

ANÁLISE ANATÔMICA QUALITATIVA E QUANTITATIVA
E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE)¹

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANATOMICAL ANALYSIS
OF THE WOOD OF *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (EUPHORBIACEAE)

Luiz SANTINI JUNIOR²; Eduardo Luiz LONGUI^{3,7}; Israel Luiz de LIMA⁴;
Osny Tadeu de AGUIAR⁵; Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM⁶

RESUMO – Objetivou-se caracterizar a anatomia e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* (tapiá-guaçu), e investigar a variação radial destas características. O material de estudo procede do lote cinco do Rodoanel trecho sul no Estado de São Paulo, onde cinco árvores foram identificadas no campo, retirando-se discos do DAP com média de 30 cm de diâmetro. As análises das amostras seguiram os métodos usualmente empregados em estudo de anatomia de madeiras. A espécie apresentou camadas de crescimento distintas; vasos solitários e múltiplos; placas de perfuração simples; parênquima axial apotraqueal em linhas; raios unisseriados, alternando células quadradas e eretas com inclusões cristalíferas e amido; fibras libriformes, não septadas e gelatinosas; canais radiais; máculas medulares; densidade básica baixa (0,38 g cm⁻³). Ocorreu aumento no sentido medula-casca apenas para o comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervaskulares, características que denotam madeira homogênea e de baixa resistência. Fibras com maiores lume estão associadas a menores valores de densidade básica.

Palavras-chave: anatomia da madeira; canais radiais; *Alchornea*; variação radial.

ABSTRACT – In this paper, we characterize the anatomy and basic density of wood of *Alchornea sidifolia* (tapiá-guaçu), and investigate the radial variation of these characteristics. Five trees were cut in the “Rodoanel” section southern in São Paulo state, were removed disks with 30 cm at breast height. Six samples were taken from the pith to bark, which were analyzed according to the usual methods in anatomy and properties of wood. The results revealed the presence of layer growth, solitary and multiples vessels; simple perforation plate; axial parenchyma in lines up three cells wide; rays exclusively uniseriate, all ray cells upright and/or square with inclusions crystals and starch; ground tissue fibers, non-septate and gelatinous; radial canals; pith fleck present; low basic density (0.38 g cm⁻³). There was an increase in the pith to bark only for the fiber length, vessel diameter and intervessel pits diameter, which features a wood homogeneous and low resistance. Fibers with higher lumen are associated with lower basic density.

Keywords: wood anatomy; radial canals; *Alchornea*; radial variation.

¹Recebido para análise em 10/2/2009. Aceito para publicação em 05/05/2010.

²Discente do curso de Ciências Biológicas da Universidade Paulista – UNIP. Bolsista FUNDAP. luizsantini@biologo.bio.br

³Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. elongui@if.sp.gov.br

⁴Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. israeluizde.lima@yahoo.com.br

⁵Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. tadeu@if.sp.gov.br

⁶Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil. sforsheim@if.sp.gov.br

⁷Autor para correspondência: Eduardo Luiz Longui – elongui@if.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Euphorbiaceae Juss. possui distribuição pantropical e apresenta cerca de 300 gêneros e 6.000 espécies. No Brasil, ocorrem cerca de 70 gêneros com 1.000 espécies, sendo uma das principais famílias da flora brasileira (Souza e Lorenzi, 2008), com espécies que se distribuem em todos os tipos de vegetação e apresentam diversas formas de vida (Barroso et al., 2002).

O gênero *Alchornea* possui vinte e duas espécies neotropicais, sendo que dezesseis delas ocorrem na Colômbia, centro de diversidade do gênero, no entanto nenhuma é endêmica. Um segundo centro de diversidade está na Bolívia, onde ocorrem dez espécies, sendo uma endêmica; no Peru, são nove espécies, na Venezuela, oito, e no Brasil, Equador e Panamá, sete espécies cada um (Secco, 1999). No Brasil, o gênero *Alchornea* ocorre com certa frequência em toda mata da região litorânea nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sendo representado principalmente pelas espécies arbóreas *A. triplinervia*, *A. iricurana* e *A. sidifolia* (Mainieri e Chimelo, 1989).

A. sidifolia, de acordo com Secco (1999) ocorre nas orlas e interiores de matas ciliares, mata serrana (pluvio-nebulares), capoeirões e mata de araucária, distribuídas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, incluindo os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, estendendo-se até a Argentina, em altitudes que variam entre 350-1.000 m.

Embora a presença de *A. sidifolia* seja marcante na flora brasileira, são raros os estudos sobre sua madeira. Cita-se o trabalho de Dias-Leme (1994), que estudou a variação anatômica entre raiz, caule e ramo em algumas espécies de Euphorbiaceae, entre elas *A. sidifolia*. Smith et al. (1988) caracterizam a madeira de *A. sidifolia* como macia, fácil de trabalhar, com gosto e cheiro indistintos, amplamente empregada para tabuados em geral, frontais de casas, caixotaria, forro, etc. No entanto, mencionam que apresenta baixa resistência à umidade e ao ataque de agentes xilófagos, razão pela qual sugerem tratamento preservativo antes do uso.

Nesse contexto, estudos anatômicos e de propriedades de madeiras pouco ou ainda não estudadas mostram-se eficazes para contribuir na identificação de espécies, caracterização, ampliação de conhecimentos fisiológicos e ecológicos, bem como sua indicação para usos específicos. Tais estudos são importantes, uma vez que a utilização da madeira apresenta limitações práticas decorrentes de sua heterogeneidade, devido às diferentes propriedades em seus três planos, sendo que nem mesmo dois pedaços de madeira de um mesmo indivíduo são absolutamente iguais (Hoadley, 2000; Denardi, 2007). Burger e Richter (1991) relatam que essa heterogeneidade se deve às variações na estrutura anatômica, presença de nós, grãos irregulares, lenho de reação, lenho juvenil, além de defeitos na forma do tronco (tortuosidades e conicidade), que de acordo com Silva (2002) podem influenciar negativamente nas propriedades da madeira, como resistência mecânica e natural, permeabilidade e trabalhabilidade.

Neste estudo objetivou-se caracterizar a anatomia e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia*, investigar a variação radial destas características e discuti-las em um contexto ecológico. Contribuindo assim para ampliar o conhecimento sobre a espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material de estudo procede do lote cinco do Rodoanel trecho sul, município de Embu, no Estado de São Paulo, cujo local era um fragmento de vegetação ao lado de antigos sítios de produção de horticultura e teve sua vegetação suprimida para construção da rodovia. As coordenadas geográficas da área de coleta são: S 23°41'50,6" e W 46°49'06,4". A vegetação do município é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana (Kronka et al., 2005). De acordo com Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI (2010), o clima do município de Embu é do tipo Cwa, segundo Köppen. A Figura 1 apresenta a variação anual de precipitação e temperatura do município, e o balanço hídrico normal mensal, tendo como base o período entre 1960 e 1990.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

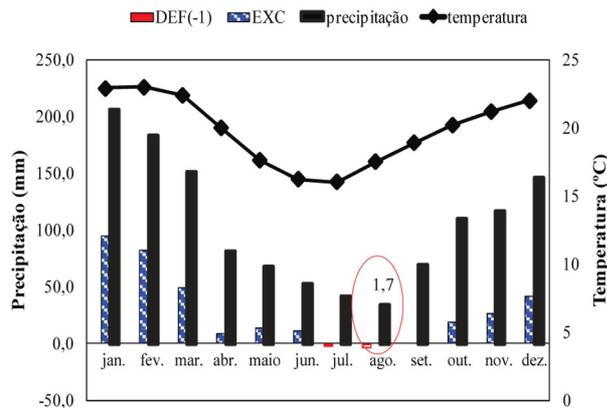


Figura 1. Variação anual da precipitação e temperatura e balanço hídrico normal mensal do município de Embu, 1960-1990 (CEPAGRI, 2010). ETP = evapotranspiração potencial; ETR = evapotranspiração real.

Figure 1. Annual variation in rainfall and temperature and normal monthly water balance of Embu, 1960-1990 (CEPAGRI, 2010). ETP = potential evapotranspiration; ETR = real evapotranspiration.

Cinco árvores de *Alchornea sidifolia* foram identificadas no campo, e por meio de método destrutivo retiraram-se discos do diâmetro à altura do peito – DAP com média de 30 cm de diâmetro. A partir dos discos, com auxílio da serra de fita, foram retiradas amostras em seis posições radiais no sentido medula-casca (sendo 0% = medula e 100% = casca). Cada amostra constituiu-se de dois corpos-de-prova com cerca de 2 cm³, um deles para análises anatômicas e outro para a determinação da densidade básica.

Para a análise estrutural, os corpos-de-prova foram amolecidos por meio do cozimento em água e glicerina na proporção de 4:1 até mostrarem condições ideais para o seccionamento. Obtiveram-se secções histológicas nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial em micrótopo de deslize Zeiss-Hyrax S50, com espessura entre 18 e 25 µm, sendo as mesmas processadas de acordo com Sass (1951). Algumas secções foram coradas com solução de Lugol para a detecção de grãos de amido, conforme Berlyn e Miksche (1976), com base nestes mesmos autores preparou-se o lenho dissociado para a mensuração das dimensões das fibras e elementos de vaso.

Avaliaram-se as características anatômicas sugeridas pelo IAWA Committee (1989), adotando-se n = 25. A descrição macroscópica foi realizada com lente de 10x, de acordo com Coradin e Muniz (1992).

A avaliação anatômica foi realizada em microscópio (Olympus CX 31) e microscópio estereoscópico (Wild TYP 376788) equipados com câmeras digitais e computadores com softwares de análise de imagens (Image-Pro 6.3).

Para a densidade básica empregou-se o método da balança hidrostática segundo Foelkel (1971). Os corpos-de-prova foram saturados por dois meses para a obtenção de suas massas úmidas e imersas. Posteriormente, as mesmas foram secas em estufa até atingirem o peso de massa seca constante a 105 ± 3 °C.

A partir dos valores obtidos foi empregada a expressão (1):

$$DB = \frac{M_s}{M_u - M_i}$$

em que:

DB = densidade básica (g cm⁻³); M_s = massa da madeira a 0% de umidade (g); M_u = massa da madeira úmida (g), e M_i = massa da madeira imersa (g).

Para a avaliação das variáveis, inicialmente foi efetuado o teste de homogeneidade de variância por meio do teste de Hartley. Posteriormente, foi feito o teste F, de análise de variância segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado. Foi aplicado o teste de Tukey, sempre que observadas diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre algum tratamento no teste F.

Para a análise dos dados foi utilizado o procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1999). Realizaram-se análises de regressão linear para detectar relações entre as características anatômicas e a densidade básica.

3 RESULTADOS

Para a descrição do lenho de *Alchornea sidifolia* foram considerados todos os indivíduos e todas as posições radiais. Os resultados quantitativos são descritos com os valores mínimo – **médio** – máximo.

3.1 Descrição dos Caracteres Gerais

Cerne de cor uniforme, indistinto do alburno, bege-claro ou bege-rosado, sem brilho, densidade básica baixa 0,32-**0,38**-0,49 g cm⁻³, macia ao corte, grã direita, textura média.

3.2 Descrição Macroscópica

Parênquima axial: distinto sob lente, apotraqueal difuso em agregados formando linhas; *Raios*: visíveis somente sob lente, finos e numerosos; *Poros*: visíveis a olho nu, diâmetro tangencial médio e pouco frequentes, com porosidade difusa, arranjo tangencial, agrupamentos múltiplos, com placa de perfuração simples; *Camadas de crescimento distintas*: marcadas por faixas mais escuras (Figura 2).

Raios: visíveis somente sob lente, altos, não estratificados, listrado de estratificação irregular, número de listras por mm linear igual a 20.

Espelhado dos raios: contrastado.

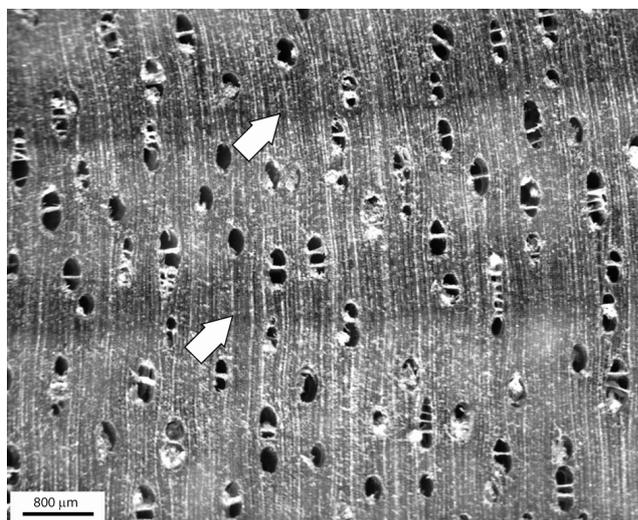


Figura 2. Superfície transversal macroscópica evidenciando as camadas de crescimento (setas).

Figure 2. Macroscopic transverse surface showing the growth layer (arrows).

3.3 Descrição Microscópica

Vasos: porosidade difusa, arranjo tangencial múltiplo, sendo solitários (30%), geminados (28%) e múltiplos de 3 a 5 (42%) (Figura 3A), diâmetro tangencial de 83-**137**-195 μm, forma da seção arredondada, comprimento dos elementos vasculares de 508-**688**-857 μm, apêndices ausentes ou presentes em uma ou em ambas as extremidades (Figura 3B), placas de perfuração simples (Figuras 3B e 3D), tilos ausentes, pontoações intervasculares alternas, poligonais, com diâmetro tangencial de 10-**13**-16 μm (Figura 3C),

ornamentação ausente, pontoações raiovasculares com bordas muito reduzidas a aparentemente simples, arredondadas a angulares, com diâmetro tangencial de 9-**12**-18 μm (Figura 3D).

Fibras: libriformes, não septadas, em alguns casos gelatinosas, formando uma faixa nas extremidades das camadas de crescimento (Figura 3E), curtas com valores de 810-**1.150**-1.440 μm e paredes delgadas 2,7-**4,8**-5,7 μm.

Parênquima axial: difuso em agregados formando linhas (Figura 3E), seriado e não estratificado.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

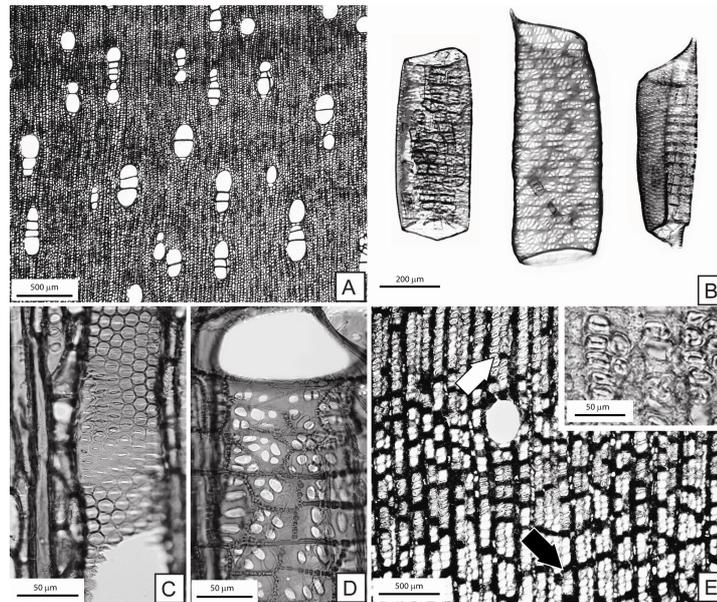


Figura 3. A) Secção transversal: vasos com porosidade difusa; B) Elementos de vaso com e sem apêndices nas extremidades e placas de perfuração simples; C) Secção longitudinal tangencial: pontoações intervasculares; D) Secção longitudinal radial: pontoações raiovasculares; E) Secção transversal: camada gelatinosa (seta branca) e parênquima axial apotraqueal em linhas (seta preta). Em detalhe, fibras gelatinosas.

Figure 3. A) Transverse section: diffuse porous; B) Vessel elements length with and without tails on the ends and simple perforation plates; C) Tangential section: intervessel pits; D) radial section: vessel-ray pits. E) Transverse section: gelatinous layers (white arrow) and apotracheal axial parenchyma in lines (black arrow). In detail, gelatinous fibers.

Raios: presentes, unisseriados, podendo ser extremamente altos (Figura 4A), com 717-876-1.101 μm , frequência alta 18-20-21 n° mm, heterogêneos,

alternando células quadradas e eretas (Figura 4B).

Canais celulares: canais radiais observados em todos os planos (Figuras 5A-F).

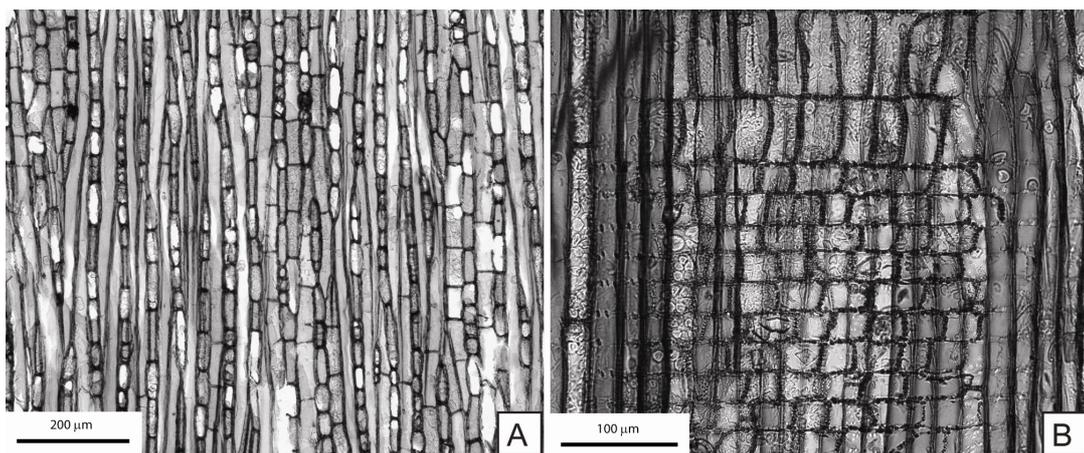


Figura 4. A) secção longitudinal tangencial evidenciando os raios unisseriados; B) secção longitudinal radial mostrando alternância de células quadradas e eretas.

Figure 4. A) longitudinal section showing uniseriate rays; B) radial section showing alternation of square and upright cells.

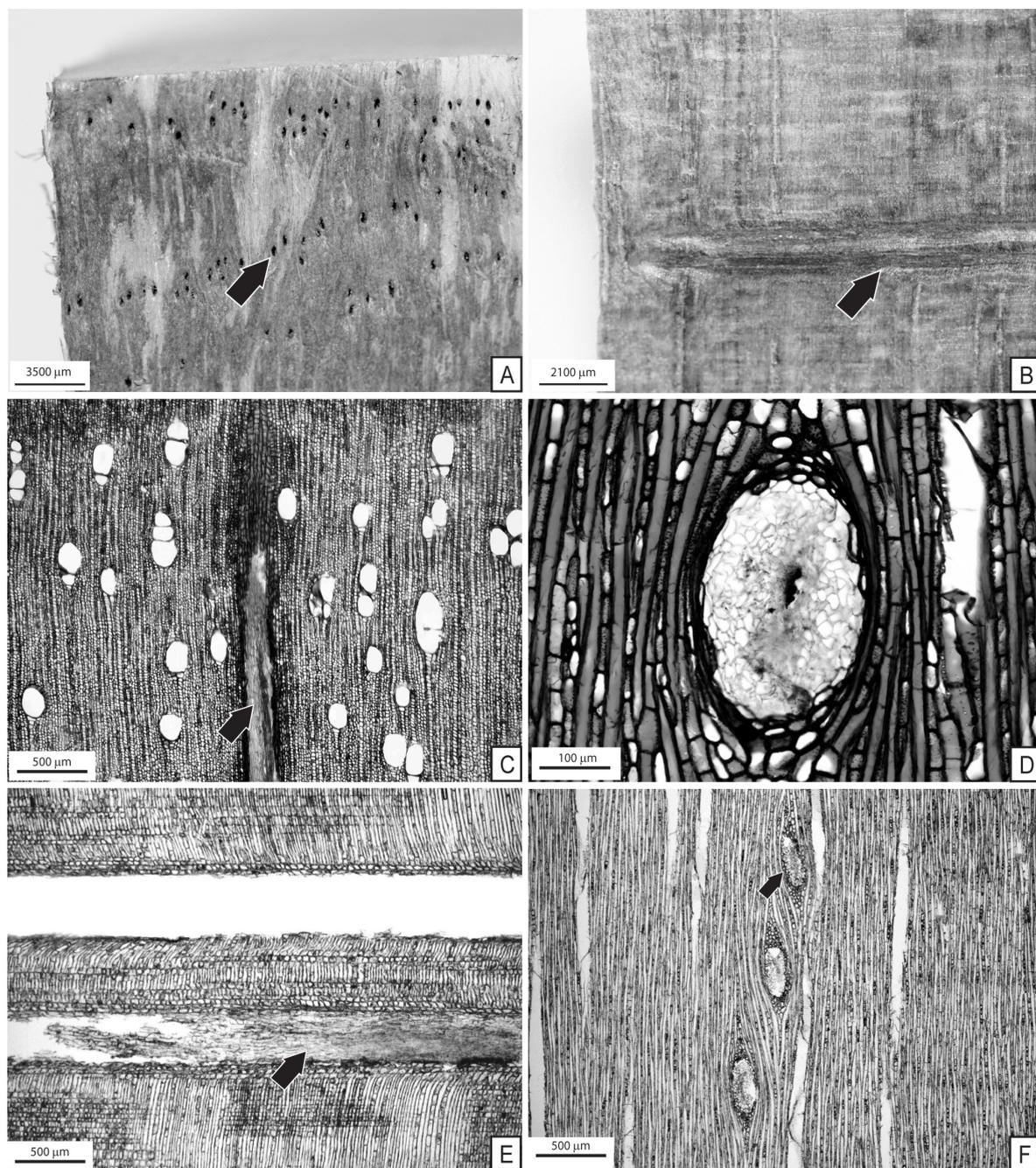


Figura 5. Canais Radiais. A) superfície tangencial mostrando os canais radiais (seta); B) superfície radial, em destaque dois canais (seta); C) secção transversal destacando um canal (seta); D) secção longitudinal tangencial com abertura de um canal entre os raios; E) secção longitudinal radial mostrando dois canais, sendo um deles ainda com preenchimento (seta); F) Secção longitudinal tangencial evidenciando três canais (seta).

Figure 5. Radial canals. A) tangential surface showing the radial canals (arrow); B) radial surface radial highlights two canals (arrow); C) cross section highlighting a canal (arrow); D) longitudinal section tangential to the opening of a canal between the rays; E) radial longitudinal section showing two canals, one of which is still filling (arrow); F) tangential longitudinal section showing three canals (arrow).

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

Cristais: prismáticos, cúbicos e romboédricos, localizados nas células do parênquima radial (Figura 6A).

Amido: abundante nas células quadradas e eretas do parênquima radial (Figura 6B)

Máculas medulares: presentes e ocasionais observadas nos três planos da madeira (Figuras 6C, D).

3.4 Variação Radial

A variação radial das características anatômicas e da densidade básica é apresentada na Tabela 1. De maneira geral foram notados aumentos no comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervasculares.

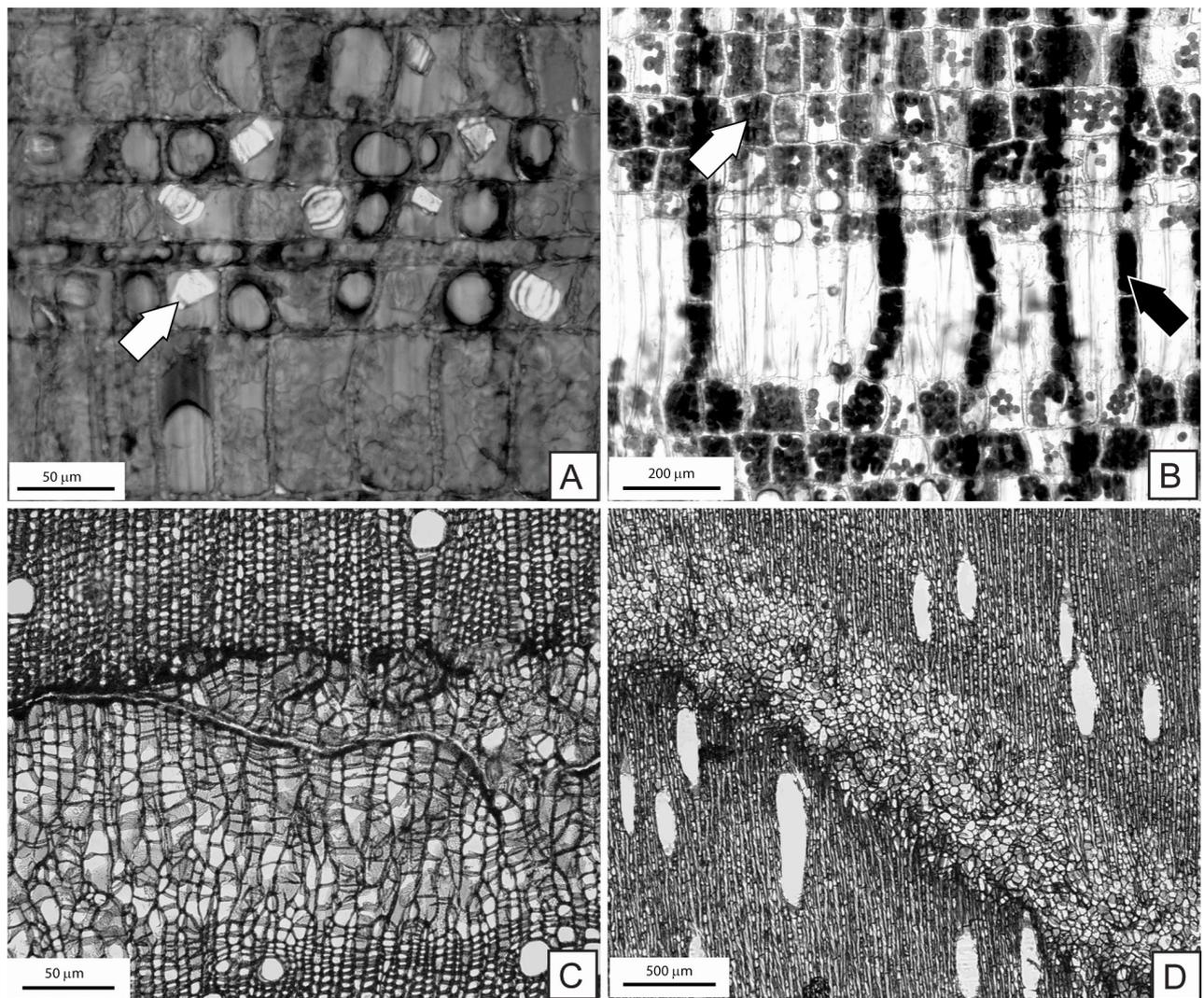


Figura 6. A) e B) Secções longitudinais radiais: A) cristais nas células quadradas do raio (seta); B) alta concentração de amido nas células quadradas (seta branca) e eretas (seta preta) do raio. Máculas medulares evidenciadas nos planos transversal (C) e no plano longitudinal tangencial (D).

Figure 6. A) and B) Radial sections: A) crystals in the square cells of rays (arrow). B) high concentration of starch in square (white arrow) and upright cells (black arrow); C) pith flecks in transverse section and D) tangential section.

Tabela 1. Variação radial das características anatômicas e densidade básica em *Alchornea sidifolia* Müll. Arg.
 Table 1. Radial variation of the anatomical features and density in *Alchornea sidifolia* Müll. Arg.

Características anatômicas e densidade básica	Posição radial (sentido medula-casca)					
	0%	20%	40%	60%	80%	100%
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Comprimento da fibra (mm)	1,0 ^b ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,1 ^{ab} ± 0,1	1,2 ^a ± 0,1	1,2 ^a ± 0,1
Diâmetro da fibra (µm)	33,8 ± 6,2	35,3 ± 5,4	38,6 ± 3,1	37,1 ± 1,3	37,8 ± 3,7	39,8 ± 1,6
Lume da fibra (µm)	25,0 ± 4,9	26,7 ± 4,1	28,6 ± 2,8	26,7 ± 1,6	27,9 ± 3,9	29,9 ± 1,3
Parede da fibra (µm)	4,4 ± 1,1	4,2 ± 0,9	5,0 ± 0,3	5,1 ± 0,1	4,9 ± 0,2	5,0 ± 0,6
Comprimento do vaso (µm)	666,9 ± 77,3	676,8 ± 103,3	682,9 ± 63,7	717,8 ± 80,0	680,2 ± 30,8	705,5 ± 98,1
Diâmetro do vaso (µm)	115,6 ^b ± 26,8	112,3 ^b ± 26,1	138,6 ^{ab} ± 19,5	137,6 ^{ab} ± 10,9	158,0 ^a ± 18,9	161,7 ^a ± 27,1
Frequência do vaso (n° mm ⁻²)	7,6 ± 2,6	6,0 ± 1,5	5,7 ± 1,1	6,2 ± 1,2	6,3 ± 1,4	5,5 ± 1,2
Vasos solitários (%)	31,8 ± 0,1	37,0 ± 0,1	30,4 ± 0,1	24,6 ± 0,0	26,0 ± 0,0	30,0 ± 0,1
Vasos geminados (%)	24,6 ± 0,02	33,0 ± 0,1	28,4 ± 0,1	27,6 ± 0,1	30,8 ± 0,1	25,8 ± 0,1
Vasos M3 (%)	18,6 ± 0,01	18,4 ± 0,04	19,0 ± 0,1	19,6 ± 0,1	16,0 ± 0,1	23,4 ± 0,02
Vasos M4 (%)	14,8 ± 0,1	10,0 ± 0,1	14,8 ± 0,03	13,0 ± 0,1	17,6 ± 0,02	15,0 ± 0,1
Vasos M5 (%)	9,8 ^{ab} ± 0,03	3,2 ^b ± 0,02	7,8 ^{ab} ± 0,1	15,6 ^a ± 0,1	9,4 ^{ab} ± 0,1	5,8 ^{ab} ± 0,01
Pontoações intervasculares (µm)	12,1 ^b ± 0,5	13,5 ^{ab} ± 1,8	14,6 ^a ± 1,7	13,2 ^{ab} ± 0,7	14,1 ^a ± 1,01	14,4 ^a ± 1,1
Pontoações raiovasculares (µm)	12,6 ± 1,2	13,3 ± 1,6	13,6 ± 2,1	12,8 ± 0,1	14,1 ± 1,7	13,6 ± 1,1
Altura do raio (µm)	852,1 ± 78,9	903,9 ± 48,6	855,4 ± 97,6	835,1 ± 102,8	923,8 ± 115,9	886,1 ± 86,4
Largura do raio (µm)	19,8 ± 2,0	18,9 ± 3,4	20,1 ± 3,2	17,9 ± 1,2	19,4 ± 1,3	19,1 ± 1,4
Frequência do raio (n° mm ⁻²)	19,9 ± 0,6	20,2 ± 0,7	20,0 ± 0,5	19,9 ± 0,6	20,0 ± 0,8	19,96 ± 0,3
Densidade básica (g cm ⁻³)	0,39 ± 0,05	0,38 ± 0,05	0,38 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,35 ± 0,04

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si (Tukey: p = 0,05). A ausência de letras indica que não foram observadas variações estatísticas. DP = Desvio-padrão; M3 = Múltiplo de 3; M4 = Múltiplo de 4; M5 = Múltiplo de 5.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

3.5 Relação entre Anatomia e Densidade

O lume das fibras foi a única característica

anatômica relacionada com a densidade básica, ocorrendo uma relação negativa entre elas (Figura 7).

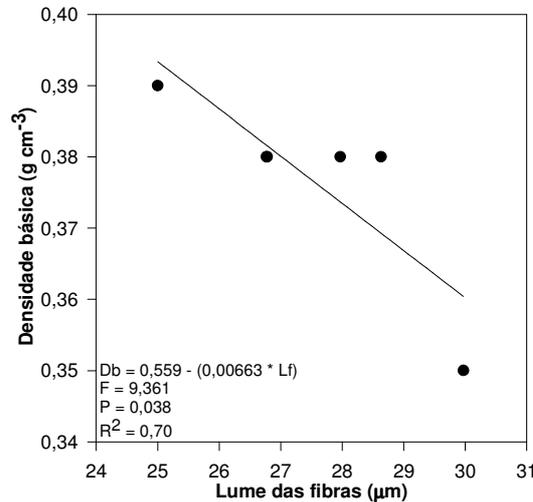


Figura 7. Relação entre a densidade básica e o lume das fibras.

Figure 7. Relationship between basic density and fiber lumen diameter.

4 DISCUSSÃO

4.1 Análise Qualitativa com Enfoque Ecológico

No presente estudo foram observadas camadas de crescimento marcadas pelo espessamento e achatamento das paredes das fibras. O mesmo resultado observado por Dias-Leme (1994), Tomazello Filho et al. (2004) para *Alchornea sidifolia*, Callado et al. (2001) também mencionaram a mesma característica das camadas de crescimento em *A. sidifolia* e *A. triplinervia*, ambas as espécies em solos sujeitos à inundação. Worbes (1995) reportou que uma estação seca anual, com um período de dois a três meses com precipitação menor que 60 mm, induz a formação de camadas de crescimento anuais nas árvores tropicais. Ao observar a Figura 1, nota-se que há um período seco entre os meses de abril a setembro, com valores de precipitação menores do que 60 mm entre os meses de junho a agosto, sendo que a precipitação é igual à evapotranspiração no mês de

julho e menor em agosto, o que neste último caso caracteriza, a rigor, déficit hídrico.

Embora os dados de precipitação e temperatura sejam referentes ao período de 1960 a 1990, supõe-se que estes não apresentaram grande alteração nos últimos vinte anos, sendo que a formação das camadas de crescimento deve ter ocorrido entre os meses de abril a setembro.

Na camada de crescimento de *A. sidifolia*, foi notada a presença de fibras gelatinosas encontradas próximas ou mesmo margeando as camadas, formando uma faixa contínua. De acordo com Panshin e De Zeeuw (1964), as fibras gelatinosas diferem dos tipos normalmente encontrados em folhosas, por possuírem propriedades físicas e químicas diferentes nas paredes celulares secundárias, a camada gelatinosa pode estar presente além das camadas S1, S2 e S3, ou substituindo a S3, ou ambas, S2 e S3. Os autores relatam ainda que a camada gelatinosa é altamente refratária à luz e, geralmente, obtém reações de colorações diferentes na celulose, indicando ausência ou baixo grau de lignificação.

Burger e Richter (1991) descrevem que tais fibras podem estar relacionadas ao aparecimento do lenho de tração, sendo que tal tipo de lenho ocorre em galhos e troncos inclinados, como os observados em plantas de encostas montanhosas ou sujeitas a grandes esforços de sustentação. Já Paviani (1978), em estudo com sistemas subterrâneos em espécies de Cerradão, descreve que a presença de fibras gelatinosas pode estar relacionada com o armazenamento de água, uma vez que a celulose tem grande afinidade com a água. A mesma proposta foi apresentada por Marcati et al. (2001), em estudo comparativo entre indivíduos de *Copaifera langsdorffii* vivendo em Floresta e Cerradão, os autores constataram a presença de fibras gelatinosas nos indivíduos dos dois ambientes, mas nos indivíduos do Cerradão, tais fibras foram observadas em maior quantidade e próximas à faixa de parênquima que delimita a camada de crescimento.

No presente estudo, observou-se em campo que alguns indivíduos coletados apresentavam fuste torto e estavam em terreno inclinado, outros tinham o fuste reto e localizavam-se numa área mais plana, no entanto em todos os indivíduos foram observadas fibras gelatinosas. Com base na idéia de Paviani (1978), do armazenamento de água, e considerando que as fibras gelatinosas estavam localizadas nas camadas de crescimento, formadas em período de déficit hídrico, como mencionado acima, sugere-se que a presença de tais fibras possa estar mais relacionada a uma estratégia para tornar o lenho mais seguro quanto ao transporte de água do que relacionada ao lenho de tração.

Os elementos de vaso apresentaram placa de perfuração simples, o que, segundo Alves e Angyalossy-Alfonso (2000), ocorre em 95% das espécies brasileiras e está associada à ambientes secos e quentes. Essa característica, de acordo com Wheeler e Baas (1991) permite maior fluxo de água, o que é importante em ambientes que apresentam períodos de déficit hídrico. Além disso, os vasos apresentaram grande diâmetro e frequência relativamente alta, ocorrendo muitas vezes em múltiplos de até cinco elementos, o que pode contribuir ainda mais para o fluxo de água através da planta. Baas et al. (2004) descrevem que embora vasos de maior diâmetro ou mais

frequentes tornem mais eficiente o transporte de água na planta, podem contribuir para reduzir a densidade e a resistência da madeira, pois são espaços vazios e portanto áreas mais fracas. Segundo os autores, há uma relação inversa entre resistência mecânica e eficiência de condutância de água.

No parênquima radial foram encontrados raios exclusivamente unisseriados e extremamente altos. Uma característica marcante foi a grande concentração de cristais nas células quadradas e eretas do raio, característica não mencionada por Dias-Leme (1994) para a espécie. Segundo Nakata (2003) a formação de cristais de oxalato de cálcio nas plantas parece desempenhar um papel central em funções como a regulação de cálcio, proteção contra herbivoria e desintoxicação de metais. Cristais na madeira ocorrem especialmente nas células de parênquima axial ou radial, a sua presença e tipo têm importância taxonômica, como mostrado por Jansen et al. (2002) em estudo com espécies de Rubiaceae. Além disso, a variação na quantidade de cristais está associada a respostas das plantas ao ambiente. Barajas-Morales (1985), estudando árvores em florestas seca e úmida, e Lima et al. (2009) em *Enterolobium contortisiliquum* ocorrendo na Caatinga e em Floresta, encontraram maior quantidade de cristais em ambientes mais secos.

Observou-se, também, grande concentração de grãos de amido nos raios e parênquima axial. De acordo com Esau (1965), os caules de espécies lenhosas, em muitos casos, funcionam como estoque de uma série de substâncias de reserva de longo ou curto prazos, sendo as células de parênquima radial e axial os principais locais de estocagem. Braun (1984) sugere que os açúcares armazenados no parênquima axial e radial podem ser transferidos para os vasos, contribuindo para manter a pressão osmótica elevada e a continuidade do fluxo de água, quando este é reduzido, por exemplo, pela queda das folhas e conseqüente diminuição da transpiração. Esta proposta foi reforçada pelos estudos de Fromard et al. (1995) e Hacke e Sperry (2003), que estudaram o potencial hídrico e a pressão osmótica em espécies lenhosas. Assim, supõe-se que a grande presença de amido encontrada em *A. sidifolia* possa estar relacionada à segurança do xilema no período seco entre os meses de abril a setembro.

Observou-se a presença de canais radiais, também notados por Dias-Leme (1994) em *A. sidifolia* nos lenhos da raiz e do caule. Richter e Dallwitz (2010) descrevem a mesma estrutura em *Alchornea triplinervia*, denominando-a laticíferos ou tubos taníferos. Segundo Metcalfe (1967), os canais laticíferos, ou simplesmente laticíferos, ocorrem também nos raios, sendo constituídos por grandes canais radiais que contêm látex. Conforme a IAWA (1989), laticífero é o termo empregado para descrever fendas de ocorrência esporádica, orientadas radialmente através do lenho de árvores de espécies produtoras de látex. Como nas espécies de Euphorbiaceae é comum a ocorrência de látex, infere-se que tal estrutura possa ser uma região de armazenamento desta substância. Wiedenhoef et al. (2009) compilaram uma série de artigos mostrando laticíferos em várias espécies de *Croton*, que ocorrem através e no mesmo sentido dos raios e possuem a dimensão de uma célula de parênquima radial, sendo, portanto, menores e bem diferentes dos canais radiais ou laticíferos aqui observados em *Alchornea sidifolia*.

Os laticíferos permeiam vários tecidos das plantas, e dividem-se em dois tipos: articulados ou compostos, constituídos por uma série de células usualmente alongadas (vasos laticíferos), e não articulados ou simples, formados por uma única célula que se destaca das demais por se apresentar grandemente alongada (Esau, 1965; Fahn, 1974). A função do látex nas plantas ainda não está totalmente esclarecida, no entanto é possível que esteja ligado às funções de excreção e secreção enquanto fornece à planta uma forma de defesa contra insetos ou quadrúpedes herbívoros, provocada principalmente pela presença de compostos repelentes no látex (Monteiro et al., 2007; Pickard, 2007).

4.2 Análise Quantitativa

Como visto na Tabela 1, o lenho de *Alchornea sidifolia* mostrou poucas variações no sentido medula-casca, no entanto, notaram-se aumentos no comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontuações intervasculares. Esse padrão de aumento das fibras parece ser bem comum entre as espécies nativas, uma vez que foi observado por muitos autores em várias espécies de diferentes famílias.

São exemplos os trabalhos de Melo et al. (2006) com sete espécies de madeiras do semiárido, Ribeiro e Barros (2006) em *Pseudopiptadenia contorta*, Testoni et al. (2009) em *Plathymenia reticulata*, Andrade et al. (2009) em *Gallesia integrifolia*, Garcia et al. (2009) em *Cariniana legalis*, Lima et al. (2008) em *Cupania vernalis* e Suckow et al. (2009) para *Anadenanthera colubrina*; e também em espécies exóticas, como citado por Gonçalves et al. (2007) em *Tectona grandis* e Roque e Tomazzelo Filho (2009) em *Gmelina arborea*.

Aumento no diâmetro dos vasos na direção da casca foi mencionado por Dünisch et al. (2004) em *Ilex paraguariensis* e Zanon et al. (2008) em *Croton floribundus*, esta última também Euphorbiaceae.

Por meio do estudo da variação radial é possível estabelecer a transição entre madeira juvenil e adulta, feita com base nas alterações das características anatômicas (Bhat et al., 2001). Considerando o DAP médio de 30 cm dos troncos de *A. sidifolia*, como foram retiradas seis amostras radiais, cada uma corresponde a cerca de 5 cm. Ao analisar os dados, nota-se que o comprimento das fibras e o diâmetro dos vasos foram significativamente maiores nas posições 80 e 100%, o que pode caracterizar a formação de lenho adulto nos últimos 10 cm do tronco.

4.3 Correlação entre Anatomia e Densidade

No presente estudo o valor médio encontrado para a densidade básica ($0,38 \text{ g cm}^{-3}$) é semelhante ao descrito por Jankowsky et al. (1990) em *Alchornea triplinervia* ($0,37 \text{ g cm}^{-3}$). Nos indivíduos analisados, para a maioria das características não houve diferença estatística significativa, o que indica pequena variação na madeira de *Alchornea sidifolia*. Embora a densidade básica e o lume das fibras não apresentaram variação radial, observou-se uma relação negativa ($R^2 = 0,70$, Figura 7) entre a propriedade física e a característica anatômica, que pode ser interpretada da seguinte forma: o lume das fibras representa espaços vazios nestas células que não contribuem com a massa e, conseqüentemente com a densidade, desta forma maiores valores de lume estão associados aos menores valores de densidade.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

5 CONCLUSÕES

Em geral as características anatômicas são semelhantes às encontradas em outras espécies do gênero, no entanto se destaca a presença de fibras gelatinosas próximas da marcação da camada de crescimento; grande presença de cristais e amido observados em todas as posições radiais, além de canais radiais.

A madeira mostrou-se anatomicamente homogênea, tendo em vista que a variação radial dos elementos celulares ocorreu apenas para o comprimento das fibras, diâmetro dos vasos e diâmetro das pontoações intervasculares.

O alto valor do lume das fibras está associado a menores valores de densidade básica.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio laboratorial de Sonia R. G. Campião da Seção de Madeira e Produtos Florestais do Instituto Florestal e a Diego Romeiro pelo auxílio na preparação das pranchas com as fotos do lenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, I.M. et al. Efeito da procedência na variação radial do comprimento de fibras e densidade básica da madeira de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 39-43. (**IF Sér. Reg.**, n. 40, 2009).

ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. I: Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, v. 21, p. 3-30, 2000.

BAAS, P. et al. Evolution of xylem physiology. In: POOLE, I.; HEMSLEY, A. (Ed.). **Evolution of plant physiology**. London: Elsevier Academic Press, 2004. p. 27-295. (Linnean Society Symposium Series).

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bull.**, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BARROSO, G.M. et al. **Sistemática de angiospermas**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2002. v 1, 309 p.

BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University, 1976. p. 121, 276

BHAT, K.M.; PRIYA, P.B.; RUGMINI, P. Characterization of juvenile wood in teak. **Wood Science Technology**, v. 34, p. 517-532, 2001.

BRAUN, H.J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, whit some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin n.s.**, v. 5, n. 4, p. 275-294, 1984.

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

CALLADO, C.H. et al. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v. 22, n. 1, p. 29-42, 2001.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI. (2010 onwards). **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 5 abr. 2010.

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

DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DIAS-LEME, C.L. **Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica**. 1994. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

DÜNISCH, O.; REISSMANN, C.B.; OLISZESKI, A.V. Variability of vessel characteristics in xylem of *Ilex paraguariensis* (mate-tree) from south Brazil. **IAWA Journal**, v. 25, n. 4, p. 449-458, 2004.

ESAU, K. **Plant anatomy**. 2. ed. New York: John Wiley, 1965. 767 p.

FAHN, A. **Plant anatomy**. London: Pergamon Press, 1974. v. 2, 611p.

FOELKEL, C.E.B. Método do máximo teor de umidade aplicado à determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, n. 23, p. 65-74, 1971.

FROMARD, L. et al. Control of vascular sap Ph by the vessel-associated cells in woody species. **Plant Physiology**, v. 108, p. 913-918, 1995.

GARCIA, M.F. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento de fibras de diferentes procedências de *Cariniana legalis* – Lecythidaceae. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 75-80. (**IF Sér. Reg.**, n. 40, 2009).

GONÇALVES, M.P.M. et al. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 70-75, 2007.

HACKE, U.G.; SPERRY, J.S. Limits to xylem refilling under negative pressure in *Laurus nobilis* and *Acer negundo*. **Plant, Cell and Environment**, v. 26, p. 303-311, 2003.

HOADLEY, B. **Understanding wood: a craftsman's guide to wood technology**. 2nd ed. Newtown: Taunton, 2000. 280 p.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, n. 10, p. 220-332, 1989.

JANKOWSKY, I.P. et al. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 172 p.

JANSEN, S. et al. A survey of the systematic wood of the Rubiaceae. **IAWA Journal**, v. 23, n. 1, p. 1-67, 2002.

KRONKA, F.J.N. et al. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S.M.B.; AGUIAR, O.T. Variação radial da densidade celulares de *Cupania vernalis* Camb. da Serra da Cantareira/SP. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAMEN, 2008. CD Rom.

LIMA, R.S. et al. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 2, p. 361-374, 2009.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p.

MARCATI, C.R., ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001.

MELO, R.R. et al. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, n. 7, p. 1-8, 2006.

METCALFE, C.R. Distribution of latex in the plant kingdom. **Economic Botany**, v. 21, n. 2, p. 115-127, 1967.

MONTEIRO, M.H.D.A.; ANDREATA, R.H.P.; NEVES, L.J. Estruturas secretoras em Sapotaceae. **Pesquisas Botânicas**, n. 58, p. 253-262, 2007.

NAKATA, P.A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plant. **Plant Science**, v. 164, p. 901-909, 2003.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1964. v.1, 643 p.

PAVIANI, T.I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, n. 30, p. 1076-1086, 1978.

SANTINI JUNIOR, L. et al. Análise anatômica qualitativa e quantitativa e densidade básica da madeira de *Alchornea sidifolia* Müll. Arg. (Euphorbiaceae).

PICKARD, W.F. Laticifers and secretory ducts: two other tube systems in plants. **New Phytologist**, v.177, n. 4, p. 877-888, 2007.

RIBEIRO, M.L.; BARROS, C.F. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae - Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de Floresta Atlântica. **Acta Botânica Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 839-844, 2006.

RICHTER, H.G., DALLWITZ, M.J. (2000 onwards). **Commercial timbers:** descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June 2009. Disponível em: <<http://delta-intkey.com>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

ROQUE, R.M.; TOMAZZELO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 83, p. 273-285, 2009.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. 2nd ed. Ames: State College Press, 1951. 228 p.

S.A.S. INSTITUTE INC. **SAS procedures guide. Version 8 (TSMO)**. Cary, 1999. 454 p.

SECCO, R.S. Uma espécie e uma combinação novas de *Alchornea* Sw. (Euphorbiaceae) da Bolívia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 141-146, 1999.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SMITH, L.B., DOWNS, R.J.; KLEIN, R.M., Euphorbiaceae. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 408 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

SUCKOW, I.M.S. et al. Anatomia da madeira e densidade básica de angico-branco *Anadenanthera columbrina* (Vell.) Brenan. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 131-135. (**IF Sér. Reg.**, n. 40, 2009).

TESTONI, L. et al. Variação anatômica da madeira de *Platymenia reticulada* e sua influência na densidade aparente e velocidade de propagação do som. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 3., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2009. p. 125-130. (**IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 40, 2009).

TOMAZELLO FILHO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 46-55, 2004.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, n. 12, p. 275-332, 1991.

WIEDENHOEFT, A.C; RIINA, R.; BERRY, P.E. “Ray-intrusive” laticifers in species of *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae). **IAWA Journal**, v. 30, n. 2, p.135-148, 2009.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. **IAWA Journal**, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZANON, B.R. et al. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares de *Croton floribundus* Spreng. na Serra da Cantareira, SP. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FLORESTAL, 2., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 2008. p. 25-29. (**IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 36, 2008).