

**MÁRCIO DA SILVA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**ANATOMIA DA MADEIRA DE *Ocotea odorifera*  
(Vell.) Rohwer (LAURACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal sob a orientação do Prof. Dr. João de Deus Medeiros.

Novembro 2003

Para Gilmar Bernadino da Silva e  
Odete Rebolo da Silva

É interessante contemplar uma ribeira exuberante, atapetada com numerosas plantas pertencentes a numerosas espécies, abrigando aves que cantam nos galhos, insetos variados que saltitam aqui e acolá, vermes que rastejam na terra úmida, se se pensar que estas formas tão admiravelmente construídas, tão diferentemente conformadas, e dependentes uma das outras de maneira tão complicada, foram todas produzidas por leis que atuam ao nosso redor”.

Charles R. Darwin (1809/1882)

“Que tempo é este, em que falar de árvores é quase um crime, pois importa em calar sobre tantos horrores”.

Bertolt Brecht (1898/1956)

# AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste trabalho pude contar com a ajuda de inúmeras pessoas, que direta ou indiretamente, contribuíram para sua concretização. Espero não fazer injustiça por não trazer o nome de todos, pois não haveria espaço nestas páginas para tantos agradecimentos. Nunca estamos sós, somente com a ajuda de vocês foi possível.

Ao Prof. Dr. João de Deus Medeiros, pela orientação e exemplo de dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de cursar este Mestrado.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, pelos ensinamentos e convívio, em especial a Professora Dra. Maíke Hering de Queiroz, pelo exemplo de dedicação, a Prof. Dra. Marisa Santos, pelo empréstimo de bibliografia e ao Prof. Dr. Ademir Reis, por me mostrar a Floresta Ombrófila Densa do Parque Botânico do Morro do Baú.

Aos Acadêmicos do Curso de Pós-Graduação pelo valoroso contato e trocas de experiências ricas nestes anos de convívio. Eloisa Neves Mendonça, Lia Fernandes, Roberto Cunha, ao Paulo César Poeta Fermino Júnior e Jeferson Rossi.

Ao amigo, Msc. Seidel dos Santos, por me ajudar na elaboração das pranchas e pelas valiosas dicas, fornecimento de bibliografias e ajuda na hora das fotografias.

Aos funcionários do Departamento de Botânica, pela presteza na agilização de documentos, principalmente a Vera Lúcia de Mello Araújo Zapelini, Secretária do Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

À Msc. Márcia Rosana Stefani, pelo auxílio na parte estatística e prática no laboratório de Anatomia Vegetal.

À Cristiane Gadzinski Volpato, pela amizade e carinho, dando-me força quando eu quase desisti. Obrigado por saber esperar pelas tantas horas distantes.

Ao João de Deus Medeiros, pela amizade, paciência, confiança e incentivo.

Aos amigos André Soares, Ana Júlia, Mauro Costa pelo auxílio na coleta do material botânico no município de Rancho Queimado. Obrigado à vocês pela amizade, inúmeras discussões acerca de um mundo mais justo e pelas incansáveis caminhadas e aventuras. Sabia que poderia contar com vocês.

Ao Silvano Guilherme da Costa, funcionário da Unidade de Conservação Desterro – UCAD pelo auxílio na coleta do material botânico dentro desta Unidade.

À Professora Dra. Verônica Angyalossy Alfonso do Instituto de Botânica da USP, pela oportunidade de cursar a Disciplina Anatomia da Madeira Aplicada a Taxonomia e por permitir o uso das instalações do Laboratório de Anatomia Vegetal daquele Instituto para processar e confeccionar parte das lâminas deste trabalho.

A turma da Disciplina “Anatomia da Madeira Aplicada à Taxonomia” do Instituto de Biociências da USP, Adriana, Mara, Rivete e Pedro. Somente com a amizade de vocês que minha permanência na USP foi mais agradável. Valeu pelas discussões, incentivos e pizzas.

À Prof. Dra. Berta Lange de Morretes, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP, pela calorosa recepção e exemplo de dedicação nos estudos de anatomia vegetal.

Ao Antônio Carlos Franco Barbosa, Técnico do Instituto de Pesquisas Tecnológica, São Paulo, por ensinar, com paciência, como preparar o material, fazer excelentes seções e como usar um micrótomo com segurança. Valeu pelas dicas, foram e serão sempre muito válidas.

Ao Professor Dr. Gregório Ceccantini, pela orientação na técnica de coleta, e fornecimento de bibliografias.

Aos meus familiares, pelo apoio e incentivo. Aos meus pais, Gilmar e Odete, pelo amor e exemplo de cidadania. Não conseguiria chegar até aqui sem a ajuda de vocês.

Ao Centro de Ciências Biológicas, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. João de Deus Medeiros, no auxílio financeiro para a confecção das imagens de microscopia eletrônica de varredura, auxílio com passagens para minha participação no Congresso de Botânica em João Pessoa – PB, e para cursar a Disciplina Anatomia da Madeira Aplicada à Taxonomia na USP.

A Câmara Municipal de Florianópolis, onde sou servidor, por me conceder horário especial de estudo, permitindo-me o aprimoramento profissional.

À Climerh – Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, na pessoa da Geógrafa Vera Lúcia da Silva, pelo fornecimento de mapas e dados sobre pluviometria e temperatura das regiões estudadas.

Ao amigo Daniel Medeiros, que gentilmente auxiliou na diagramação das fotos.

Ao Pedralli, *in memoriam*, pelo estudo da Família Lauraceae no Brasil, e pelo fornecimento de bibliografias.

# ÍNDICE

---

RESUMO .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 - A FAMÍLIA LAURACEAE A. L. DE JUSSIEU .....</b>	<b>1</b>
1.1 - POSIÇÃO TAXONÔMICA .....	1
1.2 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	1
1.3 - IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA FAMÍLIA LAURACEAE.....	2
1.5 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ECOLOGIA DE <i>Ocotea odorifera</i> (VELL.) ROHWER.....	5
1.6 - IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS ANATÔMICOS EM LAURACEAE.....	7
<b>II. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 - MATERIAL BOTÂNICO .....	10
2.2 - LOCAIS DE COLETA DAS AMOSTRAS .....	10
2.2.1 - MUNICÍPIO DE RANCHO QUEIMADO .....	10
2.2.2 - ILHA DE SANTA CATARINA.....	11
2.3 - TÉCNICA DE COLETA .....	11
2.4 - PREPARAÇÃO DO CORPO DE PROVA .....	12
2.5 - PREPARAÇÃO DO MATERIAL PARA ANÁLISE EM MICROSCOPIA FOTÔNICA.....	12
2.6 - TESTES HISTOQUÍMICOS.....	13
2.7 - PREPARAÇÃO DO MATERIAL PARA ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	13
2.8 - DOS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE ADOTADOS E PADRÃO DE OBSERVAÇÕES .....	14
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 - DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE <i>Ocotea odorifera</i> .....	15
3.2 – FLOEMA .....	20
3.3 - DADOS QUANTITATIVOS .....	20
3.3.1 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE 01, COLETADA EM RANCHO QUEIMADO: .....	20
3.3.2 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 02, COLETADA EM RANCHO QUEIMADO:.....	22
3.3.3 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 03, COLETADA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DESTERRO – UCAD. .....	23

3.3.4 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 04, COLETADA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DESTERRO – UCAD. .....	25
<b>IV. DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1 - ELEMENTOS DE VASO.....	39
4.2 - FIBRAS.....	47
4.3 - PARÊNQUIMA.....	50
4.3.1 - PARÊNQUIMA RADIAL.....	50
4.3.2 - PARÊNQUIMA AXIAL.....	52
4.4 - SUBSTÂNCIAS ERGÁSTICAS.....	53
4.4.1 – CARBOIDRATOS.....	53
4.4.2 - CÉLULAS SECRETORAS.....	53
4.5 - INCLUSÕES MINERAIS.....	58
4.5.1 - CRISTAIS.....	58
4.5.2 - SÍLICA.....	59
4.6 - TILOS.....	60
4.7 - FLOEMA.....	62
5 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	65
<b>V. CONCLUSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
<b>VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>

## RESUMO

---

Lauraceae é uma Família de Magnoliophyta com distribuição marcadamente tropical e subtropical em todo o mundo, especialmente nas florestas centro e sul-americanas. No Brasil, a família Lauraceae possui uma distribuição muito extensa, sendo encontrada nas mais diversas regiões, estando presente nas restingas do litoral, nos cerrados e nas matas, compreendendo cerca de 2.000 espécies. *Ocotea* Aublet é o maior gênero em número de espécies dentro da família, apresentando cerca de 400 espécies, distribuindo-se principalmente na América do Sul e América Central e em menor grau, no oeste da África e Madagascar. *Ocotea* apresenta grande importância econômica, destacando-se inúmeras espécies usadas na indústria madeireira, ou como produtoras de óleo usado na indústria farmacêutica e na medicina. Não obstante a importância do gênero no contexto econômico e ecológico, o uso irracional destes recursos naturais levou inúmeras espécies quase à extinção, entre as quais *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. Os caracteres morfológicos do grupo são muito homogêneos, e sua utilização, para a delimitação e determinação das relações entre os taxa, é limitada. No presente trabalho são apresentadas as características anatômicas da madeira de *O. odorifera*. Foi analisado o lenho de quatro árvores coletadas em ambientes distintos, nos municípios de Rancho Queimado/SC e Florianópolis/SC, em ambientes de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa, respectivamente. As amostras de lenho avaliadas não apresentaram diferenças anatômicas entre si e todas as características anatômicas descritas para a Família Lauraceae foram observadas no lenho de *O. odorifera*. Presença de tilos no interior dos elementos de vaso, tanto em cerne, como em alburno foram observados. Células de óleo são abundantes no xilema e também no floema. Cristais rombóides e estilóides foram encontrados no interior de células do parênquima. Cristais rombóides foram encontrados no interior de fibras.

Palavras chaves: *Ocotea odorifera*, Lauraceae, anatomia da madeira

## ABSTRACT

---

Lauraceae possesses a distribution remarkably tropical and subtropical all over the world, especially in the forests center and South American. In Brazil, the family Lauraceae possesses a very extensive distribution, being found in the most several areas, being present in the sandcoast, in the savannahs and in the forests, understanding about 2.000 species. *Ocotea* Aublet is the largest in number of species, presenting about 400 species. Being distributed mainly in South and Central America, and in smaller degree in the west of Africa and Madagascar. *Ocotea* presents great economical importance, they stand out countless species used in the it elaborates timber, the producing of oil used in the pharmaceutical industry and in the medicine. Despite of the genera, in the economical and ecological context, the irrational use of these natural resources almost took countless species the extinction, it is the case of *Ocotea odorifera* Rohwer. The morphologic characters the group are homogeneous, and they do not are used for the delimitation and the determination of the relationships between the taxa. The anatomical characteristics of the wood of *O. odorifera* are presented. Four trees were analyzed, from samples collected in different fragment areas (in Rancho Queimado/SC and Florianópolis/SC), of mixed (Brazilian pine forest) and atlantic moist forests, respectively. The appraised samples didn't present anatomical differences to each other, and all the anatomical characteristics described goes the Family Lauraceae they were observed in *O. odorifera*. Tile presence inside the vase elements, so much in hardwood, as in softwood it was observed. Oil cells were abundant in the xylem and also in the phloem. Rhomboid e elongat (styloid) crystals were found inside cells of the parenchyma. Rhomboid crystals were found inside fibers.

Key words: *Ocotea odorifera*, Lauraceae, wood anatomy

# I. INTRODUÇÃO

---

## 1 - A FAMÍLIA LAURACEAE A. L. DE JUSSIEU

### 1.1 - POSIÇÃO TAXONÔMICA

Lauraceae é considerada uma das famílias mais primitivas pertencentes à divisão Magnoliophyta. Esta condição é evidenciada por suas características morfológicas e anatômicas que a aproxima de outras famílias como Calycanthaceae, Idiospermaceae e Hernandiaceae (CRONQUIST 1988). Segundo SOLEREDER (1908), Lauraceae também apresenta afinidades com Monimiaceae. No contexto sistemático, Lauraceae é situada na Ordem Laurales, mostrando afinidades com Magnoliales, Annonales e Ranales (METCALFE 1987).

Lauraceae é uma família que abriga espécies arbóreas ou raramente arbustivas, havendo uma exceção, o gênero *Cassytha*, que é parasita e de hábito lianescente (METCALFE 1987).

### 1.2 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A distribuição da família é marcadamente tropical e subtropical em todo o mundo, especialmente nas florestas centro e sul-americanas e na região Indo-Malaia (METCALFE 1987; JOLY 1979). No Brasil, a família Lauraceae possui uma distribuição muito extensa, sendo encontrada nas mais diversas regiões, estando presente nas restingas do litoral, nos cerrados e nas matas (COE-TEXEIRA 1980).

Dois Gêneros são pantropicais, *Beilschmiedia* e *Cryptocarya*. Outros são de distribuição restrita, como *Hypodaphnites* na Nigéria e República dos Camarões; *Melizaurus* na América Central e América do Sul; *Revensara* em Madagascar. A distribuição do gênero *Ocotea* ocorre principalmente na América do Sul e Central, em menor grau no Oeste da África e Madagascar, mas não é representado na região do Pacífico (METCALFE 1987).

Segundo CRONQUIST (1988), Lauraceae compreende 2.000 espécies. Mais recentemente, WERFF e RICHTER (1996) mencionam a ocorrência de 49 gêneros e 2.500 a 3.000 espécies para a Família. No Brasil a Família Lauraceae está representada por 19 gêneros e 390 espécies (PEDRALLI 1988).

A família vem sendo apontada como uma das mais representativas, tanto em número de indivíduos quanto em riqueza de taxa, nos inventários florísticos e fitossociológicos realizados em áreas de florestas bem preservadas da porção sudeste-sul do país, fato este que corrobora a hipótese de que esta área seja um dos principais centros de diversidade deste grupo (VATTIMOGIL 1959).

De acordo com KOSTERMANS (1957 *apud* COE-TEIXEIRA 1980), a maior parte do registro fóssil de Lauraceae, pertence ao Período Terciário, não havendo registros no Cretáceo. O Fóssil mais antigo de Lauraceae foi localizado no Paleoceno. No Pleistoceno, as Lauráceas desapareceram da Europa, restando unicamente a espécie *Laurus nobilis* L., com distribuição restrita a região Mediterrânea Oriental.

### 1.3 - IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA FAMÍLIA LAURACEAE

Muitos tecidos vegetais são de grande importância para a vida do ser humano, como fonte de alimento. Porém, nenhum outro exerceu papel tão importante para a sobrevivência do homem, através da história, do que o xilema secundário, comumente designado como madeira ou lenho. É a matéria prima mais valiosa, abundante e cobiçada, existente na superfície da terra (PAULA *et al.* 1997).

Lauraceae destaca-se entre as demais famílias pela sua importância econômica atual. Algumas espécies são utilizadas pelas indústrias para a fabricação de diversos produtos. Na medicina popular, Lauraceae apresenta utilização variada, desempenhando diferentes funções contra as mais diversas doenças (MARQUES 2001).

O potencial econômico das espécies dessa família é conhecido desde os tempos remotos. Através de documentos da China de 2800 a.C., registra-se que já era empregado o óleo de *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl. e de outras espécies do gênero na medicina (MARQUES 2001; SANGIRARDI Jr. 1984 *apud* QUINET e ANDREAT 2002).

Pertence a essa família o bem conhecido pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm., *A. roseodora*, *A. fragans* (Meiss.) Mez), planta produtora do óleo essencial chamado linalol (LOUREIRO 1976). *Laurus nobilis* L. utilizado como condimento e medicamento; a canela (*Cinnamomum cassia* (Ness) Nees & Ebert *ex* Blume e *C. zeylanicum* Breyne), e as espécies produtoras de nós-

moscada brasileira (*Licaria cinnamomioides*, *Cryptocarya mossy*, *C. moschata*, *Litsea odorifera*, *Aniba canellila*) (COE-TEIXEIRA 1980). Na região do Mediterrâneo, o fruto conhecido por abacate é produzido por *Persea gratissima* L. (MARQUES 2001). *Persea americana* Mill, é originária da América Central é muito apreciado na culinária devido ao alto valor comestível da polpa dos seus frutos.

A família também se destaca como produtora de madeira utilizada para os mais diversos fins. *Ocotea catharinensis* Mez fornece madeira para construção civil (REITZ *et al.* 1979), *O. diospyrifolia* (Mez) produz madeira de boa qualidade para postes e assoalhos e *O. guianensis* Aubl., de madeira branca e leve é adequada para a confecção de pasta para papel; *Aniba terminales* Ducke e *A. firmula* (Nees *et Mart. ex Ness*) Mez são utilizadas na construção civil e carpintaria (MARQUES 2001). *O. puberula* (Nees *et Martius*) Nees, possui madeira própria para construção interna, construção civil em geral e para fabricação de papel, *O. porosa* (Nees *ex Martius*) L. Barroso, é utilizada para mobiliário de luxo, carpintaria, marcenaria, e construção civil em geral e *Nectandra lanceolata* Nees *et Martius ex Ness* é também utilizada na construção civil (CARVALHO 1994). *O. odorifera* também é utilizada para móveis, construção civil, embarcações (por ser muito durável na água), marcenaria, portas trabalhadas, esquadrias e caixilhos (REITZ *et al.* 1979).

Espécies aromáticas e as que produzem óleo alcançam alto valor no mercado, pois são freqüentemente usadas como fonte de matéria prima em indústrias. *Cinnamomum canphora* (L.) Presl. e conhecido desde a Grécia Antiga, produz o óleo linalol, por isto é amplamente utilizado na indústria de perfumaria e medicamentos. O óleo de benjoin é extraído de *Lindera benzoin* (L.) Blume (COE-TEIXEIRA 1980). O gênero *Ocotea* apresenta o maior número de espécies medicinais. *O. aciphylla* (Nees) Mez é utilizada como tônico e estomáquico, *O. pretiosa* (Nees) Benth e Hooke, *O. cymbarum* e ainda *Licaria puchury-major* Kosterm, possuem atividade comprovada contra o desenvolvimento do ancilostomídeo humano (MARQUES 2001).

Em 1939, descobriu-se a espécie *O. pretiosa*<sup>1</sup>, da qual se poderia extrair um óleo muito semelhante ao do *Sassafras albidum* Nutt., por isso, esta espécie ficou conhecida como canela sassafrás, sendo possível distingui-la pelo seu odor característico, misto de cinamomo, sassafrás e rosa (MARQUES 2001). *Ocotea odorifera* é empregada para obtenção de óleo essencial, sendo o safrol é um dos seus constituintes, extraído mediante destilação do tronco como também das

---

<sup>1</sup> *Ocotea pretiosa* (Nees) Benth e Hooke é atualmente sinonímia botânica de *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer.

raízes, cascas e folhas são empregadas na perfumaria, medicina e combustíveis para naves espaciais, como também na produção de substâncias sudoríferas, anti-reumáticas, anti-sifilíticas e diuréticas (CARVALHO 1994). A partir do safrol, dois derivados são obtidos: a heliotrina, que é um fixador de aroma, e o butóxido de piperonila, elemento essencial na produção de biodegradáveis (OLTRAMARI 2002).

Em Santa Catarina, o extrativismo do safrol caracterizou-se como importante fonte de renda no Alto do Vale do Rio Itajaí, visando principalmente à exportação do óleo de sassáfras, para o uso na indústria alimentar, farmacêutica e agroquímica (REITZ *et al.* 1979). Entretanto, atualmente sua exploração comercial do safrol é restrita devido à grande exploração irracional a que foi submetida ao longo das décadas do século passado. Em virtude disto, *Ocotea odorifera* está presente na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (Portaria IBAMA 37-N, de 03 de abril de 1992), sendo vedada a exploração comercial de indivíduos nos remanescentes florestais da Mata Atlântica (Resolução CONAMA nº 278, de 24 de maio de 2001).

Não obstante a importância econômica que as Lauraceae apresentam, a inexistência de sistema adequado de áreas protegidas e de programas efetivos de manejo florestal são alguns dos fatores que colocam sob perigo de extinção a maior parte das suas espécies (ARAÚJO 1994 *apud* QUINET e ANDREATA 2002).

#### 1.4 - O GÊNERO *Ocotea* AUBLET

O gênero foi descrito por Fusée Aublet no ano de 1775, recebendo esta denominação em virtude do nome “Ocoté” dado a *Ocotea guianensis*, pelos nativos da Guiana Francesa (COE-TEIXEIRA 1980). Distribui-se principalmente na América do Sul e América Central, e em menor grau no oeste da África e Madagascar (METCALFE 1987).

*Ocotea* Aublet é o maior gênero em número de espécies dentro da Família, apresentando entre 350 espécies (JUDD *et al.* 1999) e 400 espécies (CRONQUIST 1988).

Com base no sistema de Mez (1889), *Ocotea* foi dividido nos subgêneros *Hemiocotea*, *Dendrodaphne*, *Mespilodaphne* e *Oreodaphne*. Para KOSTERMAM 1957 *apud* COE-TEIXEIRA 1980, *Ocotea* compreende também as espécies colocadas em *Nectandra* e em *Pleurothyrium*. Reformulações posteriores propõem a conservação dos gêneros *Nectandra*, *Pleurothyrium* e *Ocotea*.

Os gêneros *Ocotea*, *Nectandra* e *Pleurothyrium* são muito afins, sendo que KORSTERMANS (1957 *apud* COE-TEIXEIRA 1980), uniu-os em *Ocotea*, por considerar a posição das lojas, utilizada por Mez, um caráter sem valor genérico. Porém existem muitas diferenças entre estes gêneros, demonstrado por ALLEN (1966 *apud* COE-TEIXEIRA 1980), corroborando a manutenção dos taxa separados.

#### 1.5 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ECOLOGIA DE *OCOTEA ODORIFERA* (VELL.) ROHWER

*Ocotea odorifera* é uma árvore de 20 a 25 metros de altura, com tronco geralmente tortuoso e de casca grossa, de cor cinzenta-escuro ou marrom, com cicatrizes descamantes típicas e com 50 a 70 cm de diâmetro na altura do peito (DAP), podendo atingir até 120 cm de DAP (KLEIN 1969; CARVALHO 1994). As folhas são alternas, simples, inteiras, agrupadas nas pontas dos ramos, verde-escuro na face superior, inferiormente mais claras, obovadas, oblongas ou elípticas, lanceoladas, curtamente acuminadas, finamente coriáceas, cartáceas ou cartáceo-coriáceas, glabras e discoloradas. As folhas são muito variáveis quanto ao tamanho, geralmente entre 7 a 15 cm de comprimento por 3 a 5 cm de largura; pecíolo com 8 a 15 cm de comprimento. Inflorescências em múltiplos racemos simples, fixados na ponta dos ramos por cima das folhas, glabras, mais curtas que as folhas, medindo comumente 5 cm de comprimento; flores alvas e perfumadas, glabras, tépalos sublanceolados, estames externos largamente elípticos, pilosos na base, os internos mais estreitos, com duas glândulas compressas, grandes, basais; estaminódios extremamente reduzidos. Ovário subovóide, ou aproximadamente obovóide, glabro (REITZ *et al.* 1979).

O fruto é uma baga elíptica ou elipsóide, de cerca de 20 mm de comprimento por 10 a 15 mm de diâmetro, quase lisa, castanha, envolvida pela cúpula até cerca de 1/3 a 1/4 de altura, cúpula hemisférica, crassa, verruculosa, medindo 10 a 15 mm de altura por 13 a 16 mm de diâmetro. A semente é não-endospermica, com até 12 mm de comprimento por 9 mm de largura, cotilédones grossos, plano-convexos, com superfície lisa ou rugosa, encerrando uma pequena plúmula e radícula (REITZ *et al.* 1979).

*Ocotea odorifera* ocorre desde o sul da Bahia, onde é rara, até o Estado do Rio Grande do Sul, na mata pluvial atlântica (IPT 1989). Segundo CARVALHO (1994), *O. odorifera* tem a seguinte ocorrência natural: 15° (BA) a 29°50' (RS). Porém, segundo SALOMÃO *et al.* (1992) *apud* CARVALHO (1994), a canela-sassafrás ocorre de 8°45' (PE) a 31°12' de latitude e de 33°

52' a 59°09' de longitude oeste. Entretanto, CARVALHO (1994), afirma não ser de ocorrência natural o Estado de Pernambuco. Segundo este mesmo autor, a área de ocorrência nos estados é: Bahia (sul, onde é rara), Espírito Santo e Minas Gerais (sul e centro), Paraná (sul e centro), Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

O hábitat da espécie é a Floresta Ombrófila Densa, nas formações Baixo-Montana, Submontana, Montana e Alto-Montana; Floresta Estacional Semidecidual, nas formações Aluviais e Montana; Floresta Estacional Decidual e nos campos rupestres ou de altitudes da Serra da Mantiqueira. É encontrada em altitudes que variam de 10 a 1200 m, e cuja temperatura média anual varia de 12°C a 23°C (CARVALHO 1994).

Segundo CARVALHO (1994), *O. odorifera* é conhecida pelos seguintes nomes populares nos estados de ocorrência: canela (MG), canela cheirosa, canela-funcho, canela-mulungu, canela parda, canela-sassafrás-de-folha-grade (SP), casca cheirosa, casca-preciosa (RJ, SP), louro-cheiroso, louro-sassafrás, louro-tapinhoã, sassafrás-amarelo, sassafrás-preto, sassafrás-brasileiro, sassafrás-rajado (BA), pau-funcho, sassafrás (BA, MG, RS, SC), sassafrás-do-brasil (MG, SP).

No Estado de Santa Catarina apresenta vasta dispersão na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista em cujas submatas é pouco freqüente (REITZ *et al.* 1979). Árvore característica do Alto Vale do Itajaí, onde era muito abundante (KLEIN 1969), onde sua dispersão é mais significativa, constituindo, por vezes 1/3 da madeira das matas (REITZ *et al.* 1979). É encontrada nas encostas das matas com solos enxutos. É pouco freqüente no alto das encostas e nas chapadas das matas da Ilha de Santa Catarina (KLEIN 1969).

A madeira é de média a pesada, com massa específica aparente de 0,70 a 0,80 g/cm<sup>3</sup> a 15% de umidade (CARVALHO 1994). A cor do cerne é bastante variável, desde o pardo-claro-amarelado até o pardo-avermelhado-claro ou escuro, com veios longitudinais mais escuros, cheiro forte, característico, sabor ligeiramente picante. A madeira é dura e seca sem rachar, fácil de trabalhar e resistente à umidade e a bichos (REITZ *et al.* 1979). Apresenta superfície lustrosa, brilhante e lisa, textura média e uniforme, grã direita (CARVALHO 1994). Segundo FILHO (1960), a madeira é porosa, textura fina, compacta, com cheiro muito característico, devido aos óleos essenciais presentes nos elementos parenquimatosos do lenho, sendo avaliada como de

excelente qualidade. Em condições favoráveis ao apodrecimento é considerada de baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos (IPT 1989).

*O. odorifera* floresce principalmente durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, frutificando durante o outono e inverno (REITZ, *et al.* 1979), os frutos amadurecem entre maio e dezembro. A floração e a frutificação iniciam aos 20 anos de idade em plantios experimentais. A dispersão da semente é zoocória, feita por aves, macacos e roedores (CARVALHO 1994).

## 1.6 - IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS ANATÔMICOS EM LAURACEAE

Dados anatômicos são usados para resolver problemas de relações taxonômicas e filogenéticas, isto porque, dados de anatomia podem freqüentemente sugerir, com certo grau de confiança, as homologias dos caracteres morfológicos e ajudar a interpretar direções evolucionárias (STUESSY 1991). De modo geral, é possível identificar uma espécie pelas características anatômicas da sua madeira, o que se revela de grande importância para a taxonomia vegetal e para estudos filogenéticos, pela avaliação das linhas de especialização dos elementos constituintes da madeira (HERNÁNDEZ 1985).

Existe grande dificuldade para caracterizar-se corretamente a família Lauraceae, e isto se deve à falta de uma classificação convincente baseada prioritariamente na evidência morfológica, bem como pela falta de informações suficientes no que consiste a variabilidade da estrutura da madeira na família como um todo (METCALFE 1987).

A separação entre espécies de Lauraceae é baseada especialmente nos caracteres morfológicos, como, por exemplo, a morfologia dos estames e o desenvolvimento da cúpula do fruto, que são considerados os caracteres de maior importância pelos especialistas na família, e são usualmente empregados nas chaves de identificação (COE-TEIXEIRA 1980).

A família constitui um dos grupos taxonômicos de maior dificuldade para a caracterização das espécies, apresentando uma acentuada uniformidade morfológica (OLIVEIRA *et al.* 2001) e uma grande homogeneidade nos caracteres anatômicos (CRONQUIST 1988). Com relação à embriologia, os gêneros de Lauraceae são também muito parecidos (HEO *et al.* 1998). Esta homogeneidade dos caracteres morfológicos de alguns gêneros da família Lauraceae dificulta a identificação correta entre as espécies (OCCHIONI e FILHO 1947).

COE-TEIXEIRA (1980) afirma que as flores são muito semelhantes dentro de cada gênero de Lauraceae. PEDRALLI (1996) sustenta que os caracteres morfológicos descritivos não devem ser utilizados como caracteres analíticos de peso para separar taxa em Lauraceae. O número correto de espécies dentro da família é incerto. E isto se deve à carência de estudos taxonômicos, tanto no nível genérico como no específico (PEDRALLI 1986).

ROHWER (1993 *apud* MORAES e PAOLI 1999) também considera que a maioria dos gêneros de Lauraceae não podem ser seguramente diferenciados baseando-se apenas em caracteres vegetativos.

MORAES e PAOLI (1999) estudaram o padrão de venação foliar de espécies de Lauraceae para fins taxonômicos, demonstrando que o padrão de venação não é um caráter confiável em nível genérico, mas pode ser útil no nível específico dentro da Família.

Um exemplo das aplicações dos dados anatômicos é o trabalho de METCALFE (1987), que estudou as características da madeira, procurando reconhecer o grau de avanço filogenético na família Lauraceae.

CHATTAWAY (1949) estudou o desenvolvimento de tilos e secreção de grumos na formação da madeira. FILHO (1960) realizou estudos comparativos de amostras de lenho, de partes vegetativas e férteis entre *Ocotea* e *Sassafras*, e menciona a dificuldade para distinguir anatomicamente espécies e mesmo gêneros de Lauraceae

LOUREIRO (1976) desenvolveu estudos sobre anatomia de 10 espécies de *Aniba*. SLOOTEN *et al.* (1970) estudou anatomia da madeira de *Nectandra*, *Ocotea* e *Persea*. HERNÁNDEZ (1985) estudou o xilema secundário de Lauráceas da Argentina; KOSTERMANS *et al.* (1969) descreveram uma nova espécie, *Ocotea venenosa*, discutindo os critérios de anatomia da madeira. RICHTER (1985) estudou anatomia da madeira e casca de *Licaria* Aublet e SANTOS e OLIVEIRA (1989) caracterizaram, com base na estrutura externa e interna, epiderme e mesófilo, as domácias no gênero *Ocotea*.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT 1989) que desenvolve estudos sobre as características das madeiras brasileiras, apresenta informações sobre anatomia de muitas espécies da família Lauraceae, entre elas *Ocotea pretiosa*, *O. porosa*, *O. cymbarum*, *Cryptocarya*

*moschata*, *C. mandioccana*, *Nectandra rubra*, *N. rigida* e *Mezilaurus itauba* dentre outras, auxiliando na identificação de espécies e na caracterização da família contribuindo com informações adicionais, relativas as potencialidades para usos comerciais.

Esta pesquisa teve como objetivo estudar as características anatômicas do lenho do caule de *Ocotea odorifera*, contribuindo no levantamento de dados que possam subsidiar trabalhos taxonômicos da família Lauraceae. Pretende-se apresentar uma descrição anatômica quantitativa e qualitativa do lenho, indicando as características de maior potencialidade para uso taxonômico.

## II. MATERIAL E MÉTODOS

---

### 2.1 - MATERIAL BOTÂNICO

Para a realização do presente estudo coletou-se amostra do lenho de quatro árvores de *Ocotea odorifera*. As coletas foram realizadas no mês de setembro de 2002. Duas amostras do lenho foram coletadas de duas árvores na Floresta Ombrófila Mista, na localidade de Queimada Grande, município de Rancho Queimado, Santa Catarina. As outras duas amostras de lenho foram coletadas de duas árvores na Floresta Ombrófila Densa localizada na Unidade de Conservação Desterro – UCAD, situada na encosta noroeste da Ilha de Santa Catarina. Para localização dos municípios veja Mapas 01 e 02, em anexo.

As amostras de madeira foram depositadas na coleção da xiloteca do Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

### 2.2 - LOCAIS DE COLETA DAS AMOSTRAS

#### 2.2.1 - MUNICÍPIO DE RANCHO QUEIMADO

Rancho Queimado localiza-se na Serra Catarinense, a 60 Km de distância do Município de Florianópolis. O clima é temperado e a temperatura média oscila entre 10°C e 25°C. A média pluviométrica entre os anos de 1976 e 1998 para o mês de setembro foi de 154,1 mm, segundo dados disponibilizados pelo Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina - CLIMERH. A localidade de Queimada Grande, município de Rancho Queimado, em Santa Catarina, localizada entre os meridianos 27°45' lat. S e 49° long. O, caracteriza-se por uma região de transição entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista (MEDEIROS e ROOS 1996).

A coleta de lenho foi realizada dentro de uma propriedade particular (fig. 01 A), onde a estrutura florestal secundária foi bastante alterada em função da extração de espécies madeireiras, apresentando, atualmente apenas árvores de pequenos diâmetros (fig. 01 B). Das duas árvores coletadas nesta região, a de nº 01, merece um comentário a parte, pois foi cortada de uma árvore que havia rebrotado. Estava com cinco grandes rebrotes, alcançando aproximadamente de 6 a 8 metros de altura, optou-se por serrar um destes rebrotes a 1,30 m do solo, que serviu para confecção dos corpos de prova.

## 2.2.2 - ILHA DE SANTA CATARINA

A Unidade de Conservação Desterro - UCAD possui uma área de 491,5 ha, representando cerca de 1,1% do território da Ilha de Santa Catarina e abriga floresta atlântica secundária em diversos estágios de regeneração (CECCA 1997). A característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa aos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas, com médias de 25°C e da alta precipitação bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período seco (IBGE 1992).

O clima da região de Florianópolis, onde se localiza a UCAD, é classificado no grupo c: mesotérmico de verão quente, com média dos meses mais quentes acima de 22 °C (KÖEPPEN 1948). As médias mensais (período de 1968 a 1998 – Instituto de Meteorologia - INMET) das variáveis meteorológicas para a Ilha, são precipitações máximas de 211 mm no verão, e mínima de 81 mm no inverno, temperatura máxima de 28°C no verão e mínima de 13°C no inverno (MONTEIRO E FURTADO 1995 *apud* PIMENTA 1999). Ver dados meteorológicos Tabela 01.

**Tabela 01** - Dados Climatológicos e pluviométricos do município de Florianópolis (1980-2002)

Média de Temperaturas Mínimas	17,3°C
Temperatura mínima absoluta	1,3°C
Temperatura média mensal	20,7°C
Temperatura máxima absoluta	38,2°C
Medias das temperaturas máximas mensais	24,7°C
Precipitação total (mm)	149,10 mm

Dados: CLIMERH

## 2.3 - TÉCNICA DE COLETA

A coleta do lenho foi padronizada, retirando-se as amostras sempre na face norte dos troncos, à altura de 1,30m do nível do solo, por meio de incisões paralelas feitas com serrote e formão (fig. 01 C).

Para minimizar as lesões provocadas nas árvores, as dimensões das amostras retiradas não excederam 20% do DAP ou 4 cm de profundidade, optando-se pelo menor valor. Para auxiliar a cicatrização e evitar o ataque de microorganismos aplicou-se sob a incisão uma solução aquosa saturada de sulfato de cobre. As amostras de madeira foram acondicionadas em sacos de papel e secas ao ar livre até o início da preparação histológica (CECCANTINI 1996).

## 2.4 - PREPARAÇÃO DO CORPO DE PROVA

As amostras coletadas foram serradas, a fim de confeccionar os corpos de provas que foram constituídos de cubos com dimensão de 2x2x3cm, observando as orientações transversais e longitudinais.

Para amolecimento da madeira verde, as amostras passaram por uma série sucessiva de soluções de glicerina a 30%, 50% e glicerina pura, aproximadamente meia hora em cada e mantidos em glicerina pura até o processo de corte (RICHTER e BURGER 1991). A amostra da árvore 01 coletada em Rancho Queimado, foi fervida durante 6 horas em glicerina e água na proporção de 1:1, no Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto de Botânica da Universidade de São Paulo - USP.

## 2.5 - PREPARAÇÃO DO MATERIAL PARA ANÁLISE EM MICROSCOPIA FOTÔNICA

De uma maneira geral, as preparações histológicas seguiram as técnicas apresentadas por JOHANSEN (1940) e SASS (1951).

Foram confeccionadas secções transversal e longitudinal (radial e tangencial), com o uso de micrótomo de deslize, ajustado inicialmente para 15 micrômetros e navalha tipo D. As secções foram retiradas da navalha com pincel, colocadas entre duas lâminas de vidro e umedecidas, a fim de se obter uma perfeita distensão.

Antes de proceder a coloração, as secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio 50%, seguido de um gotejamento de água destilada. Seguiu-se a série etanólica (álcool 10°, 30° e 50° GL). A coloração foi feita com safranina 50%, após seguiu-se série etanólica (50°, 70°, 90° e 100° GL). No álcool 100° foram lavadas por duas vezes e então, gradativamente, o etanol foi substituído pelo acetado de n-butila (3:1, 1:1, 1:3 e acetato puro duas vezes). Após este processo de desidratação, montou-se as lâminas permanentes com o uso da resina “Permout”.

De alguns corpos de prova, nos quais havia ainda a casca integra, foram confeccionadas secções transversal e longitudinal radial, para observação de floema, zona cambial, bem como alburno. Estas secções foram seccionados em micrótomo de deslize e coradas com safranina 50% e azul de astra, sendo que os procedimentos de desidratação para a confecção das lâminas foram os mesmos já descritos.

Algumas secções foram feitas à mão livre, e para isto utilizou-se um bisturi cirúrgico. Estas secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio, desidratadas até o álcool 50° e coradas com safranina 50%. Depois foram montadas lâminas semipermanentes com o uso de glicerina e água 50%.

Para a observação isolada e medição dos elementos de vaso e fibras, procedeu-se a dissociação do material com emprego da solução de Franklin (BERLYN e MIKSCHE 1976), mergulhando pequenas lascas do corpo de prova na solução e armazenando em estufa a 60 °C durante 48 horas. Após este período, o material já dissociado foi lavado três vezes em água, procedendo a desidratação em série etanólica até o álcool 50°, e foi corado com safranina 50%. Com auxílio de agulhas histológicas, separou-se, ainda mais, o material sobre a lâmina, pingando algumas gotas de glicerina 50° e montando-se as lâminas semipermanentes.

## 2.6 - TESTES HISTOQUÍMICOS

Para os testes histoquímicos, as secções foram utilizadas diretamente após a sua obtenção para não mascarar as reações com substâncias fenólicas e/ou óleo e mucilagem, pingando-se diretamente os reagentes sobre as secções.

Os cortes frescos do lenho foram tratados com o reagente de Sudan IV para evidenciar a presença de óleo nas células e com o reativo de Steinmetz para evidenciar amido e óleos essenciais, bem como evidenciar paredes lignificadas (COSTA 1972). Para evidenciar melhor e facilitar a identificação do tipo de parênquima axial, utilizou-se diretamente o reagente Steinmetz, gotejando-se sobre algumas secções para evidenciar amido, favorecendo a observação do tipo de parênquima axial em secção transversal.

As estruturas anatômicas foram fotografadas em fotomicroscópio LEICA MPS 3, no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina.

## 2.7 - PREPARAÇÃO DO MATERIAL PARA ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Na preparação do material para obtenção de imagens no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), os corpos de prova foram seccionados em cubos com dimensões de 5 mm<sup>3</sup> evidenciando as superfícies transversal e longitudinais (radial e tangencial). Com o auxílio do micrótomo e lâminas de barbear foram acertadas as superfícies, deixando-as livres de impurezas.

A amostra foi fixada no suporte com o uso de cola araudite. Para retirar todo o excesso de umidade, as amostras ficaram armazenadas dentro de caixa de isopor com sílica gel em estufa a 60°C. A cobertura da superfície foi feita com uma fina camada de ouro (metalização), utilizando-se do metalizador Baltec CED030. As imagens foram obtidas no Laboratório de Engenharia Mecânica – UFSC, utilizando-se um microscópio eletrônico Modelo Phillips XL 50.

## 2.8 - DOS PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE ADOTADOS E PADRÃO DE OBSERVAÇÕES

O estudo das características anatômicas do lenho, foi procedido segundo as Normas de Procedimentos em Estudos da Anatomia de Madeira (ABNT 11.01.07:001). A nomenclatura adotada nas descrições anatômicas segue o critério proposto pela lista do Comitê Internacional de Estudos de Madeira (IAWA 1989).

Para análise quantitativa, medidas dos elementos celulares foram obtidas com o emprego de câmara clara A8 x 11 em Microscópio Zeiss Jena – Laboval 4, e todas as medidas foram expressas em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ).

Para todas as mensurações foram realizados os testes estatísticos, determinando-se a média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. O número mínimo de amostras necessário para se ter uma confiabilidade de 95% foi também calculado, usando-se a seguinte fórmula:

$$n = [(t(n-1) \times S) / (0,1 \times X)]^2$$

t = t de student;

S = Desvio Padrão;

X = Média.

Na análise da variância foi aplicado o teste F e para comparação das médias o teste de Tukey (VIEIRA e HOFFMANN 1989).

### III. RESULTADOS

---

Com relação às árvores utilizadas para a coleta de material lenhoso, é importante mencionar que são de pequeno diâmetro e altura, sendo que as da região de Rancho Queimado são menores em diâmetro e altura do que as de Florianópolis. Pode-se afirmar que as árvores do primeiro local de coleta são mais jovens. Para o material coletado na UCAD, em Florianópolis, utilizou-se de equipamento para medir com exatidão a altitude, porém para o material coletado em Rancho Queimado, usou-se como referência as informações contidas nos mapas para registrar a altitude aproximada. Com base nestas informações, a diferença de altitude entre os dois locais de coleta é de aproximadamente 653 m. As dimensões em altura, diâmetro na altura do peito (DAP) das árvores estudadas e respectivas altitudes dos locais de coleta estão resumidas na tabela 02.

**Tabela 02** – Dados referentes às árvores das quais foram efetuadas as coletas do material lenhoso

Local de coleta	Amostra	Altura	DAP	Altitude
Rancho Queimado	árvore 01	8 metros*	13,55	+/- 900 m
	árvore 02	6 metros	12,74	+/- 900 m
Florianópolis - UCAD	árvore 03	10 metros	19,59	247 m
	árvore 04	10 metros	28,66	245 m

\*Obs.: árvore cortada e rebrotou, havia 5 rebrotes todos com aproximadamente 6 a 8 metros de altura.  
UCAD – Unidade de Conservação Desterro; Rancho Queimado/SC – Localidade Queimada Grande.

#### 3.1 - DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE *OCOTEA ODORIFERA*

Os dados quantitativos, as médias, os valores mínimos e máximos apresentados junto à descrição anatômica são resultados de uma média geral (média das médias).

Os anéis de crescimento são distintos, demarcados pelo achatamento radial das fibras e maior espessamento de suas paredes no lenho estival. A porosidade é difusa, com os elementos de vaso apresentando praticamente o mesmo diâmetro ao longo do anel de crescimentos e distribuídos uniformemente (fig. 02 A). Mácula, um tecido de cicatrização, foi observada no lenho da árvore nº 01(fig. 02 B).

Os elementos de vaso são curtos, com comprimento médio de 480,098  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 146 e 884  $\mu\text{m}$ . O diâmetro tangencial é de tamanho médio, com uma média de

87,88  $\mu\text{m}$  (54 a 118 $\mu\text{m}$ ). Os vasos são de dois tamanhos distintos, um grupo extremamente fino e o outro de diâmetro maior. As respectivas medições em diâmetros são provenientes dos elementos de maior diâmetro. O número de elementos de vaso por milímetro quadrado é 19,17 (12 a 29 / $\text{mm}^2$ ).

Os elementos de vaso apresentam arranjo diagonal à radial. São solitários (83 %) e radiais múltiplos (17 %), neste caso concentrando a maioria com 2 ou 3 células e raramente ocorrendo agrupamento de 4 células (fig. 02 A)

As placas de perfuração são predominantemente simples (fig. 02 C) e oblíquas (fig 02 D), porém registra-se a ocorrência de placas de perfuração escalariformes (fig. 02 E e F) com 1 - 5 barras. Placas de perfuração foram também observadas nas paredes laterais dos elementos de vaso, tanto do tipo escalariforme (fig. 02 F) como do tipo simples (fig. 03 A e B). As placas de perfuração do tipo escalariforme (fig. 02 F), são observadas nos elementos de vaso de menor diâmetro, que são, em geral, mais longos.

Apêndices nas terminações dos elementos de vaso mostram ampla variação, desde a ausência, passando pela ocorrência de apêndices longos e curtos, observados tanto nas duas extremidades quanto em uma apenas. Os elementos de vaso também mostram variações quanto ao tamanho e forma, como vistos na fig.03 C.

No lume dos elementos de vaso há ocorrência de tilos (fig. 04 A, B, C, D e F) em abundância, muitas vezes obstruindo totalmente o lume. Nas paredes dos tilos observam-se ornamentações na forma de grumos, de natureza desconhecida (fig. 04 D e F). Os tilos estão também presentes no alburno, nos elementos de vaso formados mais recentemente, na região mais periféricas do alburno, próximos ao cambio (fig. 04 E e fig. 05 A).

As pontoações intervasculares são alternas, arrançadas em forma poligonal, dispostas em fileira diagonal (fig. 05 B) e medem 2,106  $\mu\text{m}$  de diâmetro (0,769 a 3,846  $\mu\text{m}$ ).

As fibras libriformes são septadas (fig. 05 C e D), com um a 5 septos, curtas, apresentando comprimento médio de 1.233,39 $\mu\text{m}$  (738 a 1.762  $\mu\text{m}$ ). O diâmetro total médio das fibras é de 18,32  $\mu\text{m}$  (12 a 28  $\mu\text{m}$ ). O lume médio das fibras é de 10,34  $\mu\text{m}$  (6 a 16  $\mu\text{m}$ ). As paredes das fibras são finas, possuindo em média 2,92  $\mu\text{m}$  (2 a 4  $\mu\text{m}$ ) de espessura, o reagente

Steinmetz evidenciou que as paredes das fibras são lignificadas. As fibras apresentam pontuação simples, numerosas e inconspícuas. Estas pontuações apresentam valores médios de 1,2073  $\mu\text{m}$  (0,709 a 2,307  $\mu\text{m}$ ). Fibras gelatinosas são observadas na região do alburno (fig. 05 E), talvez porque os anéis são excêntricos, vistos macroscopicamente (fig. 05 F). Cristais rombóidais são observados no interior das fibras (fig. 06 A).

O parênquima axial é do tipo paratraqueal escasso (fig. 06 B), mas também se observa parênquima paratraqueal vasocêntrico. Não apresenta estratificação quando observado em secção longitudinal. São registrados grãos de amido no parênquima axial (fig. 06 C) e cristais em forma de estilóides.

O parênquima radial é representado pelos raios multisseriados do tipo bisseriado (fig. 06 D) e trisseriado, com apenas uma ou duas células nas terminações. Há uma maior proporção de raios bisseriados do que raios trisseriados. Foram observados raios unisseriados, porém estes são raros. Os raios são constituídos por células procumbentes na porção central e fileira de células eretas nas margens (fig. 07 A e B), classificando-se como heterogêneo do tipo II B de Kribs. Cristais rombóides (fig. 07 C) e na forma de estilóides observados no parênquima radial. Os raios são baixos, apresentam valores médios de 498,145  $\mu\text{m}$  (138,46 a 769,232  $\mu\text{m}$ ). O número médio de raios por milímetro linear, observado em secção transversal, é de 6,34 raios (4 a 9 raios/mm).

As pontuações raio-vasculares possuem aréolas muito reduzidas a aparentemente simples. São variáveis em forma, de circulares a angulares, grandes e alongadas horizontalmente, verticalmente ou no sentido diagonal, ocupando grande extensão da parede da célula (Fig. 07 D e E).

Registrou-se a presença de grandes células de óleo com formato retangular e abaulado na região mediana. Septos no interior destas células são observados (fig. 08 A). Os reativos de Steinmetz e Sudan IV indicaram reação positiva com o conteúdo lipídico destas células (fig. 08 B e C). Elas estão situadas entre as fibras e as células de raio, também entre dois raios multisseriados, ou na extremidade destes raios. Células de óleo adjacentes aos elementos de vaso são também observadas (fig. 03 B). As células de óleo possuem em média 159,341  $\mu\text{m}$  de altura (92,31 a 261,54  $\mu\text{m}$ ) e em média 47,495  $\mu\text{m}$  de largura (30,77 a 69,23  $\mu\text{m}$ ).

Um resumo dos dados quantitativos é apresentado na tabela 03, facilitando a compreensão e comparação. Nesta tabela considerou-se N amostral, a soma dos números de medições das quatro árvores estudadas.

**Tabela 03** - Dados quantitativos das amostras analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Média</b>	<b>S</b>	<b>mínimos e máximos</b>	<b>CV%</b>	<b>N</b>	<b>n</b>
Comprimento do elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )	480,098	111,895	146 a 884	23,22%	120	22
Diâmetro tangencial do elemento de vaso ( $\mu\text{m}$ )	87,88	14,365	54 a 118	14,34%	100	11
Diâmetro da pontoação intervascular ( $\mu\text{m}$ )	2,106	0,652	0,769 a 3,846	30,97%	100	36
Elementos de vaso/ $\text{mm}^2$	19,17	2,685	12 a 29	14 %	100	8
Comprimento das fibras ( $\mu\text{m}$ )	1.233,39	200,0123	738 a 1.762	16,21%	100	11
Diâmetro total das fibras ( $\mu\text{m}$ )	18,32	2,6963	12 a 28	14,71%	100	9
Lume das fibras ( $\mu\text{m}$ )	10,34	2,81130	6 a 16	27,24%	100	29
Espessura da parede das fibras ( $\mu\text{m}$ )	2,92	1,0018	2 a 4	33,84%	100	46
Diâmetro das pontoações simples nas fibras ( $\mu\text{m}$ )	1,2073	0,4796	0,709 a 2,307	39,72%	100	62,49
Altura dos raios ( $\mu\text{m}$ )	498,145	113,091	138,46 a 769,23	28 %	124	31
Número de raios/mm	6,34	1,10298	4 a 9	17,39%	100	12
Altura das células de óleo ( $\mu\text{m}$ )	159,341	36,584	92,31 a 261,54	22,95	52	22
Largura das células de óleo ( $\mu\text{m}$ )	47,495	11,572	30,77 a 69,23	24,36%	52	24

S = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação %; n = n° mínimo da mostra necessária para obtenção de um grau de confiabilidade de 95%. N= tamanho da amostra, EV/ $\text{mm}^2$  = elemento de vaso por milímetro quadrado.

### 3.2 – FLOEMA

As fibras de floema apresentam-se em séries curtas, intercaladas com células de parênquima e elementos de tubo crivado (fig. 08 D e fig. 09 A). São fibras libriformes com paredes extremamente espessas (fig. 09 B), obstruindo o lume das células. As fibras estão presentes no floema funcional e no floema não funcional (fig. 09 A e C). Os raios são bastante dilatados, em forma de cunha em direção à periferia (fig. 09 D). Os raios apresentam-se com duas ou três células de larguras nas partes não dilatadas e até cinco células de largura nas regiões dilatadas.

Após a região de dilatação dos raios, uma camada contínua de braquiesclereídeos com paredes extremamente espessadas apresenta-se (fig. 09 D). Logo após esta faixa contínua esclerificada, uma camada de células parenquimáticas intercala-se a outra faixa de braquiesclereídeos mais externamente.

Células de óleo estão presentes no floema (fig. 09 E). O reagente Sudan IV reagiu positivamente com o conteúdo destas células.

Cristais em forma de estilóides são abundantes nas células, tanto de parênquima radial como de parênquima axial do floema.

### 3.3 - DADOS QUANTITATIVOS

Os dados quantitativos do lenho das quatro árvores são descritos separadamente e apresentados a seguir:

#### 3.3.1 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE 01, COLETADA EM RANCHO QUEIMADO:

Os elementos de vaso são solitários (83,60%) e múltiplos (16,40%). Apresentam um comprimento médio de 496,52  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 146,154 a 884,615  $\mu\text{m}$ . O diâmetro médio é de 87,2  $\mu\text{m}$  (68 a 106  $\mu\text{m}$ ), e o número médio de elementos de vaso por milímetro quadrado foi de 20,64 (18 a 25 / $\text{mm}^2$ ). As pontoações intervasculares medem em média 2,676  $\mu\text{m}$  (1,539 a 2,307  $\mu\text{m}$ ). Os dados quantitativos, relativos aos elementos de vaso do lenho da árvore 01 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 04.

**Tabela 04 - Elementos de Vaso - árvore 01 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	496,523	132,737	146,14 a 884,61	26,73 %	45	29
Diâmetro tangencial $\mu\text{m}$	87,2	9,712	68 a 106	17,13%	25	6
Diâmetro da pontoação $\mu\text{m}$	2,676	0,451	1,539 a 2,307	16,55%	25	13
$\sqrt{\text{° de EV/mm}^2}$	20,64	2,64	18 a 25	11,26%	25	7

S = desvio padrão; CV% = coeficiente de variação %; n = n° mínimo da amostra necessária para obtenção de um grau de confiabilidade de 95%; N = tamanho da amostra., EV/mm<sup>2</sup> = elemento de vaso por milímetro quadrado.

As fibras possuem um comprimento médio de 1.270,28  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 738 a 1.762  $\mu\text{m}$ . O diâmetro total médio da fibra é da ordem de 18,04  $\mu\text{m}$  (16 a 22  $\mu\text{m}$ ). Apresentam lume médio de 12,16  $\mu\text{m}$  (6 a 16  $\mu\text{m}$ ). As paredes das fibras são finas e apresentam em média de 3,04  $\mu\text{m}$  de espessura (2 a 4  $\mu\text{m}$ ). As pontoações simples apresentam largura média de 1,3842  $\mu\text{m}$  (0,769 a 2,307  $\mu\text{m}$ ). Os dados quantitativos, relativos às fibras do lenho da árvore 01 de Rancho Queimado, são apresentados na tabela 05.

**Tabela 05 - Fibras - árvore 01 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	N
Comprimento $\mu\text{m}$	1270,28	234,661	738 a 1,762	18,48 %	25	14,48
Diâmetro total $\mu\text{m}$	18,04	1,881	16 a 22	10,42 %	25	4,61
Lume $\mu\text{m}$	12,16	2,703	6 a 16	22,22 %	25	20,97
Espessura da parede $\mu\text{m}$	3,04	1,019	2 a 4	33,34 %	25	47
Diâmetro das Pontoações $\mu\text{m}$	1,384	0,496	0,769 a 2,307	35,86 %	25	54

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N = tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

Os raios apresentam uma altura média de 428,479  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 161,54 a 700  $\mu\text{m}$ . O número médio de raios por milímetro linear, observado em secção transversal, foi de 5,44, variando entre 4 a 7 raios/mm. Os dados quantitativos, relativos aos raios do lenho da árvore 01 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 06.

**Tabela 06 – Raios - Árvore 01 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	428,4796	134,35	161 a 769	31,29%	41	29
n° raios/ mm	5,44	0,869	4 a 7	15,99%	25	10

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação % ; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%; N = tamanho da amostra.

As células de óleo foram medidas quanto a sua altura e largura. Apresentam 170,7976 µm de altura em média, com valores variando entre 107,69 e 261,54 µm. A largura destas células apresentou em média 45,23 µm, com valores que variam entre 30,77 a 61,54 µm. Os dados quantitativos, relativos às células de óleo do lenho da árvore 01 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 07.

**Tabela 07** - Células de Óleo - Árvore 01 - Rancho Queimado

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura µm	170,797	41,876	107,69 a 261,54	24,05 %	25	25
Largura µm	45,229	10,253	30,77 a 61,54	22,66 %	25	21

Células de óleo são associadas ao parênquima radial e axial. S= desvio; padrão; CV%= coeficiente de variação %; n= nº mínimo da amostra necessário para se ter um grau 95% de confiabilidade, N = tamanho da amostra.

### 3.3.2 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 02, COLETADA EM RANCHO QUEIMADO:

Os elementos de vaso são solitários (86,66%) ou múltiplos (13,33%). Os elementos de vaso apresentam um comprimento médio de 460,61 µm, com valores variando entre 284,61 a 607,69 µm. O diâmetro médio é de 84,64 µm (60 a 116 µm) e o número médio de elementos de vaso por milímetro quadrado foi de 17,96 (12 a 23 ev/mm<sup>2</sup>). As pontoações intervasculares medem em média 1,59 µm (0,769 a 2,307 µm) de diâmetro. Os dados quantitativos, relativos aos elementos de vaso do lenho da árvore 02 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 08.

**Tabela 08** - Elementos de Vaso – Árvore 02 - Rancho Queimado

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento µm	460,613	89,220	284,61 a 607,54	19,45 %	25	16
Diâmetro tangencial µm	84,64	15,413	60 a 106	17 %	25	14
Diâmetro da pontoação µm	1,599	0,379	0,769 a 2,307	23,72 %	25	23
Nº de EV/mm <sup>2</sup>	17,96	2,45	12 a 23	13,68 %	25	8

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação % ; n= nº mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%; N = tamanho da amostra; EV/mm<sup>2</sup> = elemento de vaso por milímetro quadrado.

As fibras possuem um comprimento médio de 1.246,66 µm, com valores variando entre 1.000 a 1.666,66 µm. O diâmetro total médio da fibra é da ordem de 18,08 µm (12 a 22 µm). Apresenta um lume médio de 8,4 µm (6 a 14 µm). As paredes apresentam em média 2,8 µm de espessura (2 a 4 µm). As pontoações simples apresentam diâmetro médio de 1,3842 µm (0,769 a 1,538 µm). Os dados quantitativos, relativos às fibras do lenho da árvore 02 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 09.

**Tabela 09 - Fibras - Árvore 02 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	1246,664	186,06	1000 a 1.666,66	14,96 %	25	9
Diâmetro total $\mu\text{m}$	18,08	2,613	12 a 22	14,45 %	25	9
Lume $\mu\text{m}$	8,4	1,893	6 a 14	22,53 %	25	21
Espessura de parede $\mu\text{m}$	2,8	1	2 a 4	35,71 %	25	54
Diâmetro das pontoações $\mu\text{m}$	1,384	0,543	0,769 a 2,307	39,23 %	25	65

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

Os raios apresentam uma altura média de 351,38  $\mu\text{m}$  de altura, com valores variando entre 192,31 a 553,84  $\mu\text{m}$ . O número médio de raios por milímetro linear, observado em secção transversal, foi de 7,04, variando entre 5 a 9 raios/mm. Os dados quantitativos, relativos aos raios do lenho da árvore 02 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 10.

**Tabela 10 - Raios - Árvore 02 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	Mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	375,755	11,135	192,31 a 646,154	29 %	33	36
n° raios/ mm	7,04	1,06	5 a 9	14,32%	25	10

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

As células de óleo foram medidas quanto a sua altura e largura. As células de óleo apresentam 151,28  $\mu\text{m}$  de altura em média, com valores variando entre 92,31 e 230,77  $\mu\text{m}$ . As larguras destas células apresentaram em média 53,02  $\mu\text{m}$ , com valores que variam entre 30,77 a 69,23  $\mu\text{m}$ . Os dados quantitativos, relativos às células de óleo do lenho da árvore 02 de Rancho Queimado são apresentados na tabela 11.

**Tabela 11 - Células de Óleo - Árvore 02 - Rancho Queimado**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	153,84	32,847	92,31 a 230,77	21,35 %	18	20
Largura $\mu\text{m}$	53,023	12,32	30,77 a 69,23	23,23 %	18	24

Células de óleo são associadas ao parênquima radial e axial S= desvio; padrão; CV%= coeficiente de variação %; n= n° mínimo da amostra necessário para se ter um grau 95% de confiabilidade; N = tamanho da amostra.

### 3.3.3 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 03, COLETADA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DESTERRO – UCAD.

Os elementos de vaso são solitários (84,59%) ou múltiplos (15,41%). Os elementos de vaso apresentam um comprimento médio de 456,92  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 307,69 a 661,54  $\mu\text{m}$ . O diâmetro médio é de 90,16  $\mu\text{m}$  (56 a 108  $\mu\text{m}$ ) e o número médio de elementos de vaso por milímetro quadrado foi de 20,24 (16 a 29 / $\text{mm}^2$ ). As pontoações intervasculares mostram-se com média de 1,7186  $\mu\text{m}$  (0,769 a 3,077  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro. Os dados quantitativos, relativos aos elementos de vaso do lenho da árvore 03 da UCAD, são apresentados na tabela 12.

**Tabela 12** - Elementos de Vaso - Árvore 03 – UCAD

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	456,921	89,101	307,69 a 661,54	19,50 %	25	16
Diâmetro tangencial $\mu\text{m}$	90,16	14,593	56 a 108	16,18 %	25	11
Diâmetro da pontoação $\mu\text{m}$	1,718	0,552	0,769 a 3,077	32,14 %	25	38
Nº de EV/ $\text{mm}^2$	20,24	2,976	16 a 29	14,70 %	25	9

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação % ; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%; N= tamanho da amostra; EV/ $\text{mm}^2$  = elemento de vaso por milímetro quadrado.

As fibras possuem um comprimento médio de 1.261,24  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 928,57 a 1.571,43  $\mu\text{m}$ . O diâmetro total médio da fibra é da ordem de 18,12  $\mu\text{m}$  (14 a 28  $\mu\text{m}$ ). Apresenta um lume médio de 11,44  $\mu\text{m}$  (6 a 18  $\mu\text{m}$ ). As paredes são em média de 2,88  $\mu\text{m}$  de espessura (2 a 4  $\mu\text{m}$ ). As pontoações simples apresentam diâmetro médio de 0,95  $\mu\text{m}$  (0,769 a 1,538  $\mu\text{m}$ ). Os dados quantitativos, relativos às fibras do lenho da árvore 03 da UCAD, são apresentados na tabela 13.

**Tabela 13** - Fibras - Árvore 03 – UCAD

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	1261,248	164,395	928,57 a 1.571,43	12,77 %	25	7
Diâmetro total $\mu\text{m}$	18,12	3,632	14 a 28	20 %	25	17
Lume $\mu\text{m}$	11,44	2,973	6 a 18	25,99%	25	28
EP $\mu\text{m}$	2,88	1,013	2 a 4	35 %	25	52
Diâmetro das Pontoações $\mu\text{m}$	0,953	0,335	0,739 a 1,538	27 %	25	52

S= desvio padrão; S<sup>2</sup>= desvio padrão ao quadrado; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

Os raios apresentam em média 422,29  $\mu\text{m}$  de altura, com valores variando entre 253,84 a 561,54  $\mu\text{m}$ . O número médio de raios por milímetro linear, observado em secção transversal, foi de 7 variando entre 5 a 8 raios/mm. Os dados quantitativos, relativos aos raios do lenho da árvore 03 da Unidade de Conservação Desterro – UCAD, são apresentados na tabela 14.

**Tabela 14 - Raios - Árvore 03 – UCAD**

Parâmetros	Média	S	Mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	422,296	84,358	253,84 a 561,54	19,97%	25	17
n° raios/ mm	7	0,816	5 a 8	11,66%	25	7

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

As células de óleo foram medidas quanto a sua altura e largura. Apresentam 143,64  $\mu\text{m}$  de altura em média, com valores variando entre 115,84 e 161,54  $\mu\text{m}$ . A largura destas células apresentou em média 42,73  $\mu\text{m}$ , com valores que variam entre 30,77 a 61,54  $\mu\text{m}$ . Os dados quantitativos, relativos às células de óleo do lenho da árvore 03 da UCAD, são apresentados na tabela 15.

**Tabela 15 - Células de Óleo - Árvore 03 – UCAD**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	146,15	12,031	115,84 a 161,54	8,23%	9	4
Largura $\mu\text{m}$	42,733	10,255	30,77 a 61,54	23,99 %	9	30

Análise estatística das Células de Óleo associadas: S= desvio; padrão; CV%= coeficiente de variação %; n = n° mínimo da amostra necessário para se ter um grau 95% de confiabilidade, N = tamanho da amostra..

### 3.3.4 - DADOS QUANTITATIVOS DO LENHO DA ÁRVORE NÚMERO 04, COLETADA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DESTERRO – UCAD.

Os elementos de vaso são solitários (76,46%) ou múltiplos (23,54%). Apresentam um comprimento médio de 493,20  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 269,23 a 653,15  $\mu\text{m}$ . O diâmetro médio é de 89,52  $\mu\text{m}$  (54 a 118  $\mu\text{m}$ ) e o número médio de elementos de vaso por milímetro quadrado foi de 17,84 (14 a 20  $\text{ev}/\text{mm}^2$ ). As pontoações intervasculares mostram-se em média com 2,43  $\mu\text{m}$  (1,53 a 3,07  $\mu\text{m}$ ) de diâmetro. Os dados quantitativos, relativos aos elementos de vaso do lenho da árvore 04 da UCAD, são apresentados na tabela 16.

**Tabela 16 - Elementos de Vaso - árvore 04 – UCAD**

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	493,197	110,653	269,23 a 653,15	22,41 %	25	21
Diâmetro tangencial $\mu\text{m}$	89,52	16,934	54 a 108	18,91 %	25	15
Diâmetro da pontoação $\mu\text{m}$	1,599	0,481	1,538 a 3,077	19,77 %	25	38
N° de $\text{EV}/\text{mm}^2$	17,84	1,624	14 a 20	9,11 %	25	4

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%; N= tamanho da amostra;  $\text{EV}/\text{mm}^2$  = elemento de vaso por milímetro quadrado.

As fibras possuem um comprimento médio de 1.155,40  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 833,33 a 1.666,66  $\mu\text{m}$ . O diâmetro total médio da fibra é da ordem de 19,04  $\mu\text{m}$  (16 a 24  $\mu\text{m}$ ). Apresenta um lume médio de 9,36  $\mu\text{m}$  (6 a 14  $\mu\text{m}$ ). As paredes são em média de 2,96  $\mu\text{m}$  de espessura (2 a 4  $\mu\text{m}$ ). As pontoações simples apresentam diâmetro médio de 1,10736  $\mu\text{m}$  (0,769 a 1,538  $\mu\text{m}$ ). Os dados quantitativos, relativos às fibras do lenho da árvore 04 da UCAD, são apresentados na tabela 17.

**Tabela 17** - Fibras - árvore 04 – UCAD

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Comprimento $\mu\text{m}$	1155,405	198,902	833,33 a 1.666,66	17,39 %	25	13
Diâmetro total $\mu\text{m}$	19,04	2,388	16 a 24	12,34 %	25	7
Lume $\mu\text{m}$	9,36	1,8	6 a 14	19,54 %	25	16
EP $\mu\text{m}$	2,96	1,02	2 a 4	34,54 %	25	50
Diâmetro das Pontoações $\mu\text{m}$	1,107	0,389	0,739 a 1,538	25,64 %	25	50

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

Os raios são em média 347,71  $\mu\text{m}$  de altura, com valores variando entre 138,46 a 630,77  $\mu\text{m}$ . O número médio de raios por milímetro linear, observado em secção transversal, foi de 5,88 variando entre 5 a 7 raios/mm. Os dados quantitativos, relativos aos raios do lenho da árvore 04 da UCAD, são apresentados na tabela 18.

**Tabela 18** - Raios - árvore 04 – UCAD

Parâmetros	Média	S	mínimo e máximo	CV%	N	n
Altura $\mu\text{m}$	347,717	114,025	138,46 a 630,77	32,79%	25	45
n°raios/ mm	5,88	0,666	5 a 7	11,32%	25	6

S= desvio padrão; CV%= coeficiente de variação %; N= tamanho da amostra; n= n° mínimo da amostra necessária para se ter um grau de confiabilidade de 95%.

As médias referentes ao comprimento do elemento de vaso, diâmetro total, diâmetro da pontoação e número de elemento de vaso por milímetro quadrado; o comprimento da fibra, seu diâmetro total e da pontoação, o seu lume e a espessura da parede; a altura do raio e o seu número por milímetro linear; bem como a altura e largura das células de raios, de todas as árvores estudadas encontram-se na Tabela 19, a fim de facilitar a comparação entre suas médias.

Na Tabela 19 são mostrados os dados médios dos diversos parâmetros analisados, referentes as quatro árvores amostradas, possibilitando assim a comparação entre essas médias. As medidas de células de óleo foram realizadas apenas nas árvores 02 e 03.

**Tabela 19** – Parâmetros médios das quatro árvores analisadas

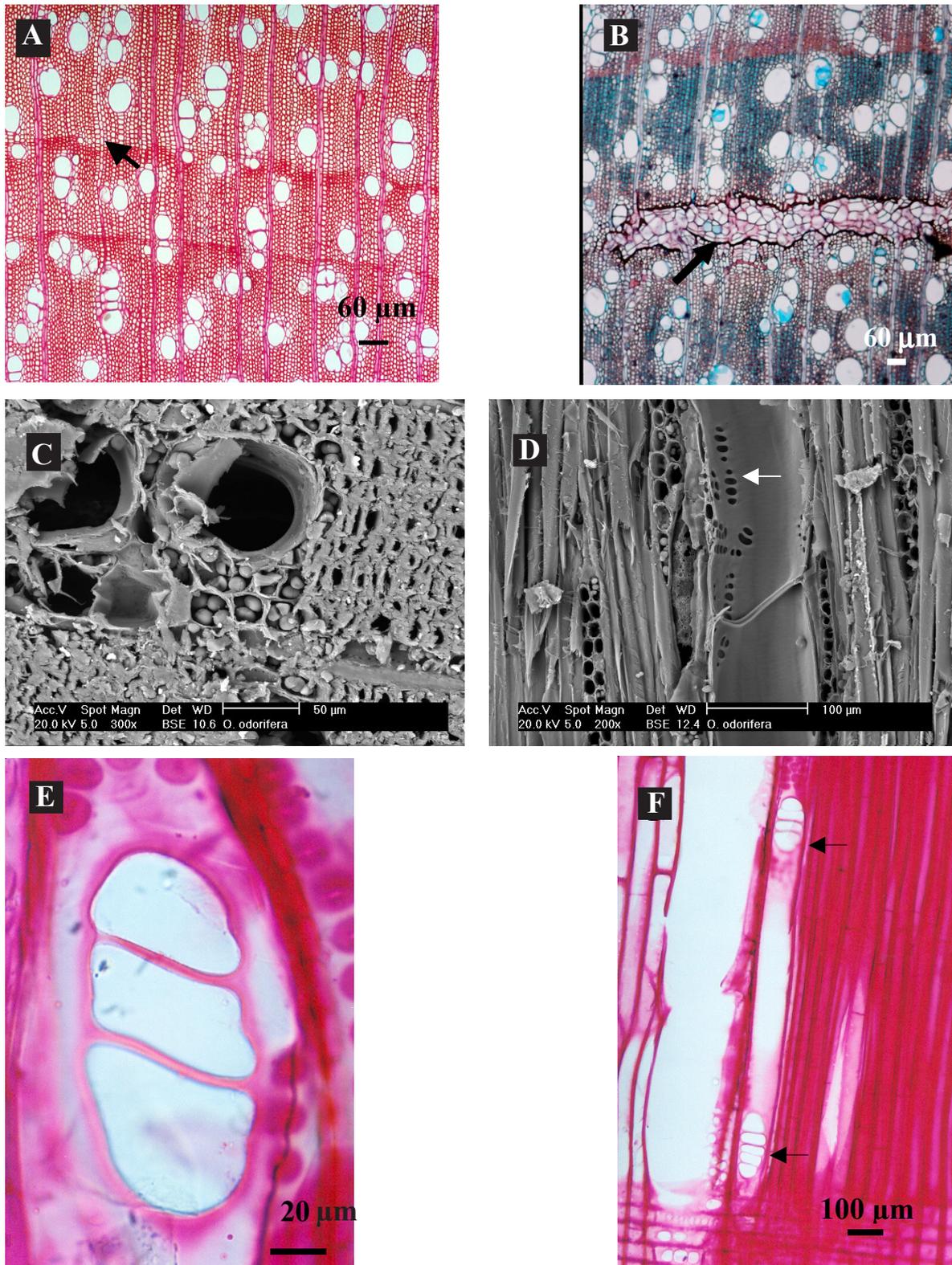
<b>Elemento de Vaso</b>	<b>Média árvore nº 1</b>	<b>Média árvore nº 2</b>	<b>Média árvore nº 3</b>	<b>Média árvore nº 3</b>
Comprimento $\mu\text{m}$	496,523	460,613	456,921	493,197
Diâmetro tangencial $\mu\text{m}$	87,2	84,64	90,16	89,52
Diâmetro da pontuação $\mu\text{m}$	2,676	1,599	1,718	1,599
Nº de EV/ $\text{mm}^2$	20,64	17,96	20,24	17,84
<b>Fibras</b>				<b>4</b>
Comprimento $\mu\text{m}$	1270, 28	1246, 664	1261,248	1155,405
Diâmetro total $\mu\text{m}$	18,04	18,08	18,12	19,04
Lume $\mu\text{m}$	12,16	8,4	11,44	9,36
Espessura de parede $\mu\text{m}$	3,04	2,8	2,88	2,96
Diâmetro das Pontuações $\mu\text{m}$	1,384	1,384	0,953	1,107
<b>Raio</b>				
Altura $\mu\text{m}$	428,4796	351,381	422,296	347,717
nºraios/ mm	5,44	7,04	7	5,88
<b>Célula de óleo</b>				
Altura $\mu\text{m}$	-	153,84	146,15	-
Largura $\mu\text{m}$	-	53,023	42,733	-



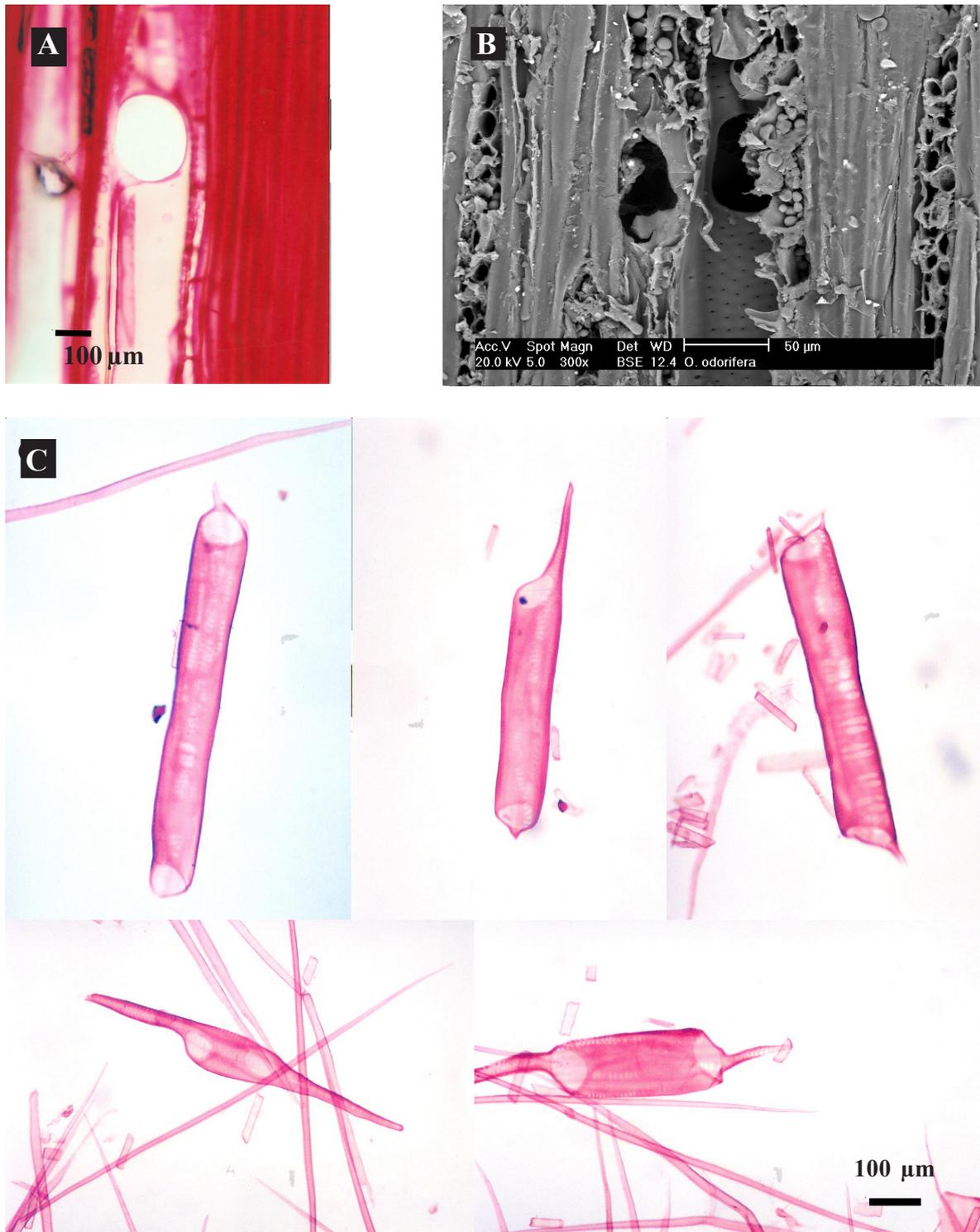
**Fig. 01** - Localidade de Queimada Grande em Rancho Queimado/SC.

**A** - Floresta secundária com sinais de desmatamento. Local aproximado da coleta (**seta**).

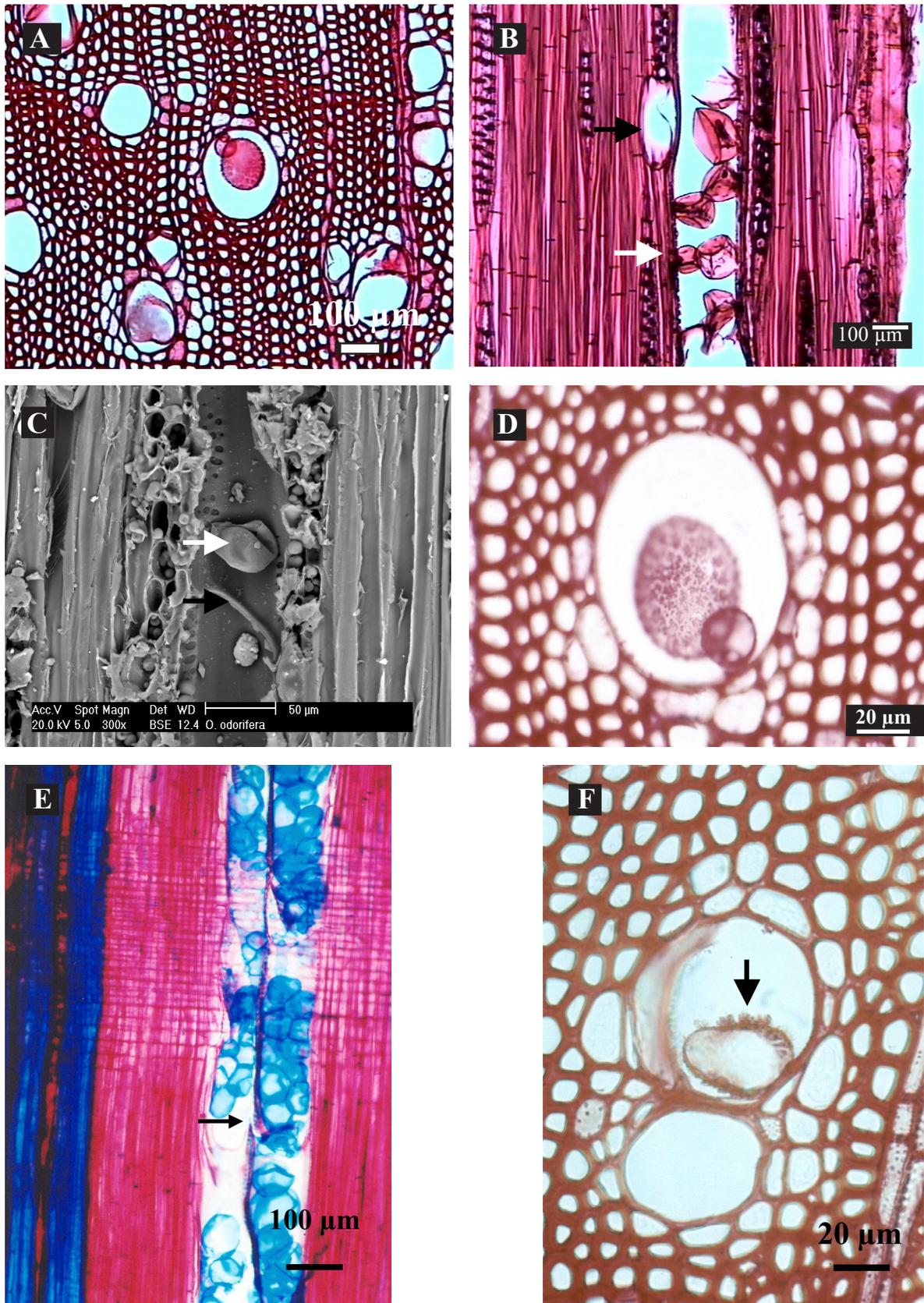
**B** - Detalhe do local de coleta. **C** - Detalhe da coleta através de incisões paralelas feitas com serrote e formão.



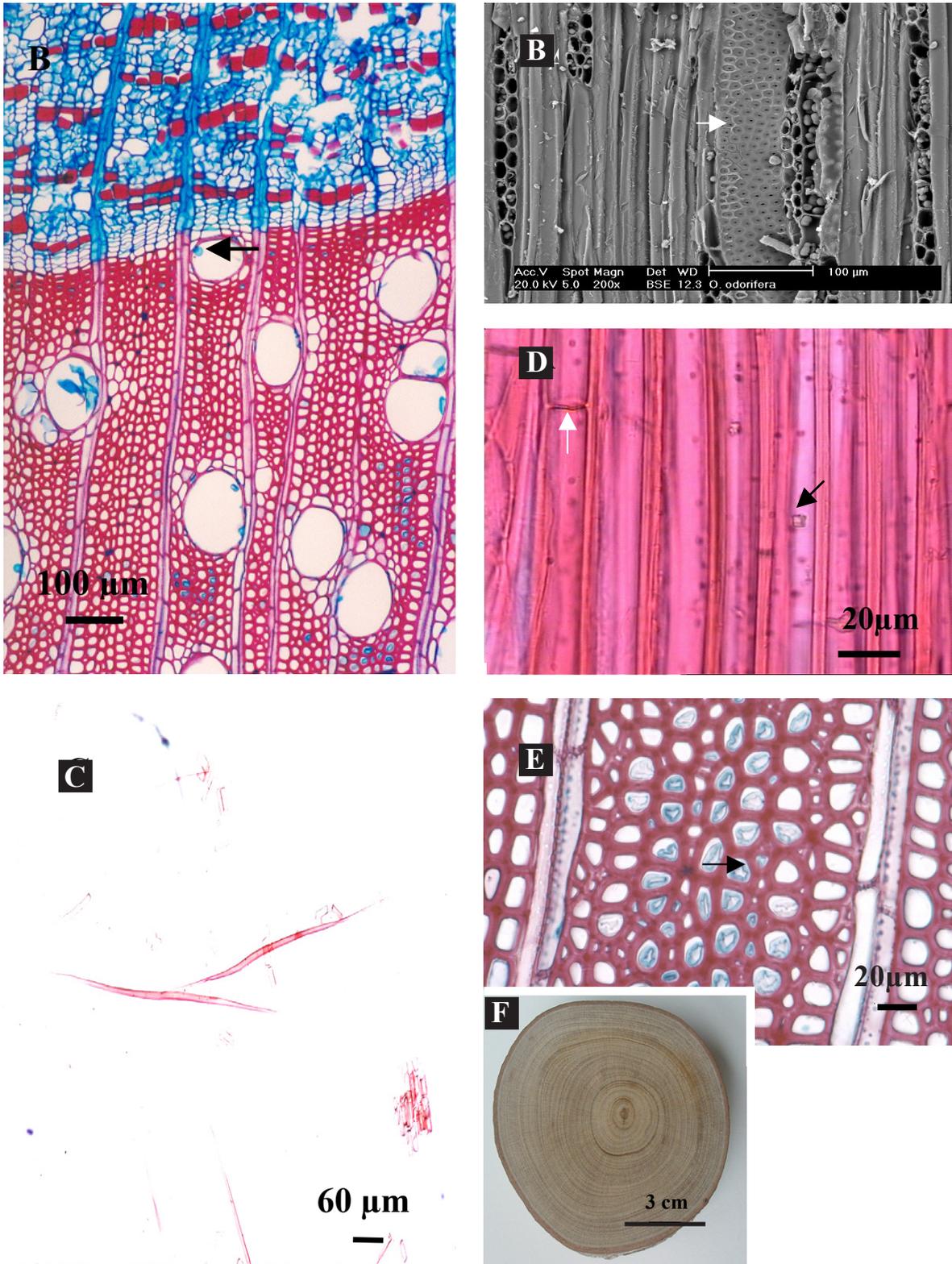
**Fig. 02** – **A-C**: secções transversais; **D**: secção longitudinal tangencial; **E-F**: osecções longitudinal radiais. **A**: A néis de crescimento distintos pelo espessamento das paredes das fibras no lenho estival (**seta**); Porosidade difusa e arranjo radial. **B** – Mácula (**seta**) vista em secção transversal. **C** - Placa de perfuração simples. Nota-se grãos de amido nas células do parênquima axial (**MEV**); **D** – Placa de perfuração simples e oblíqua em **MEV**. Observe as pontoações radiovasculares (**seta branca**); **E** – Placa de perfuração escalariforme com duas barras . **F** - Placa de perfuração escalariforme (3 e 4 barras) na parede lateral do elemento de vaso . (**setas**)



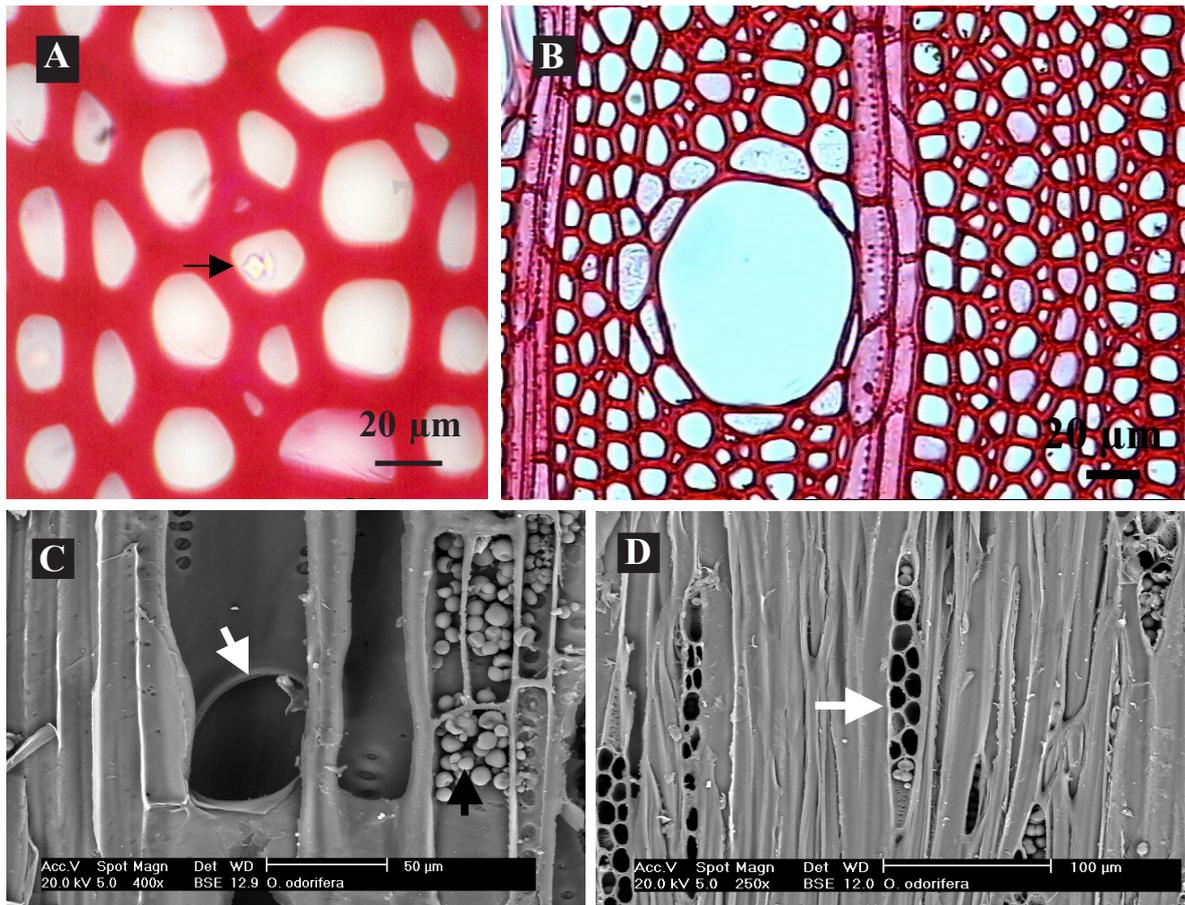
**Fig. 03** - Elementos de Vaso. **A- B:** secções longitudinal radial e tangencialperfuração; **B:** macerado. **A - B** - Placa de perfuração simples na parede lateral do elemento de vaso -(**seta preta**) e célula secretora (**seta branca**). **C** - Variações no tamanho e formato dos elementos de vaso.



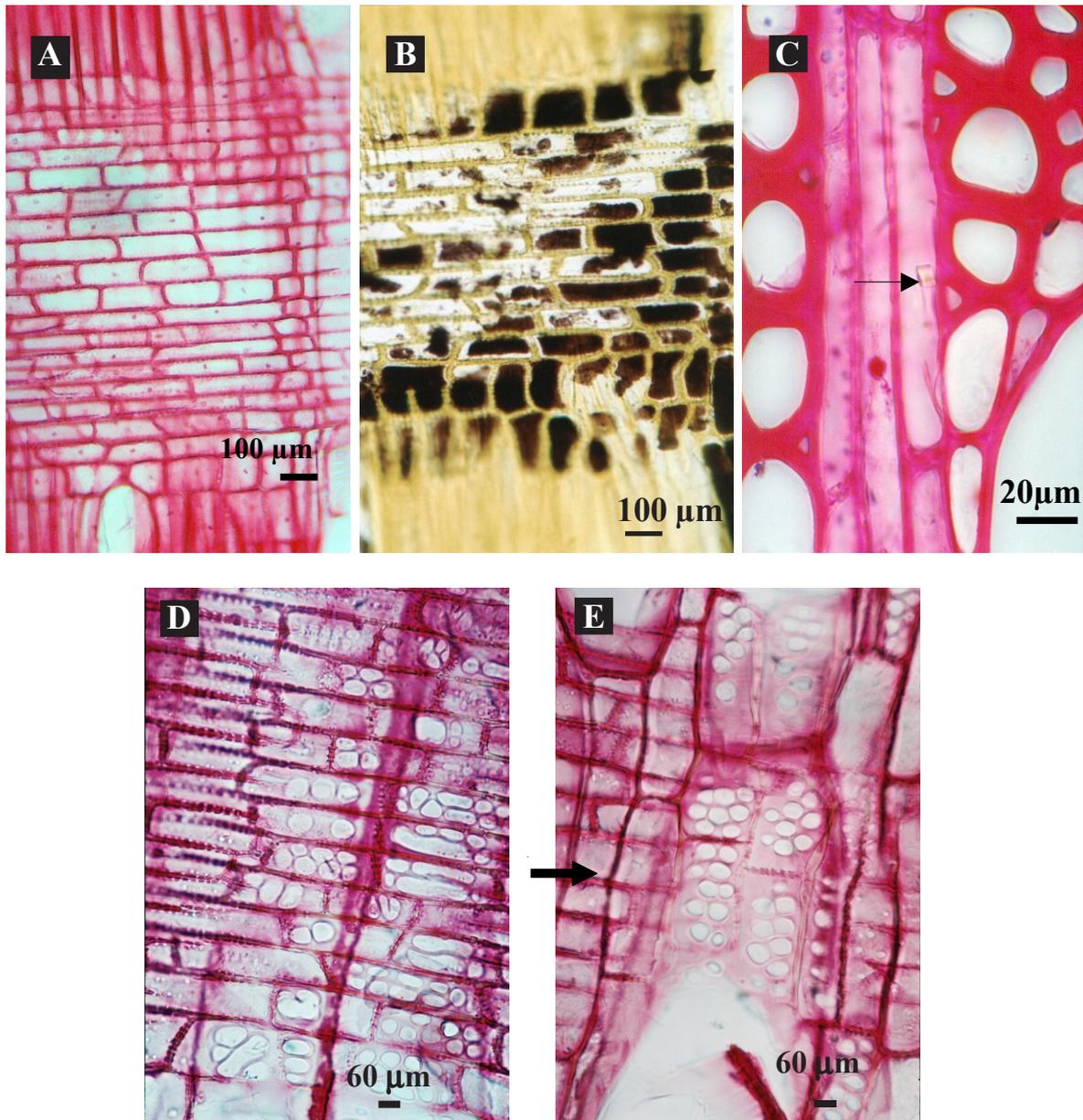
**Fig. 04** - **A** - Tilo no lume do elemento de vaso (secção transversal); **B** - Tilo obstruindo o lume do elemento de vaso (**seta branca**), e célula de óleo (**seta preta**); **C** - Secção longitudinal tangencial em MEV mostrando tilo no interior do elemento de vaso (**seta branca**), e placa de perfuração oblíqua (**seta preta**); **D e F** - Detalhe de grupos sobre a parede do tilo (**seta**) em secção transversal; **E** - Tilos nos elementos de vaso do albumo (**seta**).



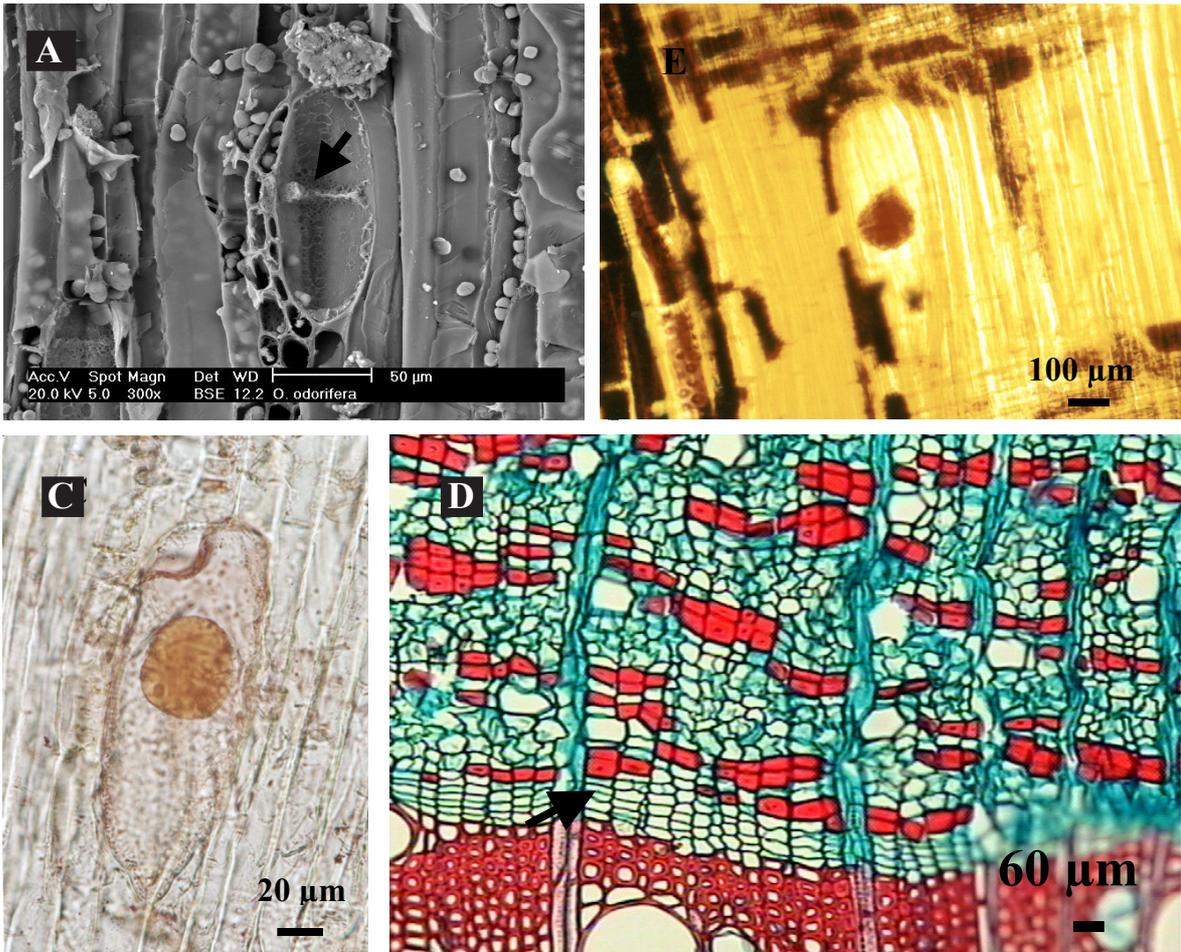
**Fig. 05** - **A** - Alburno mostrando tilo no lume dos primeiros elementos de vaso diferenciados (**seta**); **B** - Elemento de vaso com pontoações intervasculares areoladas, alternas, arranjadas em forma poligonal e dispostas em fileira diagonal, no canto esquerdo raio bisseriado; **C** - Fibra libriforme; **D** - Fibras septadas (**seta branca**), com cristais rombóides (**seta preta**); **E** - Fibras gelatinosas no alburno, observe parede de celulose evidenciada pelo azul de astra (**seta**) ; **D** - Caule em secção transversal, evidenciando anéis de crescimento excêntricos;



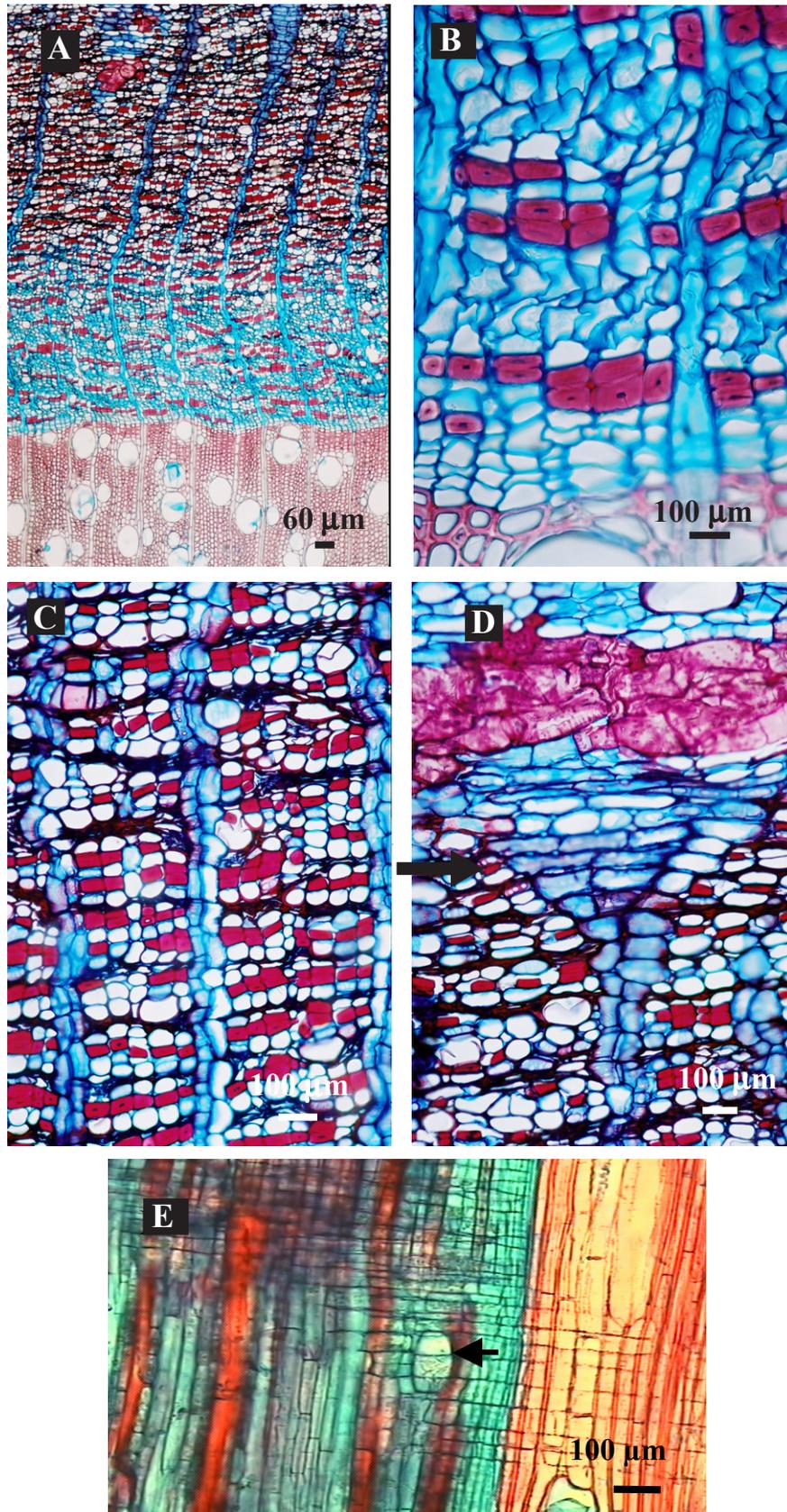
**Fig. 06 - A - Cristais rombóides no interior da fibra (*seta*); B - Elemento de vaso solitário envolto por parênquima do tipo paratraqueal escasso; C - Parênquima axial com grãos de amido (*seta*), e placa de perfuração oblíqua (*seta*); D - Raio bisseriado (*seta*) (MEV).**



**Fig. 07 - A-B e D-E:** secções longitudinal radialtransversais; **A** - Raio heterogêneo, com células procumbentes, quadradas e ereta ; **B** - Raio heterogêneo tratado com reagente de Steinmetz; **C** - Cristais rombóides (**seta**) no interior das células de raio ( secção transversal); **D e E** - Pontoações radiovasculares.



**Fig. 08-** **A** - Célula de óleo com septo (*seta*); **B** -Material lipídico evidenciado pelo reativo de Steinmetz; **C** - Célula de óleo tratada com Sudan IV; **D** – Fibras de floema arranjadas em séries curtas, intercaladas por células parenquimáticas e elementos de tubo crivado; zona cambial (*seta*).



**Fig. 09** - **A** - Floema mostrando o padrão de distribuição das fibras arranjadas tangencialmente; **B** - Fibras libriformes com paredes extremamente espessas; **C** - Fibras no floema; **D** - Raios dilatados em forma de cunha em direção a periferia e camada de braquiesclereídeos (**seta**); **E** - Célula de óleo no raio do floema (**seta**).

## IV. DISCUSSÃO

---

A evolução das plantas vasculares com modificações estruturais capazes de resistir ao estresse do hábito terrestre foi um dos mais significativos avanços evolucionários que ocorreram nestas plantas. O câmbio vascular provavelmente originou-se no Devoniano Médio, a cerca de 300 milhões de anos. No registro fóssil de plantas vasculares do Período Devoniano inferior, não existem evidências da ocorrência de câmbio vascular (ZIMMERMANN, 1971).

A investigação em traqueófitas indica que os elementos de vaso originaram-se independentemente em 5 grupos de plantas vasculares: Selaginellales, Filicales, Gnetales, Magnoliopsida e Liliopsida. Investigações adicionais têm demonstrado que os primeiros elementos de vaso que apareceram nesses grupos de plantas se desenvolveram de traqueídeos com pontuações areoladas (BAILEY, 1953).

A origem independente e a especialização dos elementos de vaso em Liliopsida e Magnoliopsida, indicam claramente que as Magnoliphyta são monofiléticas, e as monocotiledôneas divergiram das Magnolipsida antes da aquisição dos elementos de vaso por seus ancestrais comuns (BAILEY, 1953).

A alta especialização estrutural do xilema, tanto de caule como de raízes de herbáceas dicotiledôneas, não somente dispõe evidência conclusiva suplementar na derivação das herbáceas de arbóreas, mas também da derivação das monocotiledôneas a partir de herbáceas dicotiledôneas (BAILEY, 1953).

O xilema ocupa um posto importante no estudo dos tecidos vegetais, já que a estrutura de seus elementos é de notável importância na taxonomia e filogenia. Segundo CARLQUIST (1962), algumas características do xilema mostram o que pode ser denominado de ‘tendências principais de evolução nas angiospermas’, e estas são baseadas sobretudo nos elementos de vaso e sua evolução. Outras características, tais como fibras septadas, representam especializações que aparentemente ocorreram esporadicamente em várias famílias.

Por causa da complexidade da estrutura das madeiras de dicotiledôneas, muitos caracteres podem ser usados na sua identificação. Entretanto, dentre as principais características destacam-se a presença ou ausência de elementos de vaso e sua distribuição no tecido, tipos de raios,

distribuição do parênquima axial, presença de estrutura em fileiras e tipos de placas de perfuração nos elementos de vaso (ESAU, 1965).

A presença de anéis de crescimento e sua largura podem ser usadas para fins taxonômicos, entretanto pouco se sabe sobre a regularidade na ocorrência destes anéis e que fatores podem induzi-los, ou quanta variabilidade na largura do anel pode ser esperada (CARLQUIST 1962). *Ocotea odorifera* apresenta anéis de crescimento, marcados pelo achatamento radial das paredes das fibras e pela maior espessura da parede das fibras no lenho estival (fig. 02 A), característica que a aproxima do padrão observado na família Lauraceae.

#### 4.1 - ELEMENTOS DE VASO

Os elementos de vaso surgiram filogeneticamente de células típicas de traqueídeos (BAILEY e THOMPSON (1918 e FROST 1930 *apud* CRONQUIST 1962).

Algumas características relacionadas aos elementos de vaso apresentam importância diagnóstica, como o padrão de distribuição e o arranjo dos vasos, sendo ainda caracteres que podem ser usados positivamente na indicação de afinidades entre taxa (METCALFE e CHALK 1983).

Observações feitas em *Ocotea odorifera* mostraram que a espécie possui vasos em distribuição difusa (fig.02 A). Este padrão foi observado por LOUREIRO (1976) em *Aniba terminales*, *A. duckei*, *A. hostmanniana* e *A. burchellii*. Segundo TORTORELLI (1956), *Ocotea acutifolia*, *O. puberula*, *Nectandra falcifolia*, *N. lanceolata* e *Phoebe porphyria* apresentam distribuição difusa. RICHTER (1985) cita o mesmo padrão para *Licaria* sp. e OLIVEIRA *et al.* (2001), citam para *N. leucantha* Ness, *N. puberula* (Schott) Ness e *N. rígida* (H. B.K.) Ness o mesmo padrão de porosidade. Porosidade difusa também é citada para *O. catharinensis* (SILVA e MEDEIROS 2000).

A distribuição dos elementos de vaso na família Lauraceae é predominantemente difusa (METCALFE e CHALK 1957; METCALFE 1987) e os dados obtidos nesta pesquisa, bem como os dados da literatura corroboram esta informação, demonstrando a estabilidade deste padrão. Entretanto, os anéis são semi-porosos em *Cinnamomum*, *Laurus*, *Lindera*, *Neolitsea* e *Persea*, enquanto porosidade em anel, é observada somente em *Sassafras albidum* (RICHTER 1987).

Porosidade em anel parece ser altamente especializada e ocorre, comparativamente em poucas madeiras, e em quase todas espécies de zonas temperadas do norte. Nas madeiras com porosidade em anel, ocorre um desenvolvimento mais rápido de tiloses nos vasos mais largos, e isto indica que estes vasos altamente especializados são condutores somente por um tempo curto (ZIMMERMANN 1971). Portanto, nesse aspecto Lauraceae mostra um padrão filogeneticamente primitivo. A sazonalidade pronunciada do clima mostra-se determinante na indução da porosidade em anel, mostrando-se assim como um caráter altamente adaptativo nas condições de climas temperados.

Na família Lauraceae os elementos de vaso são arranjados no padrão diagonal (METCALFE e CHALK 1957). Este tipo de arranjo é também observado em *Aiouea*, *Anaueria*, *Dicypellium*, *Endlicheria*, *Eusideroxylon*, e *Pleurothyrium* (METCALFE 1987). RICHTER (1985), menciona vasos em arranjo diagonal para *Licaria*. Elementos de vaso em arranjo diagonal são descritos para *Ocotea catharinensis* (SILVA e MEDEIROS 2000) e para *Nectandra leucantha*, *N. puberula* e *N. rigida* (OLIVEIRA *et al.* 2001). Os elementos de vaso de *O. odorifera* mostram um arranjo diagonal (fig. 02 A). Essa é outra característica da estrutura da madeira de *Ocotea odorifera* que se mostra em consonância com os padrões da família Lauraceae.

Na família Lauraceae as placas de perfuração são exclusivamente simples ou esporadicamente escalariforme (METCALFE e CHALK, 1957). Placas de perfuração são tipicamente simples em *Anaueria*, *Aniba*, *Caryodaphnopsis*, *Clinostemon*, *Cryptocarya*, *Dicypellium*, *Eusideroxylon*, *Hypodaphnis*, *Licaria*, *Litsea chinensis*, *Neocinnamomum*, *Nothaphoebe*, *Ravensara*, *Systemonodaphne*, *Urbanodendron* e *Beilschmiedia* (METCALFE 1987).

*Ocotea odorifera* apresenta placa de perfuração simples (fig. 02 C) e oblíqua (fig. 02 D e 4 C), como também placas de perfuração simples nas paredes laterais dos elementos de vaso. Placas de perfuração escalariformes (fig. 2 E e F), com 2 - 5 barras são também observadas, embora com pouca frequência. Entretanto, IPT (1989) cita apenas o padrão de placas de perfuração simples para essa espécie.

Placa de perfuração simples e oblíqua na parede terminal e placa de perfuração simples na parede lateral são citadas para *Ocotea catharinensis* (SILVA e MEDEIROS 2000). Placas de perfuração escalariforme, embora pouco freqüente, são observadas em *O. catharinensis* (SILVA,

dados não publicados). Placas de perfuração simples são observadas em *O. venenosa* (KOSTERMANS *et al.* 1969), e *Nectandra lanceolata*, (TORTORELI 1956). As placas de perfuração são simples e oblíquas em *O. acutifolia*, *O. puberula*, *Phoebe porphyria* (TORTORELI 1956); *Licaria* sp. (RICHTER 1985) e *O. austinii* (SLOOTEN *et al.* 1970).

Placas de perfuração escalariformes estão presentes em muitas espécies de *Cryptocarya*, *Dehaasia*, *Alseodaphne*, *Lindera*, *Litsea*, *Nectandra* e *Ocotea*, e placas de perfuração simples e escalariformes são encontradas em muitas espécies de *Actinodaphne*, *Aiouea*, *Cinnamomum*, *Endlicheria*, *Laurus*, *Lindera*, *Persea*, *Phoebe*, *Pleurothyrium*, *Sassafras* (METCALFE 1987).

A presença de placa de perfuração simples e escalariforme com 1 - 4 barras é registrada em *Ocotea acutifolia* (HERNANDEZ 1985). *Persea* sp. e *Persea schiedeana* Ness apresentam placa de perfuração simples, oblíqua ou horizontal, e *O. fragrantissima* possui placa de perfuração horizontal, raramente oblíqua, ocorrendo casos de perfuração múltipla (SLOOTEN *et al.* 1970). Em *Licaria capitata* ocorre grande proporção de placas de perfuração escalariformes (RICHTER 1985). Em *O. diospyrifolia* e *O. suaveolens* a placa de perfuração é simples, mas ocorrem, ainda que raramente, placas de perfuração escalariformes com uma barra em *O. diospyrifolia*, e com 1 a 5 barras em *O. suaveolens* (HERNANDEZ 1985). Segundo METCALFE (1987), placas de perfuração reticuladas, bem como placas escalariformes são descritas em *Iteadaphne confusa*. Conforme os dados da literatura consultada, apenas para esta espécie é descrito um padrão de placas de perfuração diferenciado dentro da família. Placas de perfuração apresentam-se como um elemento diagnóstico relevante dentro da família Lauraceae (SILVA e MEDEIROS 2000). A tabela 20 apresenta um resumo da distribuição de placas de perfuração dentro de algumas espécies de Lauraceae.

**Tabela 20** - Distribuição dos tipos de placas de perfuração em Lauraceae

Espécies	Tipo de placa perfuração	Autores
<i>O. acutifolia</i>	PPS/PPE	TORTORELLI 1956; HERNANDEZ 1985
<i>O. puberula</i>	PPS/PPE	TORTORELLI 1956; HERNANDEZ 1985
<i>O. venenosa</i>	PPS	KOSTERMANS <i>et al.</i> 1969
<i>O. austinii</i>	PPS	SLLOTEN <i>et al.</i> 1970
<i>O. catharinensis</i>	PPS/PPE	SILVA e MEDEIROS 2000
<i>O. odorifera</i>	PPS/PPE	Neste presente trabalho
<i>O. saligna</i>	PPS/PPE	HERNANDEZ 1985
<i>O. diospyrifolia</i>	PPS/PPE	HERNANDEZ 1985
<i>O. suaveolens</i>	PPS	HERNANDEZ 1985
<i>Nectandra lanceolata</i>	PPS/PPE	TORTORELLI 1956; HERNANDEZ 1985
<i>Phoebe porphyria</i>	PPS	TORTORELI 1956; HERNANDEZ 1985
<i>Licaria capitata.</i>	PPS	RICHTER 1985
<i>Persea lingue</i>	PPS/PPE	HERNANDEZ 1985
<i>Persea schiedeana</i>	PPS	SLLOTEN <i>et al.</i> 1970
<i>Iteadaphne confusa</i>	PPE/PPR	METCALFE 1987
<i>O. fragrantissima</i>	PPS/PPE	SLLOTEN <i>et al.</i> 1970

Placa perfuração simples (PPS); Placa perfuração escalariforme (PPE); Placa de perfuração reticulada (PPR).

Certas plantas têm elementos de vaso com placas simples e podem reter pontoações intervasculares escalariforme (BAILEY 1953). Segundo CARLQUIST (1962), há evidência da derivação das placas transversais a partir das placas de perfuração oblíquas. Essas tendências filogenéticas podem ser aceleradas ou retardadas. METCALFE e CHALK (1972 *apud* BOTOSSO 1982), consideram o tipo de placa de perfuração um indicador mais convincente da especialização do que o comprimento dos elementos de vaso. Observa-se que esse é um caráter bem estável na família, e os dados obtidos em *O. odorifera* reafirmam esta condição, bem como sua consistência como indicador de especialização da madeira.

Em *O. odorifera*, os vasos são solitários (83%) e radiais múltiplos (17%) de dois ou três, raramente quatro. *O. catharinensis* apresenta vasos solitários e múltiplos na proporção de 63,64% e 36,36%, respectivamente (SILVA e MEDEIROS 2000). Em *O. venenosa*, segundo KOSTERMANS (1969), os elementos de vaso são solitários (76%), radiais múltiplos (20%) e geminados (4%). Em *O. diospyrifolia* os elementos de vaso são solitários (76%), radiais múltiplos (20%) e agrupados (4%); em *O. lanceolata* os elementos de vaso também são solitários

(64%), radiais múltiplos (26%) e agrupados (10%), em *O. puberula* são solitários (60%), múltiplos radiais (30%) e agrupados (10%). *O. suaveolens* também apresenta proporções semelhantes, 60% dos elementos de vaso são solitários, 27% radiais múltiplos e 13% agrupados. A situação é também semelhante em *O. pulchella*, onde 70% dos elementos de vaso são solitários, 28% radiais múltiplos e 2% agrupados (HERNANDEZ 1985).

Pelos dados disponíveis, verifica-se que em Lauraceae a grande maioria dos elementos de vasos são solitários, ocorrendo radiais múltiplos sempre em menores proporções. TIPPO (1946 *apud* CARLQUIST 1962), caracteriza elementos de vaso solitários como primitivos e o agrupamento destes como expressão avançada. METCALFE e CHALK (1983) também consideram a presença exclusiva de elementos de vaso solitários como uma característica não especializada.

Quanto a proporção entre elementos de vaso solitários (83%) e radiais múltiplos (17%), registra-se o padrão de Lauraceae, porém essa elevada proporção de vasos solitários posiciona *O. odorifera* numa condição menos especializada em relação aos demais representantes da família.

Segundo METCALFE (1987), na família Lauraceae os elementos de vaso em seção transversal podem apresentar formato oval ou, mais freqüentemente, angular, sendo circulares somente em *Sassafras*. O aspecto e a abundância dos poros, sua forma oval, arredondada ou quadrangular, e a espessura de suas paredes contribuem para o reconhecimento de espécies afins (RICHTER e BURGER 1978).

Os elementos de vaso de *O. odorifera*, em seção transversal são de formato oval, com leve tendência a angularidade (fig. 02 A). Os dados de FILHO (1960), para *O. pretiosa*, confirmam esta tendência, com elementos de vaso de ovais a circulares e angulares. Em *O. catharinensis* observam-se elementos de seção oval (SILVA e MEDEIROS 2000). TORTORELLI (1956) cita a forma oval a circular em *Nectandra falcifolia*, *N. lanceolata*, e elíptica à circular em *N. saligna*. Circular à oval, com ocasional tendência para angularidade em *Licaria* sp. (RICHTER 1985). *O. frangantissima* apresenta elementos de vaso de contorno anguloso (OCCHIONI 1947).

A variação no formato da seção do elemento de vaso pode indicar avanço evolucionário. CHEADLE (1943) *apud* CARLQUIST (1962), menciona que essa característica em

monocotiledônea tem mostrado uma transição do formato angular para aproximadamente circular. FROST (1930) *apud* CARLQUIST (1962), também chegou a esta conclusão no seu estudo em dicotiledônea. Importante exceção à esta tendência ocorre em alguns grupos altamente avançados, onde a característica angular pode ser alcançada secundariamente (BAILEY 1957; CARLQUIST 1938 *apud* CARLQUIST 1962). *O. odorifera* mostra-se, assim, dentro do padrão da família, situando-se num patamar intermediário, ou seja, não se exclui a angularidade mas se aproxima da circularidade.

Elementos de vaso, curtos e largos, são características altamente especializadas no xilema (ESAU, 1965). Na família Lauraceae os elementos de vaso são comumente de tamanho médio, com padrão diagonal (METCALFE e CHALK 1957). Os elementos de vaso são curtos em *O. odorifera* (480,098  $\mu\text{m}$ ). Em *O. catharinensis* os elementos de vaso são curtos (472,29  $\mu\text{m}$ ) (SILVA e MEDEIROS 2000). Elementos de vaso curtos são também registrados em *O. venenosa* (KOSTERMANS 1969), *O. acutifolia*; *Nectandra falcifolia* e *N. lanceolata*; e curtos a medianos em *N. saligna* (TORTORELLI 1956). OLIVEIRA et. al. (2001), citam para *N. leucantha* um comprimento médio dos elementos de vaso de 714  $\mu\text{m}$  e 641  $\mu\text{m}$  para *N. puberula*. Estudos mostram uma tendência filogenética para o decréscimo do comprimento do elemento de vaso em angiospermas. Em dicotiledônea esta tendência ocorre tanto no xilema secundário como no primário. E a diminuição no comprimento dos elementos de vaso é considerada por CARLQUIST (1988) como uma especialização filogenética.

A esse respeito, os elementos de vaso de *O. odorifera*, apresentam-se com um grau de especialização moderado, pois são curtos (característica plesiomórfica), porém de diâmetro reduzido (característica apomórfica). Ainda assim, a espécie apresenta placas de perfuração simples (plesiomórfico), mas também placa de perfuração do tipo escalariforme (apomórfico), esta afirmação corrobora a conclusão de METCALFE para Lauraceae, como um grupo moderadamente evoluído.

Os elementos de vaso em *Ocotea odorifera* apresentam diâmetro tangencial médio de 87,88  $\mu\text{m}$ , com valores variando entre 54 a 118  $\mu\text{m}$  (tabela 03). Com base no padrão proposto por Corandin e Muniz (Normas de Procedimentos em Estudo de Madeira), são considerados pequeno em calibre. Em *O. catharinensis* o diâmetro tangencial médio do elemento de vaso é de 101,68  $\mu\text{m}$  (SILVA e MEDEIROS 2000), ficando bastante próximo dos valores referidos para *O.*

*venenosa* (KOSTERMANS 1969). *O. acutifolia*, *O. puberula*, *Nectrandra falcifolia*, *N. lanceolata* e *N. saligna* (TORTORELLI 1956).

Para CARLQUIST (1962), o número de vasos por  $\text{mm}^2$  é uma característica com significado taxonômico, e considera que a possibilidade de aumento ou decréscimo filogenético, em relação a abundância de elementos de vaso, seja um tópico digno de estudo detalhado.

Entretanto, com base nos dados disponíveis na literatura pesquisada, e comparados com os dados gerados neste trabalho, demonstra-se que em Lauraceae a frequência de vasos é extremamente variável, tanto entre as diferentes espécies, ou mesmo numa mesma espécie estudada por mais de um autor. *O. odorifera* mostra elementos de vaso pouco numerosos, situando-se na ordem de 19,17/ $\text{mm}^2$  média (12 a 29 / $\text{mm}^2$ ), porém segundo dados do IPT (1989), *O. pretiosa* (sinonímia de *O. odorifera*) mostra um valor de 16 a 80 / $\text{mm}^2$ . OLIVEIRA et. al. (2001), registram para *N. rígida*, a informação de 12/ $\text{mm}^2$ , enquanto que o IPT (1989), registra para a mesma espécie entre 2 e 8/ $\text{mm}^2$ . Em *Ocotea catharinensis* o número de elementos de vaso por milímetro quadrado é pequeno, com média 16,8 / $\text{mm}^2$ , variando entre 10 e 22 (SILVA e MEDEIROS 2000). OLIVEIRA et al. (2001), citam para *N. puberula* e *N. leucantha*, em média 14 e 19/ $\text{mm}^2$ . IPT (1989) apresenta os seguintes dados sobre frequência dos vasos para *Cryptocarya mandioccana* Meissn (11 a 18 / $\text{mm}^2$ ), *C. moschata* (Nees & Mart.) Mez (7 a 15 / $\text{mm}^2$ ), *Persea racemosa* Hoehne (3 a 7 / $\text{mm}^2$ ), *N. rígida* (2 a 8 / $\text{mm}^2$ ), *O. porosa* (Nees ex. Mart.) Barroso (13 / $\text{mm}^2$ ), *O. cymbarum* H. B.K. (6-10 / $\text{mm}^2$ ), *Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub. (11 a 20 / $\text{mm}^2$ ).

Pode-se perceber uma grande variação na frequência de vasos para a Lauraceae, cujo padrão normalmente citado é de muito poucos a pouco numerosos, com exceção dos dados do IPT (1989), que os apresentam como muito numerosos. Esta informação porém contrasta com dados aqui apresentados, incluindo-se aqueles apresentados pelo próprio IPT (1989). Apesar dessa variação, nas quatro árvores analisadas de *O. odorifera*, não houve significativa variação no número de elementos de vaso por milímetro quadrado, ficando as médias em 20,64; 17,96; 20,24 e 17,84 / $\text{mm}^2$ , para as árvores de número 01, 02, 03 e 04 respectivamente.

Variação no número de elementos de vaso pode se dar em função de pressões ambientais, ainda que diferenças estruturais na madeira de árvores crescendo em distintas condições ecológicas sejam vinculadas a fatores genéticos, isto porque, variações morfológicas de

significado taxonômico ou filogenético são selecionadas por pressão ambiental nos genes (METCALFE e CHALK 1983). Mas estas variações podem ser influenciadas qualitativa ou quantitativamente por variações nas condições ecológicas (DICKISON 2000).

Considerável atenção é dada ao efeito da altitude e latitude na estrutura da madeira com interessantes resultados, alguns dos quais são particularmente conflitantes com a visão geralmente aceita em filogenia de madeira. Claramente, altitude e longitude não têm efeito direto sobre a estrutura da madeira, mas eles têm um efeito indireto pela correlação com outros fatores, destacadamente temperatura e disponibilidade de água. (BAAS 1973; VAN DER GRAAFF e BASS 1974; METCALFE e CHALK 1983).

Segundo CECCANTINI (1996) o efeito do aumento da altitude assemelha-se bastante com o efeito da latitude sobre a estrutura anatômica, independentemente das espécies em questão.

Uns dos efeitos mais notáveis do clima na anatomia de madeira são aqueles associados com a ocorrência de uma estação dormente, durante a qual o cambio é inativo. A estação de crescimento é tipicamente iniciada pelo desenvolvimento de novas folhas. A demanda no acréscimo de tecido condutor de água, que é típico das dicotiledôneas, é acompanhada pelo aumento em diâmetro e proporção dos vasos. Fatores ambientais ou genéticos que aumentam ou diminuem a razão do crescimento podem, assim, ter influência direta na estrutura da madeira (METCALFE e CHALK 1983).

Segundo o mesmo autor, em estudos com 196 espécies, verificou-se que o número de barras por placas nas espécies com placas de perfuração escalariforme diminui com a altitude. Entretanto, VERSTEEGH (1968 *apud* METCALFE e CHALK (1983), em seu estudo da flora de região de montanha e em terras baixas, demonstrou que placas do tipo escalariforme são mais comuns em maiores altitudes.

Estudos de anatomia realizados por ABBASOVA (1969), com *Quercus*, e por ERAK (1971), que trabalhou com espécies de *Fagus* em grandes altitudes (730 e 900 m), mostraram que os elementos de vaso foram mais curtos nas espécies de menores altitudes. BASS (1973) observou que em 81 espécies de *Ilex* existem consideráveis variações anatômicas, as quais estão relacionadas com a distribuição latitudinal e longitudinal.

Células do xilema podem variar consideravelmente em tamanho em função da idade da árvore e a localização da amostra na planta. Este aspecto é visto no incremento em comprimento dos traqueídeos e das fibras ao longo da direção centro-periferia do caule (DICKISON 2000).

As condições ambientais podem também acarretar efeitos de reversibilidade nas linhas de especialização, especialmente sobre as características dos elementos de vaso. Portanto, um dos maiores problemas na utilização desses dados é decidir se os caracteres são passíveis de aplicação ou se são respostas adaptativas (METCALFE e CHALK 1983). Portanto, definir se um dado caráter muda ou não em função de variações ambientais, exige a análise de um grande número de amostras para se ter certeza de quais características são de fato taxonômicas e quais são adaptativas.

As maiores dificuldades para o desenvolvimento de sistemas filogenéticos consistem na necessidade de determinar a direção na qual as mudanças em um dado caráter ocorreram ou estão ocorrendo, e se essas mudanças são reversíveis (BOTOSSO 1982). Isto porque as classificações taxonômicas e filogenéticas desenvolvem-se a partir de estudos comparativos amplos, nos quais a variabilidade e transição de caracteres devem ser claramente reveladas e interpretadas (ESAU 1974).

O diâmetro das pontoações tende a ser constante em muitas taxa, mas é extremamente variável em *Lindera*, *Ocotea* e *Persea* (METCALFE 1987). Particularmente em *Ocotea*, esta variabilidade é acentuada, podendo ser desde muito pequena, como ocorre em *O. rodiei*, até muito grande como mostram os registros de *O. venenosa* (KOSTERMANS 1969), e de *O. fragrantissima* (OCCHIONI e FILHO 1947). Para *O. catharinensis*, é citado o mesmo padrão de pontoação intervascular, com diâmetro médio de 4,36µm (SILVA e MEDEIROS 2000). Em *O. odorifera* estas pontoações apresentam diâmetro médio de 2,106 µm, são pequenas, areoladas e alternas (fig.05 B).

Pontoações guarnecidas não são descritas para o grupo, mas depósitos de ornamentações podem ocasionalmente serem observadas (RICHTER 1987). Em *O. odorifera* não foi observado pontoações guarnecidas.

## 4.2 - FIBRAS

As fibras dentro da família Lauraceae, são predominantemente libriiformes e comumente septadas; arrançadas em fileiras radiais, horizontalmente estratificadas. As pontoações simples são restritas, quase exclusivamente, as paredes radiais, sendo predominantemente pequenas (2  $\mu\text{m}$ ) e inconspicuamente areolada. (METCALFE e CHALK 1957; METCALFE 1987).

Fibras podem funcionar como células de armazenamento e a retenção de protoplastos nas fibras é um avanço evolucionário. Fibras vivas comumente são septadas (ESAU 1965). Esta especialização das fibras parece estar vinculada com a redução e ou eliminação do parênquima axial (MONEY *et al.* 1959, *apud* ESAU 1965).

A ocorrência de septos nas fibras é reconhecida como útil para comparação de madeiras. Porém sua interpretação evolucionária não está clara (CARLQUIST 1962).

As fibras septadas desenvolvem delgadas paredes transversais (septos), através do lume da célula, depois da formação das paredes secundárias. Estão amplamente distribuídas entre as dicotiledôneas, geralmente mantêm seus protoplastos no alburno maduro e estão relacionadas com o armazenamento de materiais de reserva. Podem conter amido, óleos, resinas e cristais de oxalato de cálcio (DICKISON 2000).

FAHN (1990) em suas pesquisas, encontrou protoplastos vivos em fibras libriiformes e até mesmo em fibrotraqueídeos do alburno de muitas plantas lenhosas. Este autor acredita que tais estruturas poderiam ser consideradas não só como suporte mecânico mas também armazenamento e várias outras funções. É possível que a retenção do protoplasto vivo em fibras seja mais característico de lenho de certos arbustos e sub-arbustos ou lenho de plantas de ambiente xérico.

Em *Ocotea odorifera* as fibras libriiforme são curtas (fig. 05 C), apresentando um comprimento médio de 1.233,39  $\mu\text{m}$  (738 a 1.762  $\mu\text{m}$ ), contendo de um a cinco septos. As pontoações são simples e inconspícuas e a espessura total é de 1,2073  $\mu\text{m}$ , com as paredes de 2,92  $\mu\text{m}$  de espessura. O diâmetro médio das fibras em *O. odorifera* mede 18,32  $\mu\text{m}$  (12 a 28 $\mu\text{m}$ ). Segundo HERNANDEZ (1985), as fibras de *O. pretiosa* são septadas, curtas a longas (800 à 1.980  $\mu\text{m}$ ), e entre 13 a 30 $\mu\text{m}$  de diâmetro. O autor menciona ainda que *O. lanceolata* possui fibras libriiformes não septadas, de paredes delgadas e que fibras septadas, com um único septo, são encontradas em *O. acutifolia*, *O. diospyrifolia*, *O. suaveolens* e *O. pulchella*.

As fibras de *O. venenosa* apresentam paredes espessas (8 $\mu$ m), e um comprimento médio de 1.104 $\mu$ m (KOSTERMANS 1969). Em *O. catharinensis* as fibras apresentam um comprimento médio de 1.150  $\mu$ m (SILVA e MEDEIROS 2000). Em *O. acutifolia*, as fibras apresentam escassas pontoações simples, podendo ocorrer fibras septadas, e o comprimento médio é da ordem de 900 $\mu$ m. *O. puberula* possui fibras dispostas radialmente, de seção poligonal, com parede delgada a muito delgada e com escassas pontoações simples. Seu diâmetro é de 17 $\mu$ m com uma média de 1.080 $\mu$ m de comprimento. Septos ausentes, ou quando presentes em número de um, raramente dois (TORTORELLI 1956).

Em *Ocotea austinii* as fibras libriiformes são septadas, de comprimento médio de 1.200 $\mu$ m, com paredes delgadas (0,60 $\mu$ m), com pontoações simples ou indistintamente areoladas, escassas tanto nas paredes radiais como nas tangenciais (SLOOTEN *et al.* 1970). *O. fragrantissima* possui fibras homogêneas e heterogêneas, predominando estas últimas, dispostas em fileiras radiais regulares. São curtas a longas (1.100 a 1.600  $\mu$ m); de seção poligonal, comumente quadrangular, diâmetro máximo de 40 $\mu$ m e com pontoações lenticulares simples, bem numerosas, dispostas em fileiras verticais, diâmetro em geral menor que 4 $\mu$ m (OCCHIONI e FILHO 1947).

Fibras gelatinosas são encontradas no lenho de *O. odorifera* (fig. 05 E), e estas apresentam-se com uma camada adicional de parede celular internamente. Quando este material foi submetido a dupla coloração Safranina/azul de astra, este pormenor ficou bastante evidenciado, pois partes coraram-se de vermelho (parede secundária lignificada) e internamente evidenciou-se uma camada que se corou de azul, indicando sua natureza apenas celulósica.

Nas fibras gelatinosas, a parede externa é lignificada e a interna contém muita alfa-celulose, é pobre em lignina, denominada camada G e absorve muita água. Estas fibras podem ou não estar associadas ao lenho de tensão. Segundo PAVIANI (1974), a natureza estrutural e química das paredes dessas fibras pode representar estruturas armazenadoras de água, desempenhando importante papel na fisiologia de plantas de Cerrado. Essas estruturas foram também observadas em leguminosas que medram em dunas. Mas *O. odorifera* distribui-se naturalmente por regiões onde o regime de chuvas é bem distribuído (mapa 03), principalmente onde se coletou as amostras. O município de Florianópolis situa-se em regiões em que não há mais de 60 dias secos por ano, demonstrando uma distribuição de chuva contínua ao longo do ano.

Lenho de reação é um termo aplicado à madeira anormal, que se desenvolve em galhos e troncos inclinados. Esta formação está relacionada a processos de alongamento daquelas partes da planta (RAVEN 1996). As árvores que formam lenho de reação o fazem, muito provavelmente, em resposta a um estímulo assimétrico de hormônios de crescimento (RICHTER 1991).

Em coníferas o lenho de reação desenvolve na parte inferior da região inclinada e é denominado lenho de compreensão. Em dicotiledôneas, este se desenvolve na parte superior e é denominado lenho de tensão (RAVEN 1996), também chamado de lenho de tração (RICHTER 1991).

O lenho de tensão é produzido pelo aumento da atividade do câmbio vascular posicionado junto a porção superior da inclinação e, como no caso do lenho de compreensão, é reconhecido pela presença de anéis de crescimentos excêntricos (RAVEN 1996).

Anatomicamente, a principal característica do lenho de tensão, é a presença de fibras gelatinosas, que possuem pouca ou nenhuma lignificação (RAVEN 1996), e alto grau de celulose (RICHTER 1991).

*O. odorifera* possui um tronco geralmente tortuoso, com quinhas irregulares e pronunciadas e casca grossa (REITZ 1979), e seus anéis de crescimentos são excêntricos (fig. 05 F).

As árvores que foram utilizadas para coleta do material lenhoso situavam-se em encostas, principalmente os espécimes coletados na UCAD em Florianópolis, onde a declividade destes terrenos deve estar pressionando a formação destes anéis excêntricos e também das fibras gelatinosas.

## 4.3 - PARÊNQUIMA

### 4.3.1 - PARÊNQUIMA RADIAL

Os dois tipos de células parenquimáticas nos raios, as procumbentes e eretas, ocorrem em várias combinações. Os raios homocelulares apresentam somente células procumbentes ou eretas, e os raios heterocelulares apresentam ambos tipos celulares. Os raios unisseriados e multisseriados podem ser homocelulares ou heterocelulares (ESAU 1965).

A variação na estrutura dos raios em diferentes espécies de plantas resulta de divergências durante a evolução do xilema (BAILEY 1957; KRIBS 1935 *apud* ESAU 1965).

Plantas com xilema primitivo têm uma combinação dos dois tipos de raios, unisseriados com células eretas e raios multisseriados heterogêneos (ESAU 1965).

Durante a evolução, raios multisseriados tem aumentado ou diminuído em tamanho e número. Raios unisseriados têm sofrido uma redução em altura e número. Um ou outro, ou ambos os tipos de raios tem sido eliminados em certas linhas evolucionárias. Exemplos de estruturas de raios especializados podem ser uma combinação de raios multisseriados largos com raios unisseriados pequenos, como visto em *Quercus* sp., ou a presença de somente um tipo de raio, ou multisseriado ou unisseriado; ou ainda a completa ausência de raios (ESAU 1965).

*O. odorifera*, apresenta raios bi e trisseriados, apresentando maior proporção de raios bisseriados (fig. 06 D). Raios unisseriados heterogêneos foram também registrados, porém em menor proporção. Em *O. odorifera* os raios são heterogêneos do tipo II B de Kribs, pois os raios multisseriados apresentam-se com células quadradas, eretas e procumbentes (fig.07 A e B).

Em Lauraceae predominam raios multisseriados com 2 a 3 (em alguns gêneros até 5) células de largura e 1000 µm de altura. Raios unisseriados são também registrados, mas em pequena proporção (METCALFE 1987).

Em *O. venenosa* o raio possui de 1 a 4 células de largura, porém os unisseriados e tetrasseriados são raros, apresentando 25 células por altura (KOSTERMANS 1969). Em *O. acutifolia*, os raios são tri ou tetrasseriados, mais raros bisseriados e em menor quantidade unisseriados. São geralmente trisseriados, mas poucos bisseriados e em menor número unisseriados, em *O. puberula* (TORTORELLI 1956). Em *Nectandra falcifolia* os raios são de trajeto sinuoso, fusiformes bisseriados ou trisseriados, em *N. lanceolata* são também bi e trisseriados, porém de trajeto retilíneo (TORTORELLI 1956). Os raios de *N. saligna*, segundo TORTORELLI (1956), são geralmente fusiformes alargados, bisseriados, poucos trisseriados e unisseriados. Em *Licaria*, os raios são de dois tipos: homogêneos, mais escassos, unisseriados constituídos por células quadradas ou eretas; bi ou trisseriados, e heterogêneos, em geral bi e trisseriados, a parte multisseriada constituída por células procumbentes, com uma fileira marginal unisseriada de células quadradas ou eretas (RICHTER 1985).

Em *O. venenosa* os raios são heterogêneos com a célula terminal quadrada (KOSTERMANS 1969). São do tipo heterogêneo II B de Kribs em *O. acutifolia*, *O. puberula*, *Nectandra falcifolia*, *N. lanceolata*, *N. saligna* (TORTORELLI 1956); em *Licaria* os raios são homogêneos e heterogêneos do tipo III, às vezes do tipo II, raios do tipo I são escassos (RICHTER 1985). Em *O. austinii* os raios são heterogêneos tipo II (SLOOTEN *et al.* 1970).

Raios exclusivamente homogêneos, compostos somente de células procumbentes, são descritos para *Hipodaphnis* (METCALFE 1987).

Em Lauraceae os raios são em geral de tamanho e grau de heterogeneidade intermediário, predominantemente heterogêneos, usualmente com 1 a 2 fileiras de células quadradas ou eretas marginais, como em *Licaria* e *Ocotea*, ou curtos, em forma de fuso, em *Sassafras* e *Umbellularia* (METCALFE 1987). A ocorrência de raios agregados dentro da família é restrita a poucas espécies de *Cryptocarya* do sudoeste da Ásia e Pacífico, (*C. australis*, *C. chinensis*).

#### 4.3.2 - PARÊNQUIMA AXIAL

O parênquima axial em Lauraceae é basicamente paratraqueal, altamente variável em quantidade e arranjo, em geral combinado com bandas de parênquima marginal (METCALFE 1987).

O parênquima axial em *O. odorifera* é do tipo paratraqueal escasso (fig. 06 B), contendo grãos de amido (fig. 06 C). Parênquima paratraqueal escasso é descrito para *O. catharinensis* (SILVA e MEDEIROS 2000). O parênquima axial é descrito para *O. venenosa* como sendo paratraqueal (KOSTERMANS 1969); paratraqueal escasso em *O. acutifolia*, *O. puberula*, *Nectandra lanceolata*, *N. saligna*, (TORTORELLI 1956); paratraqueal escasso ou vasicêntrico em *Licaria* (RICHTER 1985); paratraqueal escasso em *Nectandra*, *Persea* sp, *P. schiedeana* (SLOOTEN *et al.* 1970). Paratraqueal escasso em *O. fragrantissima*, paratraqueal secretor em *O. pretiosa* (FILHO 1960) e apotraqueal curto em *O. austinii* (SLOOTEN *et al.* 1970).

Apesar da variação registrada, verifica-se uma tendência na família, traduzida pela predominância do parênquima paratraqueal escasso, padrão encontrado em *O. odorifera*.

As pontoações radiovasculares em *Ocotea odorifera* possuem bordas muito reduzidas e aparentemente simples. Estas pontoações são circulares, angulares, ou alongadas e ocupam

grande porção da parede da célula de raio (fig. 07 D e E). Este padrão é citado para *Clinostemon* spp. (IAWA 1989).

#### 4.4 - SUBSTÂNCIAS ERGÁSTICAS

Substâncias ergásticas são produtos do metabolismo. Essas substâncias podem aparecer ou desaparecer em diferentes tempos da vida da célula. Eles são reservas ou produtos resultantes das atividades celulares e são de estrutura simples (ESAU 1965). Algumas substâncias ergásticas bem conhecidas são carboidratos, celuloses e amido, corpos protéicos, gorduras e substâncias relacionadas (ECKEY 1954 *apud* ESAU 1965), bem como minerais na forma de cristais. Eles incluem também muitas outras substâncias orgânicas, tais como taninos, resinas, gomas (HOWES 1949, *apud* ESAU 1965), e alcalóides.

##### 4.4.1 – CARBOIDRATOS

Celulose e amido são as principais substâncias ergásticas no protoplasto. A morfologia e variação dos grãos de amido podem ser usadas para a identificação de espécies. Depósitos de amido ocorrem amplamente no corpo da planta, mas eles são particularmente comuns em acumulações em sementes, no parênquima dos tecidos vascular secundário em caules e raízes. (RADLEY 1954 *apud* ESAU 1965). Observou-se grãos de amido abundantemente em *O. odorifera*, tanto em parênquima axial (fig. 06 A), bem como nas células de raio do cerne e do alburno. Isto evidencia ser o cerne um tecido armazenador de substâncias nutritivas. Junta-se a isto, a presença de fibras septadas e com conteúdo citoplasmático vivo, evidenciando que o xilema não apenas exerce a função de condução de água e sustentação, mas atua fundamentalmente como um armazenador de substâncias nutritivas. Fibras septadas estão presentes em *O. odorifera* (fig. 05 D)

##### 4.4.2 - CÉLULAS SECRETORAS

Gorduras e óleos são amplamente distribuídos no corpo da planta, e eles provavelmente ocorrem em pequenas quantidades em muitas células das plantas, como inclusão protoplasmática. São comuns como material de reserva em sementes, esporos, embriões, em células meristemáticas, e ocasionalmente em diferentes tecidos do corpo vegetal (SHARP 1934 *apud* ESAU 1965).

Os óleos essenciais são substâncias altamente voláteis e aromáticas. Em certas plantas, como por exemplo em coníferas, eles ocorrem em todos os tecidos, em outras, desenvolvem-se somente em pétalas (rosas), pétalas e frutos (laranja), casca e folhas (canela) (ESAU 1965).

Células secretoras contendo óleo ou mucilagem são muito comuns dentro da família Lauraceae, ocorrendo no parênquima axial ou nos raios (METCALFE e CHALK 1957; METCALFE 1987; RICHTER 1987). As células de óleos são geralmente esféricas, e são registradas em pelo menos 20 gêneros (RICHTER 1987). Células de óleo estão também presentes nas sementes, (WERKER 1997) folhas, casca e lenho (METCALFE 1987; BARROS *et al.* 1997, *apud* MARQUES 2001).

MARON e FAHN (1979) *apud* RICHTER (1987), usando MEV, estudaram a ontogênia das células de óleo em *Laurus nobilis*. Células de óleo pouco desenvolvidas podem primeiro ser reconhecidas por seu grande tamanho, e por um baixo conteúdo de grãos de amido. Em cada célula de óleo existe uma protuberância no formato de cúpula presa à parede periclinal da célula próximo a epiderme. WEST (1969, *apud* RICHTER 1987) investida a ontogênia de células de óleo em Lauraceae.

Células de mucilagem são similares em tamanho, forma e distribuição em relação as células de óleo, e tem sido registradas em pelo menos 14 gêneros e ambas, são freqüentes em alguns gêneros de Lauraceae (RICHTER, 1987). Em *O. odorifera*, não ficou evidenciada a presença de células de mucilagem, apenas células de óleo.

Em algumas espécies de Lauraceae, a presença de células de óleo pode ser muito freqüente, ou de ocorrência rara. Células de conteúdo orgânico inespecífico e altamente variável em cor, forma e concentração são encontradas em Lauraceae. Conteúdos orgânicos sólidos são extremamente raros e restritos a algumas espécies, como por exemplo *O. rubra*, *O. usambarensis* e algumas espécies de *Dehhasia*, *Licaria*, e *Cryptocarya* (METCALFE 1987).

*O. odorifera* apresenta abundância de grandes células de óleo no cerne (fig. 04 B e 05 A), tanto no xilema, como no floema (fig. 09 E), estando distribuídas entre as fibras, nas extremidades dos raios, associadas ao parênquima e também de forma isolada entre as fibras. Estas células de óleo possuem um septo, visto com o auxílio do microscópio de varredura (fig. 08 A). O conteúdo destas células reagiu positivamente com o reagente Steinmetz (fig. 08 B) e Sudan IV (fig. 08 C), caracterizando a sua natureza lipídica do conteúdo destes idioblastos.

Em *O. pretiosa* (sinonímia de *O. odorifera*), as células oleíferas são muito freqüentes, geralmente em uma das extremidades do raio, e são sempre maiores que as células do parênquima, medindo até 150µm de comprimento e 90 a 380µm no seu maior diâmetro, com um número médio de 5 células por mm<sup>2</sup> (FILHO 1960). Em *O. odorifera* as células de óleo são maiores do que as células parenquimáticas adjacentes, medindo em média 159,341 µm de altura e 47,49 µm de largura.

Células oleíferas estão presentes em *Persea schiedeana* (SLOOTEN *et al.* 1970). *O. catharinensis* apresenta abundância de grandes células de óleo, medindo 136,71 µm de altura (82 a 194µm) e 38,8 µm de largura (22 a 58µm) (SILVA e MEDEIROS 2000). Em *O. acutifolia* as células de óleo são encontradas nos extremos de alguns raios, diferindo de *O. puberula*, onde células de óleo raramente ocorrem, sendo este o caráter diferencial entre essas espécies (TORTORELLI 1956). O autor menciona também a ocorrência de células de óleo nas extremidades de alguns raios de *Nectandra falcifolia* e *N. lanceolata*, porém em menor número nesta última, e raramente são observadas em *N. saligna*. Células de óleo também são observadas em *Licaria*, associadas com parênquima radial e axial, porém células de mucilagem não foram registradas. Células oleíferas alongadas estão presentes em *Cinnamomum camphora* (CARLQUIST 1988).

Em muitas espécies de Lauraceae nota-se a ausência destas células secretoras no xilema secundário, como é o caso em *Dehaasia triandra*, *Lindera benzoin*, *Nectandra coriaceae*, *N. globosa*, *Neolitsea levinei*, e *Ravensara crassifolia*. Células secretoras foram descritas como escassas em *O. palmana*, *Hypodaphnis zenkeri*, e *Laurus nobilis* (STERN 1954 *apud* KOSTERMANS 1969).

Em *O. rodiei*, células de óleo e mucilagem estão ausentes (METCALFE 1987). Em *O. venenosa* também não foi observada nenhuma célula secretora no xilema secundário (KOSTERMANS 1969).

Segundo SOLEREDER (1908), Lauraceae também apresenta afinidades com Monimiaceae. A despeito disto, e da constante presença de células de óleo e de mucilagem dentro de Lauraceae, cabe salientar que SOLEREDER menciona a ausência de célula de mucilagem em Monimiaceae, sendo portanto um caráter taxonômico importante, mesmo no nível supragenérico.

A presença ou ausência de células de óleo e/ou mucilagem, bem como sua localização no xilema, são dados interessantes taxonomicamente para a Lauraceae. Embora não seja sugerido a medição do tamanho das células de óleo pelo Comitê Internacional de Anatomia de Madeira (IAWA 1989), optou-se por mensurar as dimensões destas células (altura e largura) pois, na literatura, vários autores apresentam estes dados para espécies de Lauraceae, e notou-se ser um dado interessante, que pode auxiliar taxonomicamente, notadamente ao nível específico. A tabela 21 apresenta em resumo a distribuição, presença ou ausência de células de óleo, bem como outras características importantes na família.

**Tabela 21** - características anatômicas da madeira de algumas espécies de *Ocotea*

	<i>odorifera</i>	<i>pretiosa</i>	<i>catharinensis</i> <sup>1</sup>	<i>acutifolia</i> <sup>2</sup>	<i>puberula</i> <sup>2</sup>	<i>diospyrifolia</i> <sup>2</sup>	<i>suaveolens</i> <sup>2</sup>	<i>lanceolata</i> <sup>2</sup>	<i>puchelana</i> <sup>2</sup>	<i>venenosa</i> <sup>2</sup>	<i>fragrantissima</i> <sup>4</sup>	<i>austini</i> <sup>5</sup>	<i>divaricata</i> <sup>6</sup>	<i>elegans</i> <sup>6</sup>	<i>indecora</i>	<i>rodiei</i> <sup>7</sup>
Placa perfuração simples	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	
Placa perfuração escalariforme	+	-	+	+	+	+	+			-	-	-	+		+	
Placa oblíqua	+	+	+	+	+	+		+			+-	+				
Placa transversal	+	+		-	-	+					+					
Arranjo diagonal	+		+													
Porosidade difusa	+		+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	
Vasos solitários	83,60%		63,64%		60%	76%	60%	64%	70%	76%		+	+	+	+	
Radiais múltiplos	16,40%		36,36%		30%	20%	27%	26%	28%	20%		+	+	+	+	
Vasos agrupados	-		-		10%	4%	13%	10%	2%	4%						
Vaso angular	+	+	-		-						+					
Vaso circular	+	+	-		+			+	+		-					
Vaso oval		+	+		-			+	+							
Comp vaso	474,16	<b>425</b>	472,29	450	612	médios				564	300 - 945	610				
Dia. Tangencial	87,88		101,68	100	117					117		173				
Nº vaso mm <sup>2</sup>	19,17	<b>16 à 80</b>	16,8	4 - 50							8 - 9 mm <sup>2</sup>	2 - 6 mm <sup>2</sup>				
Pont intervascular areolada	+		+			+				Alterna						
Célula Óleo	++	++	++	+	+-					-		+	+	+	+	-
Tilose	++	+	+		+-											
Tilos c/ pontoação	-	+	+													
Comp fibra	1.233,39	<b>800 - 1980</b>	1150	900						1104		1200				
Diametro total	18,32		22,4									22				
Raios multisseriado	Bi e trisseriados		+									+-				
Raios unisseriado	+-		+									+				
R. heterogêneo	Tipo II B	<b>Tipo III</b>	Tipo II B	Tipo II	Tipo II	Tipo II	Tipo II	Tipo II	Tipo II		Tipo III	Tipo II III e I				
R. homogêneo	-										+	+				
Nº raios mm			15,2	4 - 50 mm <sup>2</sup>								3 - 6 mm				
Par. Axial	Par. escasso		Par. escasso	Paratraq. escasso		Escassamente paratraqueal				Paratraq.	Parat. escasso	P.escasso	Apotraqueal difuso			
Fibras septadas	+(1-5)	+	+(1)	+(1)	+(1-3)	+(1)	+(1)		+(1)			+				

Obs.: (+) presença; (-) ausência; (+-) escasso, raro ou pouco numeroso; 1 SILVA E MEDEIROS (2000); 2. HERNANDES (1985); 3. KOSTERMAN *et al.* (1969); 4. OCCHIONI *et al.* (1947); 5. SLOOTEN *et al.* (1970); 6. FILHO (1960); 7. METCALFE, (1987).

## 4.5 - INCLUSÕES MINERAIS

Entre as inclusões de minerais não protoplasmáticas das células de plantas, registra-se grânulos de amido e vários depósitos minerais tais como sílica, carbonato de cálcio e oxalato de cálcio. É muito comum que esses compostos de sais de cálcio, usualmente oxalato de cálcio, secretado como cristais monohídricos e trihídricos, ocorram em células especiais que funcionam no metabolismo de cálcio (ESAU 1964; RICHTER 1987; DICKISON 2000).

Inclusões inorgânicas no xilema secundário, cristais e sílica, constituem características de valor diagnóstico para diferenciar certas espécies ou grupos de espécies (RICHTER 1985).

### 4.5.1 - CRISTAIS

Entre os sais de cálcio, o mais comum na maioria das famílias é o oxalato de cálcio (RICHTER 1987).

Os cristais de oxalato de cálcio são mais observados em vacúolos, porém, registra-se que estes cristais também são formados no citoplasma, ou ainda podem ser depositados nas paredes das células (ESAU 1964; RICHTER 1987).

Embora a função fisiológica dos cristais não esteja completamente bem esclarecida, a formação de cristais de cálcio parece exercer um papel importante no metabolismo do cálcio na regulação do equilíbrio iônico, provendo um meio de remoção de acúmulo tóxico do oxalato de cálcio (DICKISON 2000).

Alguns cristais de oxalato de cálcio surgem em células que se assemelham as adjacentes. Outros cristais são formados em células de formato especializado, os idioblastos, que são células marcadamente diferenciadas em forma, estrutura ou conteúdo das outras células constituintes do mesmo tecido (RICHTER 1987).

Em algumas espécies, cristais são caracteristicamente abundantes, em outras eles são consistentemente presentes, mas não abundantes (DICKISON 2000).

No corpo da planta, cristais podem ser restritos a uma simples célula ou tipo de tecido, ou eles podem ser distribuídos em mais de um tipo de células e tecidos. Cristais podem ser encontrados somente em células de raio de madeiras de algumas plantas vasculares ou eles

podem ser amplamente distribuídos por toda a madeira, folha e tecidos reprodutivos (DICKISON 2000). Os cristais podem ainda ser mais ou menos restritos a certas regiões de tecidos (ESAU 1964).

Cristais apresentam-se com variados formatos, sendo essa a base de sua classificação (DICKISON 2000), constituindo-se em caráter valioso para botânica sistemática (ESAU 1965; RICHTER 1987).

Cristais aciculares podem ser vistos em Acanthaceae, Lauraceae e Myristicaceae (DICKISON 2000). Em Lauraceae estes cristais ocorrem principalmente na forma de pequenas agulhas ou fusos. Cristais em formato de tablete, octogonais ou pequenos cristais aciculares tem sido registrado por OSSOWSKI (1929 *apud* RICHTER 1987), em células pétreas do tecido esclerenquimático. Cristais também são comuns em tecidos não lignificados. Eles são principalmente aciculares ou fusiformes ou prismas solitários como observado em *Beilschmiedia* (RICHTER 1987). Uma massa granular, composta de pequenos cristais é encontrada em *Actiodaphne hookeri* (IAWA 1989).

Cristais prismáticos solitários, romboédricos ou octaédricos, de tamanhos variáveis, são comumente encontrados no xilema secundário e células de parênquima do floema. Este é o tipo de cristal mais comum em madeira. Grandes estilóides têm sido registrados no xilema secundário de poucas espécies de madeira (DICKISON 2000). Em *O. odorifera* abundante quantidade de cristais em forma de ráfides foram observados, tanto nas células do parênquima radial e axial do xilema e do floema. Cristais rombóides foram observados nas células do parênquima radial (fig. 07 C) e em fibras (fig. 05 D e fig. 06 A) do xilema.

A ocorrência de cristais de oxalato de cálcio em plantas mostra-se relacionada com a concentração de cálcio ao seu redor. Em estudos recentes, demonstrou-se que a concentração de cálcio influencia no desenvolvimento de tecidos e células da folha, nas quais ocorre a formação destes cristais (DICKISON 2000).

#### 4.5.2 - SÍLICA

Depósitos de sílica são freqüentes em células da madeira de dicotiledôneas, e de caules e folhas de algumas monocotiledôneas. Em *Licaria subbullata* registra-se considerável quantidade de grânulos de sílica encontrados no parênquima radial (RICHTER 1985). Corpos de sílica está

presente nas fibras de *Ocotea puberula* e nas células de raio em *Mezilaurus itauba* (IAWA 1989). Em *Ocotea odorifera* não observou-se presença de sílica.

Entre as espécies de dicotiledôneas vasculares estudadas, 80% da sílica em madeira esta relacionada com células do raio no xilema. A presença ou ausência de sílica e a forma dos corpos de sílica podem apresentar valor diagnóstico (DICKISON 2000).

#### 4.6 - TILOS

Em numerosas espécies, as células dos parênquimas axial e radial situadas próximas aos elementos de vaso expandem-se através das cavidades das pontoações para o interior do lume dos elementos de vaso quando estes se tornam inativos. Este processo chama-se tilose. O crescimento de um tilo parece envolver a superfície de crescimento da membrana de pontoação de um par de pontoações entre a célula parenquimática e o elemento de vaso (ESAU 1974).

Aspectos da estrutura das plantas são algumas vezes correlacionados com o grau de resistência a certas doenças que podem ser causadas por fungos. Tais fungos causam mudanças no pH da seiva, produzindo metabólitos e toxinas, bem como enzimas que degradam as paredes das células do xilema (DICKISON 2000).

A formação de tilos pode ser dar em resposta a ferimentos, invasão de fungos patógenos ou infecção por vírus (ZIMMERMAN 1971; DICKISON 2000). Segundo MEDEIROS (1993), o processo de tilose, aparentemente, teria uma função protetora, bloqueando a abertura do elemento de vaso, criando barreira contra infecções parasitárias ou saprofiticas.

O significado das tiloses, contudo, não é compreendido com clareza. Sabe-se que bloqueiam os vasos do cerne e do alburno abaixo das lesões e em conexão com algumas doenças (ESAU 1974). Segundo ESAU (1974), tilos também são formadas nos feixes vasculares rompidos mecanicamente durante o processo de abscisão de folhas ou de um ramo.

Tiloses foram descritas por Reichenenbach, em 1845, concluindo que tilos se formam depois da desativação do processo de condução de água (ZIMMERMAN 1971). Segundo CARLQUIST (1962), o significado da formação de tilos é certamente fisiológico, relacionado com a desativação dos elementos de vaso, estando a imediata causa da sua formação vinculada à

perda da pressão de água no interior do elemento de vaso. A perda desta funcionalidade pode se dar, pela própria idade, ou por traumatismos e infecções parasitárias.

Tilosos são geralmente mais abundantes no cerne do que no alburno, originando-se sempre exclusivamente de células de raios e não de células do parênquima axial (DICKISON 2000). Tilos nos elementos de vaso do cerne de *O. odorifera* são observados em abundância (fig. 04 A, B, C, D e F), bem como no alburno (fig. 04 E e fig. 05 A). É importante frisar que, mesmo registrando a presença de máculas, o que poderia associar um eventual efeito de injúrias na indução dos tilos do alburno, essas maculas (fig. 02 B) foram observadas apenas em uma das árvores, enquanto que tilos nos elementos de vaso do alburno foram freqüentes nas quatro árvores amostradas. Isto pode ser um indício de que a sua formação, na espécie estudada, não está apenas relacionada com injúrias.

O núcleo e parte do citoplasma da célula parenquimática freqüentemente migram para o interior dos tilos. Estas armazenam substâncias ergásticas e podem desenvolver paredes secundárias ou até diferenciar-se em esclereídeos (ESAU 1974). Em *O. odorifera* foram observados tilos com os núcleos e nucléolos em seu interior.

Tilo esclerenquimático com parede muito espessa é comum no cerne da madeira de exemplares da família Lauraceae, por exemplo: *Aniba*, *Dehaasia*, *Eusideroxylon*, *Licaria*, *Mezilaurus* (METCALFE 1987). Tilos com parede esclerótica foi descrito para *Eusideroxylon zwageri* (IAWA 1989).

FILHO (1960), observou tilos de paredes delgadas e com pontoações em *O. odorifera*, porém no material de *O. odorifera* analisado, não foram detectados tilos com pontoações, porém observou-se uma estrutura em forma de grumos sob alguns tilos (fig. 04 D e F). SILVA e MEDEIROS (2000), observaram em *O. catharinensis* abundância de tilos com paredes esclerenquimáticas e com pontoações, obstruindo quase totalmente o lume dos elementos de vaso. Segundo TORTORELLI (1956), *O. puberula* possui tilos, porém estes são escassos. Para CARLQUIST (1962), a presença de pontoações nas paredes dos tilos pode ser um critério taxonômico. Contudo, não é uma característica valiosa para inferências filogenéticas, ou pelo menos, sua interpretação é incerta, principalmente porque existe um pequeno número de taxa que desenvolvem tilose (CARLQUIST 1988). Quanto à ocorrência de pontoações nos tilos, devido a inconstância do caráter na família Lauraceae, fazem-se necessários estudos mais acurados sobre

a sua real importância, pois tiloses são abundantes em algumas espécies de Lauraceae, porém rara ou ausentes em outras.

Segundo CHATTAWAY (1949), o desenvolvimento de tilos somente é possível, quando a abertura da pontuação do elemento de vaso apresenta, pelo menos, 10 $\mu$ m de largura. Esta afirmativa não é corroborada com os dados de *O. catharinensis*, onde o diâmetro horizontal das pontuações é de 4,36  $\mu$ m, e a presença de tilos é significativa (SILVA e MEDEIROS 2000), e de *O. odorifera*, onde o diâmetro das pontuações é na ordem de 2,106  $\mu$ m.

Segundo os registros de METCALFE e CHALK (1983), tilos são registrados pelo menos em 61 famílias de angiospermas.

#### 4.7 - FLOEMA

A análise anatômica da casca interna, insere-se como uma complementação na descrição de *Ocotea odorifera*, constituindo em informações complementares de grande importância na caracterização da espécie.

As características anatômicas e organolépticas da casca constituem-se em importante ferramenta taxonômica, contudo, a abordagem deste tópico nos estudos de espécies arbóreas é relativamente restrita (MEDEIROS e MORRETES 1994). E não obstante, embora a casca de Lauraceae apresente importância econômica, principalmente na medicina, poucos trabalhos com anatomia de casca foram feitos (RICHTER 1987).

Tecido esclerenquimático está presente na casca de todas as Lauraceae investigadas, e seus vários tipos, distribuição e frequência, constituem estrutura analítica poderosa dentro da família (RICHTER 1987). Em Lauraceae, o hard bast, constituído de fibras e esclereídeos, não é abundante como em outras famílias, tais como Rosaceae (ROTH 1981).

Segundo HABERLAND (1914 *apud* ESAU 1965), o termo *bast* foi originalmente aplicado para fibras, da região extracambial de caules de dicotiledôneas. Conforme esta autora, os elementos parenquimáticos não esclerificados do floema condutor recebem o nome de *soft bast* e as fibras *had bast*.

As cascas de Lauraceae estudadas são estratificadas até certo grau pela formação de placas de tecidos esclerenquimáticos. Na maioria destas espécies, somente fibras são desenvolvidas no líber duro. Esclereídeos, entretanto, são observados no líber duro de duas espécies de Lauraceae (ROTH, 1981).

A distribuição e a frequência das fibras são notavelmente uniformes em alguns taxa, como em *Litsea*, *Nectandra*, *Nothaphoebe*, *Persea*, mas existe pouca uniformidade em *Actinodaphne*, *Dehaasia/Alseodaphne*, *Licaria* e *Ocotea* (RICHTER 1987)

Fibras de floema estão ausente em *Beilschmiedia*, *Clinostemon*, *Cryptocarya*, *Mezilaurus* e *Neocinnamomum*, elas estão também ausentes em muitas espécies de *Aniba*, e em algumas espécies de *Ocotea* e *Licaria* (RICHTER 1987). Em *O. odorifera* elas estão presentes, intercaladas com células parenquimáticas, formando fileiras tangenciais curtas (fig. 08 A, fig. 09 A e B).

Fibras de floema em Lauraceae são geralmente libriformes com paredes extremamente espessas. Elas surgem primeiro na parte do floema funcional e estão presentes por toda a parte do floema não funcional (RICHTER 1987). As fibras libriformes do floema de *O. odorifera* apresentam-se com paredes extremamente espessadas, obstruindo quase completamente o lume da célula (fig. 09 B), e estão presentes tanto no floema funcional como não funcional (fig. 09 A e C)

Segundo RICHTER (1987), as fibras de floema em Lauraceae, exibem vários padrões de distribuição. As fibras podem ocorrer de forma solitária ou em pequenos agrupamentos curtos e finos em bandas tangenciais. Estes padrões são observados em *Actinodaphne*, *Apollonias*, *Laurus*, *Neolitsea*. Um arranjo tangencial, freqüentemente em bandas contínuas é um padrão observado em *Aiouea*, *Cinnamomum*, *Dicypellium*, *Endlicheria*, *Lindera*, *Litsea*, *Nectandra*, *Nothaphoebe*, *Persea*, *Phoebhe*, *Pleurothyrium*, *Systemonodaphne*, *Urbanodendron*. Algumas espécies de *Actinodaphne*, *Dehaasia/Alseodaphne*, *Licaria*, *Ocotea*, *Eusideroxylon* exibem um arranjo de fibra muito peculiar, combinado com parênquima axial cristalífero.

Séries regulares em bandas tangenciais, alternadas com parênquima ou anéis de esclereídeos são formadas em *Sassafras*, *Iteadaphne* e algumas espécies de *Dehaasia/Alseodaphne*, *Ocotea*, *Licaria subbullata* e *Litsea verticillata* (RICHTER 1987). Este

padrão assemelha-se com aquele observado no floema de *Ocotea odorifera*, que se apresenta em bandas tangenciais curtas, em séries intercaladas por elementos parênquimáticos (fig. 08 D).

Um outro padrão descrito por RICHTER (1987), é constituído por fibras se dispondo em forma de lentes a bandas aliformes (ilhas), encontrado em *Caryodaphnopsis* e *Hypodaphnis* (RICHTER 1987).

Esclereídeos estão presentes na cascas de quase todas as Lauraceae e mostram grande variabilidade no tipo, forma e distribuição. Esses arranjos alternativos são considerados de valor diagnósticos no nível supragenérico, genérico e específico (RICHTER 1987). Em *Ocotea odorifera*, observa-se presença de camadas de braquiesclereídeos de paredes extremamente espessas, distribuídos na forma de um anel em torno do floema (fig. 09 D)

Os raios de floema em Lauraceae são relativamente delicados, 1 a 3 (4) – seriados. Os raios ocorrem em curtas distâncias e geralmente alargam-se irregularmente em direção a periferia, mas o crescimento das dilatações é moderado (ROTH 1981). Raios dilatados expandindo-se em forma de cunha no final do floema externo são comuns em *Apollonias*, *Iteadaphne*, *Laurus*, *Neocinnamomum*, *Neolitsea* e também em algumas espécies de *Actinodaphne*, *Cryptocarya*, *Dehaasia*, *Alseodaphne*, *Licaria* (1 sp.), *Lindera* e *Ocotea*. A maioria deste tecido dilatado é esclerótico em algumas espécies de *Cryptocarya* (RICHTER 1987). Para *O. odorifera*, encontra-se um padrão similar ao descrito para Lauraceae, com os raios do floema dilatados em direção à periderme (fig. 09 D), porém não escleróticos. Em *Beilschmiedia curviramea* os raios são estritamente plurisseriados (3-6 seriados). Mas, em *Aniba excelsa* eles são estritamente unisseriados (ROTH 1981).

Células secretoras com óleos aromáticos amarelados são características de Lauraceae, mas sua distribuição é dispersa (ROTH 1981). Tanto a madeira como a casca de *O. odorifera* apresenta cheiro aromático, muito apreciado pelo seu aroma, semelhante a safrol.

Células de óleo e mucilagem são comuns por todo floema secundário, embora elas sejam altamente variáveis em tamanho e frequência. Elas são particularmente numerosas em algumas espécies de *Beilschmiedia*, *Cryptocarya* e *Litsea* (RICHTER 1987). Em *O. odorifera*, observamos no floema células com formato e tamanho diferenciado das células parenquimática

adjacentes (fig. 09 E). Testes histoquímicos com Sudan IV e lugol deram reação positiva com o conteúdo lipídico destas células.

Formação especial de cristais os quais influenciam o padrão da casca não é registrado para Lauraceae (ROTH 1981). RICHTER (1987), cita que inclusões inorgânicas são muito comuns dentro das Lauraceae. E segundo este mesmo autor, pequenos cristais de oxalato de cálcio no parênquima radial e axial não são de valor diagnóstico. Entretanto, grandes cristais rombóides possuem valor taxonômico. Eles são associados com todos os tipos de esclereídeos em *Beilschmiedia* e *Cryptocarya*. Observou-se abundantes cristais aciculares no parênquima radial e axial de *O. odorifera*, principalmente quando estes parênquimas estão em contato com as fibras, entretanto, cristais rombóides foram observados apenas no xilema.

Sílica na forma de grânulos é restrita ao raio de floema em *Melizaurus* e *Clinostemon*. Blocos compactos de sílica no lume de fibra e/ou esclereídeo são característicos de casca de *Nectandra* e poucas espécies de outros gêneros, tais como *Beilschmiedia assamica*, *Cryptocarya aschersoniana*, *C. moschata*, *O. adenotrachelium*, *O. pulchella*, *O. rodiei* (RICHTER 1987), porém, em *O. odorifera*, não observou-se a presença de sílica na casca e tão pouco no xilema.

## 5 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Algumas características anatômicas estruturais observadas na madeira de *O. odorifera* são consideradas primitivas e outras são mais derivadas filogeneticamente. Todas porém apresentam um grau intermediário evolutivo. Elementos de vaso, são curtos, porém de diâmetro mediano. Os raios são heterogêneos e multisseriados, mas são baixos em altura. As fibras são septadas, caracterizando ter conteúdo citoplasmático vivo. Placa de perfuração escalariforme é tida como primitivo, porém placa de perfuração escalariforme com poucas barras é mais evoluída do que placas de perfuração escalariforme com muitas barras. Na tabela 22 são apresentadas as características anatômicas encontradas em *O. odorifera*, relacionando-as com o grau evolutivo, segundo vários autores.

**Tabela 22** - Principais características anatômica da madeira de *Ocotea odorifera*, com base no grau evolutivo dos seus elementos constituintes.

	<b>Características</b>	<b>Autores</b>
D E R I V A D A S	Placa de perfuração simples	Metcalfe, (1972)
	Elemento de vaso curto	Carlquist, (1988)
	Aumento do diâmetro do Elemento de vaso	Fahn, (1982)
	Parênquima paratraqueal escasso; Formato dos vasos aproximadamente circulares	Carlquist, (1962)
	Pontoação intervasculares areolada e disposição alterna	Fahn, (1982)
P R I M I T I V A S	Pontoação intervasculares areolada	Carlquist, (1962)
	Porosidade difusa	Zimmermann, (1971)
	Placa de perfuração escalariforme	Carlquist, (1962)
	Vasos solitários (87%)	Carlquist, (1962); Metcalfe & Chalk, (1983)
	Placa de perfuração escalariforme; Raios heterogêneos; Raios multisseriado e unisseriado; Placa de perfuração oblíqua	Carlquist, (1962)

## V. CONCLUSÕES

---

Com relação à anatomia da madeira, *Ocotea odorifera*, apresenta praticamente todas as características anatômicas descritas para Lauraceae, evidenciando, contudo, algumas características distintivas que poderão ser úteis na delimitação genérica e/ou específica.

As características anatômicas de valor taxonômico, estudadas em *O. odorifera*, quando comparadas com os dados anatômicos das espécies de Lauraceae, disponíveis na literatura, revelam um notável grau de uniformidade, denotando assim uma condição de homogeneidade ao grupo.

Esta grande uniformidade anatômica da madeira e das características morfológicas, torna clara a evidência, para interpretação de Lauraceae como um grupo natural.

Com base na anatomia da madeira, os dados obtidos em *O. odorifera* confirmam para Lauraceae um avanço filogeneticamente moderado, pois apresenta estruturas anatômicas tidas como primitivas e outras como derivadas.

Não houve diferenças significativas nos dados quantitativos nas quatro árvores analisadas. E todas as características anatômicas descritas, para as quatro árvores foram idênticas.

A presença de células de óleo, caráter significativo dentro da Família, associado com outras características, poderá ser utilizado com fins taxonômicos.

Os elementos de vasos são curtos em *O. odorifera*, mas as placas de perfuração são simples, na sua grande proporção, ou quando são escalariformes, estas apresentam poucas barras, o que confere com o padrão da família.

Não houve variação significativa na frequência de elementos de vaso para *O. odorifera*, nas quatro árvores amostradas. Destaca-se que este caráter na família como um todo varia grandemente.

A presença de tilo, com ou sem pontoações, a formação de grumos e a presença de parede esclerótica em algumas espécies da família, revelam-se como um caráter diagnóstico importante para Lauraceae.

A ocorrência de tilos em *O. odorifera*, parece ter um significado importante do ponto de vista fisiológico, e sua formação não está relacionada apenas com a formação de injúria ou perda de funcionalidade dos elementos de vaso. Estudos ontogenéticos dos tilos, forneceria importantes interpretações, sob o ponto de vista taxonômica, filogenético e fisiológico.

Os elementos de vaso em Lauraceae são predominantemente solitários. Este padrão foi observado em *O. odorifera*, ressaltando-se que nessa espécie a predominância é particularmente acentuada, chegando a 83% de vasos solitários.

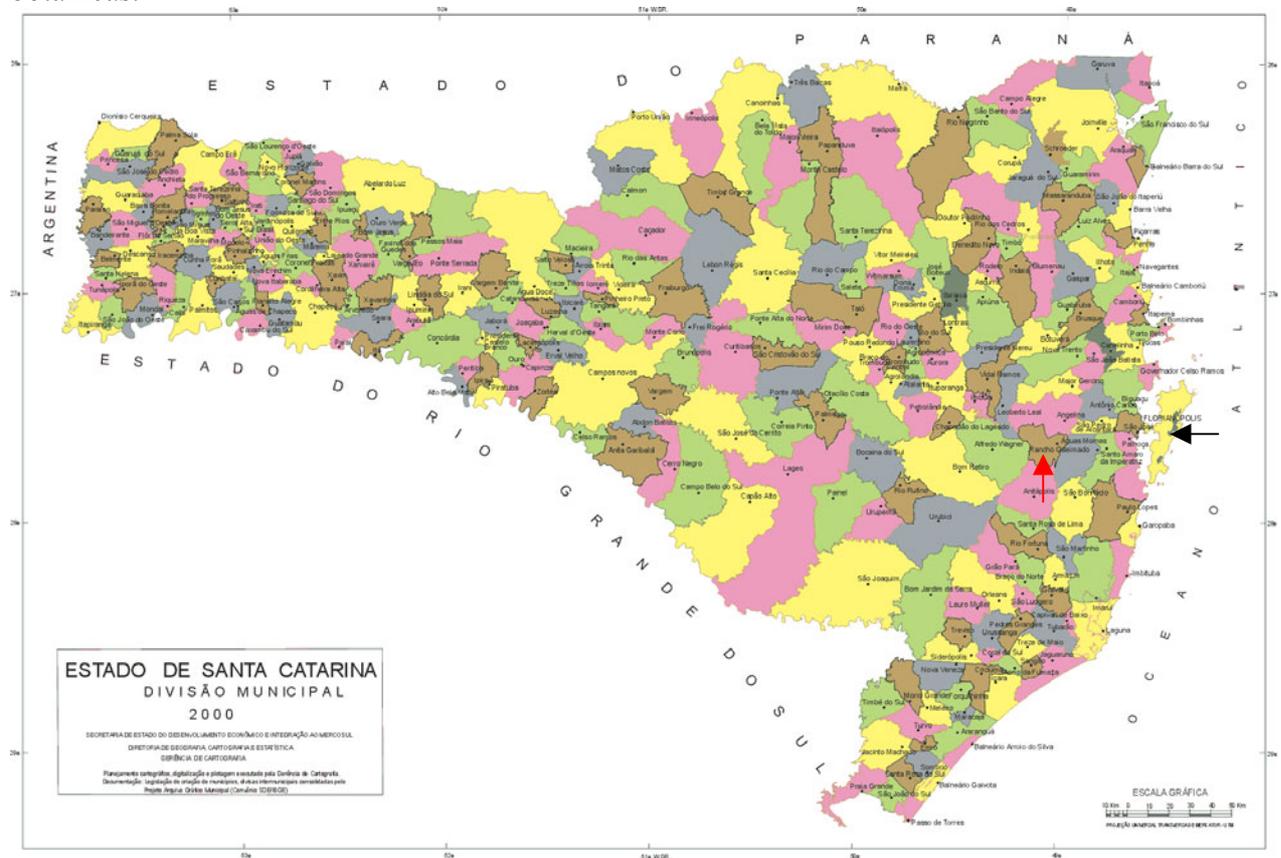
A influencia dos fatores ambientais não promoveu alterações significativas na estrutura da madeira das árvores analisadas.

A estrutura do floema em *O. odorifera* mostra-se como o padrão descrito para Lauraceae.

O padrão de distribuição das fibras no floema, associado á outras características, tais como presença de esclereídeos, pode mostrar-se de importância taxonômica em Lauraceae.

## VII. ANEXOS

**Mapa 01** – Mapa Político do Estado de Santa Catarina, mostrando os municípios de Rancho Queimado (seta vermelha) e Florianópolis (seta preta), onde foram coletadas as amostras botânicas.





## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- BAAS, P. (1973). The wood anatomical range *Ilex* (Aquifoliaceae), and its ecological and phylogenetic significance. **Blumea** **21**: 193 – 258.
- BAAS, P. & GRAFF, N. A. Van der (1974). Wood structure in relation to latitudinal and altitudinal distribution. **Iowa Bulletin** **4**: 3-5.
- BAILEY, I. W. (1953). Evolution of the tracheary tissue of land plants. **Amer. Jour. Bot.** **40**: 4-8.
- BERLYN, G. P. & MIKSCHE, J. P. (1976). **Botanical microtechnique and cytochemistry**. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- BOTOSSO, P. C. (1982). **Anatomia e aspetos filogenéticos do xilema secundário de 10 espécies de Annonaceae do Estado de Santa Catarina** – Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 263 p.
- CARLQUIST, S. (1962). **Comparative plant anatomy: A guide to taxonomic and evolutionary application of anatomical data in angiosperms**. Holt, Rinehart and Winston. New York, 145 p.
- \_\_\_\_\_ (1988). **Comparative wood anatomy**. Springer-Verlag, Berlin, 436 p.
- CARVALHO, E. R. P. (1994). **Espécies florestais brasileiras - recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Colombo, 639 p.
- CECCA, Centro de Estudos Cultura e Cidadania. (1997). **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: Caracterização e Legislação**. Ed. Insular. Florianópolis SC. 160 p.

- CECCANTINI, G. (1996). **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* e *Machaerium villosum***. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo – São Paulo, Brasil, 117 p.
- CHATTAWAY, M. M. (1949). The development of tyloses and secretion of gum in heartwood formation. **Austral. Jour. Sci. Res. B. 2**: 227-240.
- COE-TEIXEIRA, B. (1980). Lauraceae do gênero *Ocotea*, do Estado de São Paulo. **Rodriguésia 52**: 55 - 190.
- CORADIN, T. R. V. & MUNIZ, G. L. B. **Normas de procedimento em estudos de anatomia de madeira**: I. Angiospermae; II. Gimnospermae. Comissão de estudos CE 11.01.07:001 ABNT. 19 p.
- COSTA, A. F. (1972). **Farmacognosia Experimental**. 2<sup>a</sup> ed. Fundação Calouste Gulbernkian, III .Vol, 1032 p.
- CRONQUIST, A. (1988). **The evolution and classification of flowering plants**. 2<sup>o</sup> ed. New York Botanical Garden, 555 p.
- DICKISON, W. C. (2000). **Interactive plant anatomy**. Harcourt adademic press, 532 p.
- ESAU, K. (1965). **Plant anatomy**. 2<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons Inc., New York. 767 p.
- ESAU, K. (1974). **Anatomia das plantas com sementes**. tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo, Edgard Blücher, 1976 reimpressão. p. ilustr., 293 p.
- FAHN, A. (1982). **Anatomia vegetal**. Editora Pirâmide, Madrid, 599 p.
- FAHN, A. (1990). **Plant Anatomy**. 4<sup>a</sup> ed. New York: Pergamon Press. 558 p.
- FILHO, M. A. (1960). A estrutura do lenho de sassafrás. **An. Bras. Econ. Florest. 12**: 289 - 296

- HEO, K.; WERFF, H. van der & TOBE, H. (1998). Embriology and relationships of Lauraceae (Laurales). **Botanical Journal the Linnean Society** **126**: 295 – 322.
- HERNANDEZ, H. (1985). Estudio del xilema secundário de las Lauraceae argentinas. **Lilloa** **2**(38): 41-71.
- IAWA (1989). Iawa list of microscopic features for hardwood identification. **Iawa Bull.** **10** (3): 219-332.
- IPT (1989). **Fichas das características de madeiras Brasileiras**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo.
- IBGE, (1992). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ, 92 p.
- JEFFREY, E. C. (1971). **The anatomy of woody plants**. University of Chicago Press, Chicago.
- JOLY, A. B. (1979). **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 5ª ed. Nacional, São Paulo. 777 p.
- JOHANSEN, W. A.(1940). **Plant microtechnique**. McGraw-Hill, New York, 523 p.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A. & STEVENS, P. F. (1999). **Plant Systematics, a phylogenetic approach**. Sinauer Associates, Inc. Publishers – Massachusetts, 464 p.
- KLEIN, R. M. (1969). Árvores nativas da Ilha de Santa Catarina. – **Ínsula** **3**: 3 - 93.
- KOEPPEN, W. (1948). **Climatologia**. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.
- KOSTERMANS, A. J., HOMER V. PINKLEY & WILLIAM L. (1969). A new Amazonian arrow poison: *Ocotea venenosa*. **Botanical Museum Leaflets, Harvard University** **22**(7): 241 - 249.

- LOUREIRO, A. A. (1976), Estudo anatômico macro e microscópico de 10 espécies do Gênero *Aniba* (Lauraceae) da Amazônia. **Acta Amazonica** 6 (2): 5 - 85.
- MARQUES, A. C., (2001). Importância econômica da família Lauraceae Lindl. **Floresta e Ambiente** 1: 195 – 206.
- MEDEIROS, J. D. (1993). **Anatomia e Embriologia de *Miconia cabucu* Hoehne (1933) (Melastomataceae - Miconieae)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 191 p.
- MEDEIROS, J. D. & MORRETES, B. L. (1994). Anatomia da madeira e da casca de *Miconia cabucu* Hoehne (1933) (Melastomataceae). **Ínsula** 23: 15-34.
- MEDEIROS, J. D. & ROOS, A. L. (1996). Aspectos do microsporângio, da microsporogênese e do gametófito masculino de *Tibouchina cerastifolia* (Naud.) Cogn. (Melastomataceae). **Ínsula** 9(2): 5-14.
- METCALFE, C. R. (1987). **Anatomy of the dicotyledons Magnoliales, Illiciales, and Laurales**. 2: ed. Clarendon Press, Oxford. v. 3. 224 p.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. (1957). **Anatomy of the dicotyledons. Leaves, stem, and wood in relation to taxonomy whit notes on economic uses**. Clarendon Press, Oxford v. 2. 1459 p.
- \_\_\_\_\_ (1983). **Anatomy of the dicotyledons wood structure and conclusion of the general introduction**. 2: ed. Clarendon Press, Oxford v. 2. 297 p.
- MORAES, L. R. P. & PAOLI, A. A. (1999). Epiderme e padrão foliar de venação de espécies de Lauraceae. **Acta Botanica Brasilica** 13 (1): 87-97.
- OCCHIONI, P. & FILHO A. de M. (1947). Estudo anatômico do lenho secundário do Puchury - Rana. *Ocotea fragrantissima* Ducke. **Rodriguésia** 21: 1 - 12.

- OLIVEIRA, W., C.; CALLADO, C., H. & MARQUETE, O.; (2001). Anatomia do lenho de espécies do gênero *Nectandra* Rol. ex Rottb. (Lauraceae). **Rodriguésia** 52 (81): 125-134.
- OLTRAMARI, A. C. (2002). **Engenharia do metabolismo de células de canela sassafrás (*Ocotea odorifera*) Vell. (Rowher): análise da produção de biomassa celular e da síntese de safrol**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, Brasil, 122 p.
- PAULA, J. E de & ALVES J. L. de H. (1997). **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Ed. MDA, Brasília 543.p.
- PAVIANI, T. I. (1974). Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência e Cultura** 26 (8): 783-786.
- PEDRALLI, G. (1986). **O gênero *Ocotea* Aublet (Lauraceae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. XXXVII Congresso Nacional de Botânica. Universidade Federal de Ouro Preto/Minas Gerais. Brasil, p. 426-466;
- \_\_\_\_\_, (1988). Chave para os gêneros da família Lauraceae Lindley ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Albertoa** 1 (12): 137-140.
- \_\_\_\_\_,(1996). Uma análise das observações de Rohwer sobre Lauráceas. 6 *Nectandra* da flora ilustrada Catarinense. **Sellowia** 45-48: 109-114.
- PIMENTA, L. H. F. (1999). **Caracterização da geomorfologia e da fitofisionomia da Unidade de Conservação Ambiental Desterro – UCAD**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Geociências. 59 p.
- QUINET, A. & ANDREATA, R. H. R. P. (2002). Lauraceae Jussieu na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 53 (82): 121-202.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S. E., 1996. **Biologia vegetal**. Guanabara Koogan. 5. ed. Rio de Janeiro. 728 p.

- REITZ, R.; KLEIN, M. R. & REIS, A. (1979). **Madeiras do Brasil (Santa Catarina)**. Lunardelli, Florianópolis, 320 p.
- RICHTER, H. G. (1985). Wood and bark anatomy of Lauraceae. II. *Licaria* Aublet. **Iawa Bull.** **6** (3): 181 – 199.
- RICHTER, H. G. (1987). Anatomy of the dicotyledons. **Mature secondary xilem**. 2º ed. Vol. III. 62 - 173.
- RICHTER, H. G. & BURGER, M. L. (1978). **Anatomia da madeira**. 2 ed. revisada e ampliada. Universidade Federal do Paraná. 76 p.
- \_\_\_\_\_ (1991). **Anatomia da madeira**. São Paulo, Nobel. 154 p.
- ROESER, K. R. (1972), Die Nadel der Schwarzkiefer massen Produkt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos** **61** (2): 33-36.
- ROHWER, J. G. (2000). Toward a phylogenetic classification of the Lauraceae: evidence form matk sequences. **Botany Sistematic**, **25** (1): 60-71.
- ROTH (1981). Structural patterns of tropical barks. In H. J. Braun, S. Carlquist, P. Ozenda & I. Roth ed. **Handbuch der pflanzenanatomie**. BD.9, T. 3. Gebrüder Borntraeger, Berlin
- SANTOS, M. & OLIVEIRA, P. L. (1989). Domácias no gênero *Ocotea* Aublet. (Lauraceae). **Insula** **19**: 13-36.
- SASS, J. E. (1951). **Botanical microtechnique**. The Iowa State College, Iowa.
- SILVA M. & MEDEIROS, J. D. (2000). Anatomia da madeira de *Ocotea catharinensis* Mez (1901), Lauraceae (Canela-Preta). **Insula** **29**: 67 – 87.

- SLOOTEN, H. J. van der; ACOSTA-CONTRERAS I. & AAS, P. S. (1970). Madeiras latinoamericanas. IV. *Nectandra* sp., *Ocotea austinii*, *Persea* sp. Aff. *vesticula*, *Persea schiedeana*. **Turrialba** 20 (2): 223 – 232.
- SOLEREDER, H. (1908). Laurinae. In: **Systematic anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendo Press. Vol. II. 702-706
- STUESSY, E. (1991). **Plant taxonomy. The evolution of comparative data**. New York: Columbia University Press. 514 p.
- TORTORELLI, L. A. (1956). **Maderas y bosques argentinos**. Editora ACIME, S.A.C.I. 92 Buenos Áries, 910 p.
- VATTIMO-GIL, I. de (1956). O gênero *Ocotea* Aubl. no sul do Brasil I. Espécies de Santa Catarina e do Paraná. **Rodriguésia** 18-19 (30-31): 265-350.
- VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. (1989). **Estatística experimental**. São Paulo: Atlas, 179 p.
- WERF, H., van der & RICHTER, H. G. (1996). Toward and improved classification of Lauraceae. **Ann. Missouri Bot. Gard.** 83: 409-418.
- WERKER, E. (1997). Seed anatomy. In: **Encyclopedia of plant anatomy**. Stuttgart Borntraeger, 424 p.
- ZIMMERMANN, M. H. (1971). **Xylem structure and the ascent of sap**. Springer Series in Wood Science. Springer, T. E. Timell, 143 p.