

JULIO CEZAR MAJCHER



**CARACTERIZAÇÃO DO XILEMA SECUNDÁRIO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE
UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, CURITIBA, PR**

Monografia apresentada para conclusão do
Curso de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dra. Patricia Soffiatti

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sergio e M^a. Regina, pela vida e pela constante insistência pelo estudo, sempre cobrando dedicação! Às minhas irmãs Elaine e Flavia, e meu cunhado Julio Eduardo que sempre dividiram e se alegraram com as minhas descobertas nas Ciências Biológicas.

Aos meus tios Dom Dr. Rafael Biernaski e Cônego André Biernaski que sempre incentivaram meus estudos e sabem a importância de estar sempre estudando e aprimorando os conhecimentos.

Às minhas orientadoras Dra. Patricia Soffiatti e Dra. Maria Regina Torres Boeger pela orientação, apoio, carinho e atenção. Pelos puxões de orelha também!

Às minhas amigas de graduação Arieli Straube, Bárbara Yuri Katahira, Betina Westphal, Gisele dos Santos Morais, Priscila Krebsbach, Sheyla Mayumi Kuniwake, Suellen do Socorro Giovanoni pela união nestes quatro anos, fazendo projetos juntos, grupos de estudos... Tudo sempre com alegria, com muita amizade em momentos bons e outros não tão bons.

Ao doutorando Nelson Cosmo e ao mestrando Luis Nabravo pela ajuda na identificação e coleta das árvores.

Ao biólogo Nilson Belém Filho por toda ajuda técnica nestes anos de estágio e projetos de iniciação científica. Por ajudar a resolver todas as complicações práticas que nos aparecem neste nosso “fazer ciência”.

Ao laboratório de Anatomia da Madeira, na pessoa da Dra. Silvana Nisgoski e à Dra. Graciela I. B. Muñiz por sempre disponibilizar gentilmente a estrutura para que este trabalho fosse realizado!

Ao laboratório de Botânica Estrutural por toda estrutura e material.

Ao CNPQ e a UFPR pelas bolsas de iniciação científica que foram sempre uma grande ajuda e incentivo a nos dedicarmos e desenvolvermos ciência.

As Árvores

As árvores são fáceis de achar
Ficam plantadas no chão
Mamam do sol pelas folhas
E pela terra
Também bebem água
Cantam no vento
E recebem a chuva de galhos abertos
Há as que dão frutas
E as que dão frutos
As de copa larga
E as que habitam esquilos
As que chovem depois da chuva
As cabeludas, as mais jovens mudas
As árvores ficam paradas
Uma a uma enfileiradas
Na alameda
Crescem pra cima como as pessoas
Mas nunca se deitam
O céu aceitam
Crescem como as pessoas
Mas não são soltas nos passos
São maiores, mas
Ocupam menos espaço
Árvore da vida
Árvore querida
Perdão pelo coração
Que eu desenhei em você
Com o nome do meu amor.

Arnaldo Antunes e Jorge Ben Jor

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------------|----|
| LISTA DE FIGURAS | 5 |
| LISTA DE TABELAS | 5 |
| RESUMO..... | 6 |
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 9 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 4. RESULTADOS..... | 15 |
| 5. DISCUSSÃO | 26 |
| 6. CONCLUSÕES | 30 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Prancha com a imagem dos seguintes caracteres: **A** Anel de crescimento distinto, demarcado por espessamento da parede e achatamento das fibras. **B** - Vasos em arranjo diagonal. **C** - Vasos em arranjo em bandas. **D** - Vasos solitários. **E** - Placa de perfuração simples. **F** - Placa de perfuração reticulada.....23

Figura 02 – Prancha com a imagem dos seguintes caracteres: **A** - Placa de perfuração escalariforme; pontoações intervasculares opostas e areoladas; fibrotraqueídes. **B** - Pontoações alternas e areoladas. **C** - Fibras septadas. **D** - Parênquima aliforme à confluyente. **E** - Parênquima vasicêntrico e as faixas de parênquima demarcando o anel de crescimento. **F** - Raios uniseriado, raros biseeriados.....24

Figura 03 - **A** - Raios com até 38 células de largura, típico da família (Proteaceae). **B** - Estratificação dos raios. **C** - Raios homogêneos, formados apenas por células procumbentes. **D** - Raios heterogêneos formados por células quadradas a eretas nas margens e células procumbentes no corpo. **E** - Células disjuntivas de raio. **F** - Células de raio com conteúdo e os canais radiais.....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Lista das famílias e espécies estudadas no presente trabalho e respectivos números de coleta.....14

Tabela 02 - Lista dos caracteres anatômicos do xilema secundário por espécie estudada.....15

RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), conhecida também como "Floresta com Araucária", sendo muito marcante no Sul do Brasil. As famílias mais representativas são: Myrtaceae, Sapindaceae, Fabaceae, Lauraceae, Solanaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, sendo que a *Araucaria angustifolia* é a espécie marcante. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a anatomia da madeira das espécies mais representativas dessa formação florestal, coletadas em remanescentes dos campi da UFPR, Curitiba, PR (Capão da Engenharia Florestal e Reserva Mata Viva). Foram coletadas amostras de três indivíduos por espécie, de dezessete espécies de maior importância. As amostras de lenho foram coletadas à 1,30 metros de altura, processadas e seccionadas para montagem de lâminas permanentes, segundo técnicas usuais em anatomia da madeira. A maioria das espécies estudadas apresenta as seguintes características: camadas de crescimento visíveis; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas e areoladas; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; raios heterogêneos. A espécie que apresentou o maior número de caracteres distintos das demais é *Cinnamodendron dinisii*, possuindo placa de perfuração escalariforme e fibrotraqueídes, considerados plesiomórficos (basais) levando-se em consideração as tendências evolutivas para o xilema secundário. Outras espécies que se destacaram das demais foram *Roupala montana*, pela extrema largura dos raios, e *Gochnatia polymorpha*, pelo arranjo dendrítico dos elementos de vaso. De um modo geral, os caracteres encontrados corroboram com os padrões observados nos estudos ecológicos do xilema secundário, relacionados às formações vegetacionais localizadas em maior altitude e latitude.

Palavras-chave: Anatomia da madeira, anatomia ecológica, Floresta Ombrófila Mista

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), conhecida comumente por "Floresta com Araucária", é uma das mais importantes formações florestais do sul do Brasil. Sua área central de ocorrência está restrita ao Planalto Meridional dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e mais raramente, formando "ilhas" ao longo das partes mais altas da Serra da Mantiqueira, até a divisa do Rio de Janeiro com o Espírito Santo, e se constitui numa formação vegetacional diretamente relacionada à altitude (Maack, 2002). *Araucaria angustifolia* participa de forma marcante na fitofisionomia desta formação, ocorrendo em abundância e se destacando por seu grande porte, com copa ampla, de formato característico, e emergente sobre as demais árvores da floresta. Por este motivo, tal região freqüentemente é referida como uma unidade vegetacional própria, nos diferentes estudos fitogeográficos brasileiros (Fernandes & Bezerra, 1990).

A ocorrência desta formação é originada principalmente pela combinação de duas floras que se encontram nesta região, chamados de "Tropical Afro-Brasileiro" e "Temperado Austro-Brasileiro", resultante da latitude meridional combinada com a altitude do planalto, situação esta única na Região Neotropical (Veloso *et al.*, 1991).

No Paraná, as Florestas com Araucária ocupavam uma área de aproximadamente 74 000 Km², ocorrendo em altitudes médias de 500m sobre o nível do mar, atingindo altitudes de 800 e 2300m sobre o nível do mar. A exploração intensiva de madeiras de grande valor econômico de espécies como *A. angustifolia*, *Ocotea porosa* (Mez) Barroso (imbuia), *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo) e *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), bem como as atividades agrícolas, urbanização e incêndios, reduziram as reservas naturais de FOM no estado do Paraná (Nascimento *et al.*, 2001; Negrelle & Leuchtenberger, 2001). Atualmente, registra-se apenas 1% desta área inicial em decorrência das atividades antrópicas mencionadas.

Os estudos florísticos e fitossociológicos realizados em áreas de FOM mostraram que o número de espécies arbóreas é variável. Em remanescentes no Estado de Santa Catarina foram encontradas de 43 a 70 espécies (Negrelle & Silva, 1992; Formento *et al.*, 2004), enquanto que em remanescentes no Estado do Paraná, o número de espécies variou de 39 a 89 (Barddal *et al.*, 2004; Liebsch &

Acra, 2004; Seger *et al.*, 2005). Ainda no Paraná, no Município de Curitiba, Rondon Neto *et al.* (2002) encontraram 77 espécies no Capão da Engenharia Florestal, enquanto que Kozera *et al.* (2006) identificaram 97 espécies no Parque Barigui.

Estas variações em relação ao número de espécies encontradas nos levantamentos fitossociológicos podem ocorrer devido ao critério de inclusão das espécies, como o diâmetro a altura do peito (DAP) e diferenças ambientais, como as condições de solo (Seger *et al.*, 2005), mas pode ocorrer também em função da intensa exploração da FOM, a qual levou a maior parte dos remanescentes se constituírem em florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão ecológica. A maioria dos estudos apresenta uma distribuição das espécies em três estratos, sendo o dossel dominado pela *A. angustifolia*, o estrato intermediário com um maior número de espécies, e o estrato inferior ocupado por um número pequeno de espécies arbóreas de pequeno porte e arbustivas (Rondon Neto *et al.*, 2002).

A anatomia da madeira é uma importante ferramenta para o entendimento do crescimento das espécies arbóreas. A anatomia ecológica do xilema envolve o estudo das correlações entre as preferências ecológicas e florísticas dos diversos taxa, com o xilema secundário. Parte da diversidade estrutural encontrada neste tecido pode ser entendida sob o ponto de vista funcional e adaptativo, permitindo relacionar o hábito das espécies às condições ambientais (Dickison, 2000). Fatores como seca, inundação, altitude, latitude, constituição do solo, estádios sucessionais da vegetação e poluição podem alterar significativamente a estrutura anatômica do xilema secundário (Baas, 1973; Carlquist & Hoekman, 1985; Baas & Schweingruber, 1987; Costa *et al.*, 2003).

Com o objetivo de investigar a existência de um padrão anatômico no xilema secundário das espécies de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, representado por dois fragmentos, inseridos em campi da Universidade Federal do Paraná, foram avaliadas as características anatômicas de 17 espécies representativas desta formação, selecionadas a partir do índice de maior valor de importância ampliado (VIA) (Rondon Neto *et al.*, 2002). A partir disso, foram estabelecidas tendências gerais para os padrões de organização estrutural e estes foram comparados com os encontrados para outras florestas tropicais e subtropicais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A conquista do ambiente terrestre pelas plantas só foi possível a partir do desenvolvimento de um sistema de transporte interno de água e sais minerais. Esse sistema vascular é formado por dois principais tecidos, sendo eles o xilema, condutor de água e nutrientes inorgânicos, e o floema, condutor de água e nutrientes orgânicos em solução, provenientes principalmente da fotossíntese (Dickison, 2000).

O xilema, devido as suas células lignificadas, é mais conspícuo que o floema e mais conservado em fósseis. Os componentes mais característicos no xilema secundário são os elementos traqueais (elementos de vaso e traqueídes), que conduzem água e nutrientes inorgânicos, células parenquimáticas, cuja função principal é de armazenamento e as fibras responsáveis pela sustentação.

Evidências fósseis demonstram que o aumento de parede secundária, lignificada, permitiu aos vegetais explorar diferentes ambientes, culminando com a diversidade atual, onde as plantas ocupam nichos variados, desde o mais árido até o mais encharcado; do mais frio até o mais quente (Dickison, 2000)

Historicamente, as folhas têm sido o principal foco da investigação dos ajustes morfofuncionais dos vegetais devido à sua alta plasticidade. No entanto, em décadas recentes vários estudos tem se concentrado na influência das variáveis climáticas na estrutura do xilema secundário (Dickison, 2000).

Os estudos que comparam floras ou espécies em diferentes ambientes de regiões temperadas e/ou tropicais têm demonstrado que diversos fatores, bióticos e abióticos, afetam diretamente a atividade cambial (Amano, 2007), gerando modificações na estrutura do xilema secundário (Costa *et al.*, 2003) tais como: variações no diâmetro, comprimento e frequência de vasos; (Carlquist, 1977; 1982; Baas *et al.*, 1983; Barajas-Morales, 1985; Marcati *et al.*, 2001; Melo Júnior, 2003; Luchi, 2004); distribuição e arranjo do parênquima axial (Villagra & Roig Juñent, 1997); comprimento e espessura da parede das fibras (Barajas-Morales, 1985; Ceccantini, 1996; Luchi, 2004), altura e largura dos raios (Den Outer & Van Veenendaal, 1976; Luchi, 2004; Luchi *et al.*, 2005), ou ainda, presença de camadas de crescimento (Luchi, 2004).

Baas (1973) e Carlquist (1975) são considerados os pioneiros com as primeiras pesquisas de anatomia da madeira com enfoque ecológico, ainda na

década de 70. Estudos posteriores também constataram que as variações ambientais se refletem na estrutura do lenho, tanto em regiões temperadas quanto tropicais (Baas *et al.*, 1983; Baas & Carlquist, 1985; Carlquist & Hoekman, 1985; Barajas-Morales, 1985; Gómez & Muñiz, 1986; Baas & Schweingruber, 1987; Luchi *et al.*, 2005).

Carlquist (1988) sugere duas abordagens diferentes no que diz respeito aos métodos utilizados para expressar a correlação ecologia-anatomia. Uma é fundamentada em grupos taxonômicos, e visa a análise comparativa de espécies de um mesmo gênero em um gradiente ecológico. A outra envolve a comparação de pequenas áreas ou flóculas, visando o reconhecimento de caracteres anatômicos comuns a uma dada formação vegetal, independente dos grupos taxonômicos analisados (Carlquist 1977; Barajas-Morales 1985; Noshiro *et al.*, 1995). Tais características são consideradas importantes para o desempenho das funções do xilema em condições ambientais diversas e expressam as tendências ecológicas em gradientes latitudinais e altitudinais em diferentes macro e mesoclimas (Baas *et al.*, 1983; Dickison 1989; Woodcock *et al.* 2000).

No Brasil, o primeiro estudo sobre a anatomia ecológica do lenho foi o de Mina-Rodrigues (1986), que comparou a morfologia e anatomia dos órgãos vegetativos de *Pera glabrata* (Euphorbiaceae) em ambiente de floresta mesófila semidecídua e em cerrado. A autora verificou variações na morfologia externa e interna da árvore. Nesta mesma linha, Ceccantini (1996) constatou diferenças qualitativas e quantitativas nas estruturas anatômicas de duas espécies em região de cerrado e de floresta estacional semidecídua. O autor concluiu que as características do lenho mais sensíveis às variações ambientais são o diâmetro e a frequência de vasos e o comprimento das fibras.

Uma análise ampla quanto às variações anatômicas das espécies em relação ao ambiente foi realizada por Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), no estudo de 22 famílias mais representativas da flora brasileira, abrangendo 133 gêneros e cerca de 490 espécies. As autoras verificaram algumas tendências relacionadas a fatores ambientais, estatisticamente comprovadas, para arranjo e agrupamento dos vasos e camadas de crescimento, sendo que aquelas relacionadas à latitude foram mais claras que aquelas relativas aos demais parâmetros ambientais, como: clima, temperatura, umidade, vegetação e altitude.

Algumas tendências foram estabelecidas relacionando a anatomia do xilema secundário ao ambiente (Carlquist, 1977; Baas *et al.*, 1983; Baas & Carlquist, 1985; Baas & Schweingruber, 1987). Baas (1973) verificou a partir do estudo de 81 espécies de *Ilex*, que as variações quantitativas e qualitativas estão mais fortemente relacionadas à latitude e altitude. Van der Graaf & Baas (1974) observaram diferenças dentro de um mesmo gênero comparando as espécies de clima subtropical/temperado e tropical, e verificaram que as espécies de clima temperado apresentam menores elementos celulares

Wheeler & Baas (1991), utilizando o modelo proposto por Dickison (1989) e a literatura disponível, relacionaram as tendências ecológicas gerais para habitats xéricos, montanos e tropicais. Os resultados dessas investigações tem grande relevância para a inferência de climas de eras passadas, sendo utilizados também em estudos filogenéticos (Wheeler & Baas, 1991; Wiemann *et al.*, 1998). Trabalhos focalizando as características anatômicas em uma abordagem de flórua em biomas brasileiros são ainda escassos, destacando-se Callado *et al.* (1997) que estudaram 14 espécies de um remanescente de Floresta Atlântica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, RJ; e Barros *et al.* (2006) que estudaram 26 espécies de remanescente de Floresta Atlântica da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.

Mesmo considerando que há um número relativamente grande de espécies cujo lenho foi estudado sob enfoque ecológico, ainda assim pode-se dizer que este número é pequeno quando se considera a riqueza de espécies da flora brasileira, especialmente nas formações florestais do sul do país.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende dois fragmentos de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista (FOM), localizados nos *campi* da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, Estado do Paraná. Um deles é conhecido como "Bosque da Engenharia Florestal", situado no perímetro urbano do município de Curitiba - PR, no Campus III - Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná (25°26'50" - 25°27'33" S e 49°14'16" - 49°14'33" W), à 900 m de altitude. A área total do capão é estimada em 152.400 m² de Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista Montana) (Rondon Neto *et al.*, 2002). O outro fragmento é conhecido como "Reserva Mata Viva", situada no Centro Politécnico (25° 26' S e 49° 14' W), com uma altitude média de 900 m, contando com cerca de 55.000 m² (Reginato *et al.*, 2008).

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, inverno com geadas freqüentes, sem estação seca, portando é do tipo Cfb na classificação de Köppen (Maack, 2002). As temperaturas médias anuais nos meses quentes e frios são inferiores a 22 e 18° C, respectivamente e a temperatura média anual oscila entre 15° e 18°C, com geadas freqüentes no período de inverno. As respectivas médias anuais de umidade relativa do ar e precipitação nesta região são iguais a 85 % e 1.400 a 1.600 mm, com um índice hídrico variando entre 60 e 100, sem ocorrência de deficiência hídrica ao longo do ano (IAPAR, 2000).

O estudo anatômico da madeira foi realizado a partir de amostras obtidas pelo método não destrutivo, com o auxílio de serrote, formão e martelo, buscando-se, sempre que possível, coletar na altura do DAP (1,30m). Para tal, evitou-se a coleta de amostras próximas a bifurcações e/ou calosidades, em áreas retorcidas do tronco ou em locais com provável presença de madeira de reação. Para os indivíduos de ramificação baixa, o DAP foi medido abaixo da primeira bifurcação (IBAMA, 1991). Padronizou-se a coleta na face norte e na região mais externa do caule (COPANT, 1974)

Foram coletadas amostras de aproximadamente 3 cm³, contendo xilema e floema, uma por indivíduo, de dois a três indivíduos adultos de cada uma das 17 espécies selecionadas (TABELA 01). Destes, foi coletado material botânico para a identificação e tombamento no herbário UPCB do Departamento de Botânica, UFPR. Para cada indivíduo, foi estimada a altura e medida a circunferência da árvore, no

diâmetro à altura do peito (DAP = 1,3 m acima do solo), com o auxílio de uma fita milimetrada.

As amostras foram fixadas em FAA₇₀ e armazenadas em etanol 70%. O amolecimento das amostras foi feito em água fervente em placa aquecedora FANEM modelo 186, por um período de cerca de nove a 18 horas. Após o amolecimento, as amostras foram seccionadas em micrótomo de deslize Reichert, com navalhas do tipo "C", nos planos transversal, longitudinal tangencial e radial, com espessura variando entre 20 e 40µm, seguindo as técnicas usuais de anatomia da madeira (Johansen, 1940; Sass, 1951)

Os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio 20%, corados com coloração simples de safranina 1% em solução alcoólica de 50%, desidratadas em série alcoólica e montadas em lâminas permanentes contendo um corte de cada plano (transversal, longitudinal tangencial e radial), com resina sintética Permout®.

Para a dissociação dos elementos celulares, foram retiradas lascas das amostras nos dois milímetros mais externos (Ceccantini, 1996), que foram dissociadas em uma solução de peróxido de hidrogênio 30% e ácido acético glacial 1:1 (v/v) (Franklin, 1945).

As descrições das características anatômicas do lenho estão baseadas nas normas da IAWA Committee (1989).

TABELA 1 – LISTA DAS FAMÍLIAS E ESPÉCIES ESTUDADAS NO PRESENTE TRABALHO E RESPECTIVOS NÚMEROS DE COLETA.

| FAMILIA | ESPÉCIE | NOME POPULAR | Nº DE COLETA |
|---------------|--|---------------------|---------------------------------|
| ANACARDIACEAE | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | Aroeira | JCM - 38/ JCM - 55/ JCM - 56 |
| ASTERACEAE | <i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera | Cambará | JCM - 12/ JCM - 16/ JCM - 17 |
| BIGNONIACEAE | <i>Jacaranda puberula</i> Cham. | Caroba | JCM - 01/ JCM - 06/ JCM - 07 |
| CANELLACEAE | <i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke | Pimenteira | JCM - 02/ JCM - 03/ JCM - 05 |
| EUPHORBIACEAE | <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs | Branquilha | JCM - 35/ JCM - 36/ JCM - 37 |
| FABACEAE | <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton | Jacarandá | JCM - 54 |
| LAURACEAE | <i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees | Canela de cebo | JCM - 04/ JCM - 08/ JCM - 09 |
| MALVACEAE | <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc. | Acoita cavalo | JCM - 25/ JCM - 27/ JCM - 28 |
| MYRTACEAE | <i>Calyptanthes concinna</i> DC. | Guamirim-facho | JCM - 52/ JCM - 53/ JCM - 57 |
| | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg | Guabiroba | JCM - 29/ JCM - 33/ JCM - 34 |
| | <i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel | Guamirim-piloso | JCM - 47/ JCM - 48 |
| | <i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand | Guamirinzão | JCM - 41/ JCM - 50 |
| PROTEACEAE | <i>Roupala montana</i> Aubl. | Carvalho-brasileiro | JCM - 20/ JCM - 21/ JCM - 22 |
| SALICACEAE | <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | Cafezeiro | JCM - 15/ JCM - 18/ JCM - 19 |
| SAPINDACEAE | <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. | Vacum | JCM - 10/ JCM - 11 |
| | <i>Cupania vernalis</i> Cambess. | Camboatá | JCM - 23/ JCM - 24/ JCM - 26 |
| SOLANACEAE | <i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal | Joá-manso | JCM - 39/ JCM - 40/ JCM - 59 |

4. RESULTADOS

Na tabela 02 é apresentada a lista de caracteres observados em cada espécie estudada:

TABELA 02 - LISTA DOS CARACTERES ANATÔMICOS DO XILEMA SECUNDÁRIO POR ESPÉCIE ESTUDADA.

| | <i>Schinus terebinthifolius</i> | <i>Gochnatia polymorpha</i> | <i>Jacaranda puberula</i> | <i>Cinnamodendron dinisii</i> | <i>Sebastiania commersoniana</i> | <i>Dalbergia frutescens</i> | <i>Ocotea puberula</i> | <i>Luehea divaricata</i> | <i>Calyptanthes concinna</i> | <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | <i>Myrcogenia miersiana</i> | <i>Myrcia hatsbachii</i> | <i>Roupala montana</i> | <i>Casearia sylvestris</i> | <i>Allophylus edulis</i> | <i>Cupania vernalis</i> | <i>Solanum sanctae-catharinae</i> | Porcentagem de cada caracter |
|---|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Anel de crescimento distinto (Figura 1A) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 88% |
| Anel de crescimento indistinto | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | 12% |
| Anel com porosidade difusa | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 100% |
| Sem arranjo característico de vasos | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | 88% |
| Arranjo de vaso em bandas (Figura 1B) | | | | | | | | | | | | | X | | | | | 6% |
| Arranjo de vaso dendrítico (Figura 1C) | | X | | | | | | | | | | | | | | | | 6% |
| Vasos solitários (90%) (Figura 1D) | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | 12% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | 6% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 a 3 | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | 24% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 e 4 | | | | | | | | | | | | | X | X | | | X | 18% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 e 5 | | X | | | | | | | | | | | | | | | | 6% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 a 6 | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | 12% |
| Vasos solitários e múltiplos de 2 a 9 | X | | | | X | | | X | | | | | | | | | X | 24% |
| Vasos com formato oval | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | 88% |
| Placa de perfuração simples (Figura 1E) | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 94% |
| Placa de perfuração reticulada (Figura 1F) | | | | | | | | | X | | | X | | | | | | 12% |
| Placa de perfuração escalariforme (Figura 2A) | | | | X | | | | | | | | | | | | | | 6% |
| Pontoações Intervasculares alternas e areoladas (Figura 2B) | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | 88% |
| Pontoações Intervasculares opostas e areoladas (Figura 2A) | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | 12% |
| Pontoações Radiovasculares Areoladas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 100% |
| Pontoações das fibras areoladas (Figura 2A) | | | | X | | | | | X | | | | | | | | X | 18% |
| Pontoação das fibras simples a diminutas areolada | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | 82% |
| Fibras septadas (Figura 2C) | X | | | | | | X | | X | | X | | | X | X | X | X | 47% |
| Parênquima apotraqueal difuso | X | | | | X | X | | | X | | | | X | | X | X | X | 47% |
| Parênquima apotraqueal difuso a agregado | | X | X | X | | | X | X | | X | X | X | | X | | | | 53% |
| Parênquima paratraqueal confluyente (Figura 2D) | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | 12% |
| Parênquima paratraqueal escasso | X | | | X | X | | | X | X | X | X | X | | | X | X | X | 65% |
| Parênquima paratraqueal vasicêntrico (Figura 2E) | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | 12% |
| Parênquima paratraqueal vasicêntrico e confluyente | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | 12% |

Características microscópicas:

Schinus terebinthifolius- Anel de crescimento indistinto; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 9; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas com até 3 células; raios de 1 a 3 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F); presença de canais radiais (fig. 3-F).

Gochnatia polymorpha - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; arranjo de vasos dendrítico (fig. 1-B); vasos solitários e múltiplos de 2 a 5; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal vasicêntrico e confluyente; comprimento das séries parenquimáticas até 7 células; raios de 1 a 4 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas.

Jacaranda puberula - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras e faixas de parênquima; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 6; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas, parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal confluyente (fig. 2-B); raios de 1 a 3 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas.

Cinnamodendron dinisii - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem

arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração escalariforme (fig. 2-A); pontoações intervasculares opostas e areoladas (fig. 2-A); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; fibrotraqueídes (fig. 2-A); parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas mais que 8 células; raios de 1 a 2 células de largura; homogêneos (fig. 3-C), compostos unicamente por células procumbentes; células do raio com conteúdo (fig. 3-F); células oleíferas (fig. 3-C).

Sebastiania commersoniana - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 9; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas até 8 células; raios de 1 a 2 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas, células disjuntivas de parênquima (fig. 3-E).

Dalbergia frutescens - Anel de crescimento distinto (fig. 2-E), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras e faixas de parênquima; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 3; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima apotraqueal difuso e paratraqueal vasicêntrico (fig. 2-E); comprimento das séries parenquimáticas de 1 a 2 células; raios de 1 a 3 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F).

Ocotea puberula - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 3; vasos com contorno

redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima paratraqueal vasicêntrico (fig. 2-E); comprimento das séries parenquimáticas até 8 células; raios de 1 a 4 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo (fig. 3-F).

Luehea divaricata - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 9; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas até 7 células ; raios de 1 a 4 células de largura; raios estratificados (fig. 3-B); heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F).

Calyptranthes conccina - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 3; vasos com contorno redondo (ou oval) ; placa de perfuração simples (fig. 1-E); placa de perfuração reticulada (fig. 1-F); pontoações intervasculares opostas e areoladas (fig. 2-A); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; raios de 1 a 3 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células disjuntivas de raio presentes (fig. 3-E).

Campomanesia xanthocarpa - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários (fig. 1-D); vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações

intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 3-C); parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas até 7 células; raios de 1 a 5 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo (fig. 3-F).

Myrceugenia miersiana - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários (fig. 1-D); vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso a agregado; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas com mais de 8 células; raios de 1 a 4 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristal prismático (fig. 3-F).

Myrcia hatschbachii - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 3; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); placa de perfuração reticulada (fig. 1-F); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; raios de 1 a 3 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células disjuntivas de raio presentes (fig. 3-E); células do raio com cristal prismático (fig. 3-F).

Roupala montana - Anel de crescimento indistinto; porosidade difusa; arranjo de vasos em bandas (fig. 1-C); vasos solitários e múltiplos de 2 a 4; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares

às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; parênquima paratraqueal confluyente (fig. 1-C); comprimento das séries parenquimáticas com até 4 células; raios de 1 a 38 células de largura (fig. 3-A); heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo (fig. 3-F).

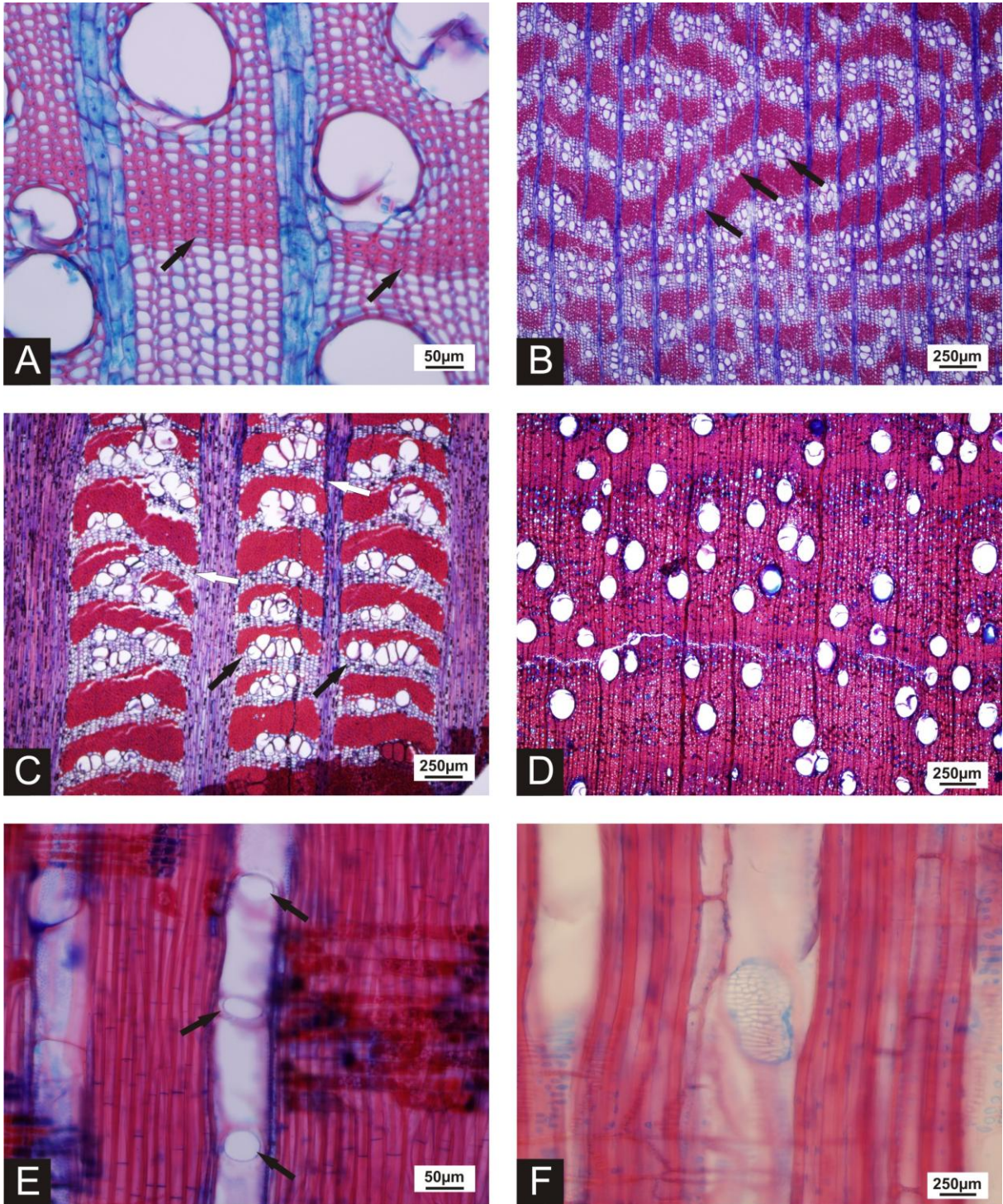
Casearia sylvestris - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 4; vasos com contorno redondo (ou oval) ; placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso e paratraqueal vasicêntrico (fig. 2-E); comprimento das séries parenquimáticas com mais de 8 células; raios de 1 a 5 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F).

Allophylus edulis - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 6; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas mais que 8 células; raios com largura predominantemente unisseriados, raros bisseriados (fig. 2-F); heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F).

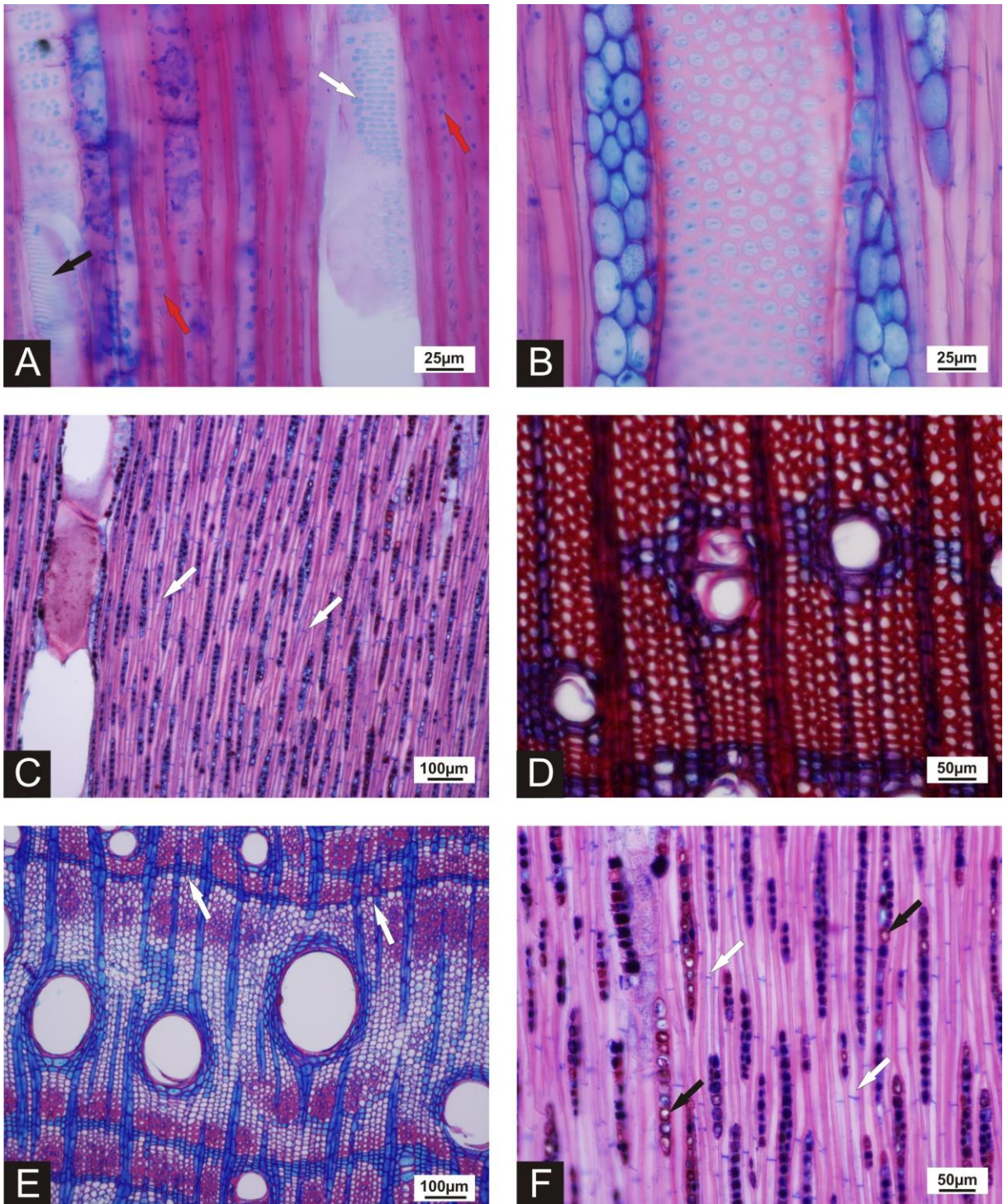
Cupania vernalis - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 9; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-B); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras

septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas com até 6 células ; raios de 1 a 2 células de largura; homogêneos (fig. 3-C), compostos unicamente por células procumbentes; células do raio com conteúdo e cristais prismáticos (fig. 3-F).

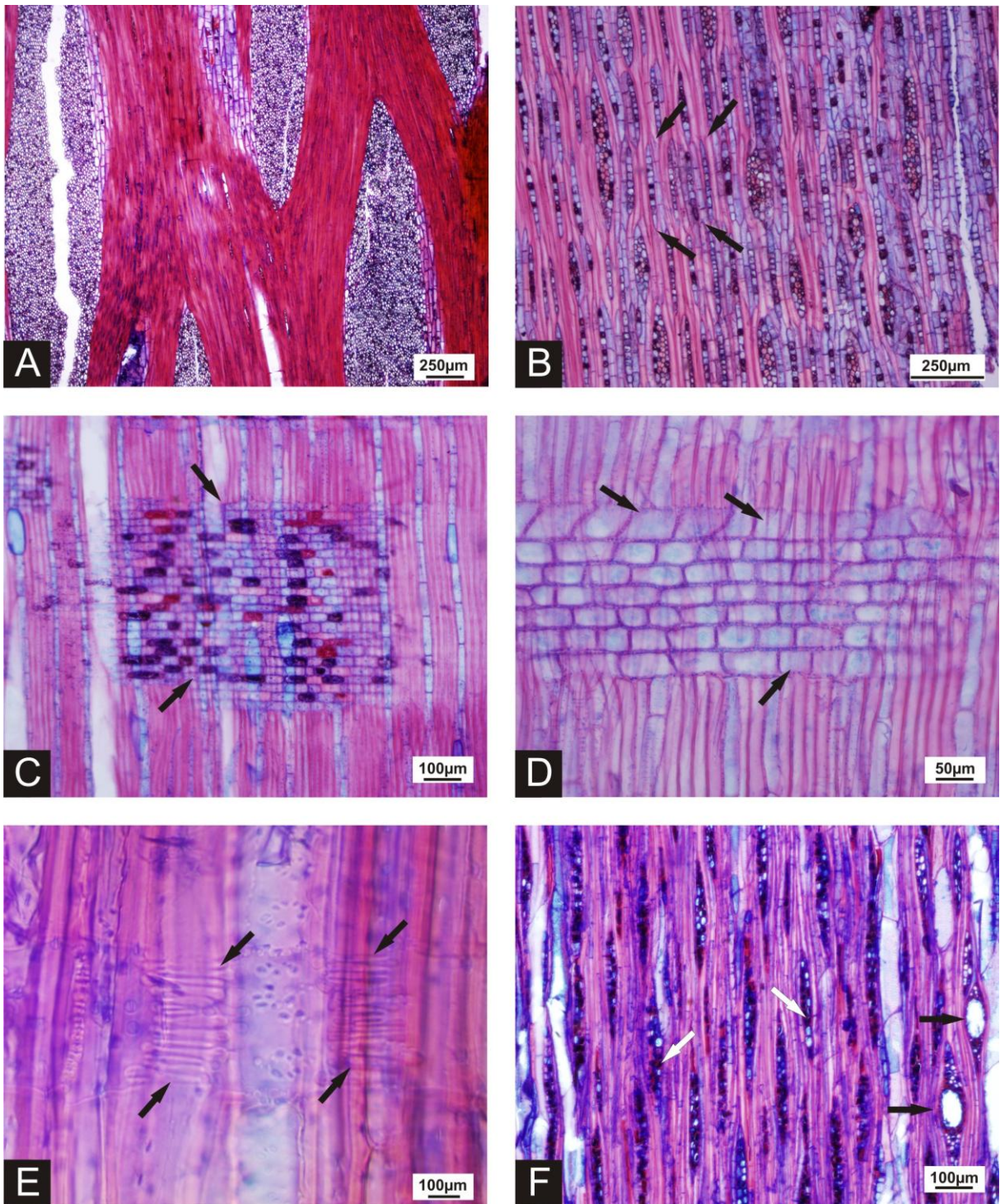
Solanum sactae-catharinae - Anel de crescimento distinto (fig. 1-A), demarcado por espessamento de paredes e achatamento de fibras; porosidade difusa; sem arranjo característico de vasos; vasos solitários e múltiplos de 2 a 4; vasos com contorno redondo (ou oval); placa de perfuração simples (fig. 1-E); pontoações intervasculares alternas e areoladas (fig. 2-A); pontoações radiovasculares similares às pontoações intervasculares; pontoações das fibras simples a diminutas areoladas; fibras septadas (fig. 2-C); parênquima apotraqueal difuso; parênquima paratraqueal escasso; comprimento das séries parenquimáticas com até 4 células ; raios de 1 a 4 células de largura; heterogêneos (fig. 3-D), compostos por células procumbentes e margens por células quadradas a eretas; células disjuntivas de parênquima (fig. 3-E).



Figuras 1 – **A** - Secção transversal de *Ocotea puberula*. Anel de crescimento distinto, demarcado por espessamento da parede e achatamento das fibras (setas pretas). **B** - Secção transversal de *Gochnatia polymorpha*. Vasos em arranjo diagonal (setas pretas). **C** - Secção transversal de *Roupala montana*. Vasos em arranjo em bandas (setas pretas); parênquima confluyente (setas brancas). **D** - Secção transversal de *Myrcia haschbachii*. Vasos solitários. **E** - Secção longitudinal radial de *Allophylus edulis*. Placa de perfuração simples. (setas pretas) **F** - Secção longitudinal tangencial de *Calyptanthes conccina*. Placa de perfuração reticulada.



Figuras 2 - **A** – Secção longitudinal tangencial de *Cinnamodendron dinisii*. Placa de perfuração escalariforme (seta preta); pontoações intervasculares opostas e areoladas (setas brancas); fibrotraqueídes (setas vermelhas). **B** - Secção longitudinal tangencial de *Ocotea puberula*. Pontoações alternas e areoladas. **C** - Secção longitudinal tangencial de *Cupania vernalis*. Fibras septadas (setas brancas). **D** - Secção transversal de *Jacaranda puberula*. Parênquima aliforme à confluyente (setas brancas). **E** - Secção transversal de *Dalbergia frutescens*. Parênquima vasicêntrico (setas pretas) e faixas de parênquima demarcando o anel de crescimento (setas brancas). **F** - Secção longitudinal tangencial de *Allophylus edulis*. Raios uniseriado, raros bisseriados; fibras septadas (setas brancas) e cristais prismáticos (setas pretas).



Figuras 3 - **A** - Secção longitudinal tangencial de *Roupala montana*. Raios com até 38 células de largura, típico da família (Proteaceae). **B** - Secção longitudinal tangencial de *Luehea divaricata*. Raios estratificados. **C** - Secção longitudinal radial de *Cinnamodendron dinisii*. Raios homogêneos, formados apenas por células procumbentes (setas pretas); célula oleífera (seta branca) **D** - Secção longitudinal tangencial de *Sebastiania commersoniana*. Raios heterogêneos formados por células quadradas a eretas nas margens (setas pretas) e células procumbentes no corpo . **E** - Secção longitudinal tangencial de *Calyptrotrichia concinna*. Células disjuntivas de raio (setas pretas). **F** - Secção longitudinal tangencial de *Schinus terebinthifolius*. Células de raio com conteúdo (setas brancas); e canais radiais (setas pretas).

5. DISCUSSÃO

As espécies estudadas possuem várias características em comum, como anel de crescimento distinto, porosidade difusa, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas e areoladas, raios heterogêneos. Camadas de crescimento foram encontradas em 15 das 17 espécies estudadas, corroborando com Alves & Angyalossy (2000), que no estudo das tendências ecológicas do lenho de espécies de diversas regiões brasileiras, observaram uma correlação entre a formação de camadas de crescimento em regiões com sazonalidade climática, ou de altitude.

Devido à idéia errônea de que os trópicos não possuíam estações do ano bem demarcadas, assumia-se que não ocorria a formação de camadas de crescimento em espécies tropicais e subtropicais (Robert *et al.*, 2011). Entretanto, cada vez mais estudos têm comprovado a sua ocorrência (Baas, 1973; Mainieri *et al.*, 1983; Worbes 1989, 1995; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000; Barros *et al.*, 2006; Bosio *et al.*, 2010), pois foi constatado que flutuações na disponibilidade hídrica, dentre outros fatores, podem afetar a atividade cambial, gerando a formação de anéis ou camadas de crescimento. Vários estudos demonstram uma estreita relação entre estresse hídrico, fenologia e atividade cambial (Vetter & Botosso, 1989; Botosso & Vetter, 1991; Botosso & Tomazello Filho, 2001; Ferreira, 2002; Maria, 2002; Lisi *et al.*, 2008). A Floresta Ombrófila Mista não apresenta uma estação de seca bem demarcada, mas intervalos onde há uma diminuição na pluviosidade (Bosio *et al.*, 2010), e possui uma época fria bem demarcada por frequentes geadas, o que podem explicar a presença de camadas de crescimento na maioria das espécies estudadas.

Outra característica comum a todas as espécies estudadas é a porosidade difusa, apontada como uma característica freqüente, observada na maioria das eudicotiledôneas (Metcalf & Chalk, 1983; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000).

A maioria das espécies não apresenta arranjo de vasos, exceto duas: *Gochnatia polymorpha* (Asteraceae), que apresenta arranjo diagonal (dendrítico) onde se formam faixas diagonais de vasos de diversos calibres. No geral, este arranjo é incomum e restrito a poucos gêneros em poucas famílias não relacionadas filogeneticamente, ocorrendo também em Araliaceae e Fabaceae (Carlquist, 1988). Outra exceção é *Roupala montana* (Proteaceae), que apresenta

arranjo dos vasos em bandas. Sobre sua origem, Carlquist (1988) opina que o arranjo em bandas poderia ser uma variação do arranjo diagonal, e tendo observado esse padrão primeiramente na família Ulmaceae, chamou este arranjo de “Ulmiforme”. Assim, todos os vasos de uma faixa, tanto em bandas tangenciais quanto diagonais, são adjacentes entre si, garantindo uma maior segurança na condução hídrica.

Placas de perfuração simples foram encontradas em 16 das 17 espécies estudadas, sendo exceção *Cinnamodendron dinisii*, que apresenta placa de perfuração escalariforme. *C. dinisii* pertence à família Canellaceae, basal dentro de Angiospermas, sendo que placa de perfuração escalariforme é um caráter considerado plesiomórfico levando-se em consideração as tendências evolutivas para o xilema secundário (Carlquist, 1988). Já em Myrtaceae, em duas espécies, *Calyptanthes conccina* e *Myrcia hatschbachii*, encontrou-se, além de placa de perfuração simples, placas de perfuração reticulada. Estas já foram descritas por Schmid & Baas (1984), em suas considerações funcionais e ecológicas sobre a ordem Myrtales, onde os autores observaram que um pequeno grupo de Myrtaceae apresenta tanto placas de perfuração simples como placas de perfuração reticuladas. Os autores notaram, ainda, que estas espécies possuem uma típica distribuição em florestas méxicas e florestas méxicas de altitude. A vantagem ecológica das placas de perfuração escalariformes a reticuladas é garantir uma maior segurança na condução, evitando a formação de bolhas de ar nos vasos, e a conseqüente cavitação (Sperry, 2003).

Com relação ao parênquima axial, no presente trabalho foi encontrada, na maioria das espécies, a presença de pouco parênquima, representado pelos tipos difuso, difuso em agregados e escasso. De acordo com a literatura, há uma tendência de espécies que ocorrem em regiões mais frias possuírem pouco parênquima axial, enquanto que em regiões mais quentes, este é mais abundante (Wheeler & Baas, 1991; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002), corroborando com os dados encontrados neste estudo, uma vez que a Floresta Ombrófila Mista ocorre em latitudes mais altas, com freqüentes geadas no inverno. Ainda, quase 70% das espécies deste estudo que possuem pouco parênquima axial, possuem fibras septadas. Segundo Carlquist (1988), há uma estreita relação entre parênquima axial

escasso e presença de fibras septadas. Essas fibras septadas são células vivas e possuem função de armazenamento, representando uma alternativa ao parênquima axial. Por outro lado, Alves & Angyalossy-Alfonso (2002) encontraram baixa associação entre pouco parênquima axial e fibras septadas para espécies da Região Sul.

Quanto à largura dos raios, apenas uma espécie apresentou raios exclusivamente unisseriados, *Allophylus edulis* (Sapindaceae), sendo esta uma característica própria da família (Carquist, 1988). Nas outras espécies estudadas, a variação do número de células na largura do raio foi de uma a duas células, nos raios com menor número de células de largura, e vai até de uma a trinta e oito células no raio com mais células. A maioria das espécies apresenta de uma a três células de largura no raio, tendo ainda algumas espécies que apresentaram raios de até 4 ou 5 células de largura. Segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2002), raios unisseriados são encontrados normalmente em regiões de baixa latitude, corroborando com o presente estudo, onde somente foi observado em uma espécie. A espécie que apresentou os raios com maior número de células é *Roupala montana*, pertencente à Proteaceae, característica típica para os representantes desta família (IAWA, 1989).

Raios heterogêneos são predominantes nas espécies estudadas, como observado por Alves & Angyalossy-Alfonso (2002) e Barros *et al.*, (2006), que encontraram a maioria dos raios heterogêneos predominantes em espécies da região Sul e Sudeste, respectivamente. No entanto, os dados encontrados não corroboram com outros estudos, uma vez que Carlquist (1966), em Compositae, encontrou raios homogêneos mais frequentes em latitudes mais elevadas e ambientes mais úmidos. Por outro lado, Fahn *et al.*, (1986), na flora de Israel, constataram que os raios homogêneos foram mais comuns, relacionando-os tanto a ambientes secos, quanto úmidos. Deste modo, nota-se que este parâmetro é controverso, e não se pode até o momento indicar tendências ecológicas relacionadas a este caráter. Baas (1982) concluiu que, aparentemente, não existem vantagens funcionais em composições diferentes do raio em relação às variações das condições climáticas. Segundo Wheeler & Baas (1991), qualquer interpretação funcional ou ecológica que tenta explicar a composição do raio é mera especulação, pois existem poucos estudos que enfocam este aspecto.

Células de raio disjuntivas foram observadas em *Calyptanthes conccina*, *Myrcia hatschbachii* e *Solanum sanctae-catharinae*. Células disjuntivas de parênquima, axial ou radial, são células que sofreram um afastamento umas das outras antes da maturação, e que, estão interligadas entre si por processos digitiformes ou outros pontos de contato restrito, como estruturas tubulares (IAWA, 1989). É uma característica pouco estudada (Kitin *et al.*, (2009), já relatada para algumas famílias, como Buxaceae, Cornaceae, Ericaceae, e Rosaceae (Richter and Dallwitz, 2000), Myrtaceae (Carlquist, 1988), e Santalaceae (Kitin *et al.*, 2009), dentre outras, considerada mais frequente em espécies de regiões tropicais (Richter and Dallwitz, 2000). Fahn (1990) menciona que células de parênquima com paredes disjuntas ocorrem associadas a vasos com diâmetros grandes. Especula-se que a sua origem está relacionada às forças mecânicas geradas pelo reajuste das células durante a diferenciação e desenvolvimento do xilema secundário, mas pouco se sabe sobre sua função (Kitin *et al.*, 2009).

6. CONCLUSÕES

De um modo geral, os caracteres encontrados neste estudo corroboram com os padrões observados nos diversos estudos ecológicos do xilema secundário, relacionados às formações vegetacionais tropicais e subtropicais localizadas em regiões de maior altitude e latitude. A presença de camadas de crescimento distintas, vasos com porosidade difusa e predominância dos tipos de parênquima axial difuso a difuso em agregados, associados a fibras septadas, podem ser destacadas como características para a Floresta Ombrófila Mista. Algumas espécies se destacaram das demais, como *Cinnamodendron dinisii*, *Roupala montana* e *Gochnatia polymorpha*, por possuírem caracteres típicos dos grupos taxonômicos aos quais pertencem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leiden, v. 20, n. 1, p. 3-30.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leiden, v. 23, n. 4, p. 391–418.
- AMANO, E. 2007. **Pau-brasil, madeira e casca: formação, desenvolvimento e estrutura**. 101f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BAAS, P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea**, Leiden, v. 21, p. 193-258.
- BAAS, P. 1982. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy. History and perspectives. In: *New perspectives in wood anatomy* (ed. P. Baas). Martinus Nijhoff / Junk, The Hague (in press).
- BAAS, P.; WERKER, E. E.; FAHN, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 4, p. 141-159.

- BAAS, P.; CARLQUIST, S. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of Southern California and Israel. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 6, n.4, p. 141-159.
- BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, F.H. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.8, p.245- 274.
- BARAJAS-MORALES, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.6, n.4, p.355-364.
- BARDDAL, M. L. *et al.* 2004. Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no Município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 35-45.
- BARROS, C. F.; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. R. P.; CUNHA, M.; MARQUETE, O.; COSTA, C. G. 2006. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da reserva biológica de poço das antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.57, n. 3, p. 443-460.
- BOTOSSO, P.C.; VETTER, R.E. 1991. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de Floresta de Terra Firme (Amazônia). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.3, n.2, p.163-180.
- BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO, FILHO, M. 2001. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELA, W. **Indicadores ambientais: Conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC, p.145-171.
- BOSIO, F.; SOFFIATTI, P.; BOEGER, M. R. T. 2010 Ecological wood anatomy of *Miconia sellowiana* (Melastomataceae) in three vegetation types of Paraná state, Brazil. **IAWA Journal**, v.31 n.2, p.179-190
- CALLADO, C. H.; SILVA NETO, S. J.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v.22, n.1, p. 29-42.

- CARLQUIST, S. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary with comments on factors controlling wood evolution. **Aliso**, v. 6, n. 2, p.25-44.
- CARLQUIST, S. 1975. **Ecological strategies in xylem evolution**. Berkeley: University of California Press.
- CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 64, n. 7, p. 887–896.
- CARLQUIST, S. 1982. Wood anatomy of *Illicium* (Illiciaceae): phylogenetic, ecological and functional interpretations. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 69, n. 10, p. 1587–1598.
- CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D.A. 1985. Ecological wood anatomy of woody Southern Californian flora. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.6, n. 4, p.319-347.
- CARLQUIST, S. 1988. **Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood**. 2 ed.Springer-Verlag. 448p.
- CECCANTINI, G.C.T. 1996. **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog.** 117f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS. COPANT 1974. **Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera de angiospermas dicotiledóneas**. Santiago, 30, p.1–019.
- COSTA, C.G. *et al.* Xilema. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B; CARMELLO GUERREIRO, S.M. 2003. (Ed.) **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, cap. 05, p.129- 154.
- DEN OUTER, R. W.; VAN VEENENDAAL, W. L. H. 1976. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna areas of the Ivory Coast, West-Africa. In: BAAS, P.; BOLTON, A. J.; CATLING, D. M. (Ed.) **Wood structure in biological and technological research**. Leiden: Leiden University Press.
- DICKISON, W. C. 1989. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. **Aliso**, v.12, n.3, p. 555-566.

- DICKISON, W.C. 2000 **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press.
- FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. 1986. **Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and Adjacent Regions**. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- FAHN, A. 1990. **Plant anatomy**. 4th ed. Pergamon Press, Oxford.
- FERNANDES, A. BEZERRA, P. 1990. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza, Stylos Comunicações.
- FERREIRA, L. 2002. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de florestas estacionais semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo**. 103f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. 2004. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Cerne**, v. 10, n. 2, p. 196- 212.
- FRANKLIN, G. L. 1945. Permanent maceration of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, 9:21-22.
- GOMEZ, A.V.; MUÑIZ, G.I.B. 1986. Wood structure and ultrastructure of *Prosopiscaldenia*, *P. chilensis* and *P. juliflora* and influence of ecological factors. In: FAO International Conference on Prosopis, 2nd, 1986, Recife. **Annals. Recife**, p.195-216.
- IAPAR. 2000. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin New Series, 10: 219-332.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. 1991. LPF – Série técnica n. 15: **Normas de procedimentos em estudos de anatomia da madeira: I Angiospermae. II Gimnospermae**. Brasília: Diretoria de incentivo à pesquisa e divulgação/Laboratório de Produtos Florestais.
- JOHANSEN, D. 1940. **Plant microtechnique**. MacGraw-Hill Book, New York, 450pp.
- KITIN, P.; BEECKMAN, H.; FUJII, T.; FUNADA, R.; NOSHIRO, S.; ABE H. 2009. What is disjunctive xylem parenchyma? A case study of the african tropical

- hardwood *Okoubaka aubrevillei* (Santalaceae). **American Journal of Botany**, v.96, n.8, p.1399–1408.
- KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M. 2006. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Curitiba, PR. **Floresta**, v. 36, n. 2.
- LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. 2004. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 67- 76.
- LISI, C.S.; TOMAZELLO, FILHO, M.;BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.;VOIGT, A. R. A. 2008.Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. **IAWA Journal**, Leiden, v. 29, n. 2, p. 189-207.
- LUCHI, A.E. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.2, p.271-280, abr.-jun.
- LUCHI, A.E.; SILVA, L.C.P.; MORAES, M.A. 2005. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica*(Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.4, p. 809-820, out.- dez.
- MAACK, R. 2002. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3ª Ed. Curitiba, Imprensa Oficial.
- MAINIERI, C; CHIMELO, J.P.; ALFONSO, V.A. 1983. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: Promocet, p. 1-241.
- MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311–320.
- MARIA, V.R.B. 2002. **Estudo da periodicidade do crescimento, fenologia e relação com a atividade cambial de espécies arbóreas tropicais de florestas estacionais semidecíduais**. 126f. Dissertação (Mestrado em

- Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MELO JÚNIOR, J. C. F. 2003. **Anatomia ecológica da folha e do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) do Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva - PR.** 73f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. (1950) 1983. **Anatomy of the dicotyledons: wood structure and conclusions of general introduction**, 2 ed. Oxford: Clarendon Press, v.2.
- MINA-RODRIGUES, E. M. C. 1986. **Estudo morfo-anatômico dos órgãos vegetativos de *Pera glabrata* Baill. (Euphorbiaceae), em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado.** 103f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105-119.
- NEGRELLE, R. A. B.; SILVA, F. C. 1992. Fitossociologia de um trecho de Floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no município de Caçador-SC. **Boletim de Pesquisas Florestais**, n. 24/25.
- NEGRELLE, R. R. B.; LEUCHTENBERGER, R. 2001. Composição e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 31.
- NOSHIRO, S.; SUZUKI, M.; OHBA, H. 1995. Ecological wood anatomy of Nepalese *Rhododendron* (Ericaceae). 1. Interspecific variation. **Journal of Plant Research**, 108, p. 1-9.
- RICHTER, H.G.; DALLWITZ M.J. 2000. Commercial timber: description, illustrations, identification, and information retrieval. <http://delta-intkey.com/wood/pt/www/chars.htm>.
- REGINATO, M.; MATOS, F. B.; LINDOSO, G. S.; SOUZA, C. M. F.; PREVEDELLO, J. A.; MORAIS, J. W.; EVANGELISTA, P. H. L. 2008. A vegetação na Reserva Mata Viva, Curitiba, Paraná, Brasil. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, 37 (3, 4): 229-252.

- ROBERT, E. M. R.; SCHMITZ, N.; OKELLO, J. A.; BOEREN, I.; BEECKMAN, H.; KOEDAM, N. 2011. Mangrove growth rings: fact or fiction? **Trees**, v.25, p.49–58.
- RONDON NETO, R. M.; KOZERA, C.; ANDRADE, R. R.; CECY, A. T.; HUMMES, A. P.; FRITZONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. N. M.; SOUZA, M. K. F. 2002. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Floresta**, Curitiba, v.32, n.1, p.3-16.
- SASS, J. E. 1951. **Botanical microtechnique**. 2ed. State College Press. Iowa. 350pp.
- SCHMID, R. & BAAS, P. 1984. The occurrence of scalariform perforation plates and helical vessel wall thickenings in wood of Myrtaceae. **IAWA Bulletin New Series**, v.5, n.3 p.197-215.
- SEGER, C. D.; DLUGOSZ, F. L.; KURASZ, G.; MARTINEZ, D. T.; RONCONI, E.; MELO, L. A. N.; BITTENCOURT, S. M.; BRAND, M. A.; CARNIATTO, I.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. 2005. Levantamento florístico e análise fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista localizado no Município de Pinhais. Paraná-Brasil. **Floresta**, v. 35, n. 2, p. 291-302.
- SILVEIRA, T. I.; BOEGER, M. R. T.; SOFFIATTI, P.; MARANHO, L. T. (Subm.) Leaf traits of 57 woody species of the Araucaria Forest, South Brazil. **Trees**.
- SPERRY, J. S. 2003. Evolution of water transport and xylem structure. **Int. J. Plant Sci.**, v.164, n.3 p.115–127.
- VAN DER GRAAF, N.A.; BAAS, P. 1974. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. **Blumea**, Leiden, v. 22, p.101-121.
- VELLOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.
- VETTER, R.E.; BOTOSSO, P.C. 1989. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. **IAWA Bulletin New series**, v.10, n.2, p.133-145.
- VILLAGRA, P.E.; ROIG JUÑENT, F.A. 1997. Wood structure of *Prosopis alpataco* and *P. argentina* growing under different edaphic conditions. **IAWA Journal**, Leiden, v.18, n.1, p. 37-51.

- WIEMANN, M. C.; WHEELER, E. A.; MANCHESTER, S. R.; PORTIER, K. M. 1998. Dicotyledonous wood anatomical characters as predictors of climate. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**. 139, p. 83-100.
- WHEELER, E.A.; BAAS, P. 1991. A survey of the fossil Record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v. 12, p. 275-332.
- WOODCOCK, D. W.; SANTOS, G. & REYNEL, C. 2000. Wood characteristics of Amazon forest types. **IAWA Journal**, Leiden, 21, n.3, p. 277-292.
- WORBES, M. 1989. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. **IAWA Bulletin New Series**, Utrecht, v.10, n.2, p.109-122.
- WORBES, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leiden, v. 16, n. 4, p. 337–351.