 células de altura .....	<i>Falcatifolium falciforme</i>
13.B	Raios mais altos .....	14
14.A	Raios de até 15 células de altura .....	<i>Podocarpus latifolius</i>
14.B	Raios de até 20 células de altura .....	<i>Dacrydium cupressinum</i>
15.A	Raios homogêneos; traqueoides, sempre com espessamentos espiralados; canais resiníferos, ausentes .....	16 (Taxaceae)
15.B	Madeira sem este conjunto de características .....	19
16.A	Parênquima axial presente.....	17
16.B	Parênquima axial ausente.....	18

- 17.A Parênquima axial abundante sem conteúdo; raios com até 8 células de altura.....*Amentotaxus argotaenia*
- 17.B Parênquima axial com conteúdo resinoso; raios com até 16 células de altura, .....*Cephalotaxus drupacea*
- 18.A Raios unisseriados de até 12 células de altura.....*Torreya nucifera*
- 18.B Raios unisseriados de até 28 células de altura .....*Taxus baccata*
- 19.A Campo de cruzamento com uma pontoação fenestriforme; parênquima axial ausente.....*Sciadopitys verticillata* (Sciadopityaceae)
- 19.B Campo de cruzamento com pontoações de outros tipos (cupressoides, taxodioides, piceoides e pinoides) .....20
- 20.A Campo de cruzamento com pontoações cupressoides e taxodioides.....21 (Cupressaceae)
- 20.B Campo de cruzamento com pontoações piceoides e pinoides.....39 (Pinaceae)
- 21.A Anéis de crescimento distintos.....22
- 21.B Anéis de crescimento indistintos.....*Papuacedrus papuana*
- 22.A Espessamentos calitroides presentes.....*Callitris columellaris*
- 22.B Espessamentos calitroides ausentes.....23
- 23.A Pontoações areoladas em arranjo uni a bisseriado-oposto nos traqueoides.....24
- 23.B Pontoações areoladas em arranjo trisseriado-oposto nos traqueoides.....*Taiwania cryptomerioides*
- 24.A Anéis de crescimento com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio.....25
- 24.B Anéis de crescimento com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio.....35

25.A	Parênquima axial apenas difuso.....	26
25.B	Parênquima axial de outro tipo.....	33
26.A	Traqueoides com placas de resina presentes.....	27
26.B	Traqueoides com placas de resina ausentes.....	28
27.A	Pontoações areoladas unisseriadas de 19 µm de diâmetro; parênquima axial de paredes transversais lisas; campo de cruzamento com 2-4 pontoações cupressoides ..... <i>Actinostrobus pyramidalis</i>	
27.B	Pontoações areoladas unisseriadas de 15 µm de diâmetro; parênquima axial de paredes transversais lisas a nodulares; campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações cupressoides..... <i>Tetraclinis articulata</i>	
28.A	Trabéculas presentes..... <i>Austrocedrus chilensis</i>	
28.B	Trabéculas ausentes.....	29
29.A	Campo de cruzamento com pontoações cupressoides.....	30
29.B	Campo de cruzamento com pontoações taxodioides.....	31
30.A	Pontoações areoladas unisseriadas de 18 µm de diâmetro; raios uni e parcialmente bisseriados com até 20 células de altura; células parenquimáticas radiais de paredes terminais nodulares..... <i>Calocedrus decurrens</i>	
30.B	Pontoações areoladas unisseriadas de 11 µm de diâmetro; raios unisseriados com até 11 células de altura; células parenquimáticas radiais de paredes terminais finas e lisas..... <i>Fitzroya cupressoides</i>	
31.A	Pontoações areoladas com crássulas.....	32
31.B	Pontoações areoladas sem crássulas..... <i>Glyptostrobus lineatus</i>	
32.A	Pontoações areoladas unisseriadas, com bordas recortadas e 17 µm de diâmetro..... <i>Athrotaxis laxifolia</i>	
32.B	Pontoações areoladas uni e bisseriadas, com bordas circulares e 25 µm de diâmetro..... <i>Sequoiadendron giganteum</i>	



- 33.A Campo de cruzamento com 2-6 pontoações taxodioides  
 .....*Taxodium distichum*
- 33.B Campo de cruzamento com pontoações cupressoides.....34
- 34.A Pontoações areoladas unisseriadas, sem crássulas; parênquima axial de paredes transversais lisas; parênquima radial com paredes finas e lisas  
 .....*Widdringtonia nodiflora*
- 34.B Pontoações areoladas uni e parcialmente bisseriadas, com crássulas; parênquima axial de paredes transversais irregulares ou nodulares; parênquima radial com paredes terminais lisas e nodulares.....*Calocedrus formosana*
- 35.A Parênquima axial, apenas em arranjo difuso e campo de cruzamento com 1-2 (até 4) pontoações taxodioides.....*Thuja occidentalis*
- 35.B Madeira sem este conjunto de características .....36
- 36.A Crássulas presentes.....37
- 36.B Crássulas ausentes e parênquima axial marginal e difuso.....*Chamaecyparis formosensis*
- 37.A Parênquima axial em zonas tangenciais e difuso.....38
- 37.B Parênquima axial em zonas tangenciais, marginal e difuso; com células parenquimáticas de paredes transversais irregulares a nodulares e raios até 9 células de altura  
 .....*Chamaecyparis pisifera*
- 38.A Parênquima axial com células de paredes transversais lisas, e raios unisseriados com até 6 células de altura.....*Thujopsis dolabrata*
- 38.B Parênquima axial com paredes transversais lisas a irregulares, e raios uni a bisseriados com até 10 células de altura .....*Cryptomeria japonica*
- 39.A Raios homogêneos.....40
- 39.B Raios heterogêneos.....42
- 40.A Canais resiníferos fisiológicos ausentes.....41
- 40.B Canais resiníferos fisiológicos apenas longitudinais.....*Keteleeria fortunei*

- 41.A Parênquima axial marginal, raios de até 35 células de altura, e campo de cruzamento com 2-4 pontoações piceoides.....*Pseudolarix amabilis*
- 41.B Parênquima axial ausente, raios de até 25 células de altura e campo de cruzamento com 1-2 pontoações piceoides.....*Abies sibirica*
- 42.A Pontoações areoladas nos traqueoides, com o torus estrelado.....*Cedrus deodara*
- 42.B Pontoações areoladas nos traqueoides, sem esta característica.....43
- 43.A Canais resiníferos fisiológicos longitudinais e radiais presentes.....44
- 43.B Canais resiníferos fisiológicos ausentes .....*Tsuga canadensis*
- 44.A Canais resiníferos com células epiteliais de paredes finas.....45
- 44.B Canais resiníferos com células epiteliais de paredes espessas.....47
- 45.A Traqueoides longitudinais do lenho tardio muito contrastados com os do lenho inicial.....*Pinus palustris*
- 45.B Traqueoides longitudinais do lenho tardio não tão contrastados com os do lenho inicial.....46
- 46.A Raios fusiformes de até 420 µm de altura.....*Pinus elliottii*
- 46.B Raios fusiformes de até 650 µm de altura.....*Pinus oocarpa*
- 47.A Traqueoides longitudinais com espessamentos espiralados.....*Pseudotsuga menziesii*
- 47.B Traqueoides longitudinais sem espessamentos espiralados.....48
- 48.B Pontoações areoladas em arranjo unisseriado, sem crássulas.....*Picea jezoensis*
- 48.B Pontoações areoladas em arranjo uni ou bisseriado-oposto, com crássulas.....49

49.A Traqueoides do lenho tardio de paredes espessas, pontoações areoladas em arranjo bisseriado-oposto nos traqueoides, e campo de cruzamento com até 8 pontoações piceoides.....*Larix kaempferi*

49.B Traqueoides do lenho tardio de paredes finas, pontoações areoladas unisseriadas, e campo de cruzamento geralmente com 2 (até 4) pontoações piceoides .....*Picea engelmannii* Perry subsp. *Mexicana*



## CONCLUSÕES

- Foi possível a separação de todas as subclasses atualmente existentes, com exceção de Ginkgoidae;
- Também foi possível separar ordens taxonômicas pelas características anatômicas da madeira, assim como famílias; com algumas exceções: Cupressaceae e Podocarpaceae;
- A anatomia da madeira é útil para estudos taxonômicos em Gimnospermas, pelo menos em parte dos grupos;
- Para a separação de muitas espécies de Gimnospermas, é necessário a utilização de dados quantitativos;
- As Gnetidae formam um grupo a parte das demais Gimnospermas, bem distante das Pinaceae;
- As Cycadidae separam-se das outras subclasses pela medula abundante na seção do tronco; xilema secundário não substancial, pontoações areoladas hexagonais multisseriadas alternas (araucarioides); raios multisseriados largos e altos;
- As Pinidae formam um grande grupo, muito diversificado anatomicamente;
- A família Araucariaceae é de fácil identificação, devido a exclusividade de pontoações areoladas hexagonais e campo de cruzamento com pontoações araucarioides. A distinção das espécies investigadas requer o exame da frequência de pontoações intertraqueoidais, da presença e ausência de anéis de crescimento e do número das pontoações por campo de cruzamento.
- A família Sciadopityaceae, pode ser considerada uma família a parte segundo seus caracteres anatômicos; levando-se em consideração apenas a anatomia da madeira, deve-se incluir esta família e sua única espécie na ordem Pinales, devido a ocorrência de pontoações do campo de cruzamento do tipo fenestriforme;
- A família Taxaceae identifica-se pela presença invariável de espessamentos espiralados; e a presença ou ausência de parênquima axial. Pela análise de agrupamento deve-se incluir apenas os gêneros *Taxus* e *Toreya*, os gêneros *Amentotaxus* e *Cephalotaxus* retornariam ao grupo original – família Cephalotaxaceae.
- A família Pinaceae forma um grupo a parte em relação as demais Pinidae, devido à presença de características anatômicas peculiares: presença ou ausência de canais resiníferos; canais resiníferos com células epiteliais de paredes finas ou espessas; raios homogêneos ou

heterogêneos; presença de traqueoides radiais, com paredes dentadas ou não; pontoações com torus estrelado ou em forma de disco.

- A família Podocarpaceae ficou distante da ordem Araucariales, posicionando-a junto às Cupressales, devido, sobretudo, as pontoações areoladas uni a bisseriadas, não hexagonais e campo de cruzamento com pontoações cupressoides;

- As famílias Cupressaceae e Podocarpaceae são de difícil diferenciação, pelos caracteres anatômicos, pois compartilham muitas características em comum: presença de parênquima axial, de raios homogêneos, pontoações intertraqueoidais uni ou bisseriadas, com crássulas, e raios homogêneos unisseriados;

- A diferenciação das famílias Cupressaceae e Podocarpaceae, pode ser feita, em alguns casos, pela ocorrência, de uma única pontoação relativamente grande por campo de cruzamento (raro duas) em Podocarpaceae, e de pontoações mais abundantes em Cupressaceae;

- As espécies *Glyptostrobus lineatus* e *Taxodium distichum*, não devem ser sinonimizadas, pois são anatomicamente diferentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 438 p.
- BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Ed. Nobel, 1991. 154 p.
- CHRISTENHUSZ, M.J.M; REVEAL, J.L.; FARJON, A.; GARDNER, M.F.; MILL, R.R; CHASE M. W. A new classification and linear sequence of extant Gymnosperms. **Phytotaxa**. p. 55-70, 2011.
- COSTA, C. G.; CALLADO, C. H.; CORADIN, V. T. R.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Xilema. In: APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: Editora UFV. 2009. p. 129-141.
- CUTLER, D. F.; BOTHA, T.; STEVENSON, D. W. **Anatomia Vegetal: uma abordagem aplicada**. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 72-83.
- DALLIMORE, W; JACKSON, A. B. **A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae**. London: Edward Arnold, 1966. 729 p.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA. 1976. p. 75-89.
- ESTEBAN, L. G.; CASASÚS, A. G.; PALACIOS, P. P.; **Maderas de Coníferas: Anatomia de géneros**. Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar. 1996. 349 p.
- FARJON, A. **Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys**. Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN 1-84246-068-4. (2005). p. 507-513.
- FARJON, A. **Pinaceae**. Drawings and Descriptions of the Genera. Koeltz Scientific Books, 1990.
- FREUND, H. **Handbuch der Mikroskopie in der Technik**. Frankfurt: Umsham Verlag, 1970. 375 p.
- GIFFORD, E. M.; FOSTER, A. S. **Comparative morphology of vascular plants**. New York: W.H. Freeman (Chapter 18), 1988.
- GREGUSS, P. **Identification of living Gymnosperm on the basis of Xylotomy**. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1955. 263 p.
- GRIMSHAW, J. Tree on the Year 2010. **Internacional Dendrology Society**. 2010, 57p.
- HARLEY, H. M.; CRAING, R. E. *Gnetum gnemon* (gnetum). **Species profiles for Pacific Island agroforestry**. p.1-9, 2006.
- HECHENLEITNER V., P., M. F. GARDNER, P. I. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS Y C. MARTÍNEZ A. Universidad Austral de Chile y Real Jardín

Botánico de Edimburgo., ed. **Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile**. Distribución, Conservación y Propagación, 2005. p.188.

HUTCHINSON, A. H. Morphology of *Keteleeria fortune*. **Botanical Gazette**, v.63, n. 2, (feb. 1917), pp. 124-134. Published by: University of Chicago Press Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2469392> Accessed: 24-11-2015 12:03 UTC.

IAWA Committee (RICHTER, H. G.; GROSSER, D.; HEINZ, I.; GASSON, P. E., eds.). IAWA list of microscopic features for softwood identification. **IAWA Journal** 25, p. 1-70, 2011.

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

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 206-224.

KATSUKI, T.; RUSHFORTH, K.; ZHANG, D. "*Abies sibirica*". **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2013.2. International Union for Conservation of Nature. Retrieved 3 May 2014, 2011.

KATSUKI, T.; LUSCOMBE, D; FARJON, A. *Sciadopitys verticillata*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2013**: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T34111A2846623.en>. Downloaded on 31 May 2016.

LI, HUI-LIN. **Flora of Taiwan**. Taipei: Epoch Publishing, v.1, parts 1-8. 1975.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003, 368 p.

MARCHIORI, J. N. C. Estudo anatômico do xilema secundário e da casca de algumas espécies dos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, nativas no Estado do Rio Grande do Sul. Curitiba: UFPR, 1980. 185 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná).

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas**. Santa Maria: editora da UFSM, 2005. 191 p.

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

PRACIAK, A.; PASIECZNIK, N.; SHEIL, D.; VAN HEIST, M.; SASSEN, M.; CORREIA, C. S.,... & TEELING, C. **The CABI encyclopedia of forest trees**. London, 2013. p. 218-219.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1992. p. 333-353.

R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org/>.



RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of the New World**. New Haven: Yale University Press, 1942. p. 1-30.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sudesul, 1983. p. 395-404.

RODIN, R.J. Distribution of *Welwitschia mirabilis*. **American Journal of Botany** 40:280-285, 1953.

SAUERESSIG, D. **Plantas do Brasil: Árvores Nativas**. Editora Plantas do Brasil. 2014. p. 56-57.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. p. 63-71.

SILBA, J. 1986. An international census of the Coniferae. **Phytologia** memoir no. 8. Corvallis, OR: H.N. Moldenke and A.L. Moldenke. (Consultado em 19/04/2016, site: <http://www.conifers.org/refs/silba86.htm>).

TEIXEIRA, L. L. **Identificação botânico-dendrológica e anatomia da madeira de seis espécies euxilóforas do sudoeste paranaense**. 1977. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade federal do Paraná, Curitiba, 1977.

TORTORELLI, L. A. **Maderas y bosques argentinos**: Tomo 1. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora, 2009. V1. 515 p.

VALLA, J.J.; SÁENZ, A.; RIVERA, S.; JANKOWSKI, L.; BAZZANO, D. **Árboles Urbanos 2**. Biota Rioplatense VI. Editorial L.O.L.A (Literature of Latin America), Buenos Aires, 2001, 287 p.

VAN ROYEN, P. **The alpine flora of New Guinea**. Germany: J. Kramer. 1979. 317 p.

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

## GLOSSÁRIO

**Abrupto.** Refere-se à transição do lenho inicial para o tardio, em um anel de crescimento, a qual se deve a mudanças estruturais abruptas na espessura da parede e diâmetro radial dos traqueoides. No lenho inicial, os traqueoides apresentam paredes finas e lumens grandes, ao passo que no lenho tardio têm paredes mais espessas e menor diâmetro radial (Figura 58E,F).

**Alburno.** Região mais externa do xilema secundário de uma árvore, de cor geralmente mais clara. Possui células vasculares ainda atuantes na condução de seiva e células parenquimáticas vivas (Figura 61A,B).

**Anel de crescimento.** Incremento do xilema secundário, produzido pela atividade do câmbio vascular durante uma estação de crescimento (um ano); compreende os lenhos inicial e tardio. Aparecem como anéis concêntricos, na secção transversal da madeira (Figura 58 e 61).

**Anel de crescimento distinto.** Com mudança estrutural abrupta na espessura de parede e/ou no diâmetro radial dos traqueoides de lenho tardio de um anel para os de lenho inicial do anel seguinte. Macroscopicamente, tais mudanças são acompanhadas por variação na cor entre os lenhos inicial (mais claro) e tardio (mais escuro) (Figura 58C,D,E,F).

**Anel de crescimento indistinto ou ausente.** Diz-se de madeiras em que não ocorre mudança estrutural suficiente para o reconhecimento de anéis de crescimento (Figura 58A,B).

**Araucarioide.** Tipo de pontoação do campo de cruzamento, com abertura inclusa, semelhante à cupressoide, diferindo por serem numerosas, em arranjo alterno, de contorno poligonal, parecidas com as que ligam traqueoides longitudinais em Araucariaceae (Figura 59C,D).

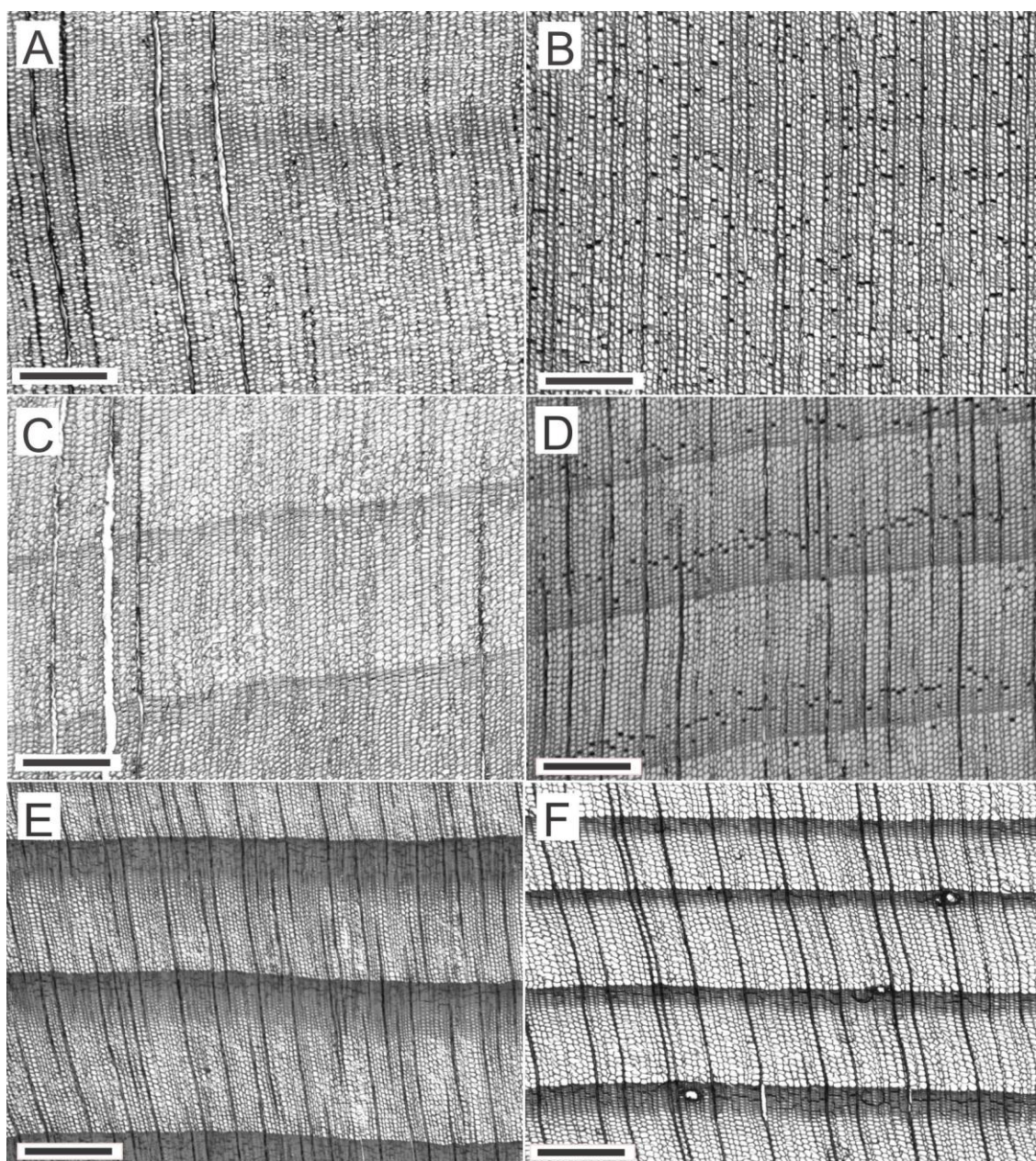
**Areolada.** Diz-se da pontoação em que o diâmetro da cavidade diminui da membrana em direção ao lúmen, produzindo uma abertura e aréola bem visíveis, quando vista de frente (Figura 59).

**Arranjo de pontoações.** Organização das pontoações na parede radial dos traqueoides; podem ser de dois tipos: alterno ou oposto. Pontoações alternas ocorrem, por exemplo, na família Araucariaceae. Pontoações opostas podem ocorrer no gênero *Larix* (Pinaceae) e em algumas espécies de Cupressaceae (Figura 59).

**Canal resinífero.** Espaço intercelular de comprimento indefinido, delimitado por células epiteliais que produzem e armazenam resina. Classificam-se em axiais (longitudinais) ou radiais (transversais), quanto à posição no tronco; e em normais (fisiológicos) ou traumáticos quanto à origem. Encontram-se em numerosas Coníferas, notadamente em Pinaceae, caso dos gêneros *Larix*, *Picea*, *Pinus* e *Pseudotsuga* (Figura 60).

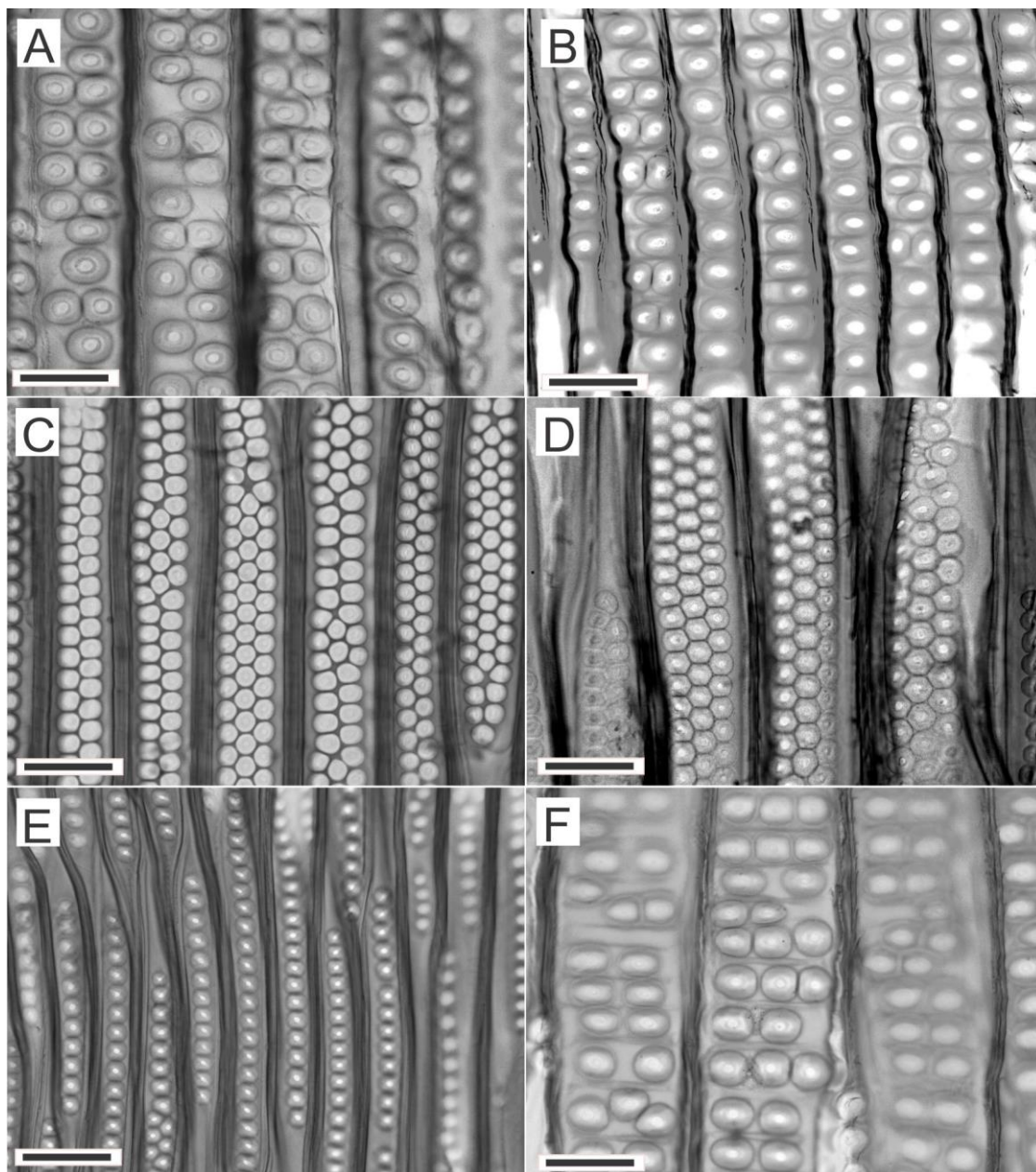
**Canal resinífero fisiológico longitudinal.** Identifica-se por ser, geralmente, solitário e em distribuição difusa no anel de crescimento. Ocorrem, principalmente, no lenho tardio (Figura 61A).

Figura 58 – Aspectos a serem observados em seção transversal.



A,B – Anéis de crescimento indistintos em *Araucaria cunninghamii* (A) e *Dacrydium cupressinum* (B). C,D – Anéis de crescimento distintos e com transição gradual entre os lenhos inicial e tardio, em *Agathis vitiensis* (C) e *Calocedrus formosana* (D). E,F – Anéis de crescimento distintos, com transição abrupta entre os lenhos inicial e tardio, em *Abies sibirica* (E) e *Pseudotsuga menziesii* (F). Escala das barras: 500  $\mu\text{m}$ . Fonte: autora.

Figura 59 – Arranjo das pontoações areoladas em seção radial.



A – Pontoações areoladas, parcialmente bisseriado-opostas (*Larix kaempferi*). B – Pontoações areoladas unisseriadas e parcialmente bisseriado-opostas, com crássulas (*Pseudolarix amabilis*). C – Pontoações areoladas hexagonais, multisseriadas alternas (*Araucaria cunninghamii*). D – Pontoações areoladas hexagonais, multisseriadas (bi e trisseriadas) alternas (*Araucaria angustifolia*). E – Pontoações areoladas hexagonais, unisseriadas (*Araucaria araucana*). F – Pontoações multisseriadas (bi e trisseriadas) opostas (*Taiwania cryptomerioides*). Escala das barras: 50 µm. Fonte: autora.

**Canal resinífero traumático.** Identifica-se pela sua distribuição em pequenos grupos ou em faixas tangenciais regulares. Ocorrem, principalmente, no lenho inicial e são oriundos de ferimentos (Figura 60B).

**Canal resinífero radial ou transversal.** Sempre interno nos raios, conferem, ao mesmos, um aspecto de fuso, por serem mais largos na parte central (Figura 60E,F).

**Câmbio vascular.** Meristema secundário, responsável pelo crescimento em diâmetro do caule e raiz das árvores, produzindo os tecidos vasculares secundários (xilema e floema secundários). O mesmo que câmbio vascular (Figura 61A).

**Camada verrucosa.** Pequenas protuberâncias não ramificadas, presentes na camada interna da parede secundária (S3 ou parede terciária) de traqueoides em Gimnospermas, detectadas, principalmente, em microscopia eletrônica. Em microscópio óptico, assemelham-se, grosseiramente, a um pontilhado (Figura 64A,B).

**Campo de cruzamento.** Termo de conveniência para designar o retângulo formado pela área de contato entre uma célula de parênquima radial e um traqueoide axial, visto em secção longitudinal radial, onde se observam tipos específicos de pontoações (Figura 66, 67, 69 A,B,C,D).

**Casca.** Conjunto dos tecidos externos ao câmbio vascular, no tronco, ramos e raízes das árvores. Reúne o floema secundário e tecidos peridérmicos, podendo ainda conter, dependendo da idade, alguns tecidos primários (epiderme, córtex, restos do floema primário) (Figura 61A,D).

**Célula espicular.** Em botânica, diz-se da célula fusiforme, de parede muito espessa, por vezes ramificada, e com cristais de oxalato de cálcio na membrana. Em Gimnospermas, é caráter exclusivo de *Welwitschia mirabilis* (Figura 62C,D).

**Célula epitelial.** Células parenquimáticas que revestem o canal resinífero, especializadas na produção de resina. As células epiteliais podem apresentar paredes espessas e lignificadas, em *Picea*, *Larix* e *Pseudotsuga*, ou serem finas e não lignificadas, em *Pinus*. Trata-se de caráter diagnóstico para a separação destes gêneros (Figura 60C,D,E,F).

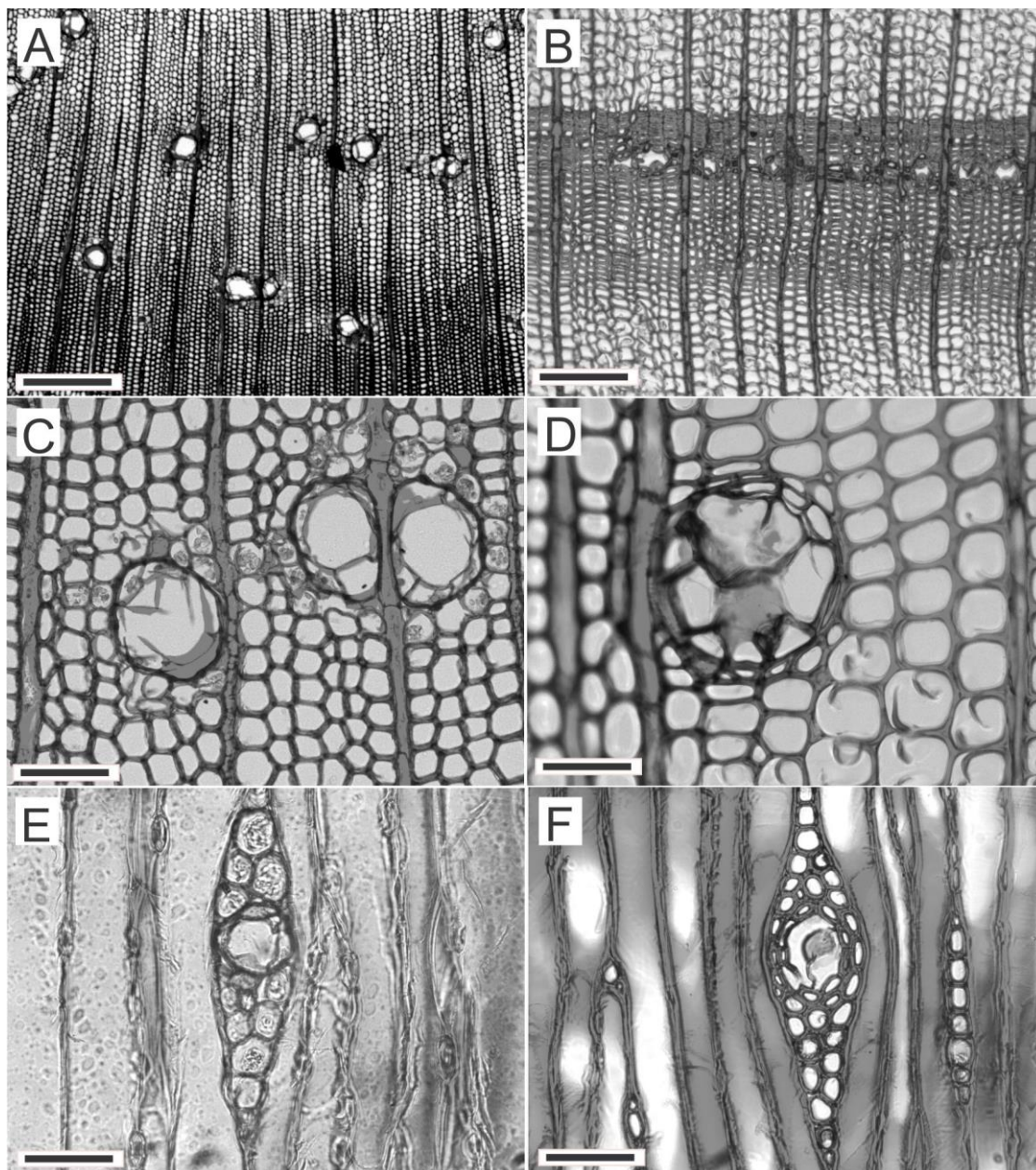
**Cerne.** Parte mais interna do lenho de um tronco ou ramo que não mais atua na condução de seiva bruta e carece de células vivas; geralmente é mais escuro do que o alburno, devido aos materiais depositados em suas células (Figura 61A,B).

**Corte radial.** Corte longitudinal de um caule ou raiz, que segue o curso de um raio (direção medula-casca) (Figura 63A,C).

**Corte tangencial.** Corte longitudinal, realizado perpendicularmente a um raio. O termo se aplica a estruturas cilíndricas, tais como caule e raiz, mas também se aplica no caso de lâminas foliares seccionadas paralelamente à superfície do limbo (Figura 63A,D).

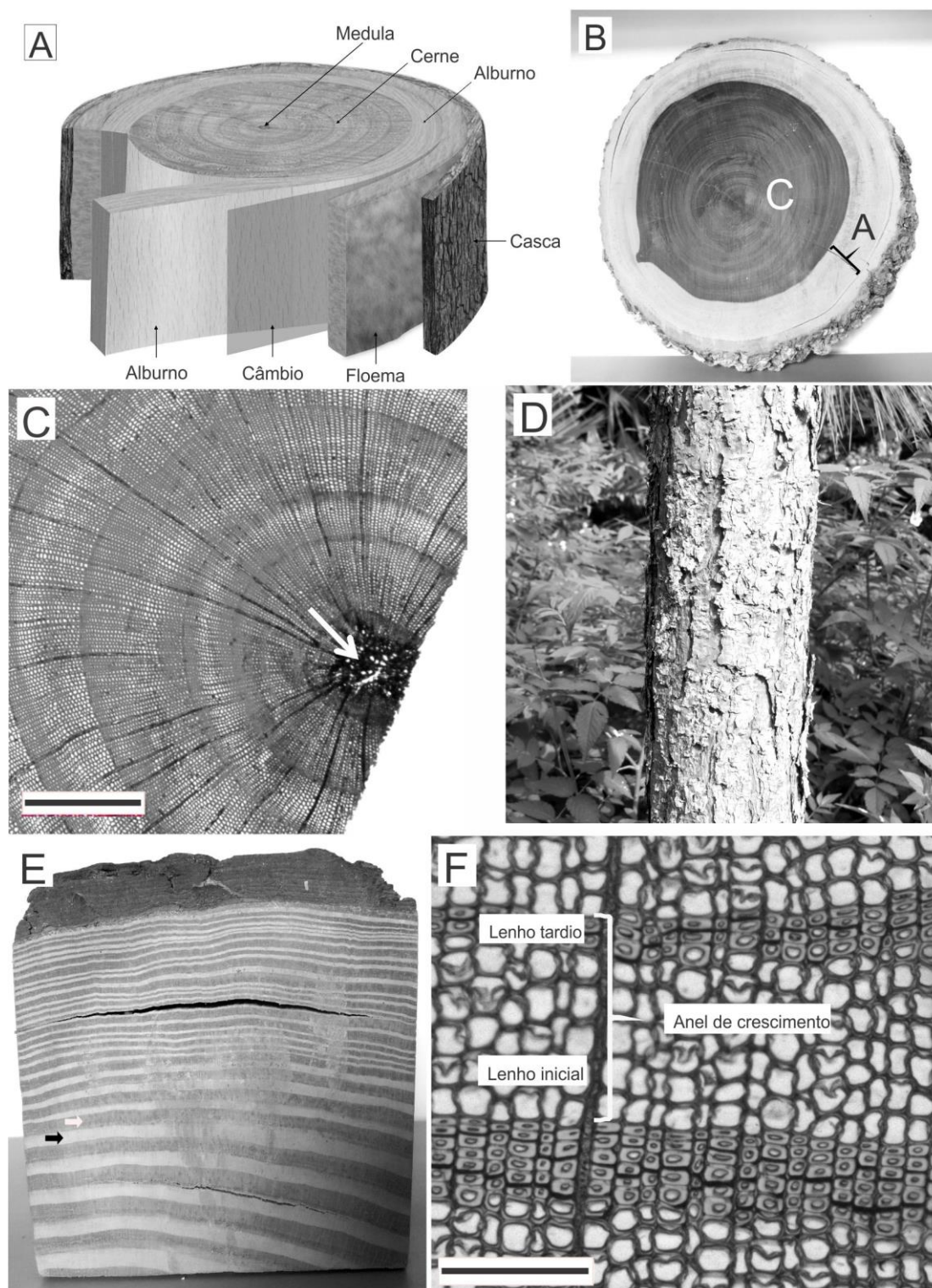
**Corte transversal.** Seção de um caule ou raiz, tomada perpendicularmente ao eixo longitudinal da estrutura (Figura 63A,B).

Figura 60 – Origem e tipos de canais resiníferos.



A – Canais resiníferos fisiológicos longitudinais (*Pinus elliottii*). B – Canais resiníferos traumáticos (*Cedrus deodara*). C – Células epiteliais de paredes finas na seção do canal resinífero longitudinal (*Pinus elliottii*). D – Células epiteliais de paredes espessas na seção do canal resinífero longitudinal (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*). E – Raio fusiforme com células epiteliais de paredes finas, na seção do canal resinífero radial (*Pinus elliottii*). D – Raio fusiforme, com células epiteliais de paredes espessas na seção do canal resinífero radial (*Picea engelmannii* subsp. *mexicana*). Escala das barras: A=500 $\mu$ m; B=200 $\mu$ m; C=100 $\mu$ m; D,E,F=50 $\mu$ m. Fonte: autora.

Figura 61 – Visualização macro e microscópica do tronco de uma árvore.



A – Desenho esquemático do tronco de uma árvore. Fonte: Google (adaptado). B – Disco de madeira, destacando o alburno (A) e o cerne (C). C – Detalhe microscópico da medula de *Fitzroya cupressoides* (seção transversal). D – Casca de *Pinus* sp. E – Bloco de madeira de *Pinus* sp. (seta preta = lenho inicial; seta branca = lenho tardio). F – Detalhe microscópico da madeira de *Pinus palustris* (seção transversal). Escala das barras: C=500 $\mu$ m, F=200 $\mu$ m. Fonte: autora

**Crássulas.** Espessamentos com forma de arco ou barra, localizadas acima e abaixo das pontoações areoladas, vistas de frente na face radial da parede de traqueoides. O mesmo que Barras de Sânio (Figura 70D,E).

**Cristal.** Inclusão celular, geralmente de oxalato de cálcio, por vezes de carbonato de cálcio e sílica, e com diversas formas; o caráter, não raro, tem valor diagnóstico para a identificação de madeiras (Figura 62).

**Cupressoide.** Tipo de pontoação do campo de cruzamento com aberturas elípticas inclusas e pequenas, dentro do limite da borda da pontoação (Figura 66C,D).

**Depósitos orgânicos.** Comumente dito "tampões de resina", "bobinas de resina" ou "placas de resina", são melhor observados em secções longitudinais de traqueoides, no cerne (Figura 65A,B).

**Drusa.** Agrupamento globoso de vários cristais, em que os componentes se projetam da superfície, em numerosas pontas. Observado, por exemplo, no parênquima axial de *Ginkgo biloba* (Figura 62A,B)

**Espaços intercelulares.** O mesmo que meatos. São pequenos espaços, observados entre os traqueoides. A ocorrência regular destes espaços intercelulares ao longo da madeira, é importante característica para alguns taxa, como: *Juniperus communis*, *J. virginiana*, *Calocedrus formosana* (Cupressaceae) e *Ginkgo biloba* (Figura 65D).

**Espessamentos calitroides.** São pares de espessamentos horizontais, localizados acima e abaixo dos pares de pontoações dos traqueoides, visíveis na seção radial. Tangencialmente, assemelham-se a toldos (estruturas do tipo-telhado). Sinônimo: "pontoações com toldos". Ocorrem em espécies do gênero *Callitris* (Cupressaceae) (Figura 64C,D).

**Espessamentos espiralados.** Espessamentos localizados na superfície interna da parede, junto ao lume, de curso helicoidal, ao longo do comprimento de traqueoides axiais e/ou radiais, em muitas espécies de coníferas. São formados pelos mesmos constituintes químicos da parede celular (Figura 65E,F).

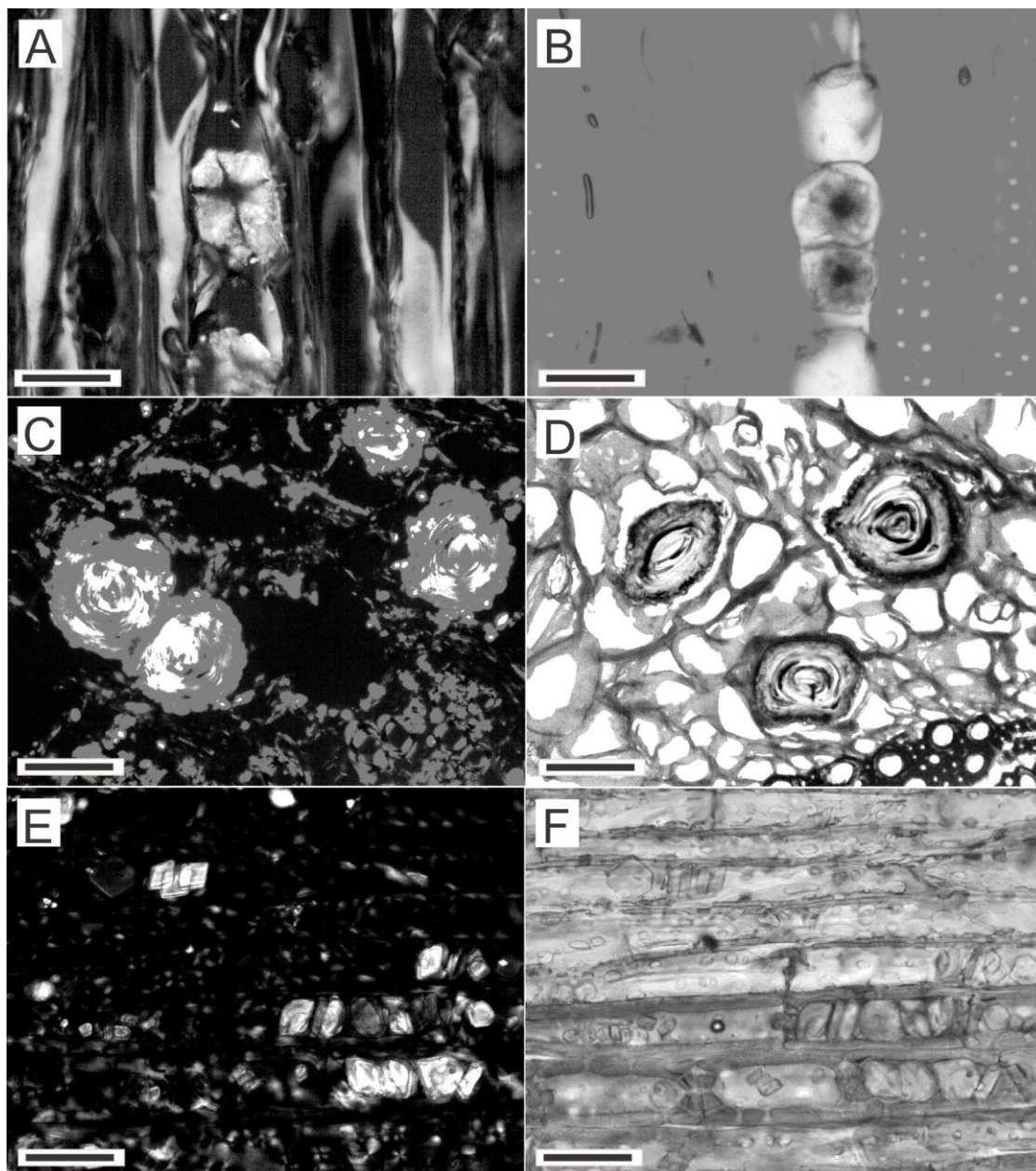
**Fenestriforme.** Tipo de pontoação do campo de cruzamento, usualmente com 1-2 pontoações simples ou aparentemente simples, grandes, quadradas ou retangulares, que ocupam quase toda a área do campo. Observada na seção *sylvestris* e *strobis* do gênero *Pinus* (Pinaceae) (Figura 66E,F).

**Fundamental.** Diz-se da medula e córtex, que são tecidos primários, gerados pelo meristema fundamental.

**Grã.** Refere-se à posição das células axiais do xilema secundário (traqueoides, parênquima axial), em relação ao eixo longitudinal do tronco. Os principais tipos são: direita ou linheira, espiralada, crespa, entrecruzada ou revessa, inclinada e irregular.

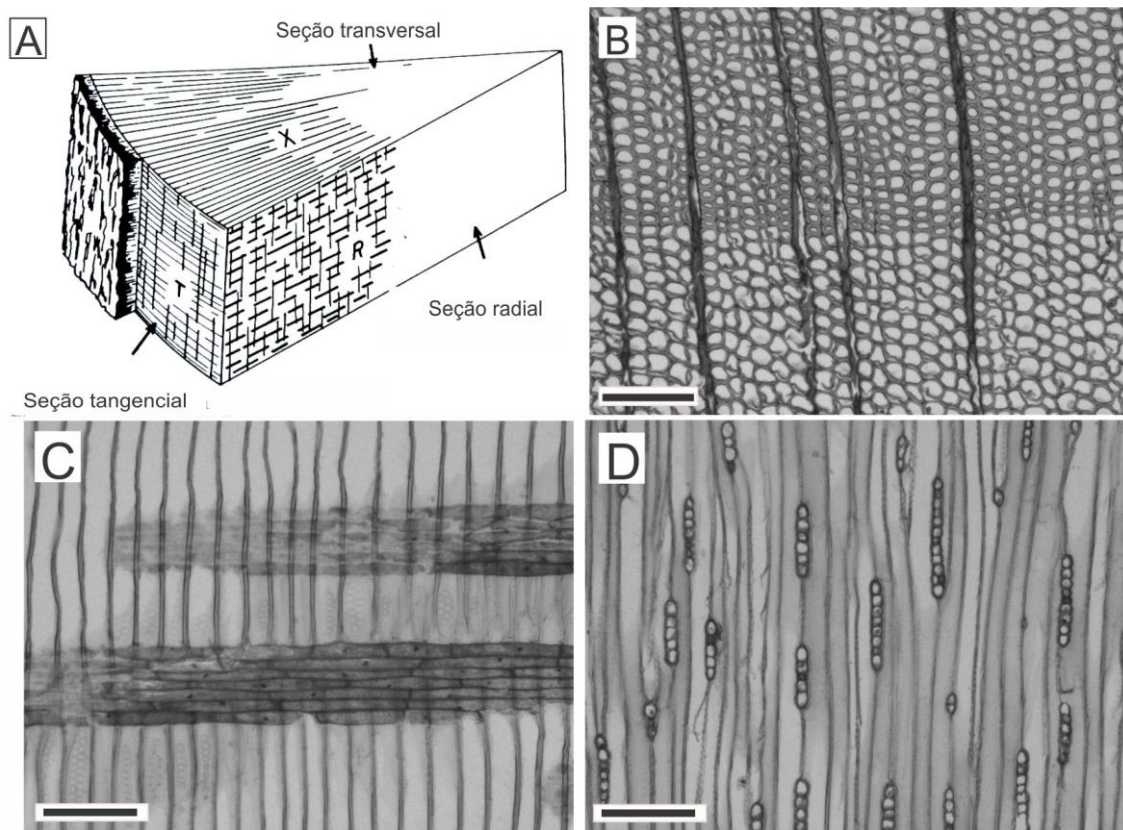


Figura 62 – Tipos de cristais.



A,B – Drusas de oxalato de cálcio no parênquima axial (*Ginkgo biloba*). C,D – Células espiculares com cristais de oxalato de cálcio (*Welwistchia mirabilis*). E,F – Cristais prismáticos no campo de cruzamento (*Gnetum gnemon*). A,C,E=Fotomicrografias com luz polarizada. Escala das barras: A,B,E,F=50 $\mu$ m; C,D=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

Figura 63 – Planos anatômicos do lenho.



A – Bloco de madeira. Fonte: Burguer e Richter (1991). B – Corte transversal de *Araucaria angustifolia*. C – Corte radial de *Araucaria angustifolia*. D – Corte tangencial de *Araucaria angustifolia*. Escala da barra: B,C,D=200µm. Fonte: autora.

**Gradual.** Refere-se à transição do lenho inicial para o tardio nos anéis de crescimento, quando marcado por mudanças graduais na espessura da parede e/ou diâmetro radial dos traqueoides, sendo os de lenho inicial pouco diferenciados em relação aos do lenho tardio; isto é, os traqueoides de lenho tardio tem paredes apenas um pouco mais espessas do que as de lenho inicial (Figura 58C,D).

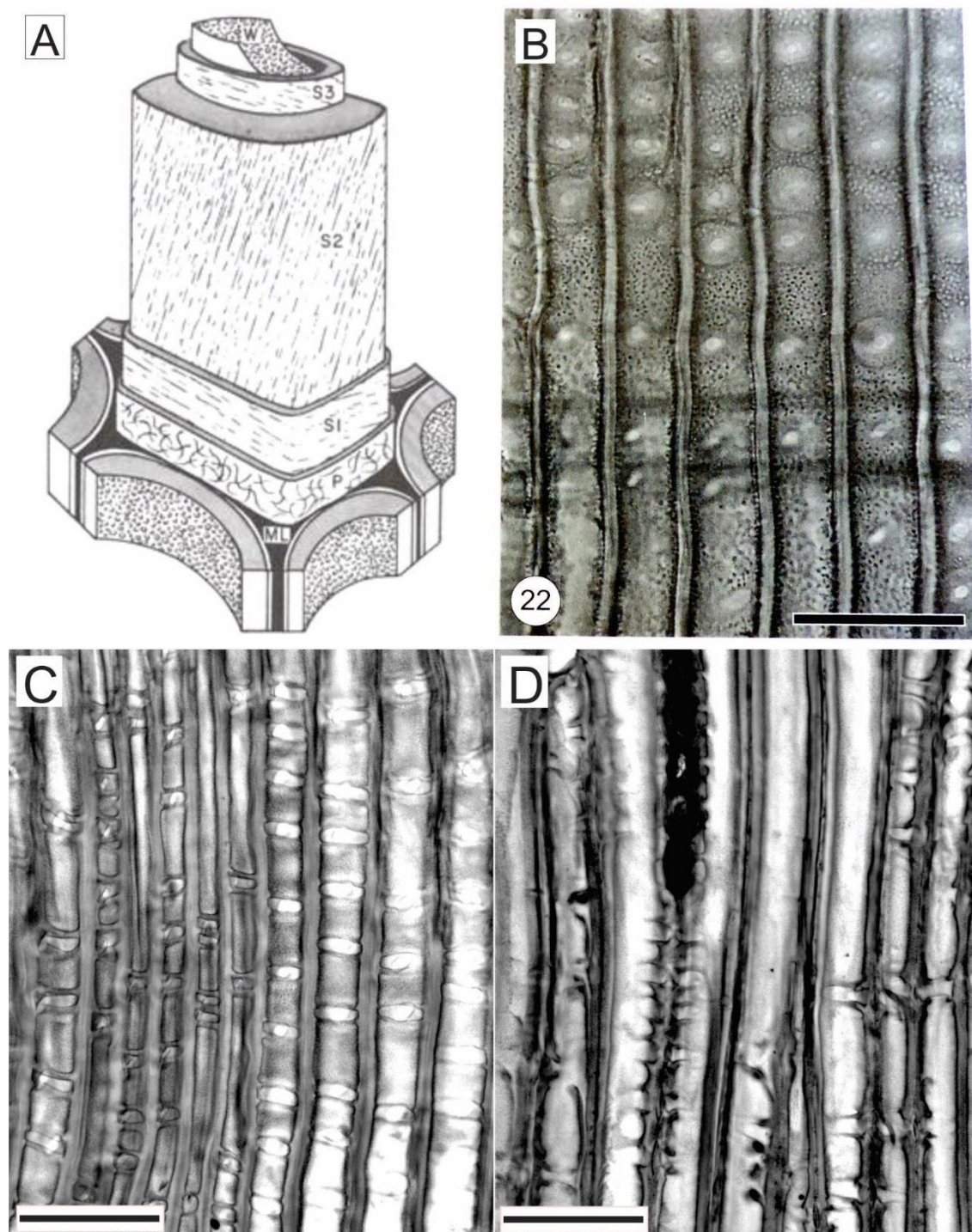
**Heterogêneo.** Diz-se do raio xilemático que apresenta mais de um tipo celular em sua estrutura, compondo-se de células de parênquima radial e traqueoides radiais. Ocorre em espécies de *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga* e *Tsuga* (Família Pinaceae) (Figura 69B,D e 71).

**Homogêneo.** Diz-se do raio xilemático com um único tipo celular (geralmente células parenquimáticas) em sua estrutura. Como exemplos, citam-se *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii* (Figura 69A,C).

**Lamela média.** Camada intercelular, geralmente de natureza pécica, situada entre paredes primárias de células contíguas (Figura 64A).

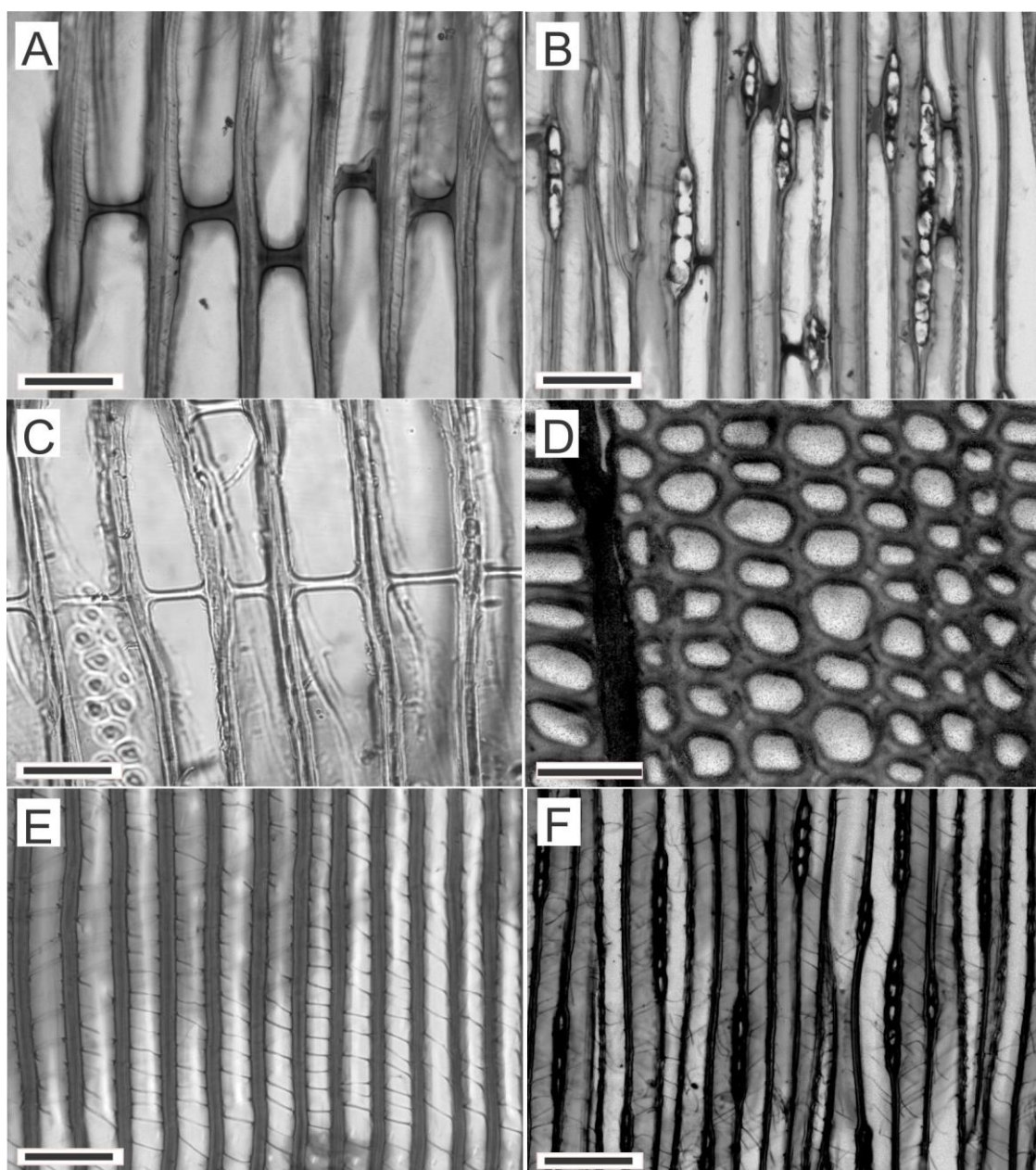
**Lenho.** Tecido condutor de seiva bruta ascendente (água e sais minerais) nas plantas vasculares, responsável pela sustentação mecânica da planta. O mesmo que xilema.

Figura 64 – Parede celular e tipos de espessamentos.



A – Desenho esquemático de uma célula (ML=lamela média; P=parede primária; S1, S2, S3=parede secundária; W=camada verrucosa). Fonte: Google. B – Camada verrucosa (*Actinostrobus pyramidalis*). C,D – Espessamentos calitroides (*Callitris columellaris*). Escala das barras: B,C,D=50µm. Fonte: autora.

Figura 65 – Detalhes anatômicos de Gimnospermas.



A,B – Placas de resinas em traqueoides de *Agathis vitiensis*. A=seção radial; B=seção tangencial. C – Trabéculas, em *Araucaria angustifolia*. D – Espaços intercelulares, em *Ginkgo biloba*. E,F – Espessamentos espiralados, em *Taxus baccata* e *Torreya nucifera*, respectivamente. Escala das barras: A,C,DE=50 $\mu$ m; B,F=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

**Lenho inicial.** Xilema produzido pelo câmbio vascular no início da estação de crescimento. É, normalmente, menos denso, de cor aparentemente mais clara e composto por traqueoides longitudinais de maior diâmetro radial. O mesmo que lenho primaveril (Figura 61E,F).

**Lenho tardio.** Xilema produzido pelo câmbio vascular ao término da estação de crescimento, após a produção de lenho inicial, distinguindo-se, deste, por ter cor aparentemente mais escura, maior densidade e células axiais de menor diâmetro radial e/ou com paredes mais espessas. O mesmo que lenho estival (Figura 61E,F).

**Lume.** Cavidade celular.

**Macia.** Termo utilizado para as madeiras de coníferas como um todo, em oposição às folhosas; *softwood*, em Inglês. Em Física da Madeira, refere-se à propriedade dureza.

**Medula.** Tecido fundamental, formado pelo meristemas primário (meristema fundamental) e localizado no centro do tronco das árvores (Figura 61A,C).

**Multisseriado.** Termo usado para nomear as pontoações radiais dos traqueoides quando estas se apresentam com mais de uma fileira de pontoações. Este tipo de arranjo observa-se, por exemplo, em *Sequoia sempervirens*, *Taiwania cryptomeroides*, *Taxodium* (Cupressaceae) e em Araucariaceae (Figura 59C,D,F). Também designa raios com mais de uma fileira de células de largura.

**Ornamentada.** Diz-se da pontoação areolada que apresenta projeções de material da parede em sua cavidade ou abertura (Figura 70B).

**Par de pontoações.** Pontoações complementares de células adjacentes, cujas componentes principais são as (duas) cavidades e a membrana da pontoação (Figura 70F).

**Par de pontoações simples.** Conjunto de duas pontoações simples, entre células parenquimáticas adjacentes (Figura 70F).

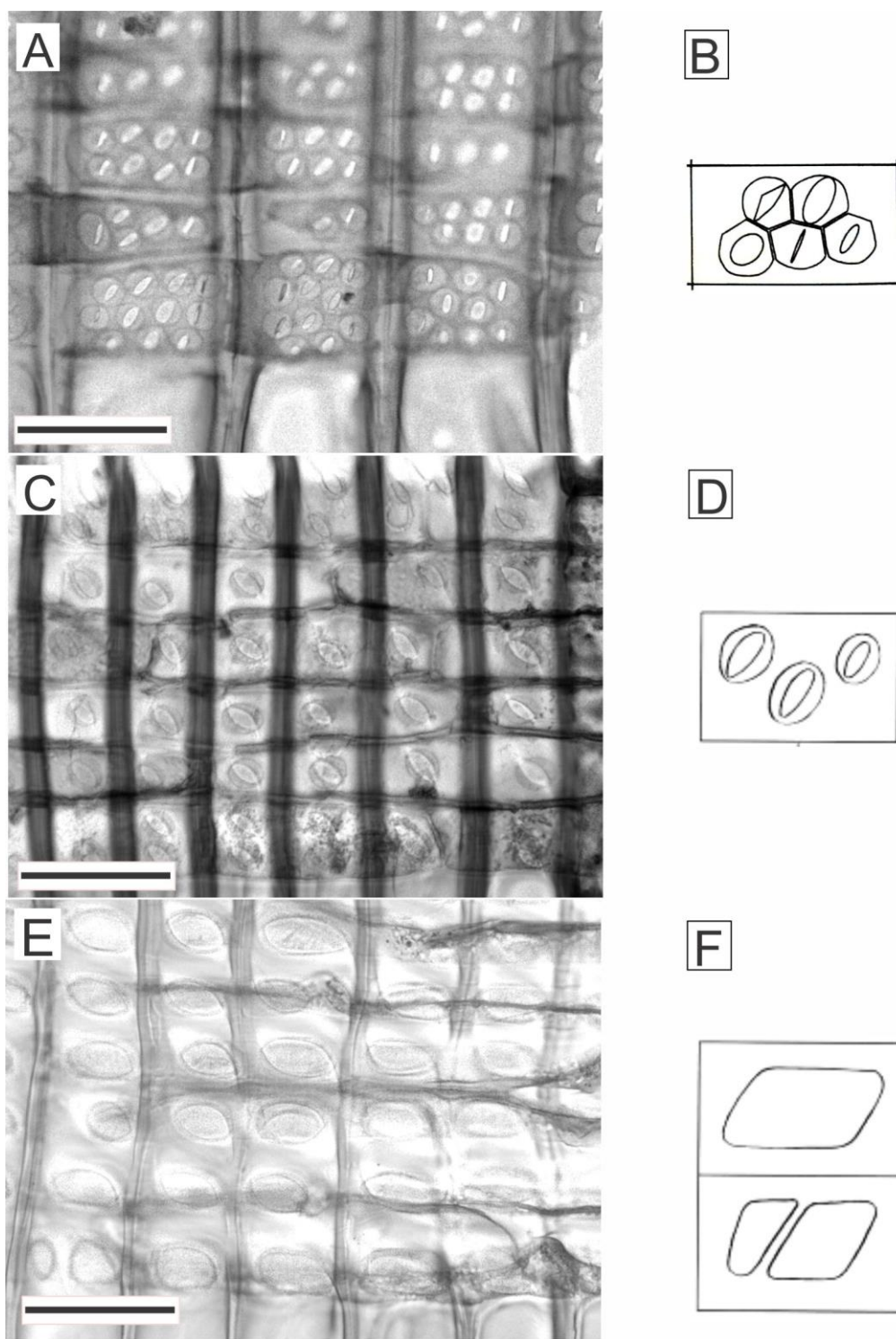
**Par de pontoações areoladas.** Conjunto de duas pontoações areoladas em células de traqueoides adjacentes (Figura 70F).

**Par de pontoações semi-areolada.** Conjunto de duas pontoações, uma areolada a outra simples, que liga um traqueoide (axial ou radial) e uma célula parenquimática (axial ou radial) adjacente (Figura 70F).

**Parede celular.** Membrana mais ou menos rígida, que envolve o protoplasto de uma célula. Nas plantas superiores, é composta de polissacarídeos, principalmente de celulose e outras substâncias orgânicas e inorgânicas (Figura 64A).

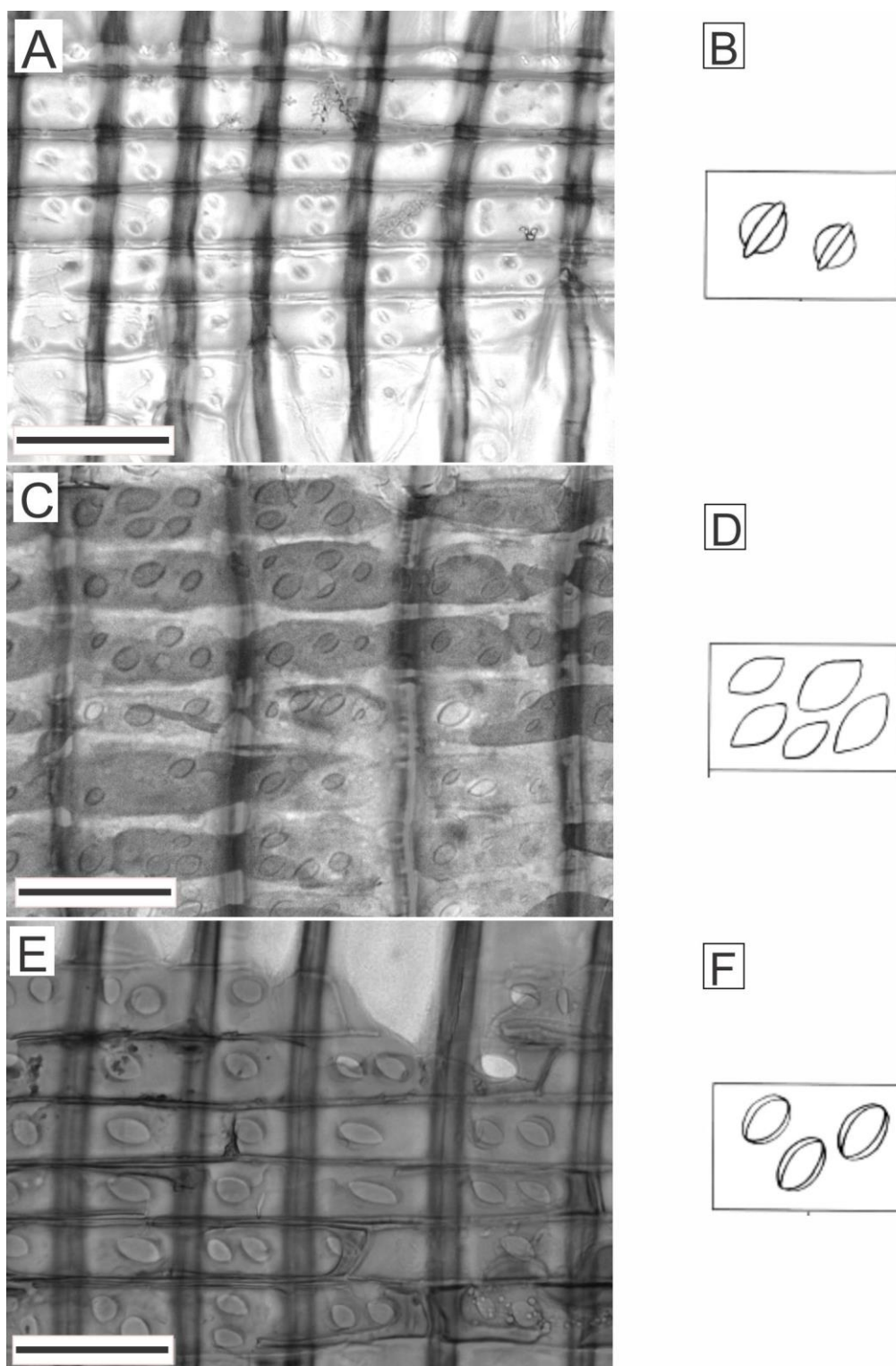
**Parênquima axial.** Conjunto de células parenquimáticas, participantes da estrutura axial do xilema secundário. Encontrado em numerosos gêneros, sobretudo em Cephalotaxaceae, Cupressaceae e Podocarpaceae; normalmente ausente em Araucariaceae e Taxaceae (Figura 68).

Figura 66 – Tipos de pontoações em campos de cruzamento.



A – Pontoações araucarioides (*Araucaria angustifolia*). B – Desenho esquemático de pontoações araucarioides. C – Pontoações cupressoides (*Widdringtonia cupressoides*). D – Desenho esquemático de pontoações cupressoides. E – Pontoações fenestriiformes (*Sciadopitys verticillata*). F – Desenho esquemático de pontoações fenestriiformes. Escala das barra: A,C,D=50 µm. Fonte: A,C,D = autora; B = IAWA (2011); D,F = Hoadley (1933).

Figura 67 – Tipos de pontoações em campos de cruzamento.



A – Pontoações piceoides (*Tsuga canadensis*). B – Desenho esquemático de pontoações piceoides. C – Pontoações pinoides (*Pinus elliottii*). D – Desenho esquemático de pontoações pinoides. E – Pontoações taxodioides (*Papuacedrus papuana*). F – Desenho esquemático de pontoações taxodioides. Escala da barra: A,C,E=50 $\mu$ m. Fontes: A,C,E=autora; B,D,F= Hoadley (1933).

**Parênquima axial com paredes transversais irregulares.** Com pares de pontoações simples pouco evidentes nas paredes transversais do parênquima axial. São características de *Chamaecyparis obtusa* e *Cryptomeria japonica*, entre outras espécies.

**Parênquima axial com paredes transversais lisas.** Os pares de pontoações simples não são evidentes nas paredes transversais do parênquima axial. Ocorrem em espécies de *Callitris*, *Chamaecyparis*, *Tetraclinis*, *Thuja*, *Widdringtonia* (Cupressaceae), bem como em *Dacrydium*, *Podocarpus* (Podocarpaceae) e Araucariaceae (Figura 68E).

**Parênquima axial com paredes transversais nodulares.** Com pares de pontoações simples bem visíveis, nas paredes transversais do parênquima axial. São comumente observadas em *Taxodium distichum*, *Calocedrus decurrens*, *C. formosana*, *Chamaecyparis obtusa* e *C. pisifera*; em muitas espécies de *Juniperus*, *Thuja* e em *Thujopsis dolabrata* (Cupressaceae); em *Abies*, *Cedrus*, *Keteleeria*, *Pseudolarix*, *Pseudotsuga* e *Tsuga* (Pinaceae) (Figura 68F).

**Parênquima axial difuso.** Com células parenquimáticas isoladas, dispersas por todo o anel de crescimento (Figura 68A,B).

**Parênquima axial em zonas tangenciais.** Com células parenquimáticas em segmentos tangenciais bem visíveis nos anéis de crescimento (Figura 68C).

**Parênquima axial marginal.** Com células parenquimáticas restritas ao limite do anel de crescimento (Figura 68D).

**Parênquima radial.** Células parenquimáticas integrantes de um raio (Figura 69).

**Parênquima radial de paredes terminais lisas.** Os pares de pontoações simples não são evidentes nas paredes das células de parênquima radial (Figura 69A).

**Parênquima radial de paredes terminais nodulares.** Com pares de pontoações simples pronunciadas nas paredes terminais das células de parênquima radial (Figura 69C).

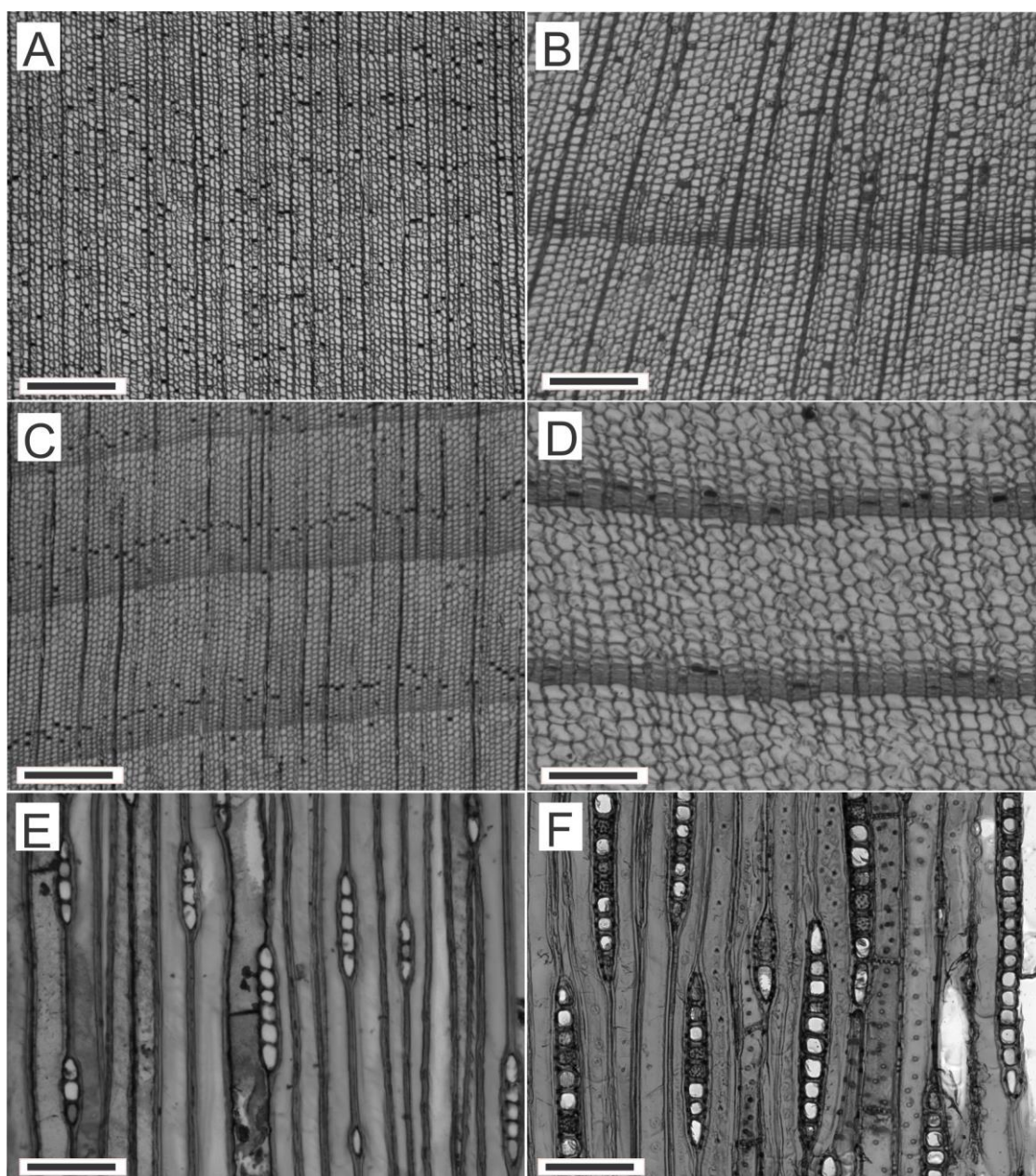
**Piceoide.** Pontoação de campo de cruzamento, com bordas estreitas e mais longas do que o contorno da aréola da pontoação; observadas em algumas espécies de Pinaceae, como nos gêneros *Larix*, *Picea*, *Tsuga* e *Pseudotsuga* (Figura 67A,B).

**Pinoide.** Pontoação do campo de cruzamento, com 1-6 pontoações simples ou com bordas reduzidas. Tais pontoações são pequenas ou grandes, dependendo do número por campo de cruzamento. Típicas de *Pinus* sp. (Figura 67C,D).

**Placas resinosas.** Ver depósitos orgânicos (Figura 65A,B).



Figura 68 – Distribuição do parênquima axial.



A – Parênquima axial difuso (*Dacrydium falciforme*). B – Parênquima axial difuso (*Podocarpus lambertii*). C – Parênquima axial em zonas tangenciais (*Calocedrus formosana*). D – Parênquima axial marginal (*Chamaecyparis formosensis*). E – Parênquima axial com paredes transversais lisas (*Widdringtonia nodiflora*). F – Parênquima axial com paredes transversais nodulares (*Pseudolarix amabilis*). Escala das barras: A,C=500 $\mu$ m; B,C=200 $\mu$ m; E,F=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

**Placa de perfuração simples.** Com uma única abertura, circular ou elíptica, na área de contato entre dois elementos vasculares de um mesmo vaso (Figura 72C).

**Placas de perfuração foraminada.** Com várias aberturas arredondadas, nas paredes terminais de elementos de vaso (Figura 72D).

**Pontoação.** Lacuna na parede de uma célula vegetal, aberta internamente para o lúmen e com uma membrana obturante no lado externo (Figura 59 e 70).

**Pontoações alternas.** Dispostas em arranjo diagonal, na parede de traqueoides (Figura 59C,D).

**Pontoações com bordas recortadas.** Refere-se a entalhes na borda externa da pontoação. O mesmo que pontoação com bordos recortados (Figura 70C).

**Pontoações escalariformes.** Transversalmente alongadas e superpostas ao longo da parede de um traqueoide, à semelhança dos degraus de uma escada.

**Pontoações opostas.** Dispostas aos pares ou em grupos de três, na largura de um traqueoide, de modo que o alinhamento das mesmas segue linhas horizontais e verticais (Figura 59A,F).

**Poros.** Termo utilizado para denominar elementos de vasos, vistos em seção transversal (Figura 72A,B).

**Raio.** Estrutura do xilema e floema secundários, disposta transversalmente ao eixo de caules e raízes, e gerada por divisões periclinais de células iniciais de raio (câmbio vascular). Cada raio compõe-se de um segmento xilemático e outro floemático (Figura 69).

**Raio fusiforme.** Raios com aspecto de fuso (mais largos na parte central) devido à ocorrência de um ou mais canais resiníferos em seu interior (Figura 60E,F).

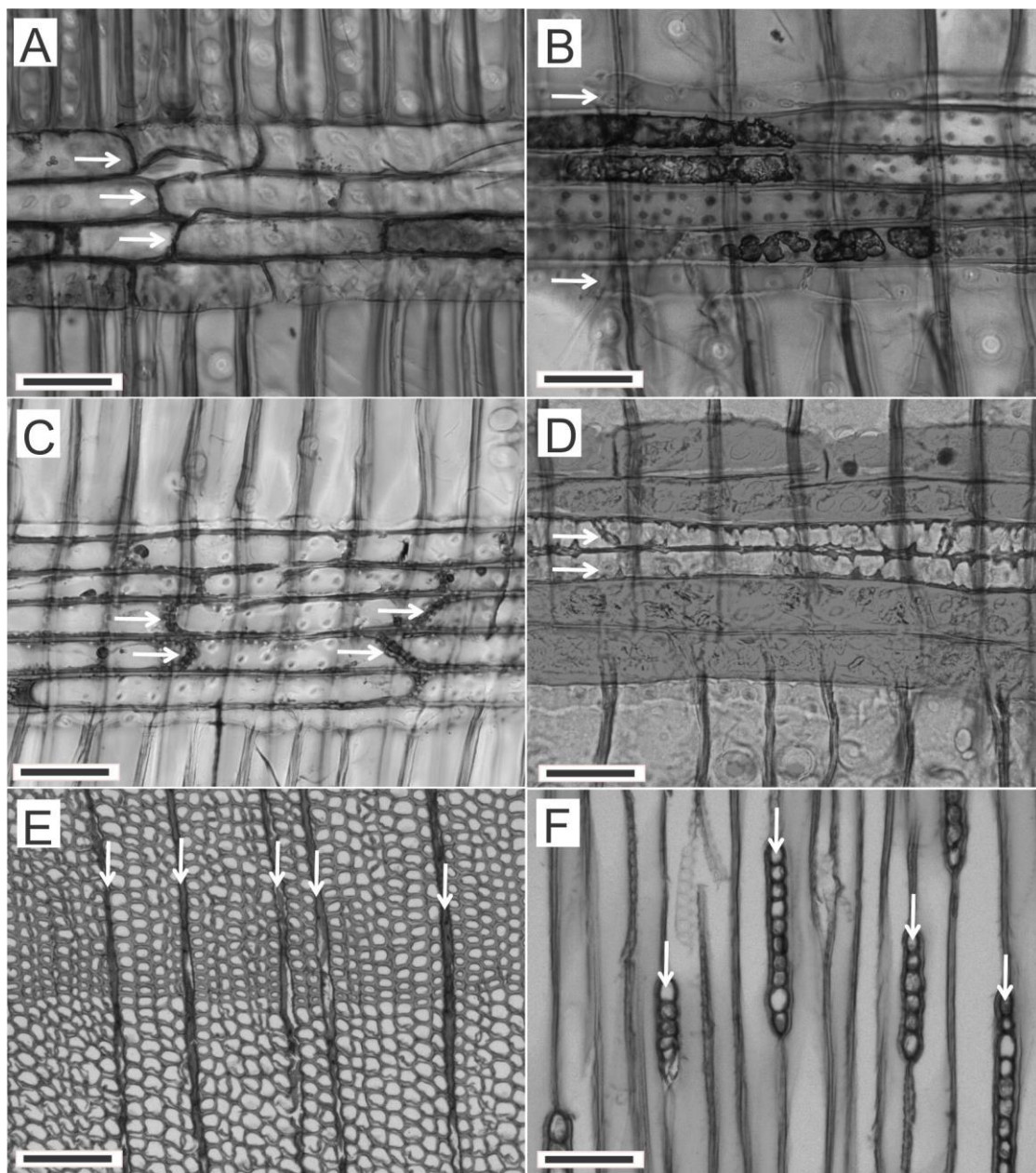
**Resina.** Mistura de ácidos orgânicos e éteres aromáticos, resultante da oxidação e polimerização de terpenos. São insolúveis em água, mas solúveis em álcool ou éter. A presença de resina é tão peculiar às coníferas que estas madeiras são, por vezes, ditas “resinosas”.

**Simples.** Diz-se da pontoação observada em células parenquimáticas ou fibras libriformes, que se distingue por ter uma cavidade de diâmetro constante ou que aumenta da membrana em direção ao lúmen (Figura 70F).

**Taxodioide.** Pontoação do campo de cruzamento, com abertura inclusa, grande, oval ou circular, mais larga do que o espaço, entre a referida abertura e o contorno da areola da pontoação. Observada na maioria das espécies da antiga família Taxodiaceae (atual Cupressaceae), bem como em algumas espécies de Cupressaceae (Figura 67E,F).

**Tecido vascular.** Termo abrangente, aplicado tanto para o xilema como para o floema.

Figura 69 – Caracteres anatômicos em lenhos de Gimnospermas.



A – Raio homogêneo com células parenquimáticas de paredes terminais finas e lisas (*Widdringtonia cupressoides*). B – Raio heterogêneo com traqueoides radiais (setas), nas margens do raio (*Larix kaempferi*). C – Parênquima radial com paredes terminais nodulares (*Tsuga canadensis*). D – Raio heterogêneo, com traqueoides radiais tanto nas margens como no interior (setas) do raio (*Pinus elliottii*). E – Raios, em seção transversal (*Araucaria angustifolia*). F – Raios, em seção tangencial (*Araucaria angustifolia*). Escala da barra: A,B,C,D=50 $\mu$ m; E=200 $\mu$ m; F=100 $\mu$ m. Fonte: autora.

**Torus.** Disco espesso, compacto e central na membrana de pontoações areoladas, sustentado pelo margo (Figura 70A,B).

**Torus estrelado.** Com margem recortada (“ornamentado”) (Figura 70B).

**Trabécula.** Projeção da parede celular com formato de barra, que atravessa, radialmente o lume de um ou mais traqueoides, ligando uma face tangencial da parede à outra (Figura 65C).

**Traqueoide.** Célula não perfurada do lenho, provida de pontoações areoladas para com elementos congêneres. É o tipo celular mais abundante em madeiras de coníferas, atuando na condução da seiva e sustentação mecânica. O mesmo que traqueíde.

**Traqueoides de paredes espessas.** Refere-se aos traqueoides do lenho tardio, que apresentam parede celular, no mínimo, duas vezes mais espessa do que o lúmen. Deve-se medir sempre esta relação no sentido radial do traqueoide. Ocorrem em espécies de *Pinus*, *Larix*, *Pseudotsuga*, etc.

**Traqueoides de paredes finas.** Refere-se aos traqueoides do lenho tardio, nos quais a parede celular é duas vezes menos espessa do que lúmen. Deve-se medir sempre esta relação no sentido radial do traqueoide.

**Traqueoide radial.** Traqueoide integrante de um raio. Encontra-se em numerosas coníferas, notadamente em Pináceas (gêneros *Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*). O mesmo que traqueíde radial (Figura 69B,D).

**Traqueoides radiais com paredes dentadas.** Com paredes de espessura variável e dentes pronunciados, semelhantes a protusões nas faces superior e inferior da parede; mais numerosos no lenho tardio. Estes dentes são muito proeminentes em espécies de *Pinus* da seção *sylvestris* (ex. *P. densiflora*, *P. nigra*, *P. resinosa*, *P. sylvestris*) e *ponderosa* (ex. *P. contorta*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. ponderosa*, *P. radiata*), e menos proeminente em traqueoides marginais com paredes tipicamente sinuosas, como em espécies da seção *sula* (*P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. leucodermis*, *P. longifolius*) e *khasya* (*P. khasya*); denticulações muito pequenas, também ocorrem em algumas espécies de *Picea* (Phillips, 1948; Iawa, 2011) (Figura 71A,B).

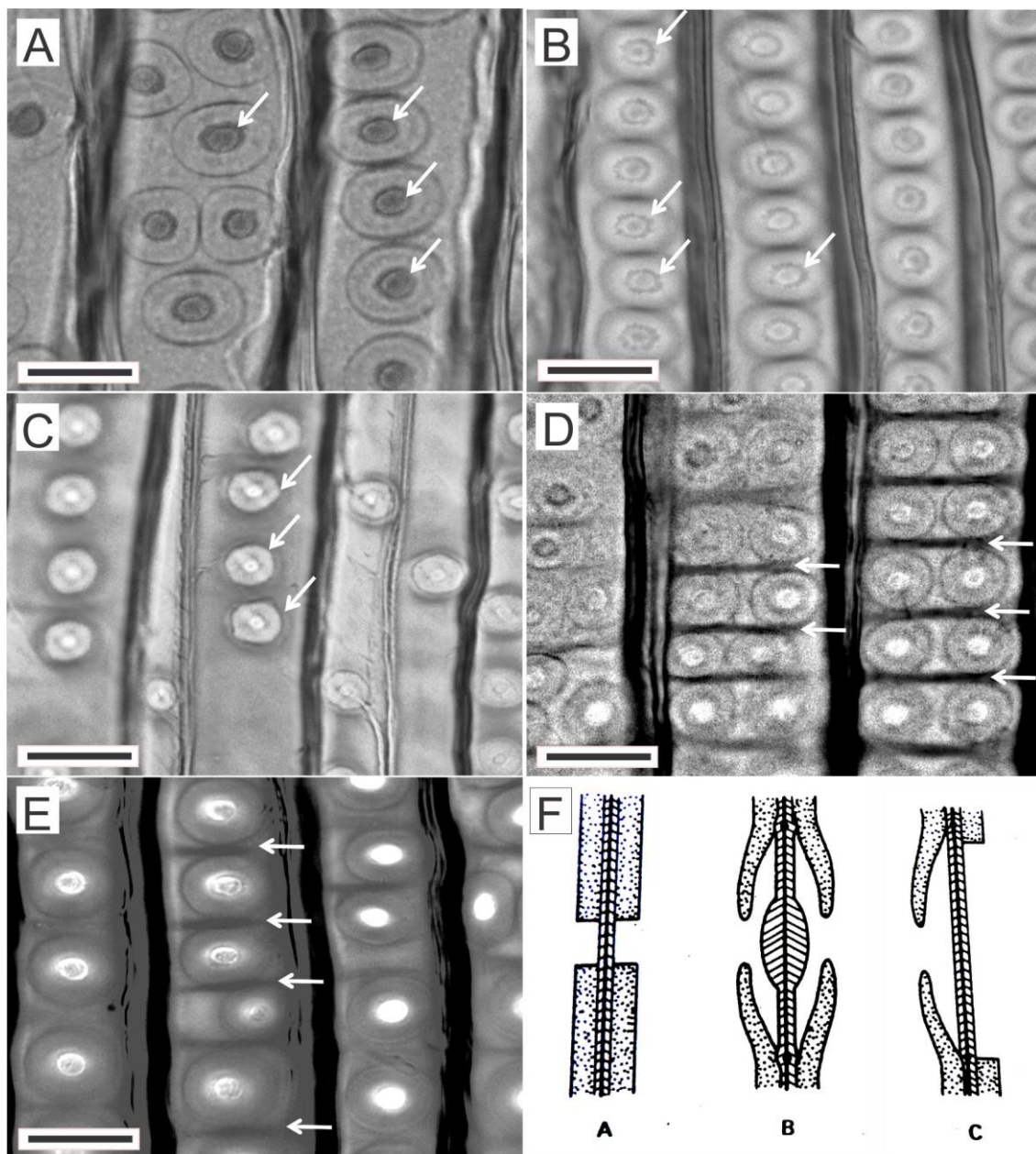
**Traqueoides radiais com paredes lisas.** Com paredes sem ornamentações e geralmente finas; ocorre nos gêneros de *Pinus*, sect. *strobilus*, como em *P. lambertiana*, *P. monticola*, *P. strobus* (Figura 69B).

**Traqueoides radiais com paredes reticuladas.** Com paredes geralmente finas, e protusões em forma de dente nas faces superior e inferior da parede, unidos por sulcos transversais, que dão um aspecto reticulado característico. Ex.: *Pinus*, sect. *taeda* (incluindo, *P. banksiana*, *P. palustris*, *P. taeda*) (Figura 71C,D).

**Unisseriado.** Diz-se das pontoações dispostas em uma única fileira, ao longo do comprimento dos traqueoides. Com relação aos raios, refere-se à presença de uma única célula de largura, nos mesmos (Figura 59).

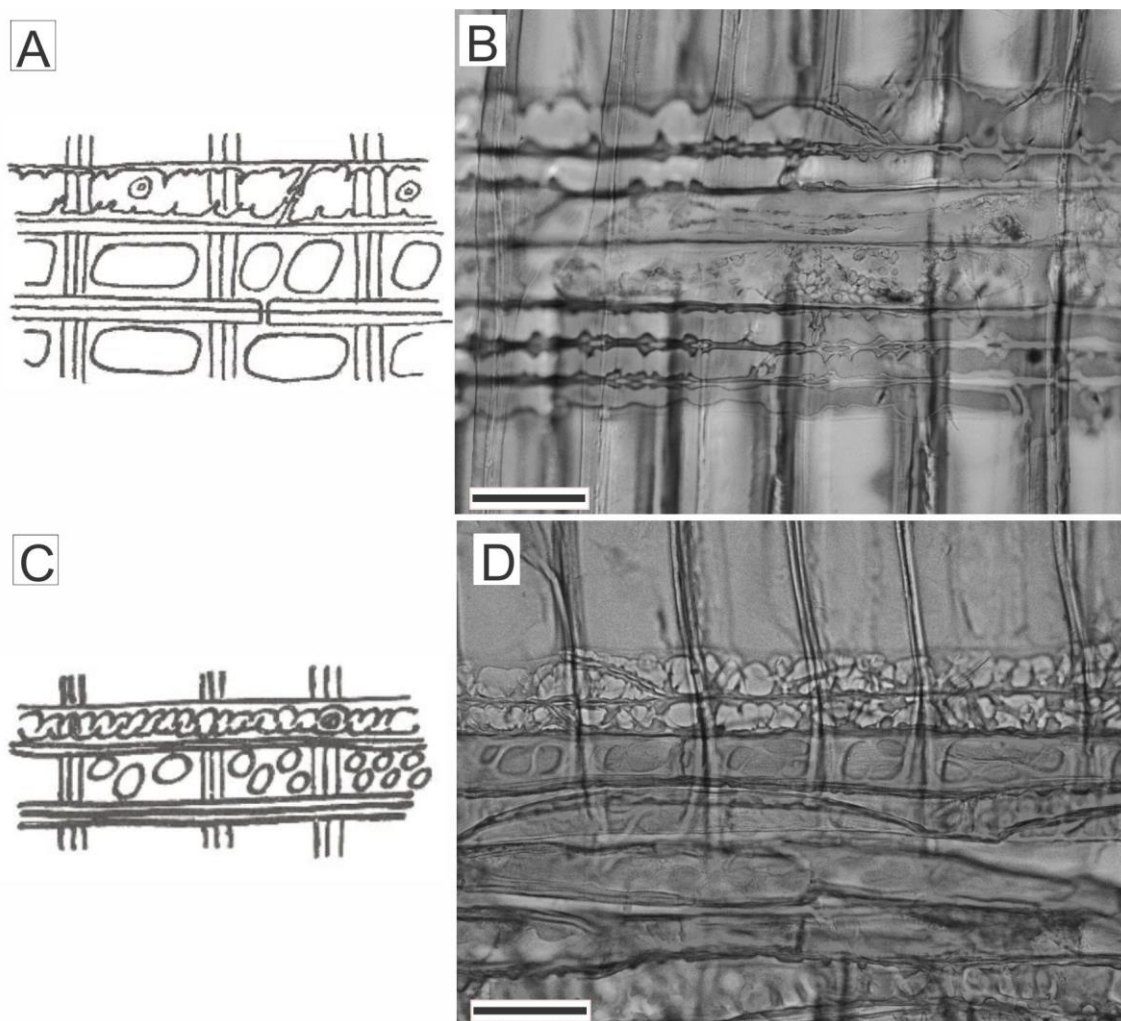
**Vaso.** Série axial de elementos vasculares, de comprimento indefinido, providos de perfurações em suas paredes de contato. É a principal estrutura responsável pela condução no xilema em Angiospermas Dicotiledôneas e em Gimnospermas da subclasse Gnetidae (gêneros *Ephedra*, *Gnetum* e *Welwitschia*) (Figura 72).

Figura 70 – Caracteres especiais em pontoações areoladas.



A – Pontoações areoladas com torus discoide (*Pinus elliotti*). B – Pontoações areoladas com torus ornamentado (estrelado), em *Cedrus deodara*. C – Pontoações areoladas com bordas recortadas (*Athrotaxis laxifolia*). D – Crássulas e pontoações areoladas em arranjo bisseriado-oposto (*Taxodium distichum*). E – Crássulas e pontoações areoladas unisseriadas (*Pseudolarix amabilis*). F – Desenho esquemático de pares de pontoações: simples (A); areoladas (B); semi-areoladas (C). Escala das barras: 25µm. Fontes: A,B,C,D,E= autora; F=Burger e Reichter (1991).

Figura 71 – Detalhes anatômicos de traqueoides radiais.



A – Desenho esquemático de traqueoides radiais com paredes denteadas. Fonte: Google. B – Traqueoides radiais com paredes denteadas (*Pinus oocarpa*) (seção radial). Fonte: autores. C – Desenho esquemático de traqueoides radiais com paredes reticuladas. Fonte: Google. D – Traqueoides radiais com paredes reticuladas de *Pinus palustris* (seção radial). Escala da barra: B,D=50 $\mu$ m. Fonte: autora.

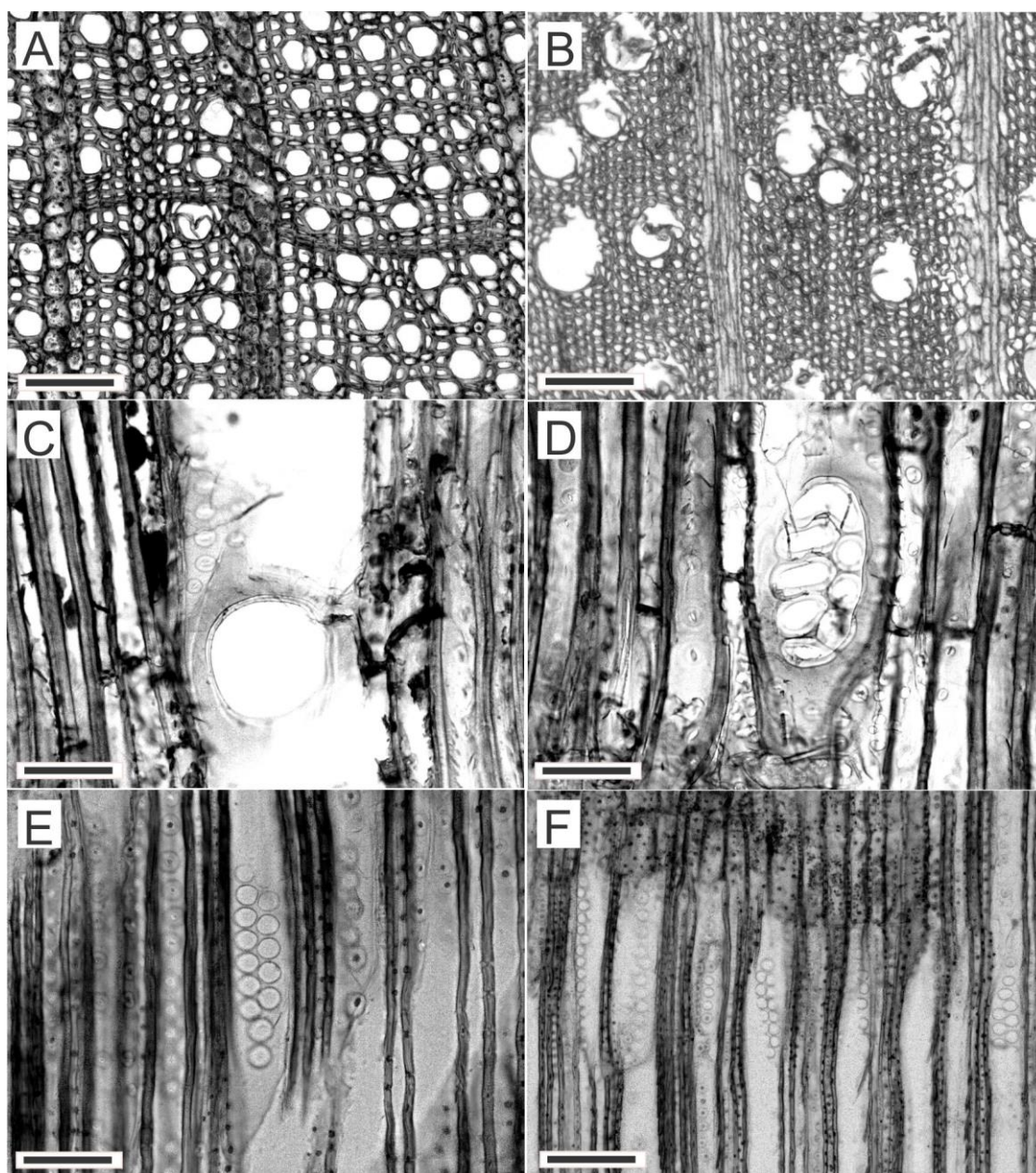
**Vascular.** Termo relativo aos tecidos condutores (xilema e floema).

**Xilema.** Tecido condutor da seiva bruta (água e sais minerais) e em direção ascendente nas plantas vasculares. Quanto à origem, classifica-se em primário e secundário.

**Xilema primário.** Tecido xilemático originário do procâmbio e constituinte do corpo primário vegetal. Compõe-se, geralmente, de protoxilema e metaxilema.

**Xilema secundário.** Tecido vascular produzido pelo câmbio vascular, sendo o principal tecido de sustentação e condução da seiva ascendente, no tronco das árvores. O mesmo que lenho.

Figura 72 – Caracteres a serem observados no lenho de Gnetidae.



A – Poros de *Ephedra tweendiana* (seção transversal). B – Poros em *Gnetum gnemon* (seção transversal). C – Placa de perfuração simples em *Gnetum gnemon* (seção radial). D – Placa de perfuração foraminada em *Gnetum gnemon* (seção radial). E – Placa de perfuração foraminada em *Ephedra tweendiana*. F – Elementos de vasos em *Ephedra tweendiana*. Escala da barra: A,F=100 $\mu$ m; B=200 $\mu$ m; C,D,E=50 $\mu$ m. Fonte: autora.