

ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA DE CLONES DE *EUCALYPTUS*

Bibiana Arango Alzate^{*†}

^{*}Universidad Pontificia Bolivariana, Cq. 1 #70-01, of. 7-07, Medellín, Colombia.

Recibido 16 Febrero 2009; aceptado 26 Marzo 2009
Disponible en línea: 30 Junio 2009

Resumo: Nos últimos tempos, foi introduzido o conceito de uso múltiplo do lenho das árvores com a utilização da madeira como fonte de celulose e papel, madeira sólida e outras aplicações como estratégia de aumento da rentabilidade do empreendimento florestal. Pelo exposto, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo caracterizar a madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* através da descrição da estrutura anatômica da madeira das árvores. Em condições de laboratório, as amostras de madeira foram preparadas e analisadas com respeito aos parâmetros de qualidade da madeira anatômicos (caracterização da estrutura anatômica e variabilidade radial das dimensões das fibras) observando-se variações quali e quantitativas dos elementos anatômicos da madeira entre espécies e híbrido de *Eucalyptus*. Copyright © 2007 UPB.

Abstract: In recent times the tree firewood multiple-uses concept has been introduced like the use of wood as source of paper cellulose, solid wood and other applications, used strategically to increase the profitability of the forestry enterprise. For that reason, this paper aimed to characterize the timber trees clones of *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* through the description of the anatomical structure of wood from trees. In laboratory conditions, samples of wood were prepared and analyzed with respect to the quality parameters of wood anatomy (characterization of the anatomical structure and variability of the radial dimensions of the fibers) observing the qualitative and quantitative variations of the anatomical elements of wood between species and hybrids of *Eucalyptus*. Copyright © 2007 UPB.

Keywords: Eucalyptus, wood, anatomy, hybrid

[†] Autor al que se le dirige la correspondencia:
Tel. (+574) 4159091ext 9893, fax 4159083
E-mail: bibiana.arango@upb.edu.co (Bibiana Arango).

1. INTRODUCCIÓN

No Brasil, os novos materiais genéticos de espécies e híbridos, multiplicados pelo processo de clonagem, existentes em ensaios experimentais e em plantações comerciais, necessitam no desenvolvimento das etapas das pesquisas, serem analisados com relação aos parâmetros de qualidade da madeira. Nesse aspecto, ocorreu nas últimas décadas, a partir da experiência de outros países, como a África do Sul ([Malan & Hoon, 1992](#); [Poynton, 1981](#) e [Schonau, 1991](#)) uma alteração com relação à utilização final da madeira, sendo introduzido um novo conceito denominado de “uso múltiplo da madeira” ou “uso da madeira para múltiplos fins” ([Nahuz, 1995](#); [Nahuz, 1997](#) e [Nahuz et al., 1998](#)). Dessa forma, além da utilização preferencial do tronco das árvores de eucaliptos como matéria prima para a celulose e papel ([Busnardo et al., 1978](#); [Barrichello et al., 1975](#); [Foelkel et al., 1978](#) e [Gonzaga, 1983](#)), conforme inicialmente concebidos as plantações, outras aplicações foram agregadas, como as da madeira sólida serrada (Santos, 1994), energia e chapas ([Garlipp, 1982](#); [Moro, 1994](#)).

Para a caracterização tecnológica da madeira das árvores de eucaliptos, atendendo aos requisitos preconizados no seu uso para múltiplos fins, é essencial a aplicação de métodos de análise anatômicos, físicos e químicos. Os métodos anatômicos permitem a perfeita caracterização da estrutura da madeira, a determinação das dimensões das células, as similaridades entre as árvores, as variações no sentido medula-casca e base-topo do tronco, etc. ([Shimoyama, 1990](#); [Tomazello Filho, 1985](#); [1998](#)).

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* através da caracterização e descrição da estrutura anatômica da madeira das árvores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estrutura anatômica da madeira e suas variações em árvores de eucaliptos

Estrutura anatômica da madeira. Os elementos de vaso, fibras, parênquima radial e longitudinal compõem a estrutura anatômica da madeira dos eucaliptos, com variações dentro e entre diferentes grupos de espécies. As características da estrutura anatômica da madeira possibilitam a identificação de muitas espécies de *Eucalyptus* ([Dadswell, 1972](#)).

Desta forma, o estudo das características anatômicas dos eucaliptos pode ser realizado para a identificação da espécie e para preconizar suas propriedades tecnológicas ([Oliveira, 1997](#)). [Alfonso \(1987\)](#) caracterizou o lenho das principais espécies de *Eucalyptus* utilizadas no Brasil, observando que as madeiras possuem estrutura anatômica homogênea, com pouca variação entre amostras de uma mesma espécie. Afirma também que as condições climáticas podem alterar a estrutura anatômica da madeira, influenciando nos resultados das análises.

As características anatômicas constituem-se em um índice de qualidade, além da composição química e as características físicas da madeira, compondo os fatores que estão relacionados alterando as propriedades da madeira ([Haygreen & Bowyer, 1982](#)).

[Segundo Oliveira \(1997\)](#), a relação entre o volume ocupado pelos vasos, fibras (espessura da parede) e parênquima são fatores importantes nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de diferentes espécies de eucaliptos, além da sua permeabilidade a líquidos e gases.

A espessura da parede das fibras está relacionada aos fatores genéticos, ambientais e à idade da árvore, sendo importante no controle das propriedades do papel, principalmente a sua resistência ao rasgo ([Shimoyama, 1990](#)).

Com respeito ao comprimento das fibras, [Hillis & Brown \(1978\)](#) afirmaram que a diferença entre a madeira formada ao longo da idade em uma árvore são maiores do que as existentes entre as árvores de uma mesma espécie. Verificaram que

para espécies de eucaliptos, o comprimento, diâmetro e a espessura da parede das fibras aumentam com a idade, com valores máximos do 10º ao 30º ano.

O comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras da madeira dos eucaliptos, representam diferentes estágios de seu desenvolvimento e são controlados por processos fisiológicos distintos ([Shimoyama, 1990](#)). O comprimento das fibras é diretamente influenciado pelas divisões periclinais das células cambiais controladas pela taxa de hormônios ligados a sazonalidade, condições ambientais e fatores genéticos.

Variações da estrutura anatômica da madeira. O diâmetro dos vasos e a sua porcentagem em volume variam inversamente com a espessura dos anéis de crescimento, relação comumente encontrada no lenho formado nos períodos mais secos e quentes do ano. Igualmente, as porcentagens de fibras, vasos e parênquima variam consideravelmente no lenho próximo à medula e a casca e entre espécies, com os vasos usualmente menores e mais numerosos perto da medula ([Hillis & Brown, 1978](#)).

[Segundo Oliveira \(1997\)](#) os tecidos fibrosos ocupam de 30 a 70 % do volume, sendo mais abundantes nas madeiras de alta massa específica. Desta forma, o estudo do lenho sob o aspecto microscópico deve considerar características como o comprimento, o diâmetro e a espessura das paredes celulares.

[Rocha et al. \(2002\)](#) estudando a variação da estrutura anatômica da madeira de *E. grandis* com sete anos de idade concluíram que a árvore dominante apresentou fibras mais longas, paredes celulares mais espessas, diâmetro dos vasos mais largos e raios mais altos no sentido radial, verificaram aumento das dimensões das fibras, do comprimento e diâmetro tangencial dos vasos; redução da frequência dos vasos, dos valores das dimensões dos raios e de sua frequência.

[Carvalho \(2000\)](#) relatou valores médios de 1,07 mm, 17,48, 8,49, e 4,49 µm para o comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras da madeira de *E. grandis x urophylla* com sete anos de idade.

A anatomia da madeira de árvores de *E. grandis* com vinte e quatro anos foi estudada por [Paula](#)

[\(1995\)](#) verificando um aumento das dimensões dos elementos anatômicos (vasos, raios e fibras) e da densidade básica no sentido medula-casca, a exceção da frequência de vasos e raios, afirmando existir uma relação positiva entre a idade e a densidade da madeira.

[Davidson \(1972\)](#), [Barrichelo & Brito \(1976\)](#), [Barrichelo & Brito \(1977\)](#), [Barrichelo \(1979\)](#), [Vasconcellos Dias & Claudio da Silva Jr. \(1985\)](#), [Shimoyama \(1990\)](#), [Vital et al. \(1994\)](#) afirmaram existir uma relação positiva entre a densidade e as dimensões dos componentes anatômicos da madeira das espécies de eucaliptos. [Panshin & De Zeeuw \(1980\)](#) afirmaram que as variações da densidade são resultado das dimensões das fibras e da interação com a quantidade de componentes passíveis de extração por unidade de volume das madeiras.

[Malan \(1995\)](#) observou que no sentido longitudinal, a largura das fibras não apresentou diferenças significativas, ao contrário do seu comprimento na madeira de eucalipto. A densidade da madeira varia com a espessura da parede das fibras, influenciando na sua flexibilidade. [Silva \(1996\)](#) observou que o comprimento das fibras de dois híbridos de eucalipto com seis anos não apresentou diferença significativa.

A variação das dimensões das fibras, no sentido radial, de amostras de madeira de *E. saligna*, com quatro anos de idade, procedentes do Brasil, foi obtida por [Ohbayashi e Shiokura \(1997\)](#). As análises mostraram que o comprimento das fibras aumentou rapidamente nos primeiros anos, com praticamente o dobro do comprimento quando próximas à casca, independente do diâmetro das árvores.

[Demuner & Bertolucci \(1993\)](#) obtiveram estimativas médias da herdabilidade de nove híbridos de *E. grandis x urophylla*, com cinco anos de idade, em três locais da região de Aracruz-ES, para o diâmetro das fibras, dos vasos e para a espessura da parede celular, com valores de 0,81; 0,86 e 0,7 µm respectivamente.

[Florsheim et al. \(2000\)](#) estudando a madeira de árvores de *E. saligna*, aos sete anos de idade, observaram diferenças para a largura e frequência dos raios para as classes de diâmetro, altura da árvore e posição radial, com os maiores valores obtidos na classe dominante.

A largura e espessura da parede das fibras mostram uma clara relação com a densidade básica da madeira, com as fibras de maiores diâmetros e paredes espessas mostrando correlação estatística positiva, e as largas e de paredes finas, correlação negativa ([Shimoyama, 1990](#)). Para a madeira de *E. grandis*, quanto maior a largura das fibras, menor é o valor da densidade básica da madeira, [Vasconcellos Dias & Claudio da Silva Jr. \(1985\)](#).

[Ruy \(1998\)](#) afirmou que certas características anatômicas como comprimento, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras, porcentagens de vasos e de parênquima, possuem relação com a densidade básica da madeira e exerce sua influência nas propriedades e usos finais da madeira.

[Shimoyama & Barrichelo \(1991\)](#), estudando a influência das características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, com sete anos de idade, encontraram maior influência dos parâmetros anatômicos.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Caracterização do local e do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Rosa, no município de São Miguel Arcaño-SP, de propriedade da Cia Suzano de Celulose e Papel em agosto de 1992. A área experimental encontra-se na longitude de 47° 98' W, latitude de 23° 88' S e altitude de 660 m. A precipitação média anual é de 1.174 mm, a temperatura média anual de 18-19 °C, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos e julho e agosto os mais secos. As temperaturas mais elevadas ocorrem de dezembro a março e as mais baixas de junho a julho, com possibilidade de ocorrência de geadas. O experimento ocupou uma área de 1,47 ha, com o espaçamento de plantio de 2,70 x 2,23 m e aplicação de 140 g de NPK (6-30-6) e 200 g de FAPS/planta.

3.2. Espécies e híbrido

Foram utilizados clones de *Eucalyptus grandis*, de *E. saligna* e de *E. grandis* x *urophylla*. Os clones de *E. grandis* foram selecionados de plantações estabelecidas com sementes procedentes de Pomar de Sementes do Horto de Rio Claro-SP, os de *E. saligna* de várias plantações e áreas experimentais da Cia Suzano de Celulose e Papel, os de *E. grandis* x *urophylla* de sementes provenientes da Cia Aracruz de Celulose, plantadas no município de Biritiba Mirim-SP, da Cia Suzano de Celulose e Papel.

3.3. Seleção dos clones

O experimento constou de diferentes números de clones para as 2 espécies e híbrido de eucaliptos, sendo 37 clones para o *E. grandis*, 17 para o *E. saligna* e 27 para o *E. grandis* x *urophylla* em ensaio instalado com delineamento de 5 blocos ao acaso com 6 árvores/clonerepetição. Do total de clones das 2 espécies e híbrido de eucaliptos foram selecionados os 5 melhores, com base nos valores do DAP, altura total e da copa, retidão do caule, etc. Em seguida, para cada clone foram selecionadas as 2 melhores árvores de cada bloco, com 10 árvores por clone, sendo 50 árvores de *E. grandis*, de *E. saligna* e de *E. grandis* x *urophylla*, constituindo um total de 150 árvores amostradas.

3.4. Coleta das amostras do lenho lenh lenh

As árvores dos clones selecionados foram cortadas, desramadas e retirados cilindros de lenho (3,5-4,5 cm de espessura) no DAP. As amostras do lenho/árvore foram identificadas com um código numérico (clone, bloco e repetição), armazenadas em sacos plásticos e transportadas.

3.5. Caracterização da estrutura anatômica microscópica do lenho

Para cada clone foram selecionadas 2 árvores e, destas, as amostras do lenho no DAP (total de 30 amostras), nas quais foram demarcadas as posições de transição do cerne/alburno. Nessa posição, em cada amostra do lenho, foram cortados corpos de prova (1x1x1,5 cm) orientados nos planos transversal, longitudinal radial e tangencial e em seguida imersos em água até sua saturação. Os blocos de lenho foram amolecidos em água à ebulição e fixados em micrótomo de

deslize, para a obtenção de cortes finos (15-20 μm de espessura) dos 3 planos, que foram transferidos para vidros de relógio. Os cortes histológicos foram clarificados (água cândida, 1:1), lavados (água destilada, ácido acético 1%), desidratados (série alcoólica, 30-100%), lavados (xilol), corados (safranina) e montados (sob lâmina, bálsamo de Canadá) (Johansen, 1940 & Sass, 1951). As avaliações quali e quantitativas da estrutura anatômica microscópica do lenho dos clones das 2 espécies e híbrido de eucaliptos, foram realizadas sob microscopia, aplicando-se o programa de análise de imagem para mensuração de elementos anatômicos (Pirola, 2002) e descritas de acordo com as Normas da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (COPANT, 1974), da IAWA List of Microscopic Feature for Hardwood Identification ([IAWA-Committee, 1989](#)) e as Normas e Procedimentos em Estudos da Anatomia da Madeira ([IBAMA, 1992](#))

3.6. Variação radial das dimensões das fibras

Para cada clone foram selecionadas 3 árvores e destas, as amostras do lenho do DAP (total de 45 amostras), nas quais foram delineadas sub-amostras radiais (medula-casca) e demarcados e cortados corpos de prova nas posições 0, 25, 50, 75 e 100 % do raio. As sub-amostras do lenho (total de 225 corpos de prova) foram submetidas ao processo de maceração. Amostras do lenho foram seccionadas e transferidas para tubos de ensaio (ácido acético + peróxido de hidrogênio – 120 vol 1:1), que foram perfeitamente fechados e transferidos para estufa (60 °C, 48 h) ([Franklin, 1937](#); [Berlyn, 1976](#)). Esgotada a solução macerante a suspensão de células foi lavada em água e estas coradas (safranina), montadas lâminas histológicas. Destas foram mensuradas as fibras (comprimento, espessura da parede, largura e diâmetro do lume) em microscópio com ocular micrométrica. A partir dos gráficos obtidos para cada uma das dimensões das fibras, foram elaboradas tabelas com as respectivas equações

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Anatomia da madeira dos clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla*

A descrição quantitativa e qualitativa da estrutura anatômica da madeira dos clones de *Eucalyptus*

grandis, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* é apresentada a seguir:

Estrutura anatômica da madeira dos clones de Eucalyptus grandis Cerne distinto do alborno e de cor rosa claro, brilho moderado, odor imperceptível, gosto imperceptível, densidade de massa baixa a média, macia ao corte, grã direita, textura média. Camadas de crescimento bem distintas, demarcadas pela espessura da parede celular das fibras. Vasos visíveis a olho nu e sob lente (10x); difusos; arranjo diagonal; solitários predominantes (97%) e múltiplos de 2 (geminados) (3%), frequência 9-14/mm²; diâmetro tangencial do lume 61,44-138,7 μm , média 106 μm e desvio padrão 20,49, de formato ovalado com maior frequência do que o esférico; comprimento 242,04-509,29 μm , média 336,19 μm e desvio padrão 90,42; apêndice curto, menor que 1/3 do comprimento do vaso e em ambos extremos; placas de perfuração simples; depósitos indistintos; pontoações intervasculares indistintas; pontoações raio-vasculares areoladas, alternas, arredondadas, abundantes, diâmetro tangencial 4,46-6,25 μm , média de 5,58 μm e desvio padrão de 1,05; pontoações parênquimo-vasculares alternas, circulares a ovaladas, abundantes, diâmetro tangencial 5,16-6,27 μm , média de 5,91 μm e desvio padrão de 0,59. Fibras libriiformes com pontoações muito pequenas, septadas, fibrotraqueides presentes (com pontoações areoladas, grandes), curtas a longas, comprimento 670-1230 μm , média 1030 μm e desvio padrão 0,23; largura 17,71-22,77 μm , média 20,99 μm e desvio padrão 2,01; diâmetro do lume 6,35-10,67 μm , média 9,58 μm e desvio padrão 1,84; espessura da parede delgada 3,64-7,65 μm , média 5,70 μm e desvio padrão 1,52. Parênquima axial invisível a olho nu e distinto sob lente (10x); paratraqueal escasso; células de tipo seriado. Parênquima radial (raios) visível sob lente (10x), unisseriados predominantes (97%) e localmente bisseriados raros (3%); altura 0,16-0,18 mm, média 0,16 mm e desvio padrão 0,01; frequência 13-16/mm, média 15/mm e desvio padrão 1,36; 51 homocelulares, procumbentes; com 6-21 linhas de células; largura variando de 13,96-19,12 μm ([Fig. 1](#)).

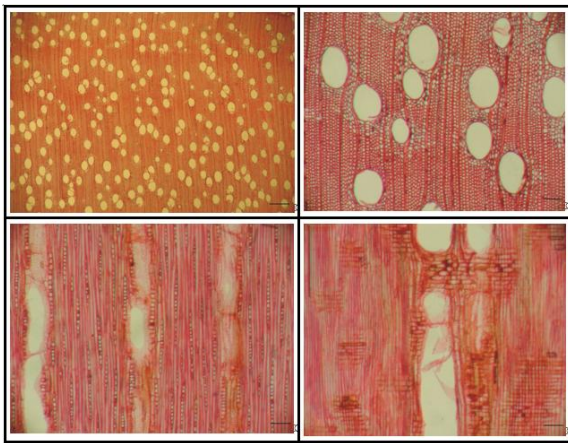


Fig 1. *Eucalyptus grandis* – (a) seção transversal (10x), (b) seção transversal (50x), (c) seção longitudinal tangencial (50x) e (d) seção longitudinal radial (50x). Escala de barra _____ 10x = 1mm; 50x = 250 μ m.

Estrutura anatômica da madeira dos clones de Eucalyptus saligna Cerne distinto do albarno e de cor rosa claro, brilho moderado, odor imperceptível, gosto imperceptível, densidade de massa baixa a média, macia ao corte, grã direita, textura média. Camadas de crescimento pouco demarcadas devido à maior espessura da parede das fibras em ambos os lenhos (primaveril e outonal). Vasos visíveis a olho nu ou lente (10x); difusos; arranjo diagonal; solitários (98%) e múltiplos (2%) em grupos de 2, frequência 10-12/mm²; diâmetro tangencial do lume 80,73-161,4 μ m, média 100,61 μ m e desvio padrão 20,12 e forma ovalada a circular; comprimento 211,43-418,24 μ m, média 325,42 μ m e desvio padrão 94,1; apêndice curto, menor que 1/3 do comprimento do vaso e em ambos extremos; placas de perfuração simples; depósitos indistintos; pontoações intervasculares indistintas;

pontoações raio-vasculares areoladas, alternas, arredondadas, abundantes, diâmetro tangencial 2,69-6,06 μ m, média de 4,07 μ m e desvio padrão de 1,19; pontoações parênquimo-vasculares alternas, circulares a ovaladas, abundantes, diâmetro tangencial 3,71-5,62 μ m, média de 4,87 μ m e desvio padrão de 0,76. Fibras com pontoações indistintas, curtas a longas, comprimento 640-1170 μ m, média 950 μ m e desvio padrão 0,22; largura 16,52-20,12 μ m, média 18,67 μ m e desvio padrão 1,32; diâmetro do lume 8,56-11,35 μ m, média 10,14 μ m e desvio padrão 1,07; espessura da parede delgada 3,33-5,78 μ m, média 5,01 μ m e desvio padrão 1,98;

fibrotraqueídes, com pontoações areoladas grandes. Parênquima axial abundante invisível a olho nu e distinto sob lente (10x); vasicêntrico com bainhas mais largas, as vezes localizadas em maior quantidade em um dos lados do vaso, outras vezes envolvendo todo o arranjo oblíquo dos vasos; células de tipo seriado. Parênquima radial (raios) visível sob lente (10x), unisseriados (97%) e bisseriados (3%); altura 0,15-0,18 mm, média 0,16 mm e desvio padrão 0,01; frequência 10-16/mm, média 13/mm e desvio padrão 2,35; homocelulares, procumbentes; com 4-12 linhas de células; largura variando de 11,11-23,36 μ m (Fig. 2).

Estrutura anatômica da madeira dos clones de Eucalyptus grandis x urophylla Cerne distinto do albarno e de cor rosa claro, brilho moderado, odor imperceptível, gosto imperceptível, densidade de massa baixa a média, macia ao corte, grã direita, textura média. Camadas de crescimento pouco demarcadas devido à espessura da parede das fibras nos dois lenho (primaveril e outonal).

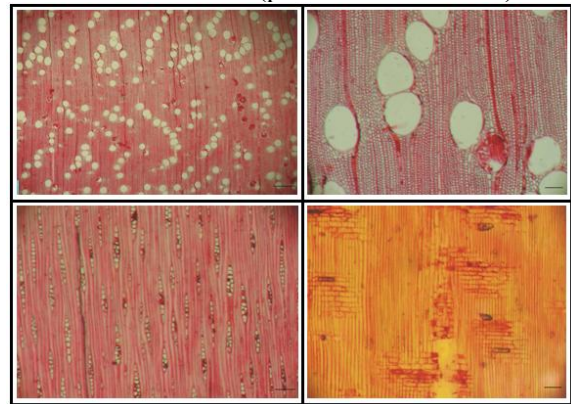


Fig 2. *Eucalyptus saligna* – (a) seção transversal (10x), (b) seção transversal (50x), (c) seção longitudinal tangencial (50x) e (d) seção longitudinal radial (50x). Escala de barra _____ 10x = 1mm; 50x = 250 μ m.

Vasos visíveis a olho nu ou lente (10x); difusos; arranjo diagonal; solitários predominantes (98%), raros geminados (2%), as vezes formando arranjos oblíquos, frequência 8-13/mm²; diâmetro tangencial do lume 76,91-133,25 μ m, média 103,63 μ m e desvio padrão 14,81 e forma predominante ovalada a circular; comprimento 239,86-482,78 μ m, média 342,26 μ m e desvio padrão 104,79; apêndice curto, menor que 1/3 do comprimento do vaso e em ambos extremos; placas de perfuração simples; depósitos indistinto; pontoações intervasculares indistintas;

pontoações raio-vasculares areoladas, alternas, arredondadas, abundantes, diâmetro tangencial 4,59-7,43 μm , média de 5,33 μm e desvio padrão de 1,03; pontoações parênquimo-vasculares alternas, circulares a ovaladas, abundantes, diâmetro tangencial 4,28-6,56 μm , média de 5,43 μm e desvio padrão de 0,87. Fibras com pontoações indistintas, curtas a longas, fibrotraqueídes presentes, com pontoações areoladas, grandes, comprimento 620-1270 μm , média 1030 μm e desvio padrão 0,25; largura 17,28-20,93 μm , média 19,69 μm e desvio padrão 1,59; diâmetro do lume 7,33-10,48 μm , média 9,68 μm e desvio padrão 1,32; espessura da parede delgada com 3,48-6,71 μm , média 5,01 μm e desvio padrão 1,98. Parênquima axial invisível a olho nu e distinto sob lente (10x); vasicêntrico, de bainhas estreitas; células de tipo seriado. Parênquima radial (raios) visível sob lente (10x), unisseriados (97%) e bisseriados (3%); altura 0,16-0,20 mm, média 0,18 mm e desvio padrão 0,02; frequência 10-17/mm, média 14/mm e desvio padrão 2,9; homocelulares, procumbentes; com 10-19 linhas de células; largura variando de 9,13-17,95 μm (Fig. 3).

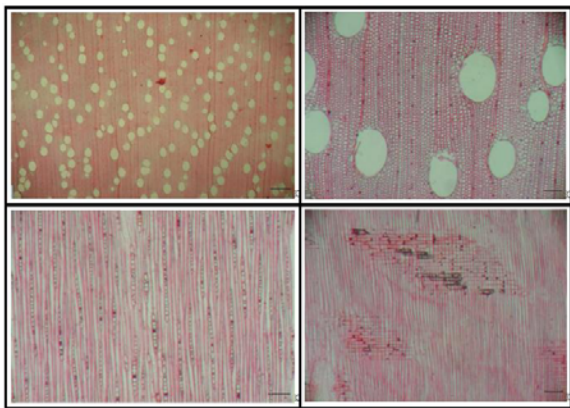


Fig. 3. *Eucalyptus grandis x urophylla* – (a) seção transversal (10x), (b) seção transversal (50x), (c) seção longitudinal tangencial (50x) e (d) seção longitudinal radial (50x). Escala de barra ____ 10x = 1mm; 50x = 250 μm .

Os resultados da análise da estrutura anatômica da madeira das 2 espécies e híbrido de eucaliptos foram semelhantes aos descritos na literatura, embora fossem encontradas pequenas diferenças (Foelkel, 1978; Demuner & Bertolucci, 1993; Malan, 1995; Oliveira, 1997; Florsheim et al. 2000; Silva, 2002; Silva, 2003). Os elementos de vaso apresentados pelas 2 espécies e híbrido de eucalipto concordam, de modo geral, com

inúmeros autores (Dadswell, 1972; Bamber et al. 1982; Foelkel et al. 1983; Tomazello Filho, 1985; Shimoyama, 1990; Rocha et al., 2002), com diferenças na sua frequência, diâmetro tangencial e comprimento, inferiores aos obtidos por alguns autores (Alfonso, 1987; Paula, 1995; Oliveira, 1997; Silva, 2002). Em relação ao parênquima axial paratraqueal escasso nas 2 espécies e híbrido difere do descrito por Alfonso (1987) e Dadswell (1972) que mencionam parênquima paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso, respectivamente. As dimensões do parênquima radial são, em geral, concordantes com as da literatura (Dadswell, 1972; Alfonso, 1983; Alfonso, 1987; Tomazello Filho, 1985; Paula, 1995; Oliveira, 1997; Silva, 2002).

4.2. Variação radial das dimensões das fibras dos clones de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla*

Variação radial das dimensões das fibras dos clones de E. grandis As variações radiais das dimensões das fibras dos clones de *E. grandis* são apresentadas na Fig. 4. As fibras tiveram um expressivo aumento no seu comprimento, da medula até cerca de 75% do raio das amostras, quando os valores mostraram tendência a estabilização; apesar do modelo de variação ser praticamente o mesmo entre os clones, verificam-se diferenças nas dimensões das fibras (Fig. 4a). A largura das fibras mostrou a mesma tendência observada para o comprimento, até 75% do raio das amostras, quando se verificou uma redução do seu valor; diferenças entre clones também foram notadas (Fig. 4b). O diâmetro do lume das fibras mostrou uma redução gradativa no sentido radial, acentuada a partir de 50-75% do raio das amostras, com variações entre clones, com destaque para os clones 19 e 27 (Fig. 4c). A espessura da parede das fibras mostrou nítido modelo de crescimento no sentido radial e homogeneidade dos valores entre clones, a exceção do clone 19, com espessura de parede mais reduzida (Fig. 4d). As respectivas tendências e valores observados nas dimensões das fibras ao longo da seção radial, principalmente para o comprimento e espessura da parede das fibras, são indicadores da presença de madeira juvenil até aproximadamente 75% da seção radial (corresponde a ± 7 anos) e, a partir

deste ponto, a formação de madeira de transição e, após, a adulta ao se estabilizar e/ou aumentar na região próxima à casca.

Observou-se uma tendência polinomial de 2o grau significativa em relação às dimensões das fibras e as diferentes porcentagens do raio das amostras do lenho dos clones de *E. grandis*. O coeficiente de determinação R2 mostrou que a variação do comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura das fibras em função da distância medula-casca é explicada pela curva em 90, 77, 68 e 94 %, respectivamente. As dimensões das fibras mostraram uma influência da distância medula-casca, exceto para o diâmetro do lume das fibras, que mostrou grande variabilidade radial (Tabela 1).

A análise de comparação das médias das dimensões das fibras entre os clones de *E. grandis* nas 5 diferentes porcentagens dos raios das amostras com 5% de significância é apresentada na Tabela 2. Na região da medula (0%) verificaram-se diferenças significativas entre os clones 19-28 e 21-28 para a largura das fibras; a 25% do raio entre os clones 19-28 para a espessura da parede das fibras; a 50% do raio entre os clones 19-21 e 19-28 para o comprimento das fibras; a 75% do raio entre os clones 19-31 para a espessura da parede das fibras e a 100% do raio entre os clones 27-28 para a largura das fibras, 19-28 para o diâmetro do lume.

Variável dependente (Y)	Clone nº	Equação $Y=a+b_1x_1+b_2x^2$	R ²
Compr. (µm)	19	$Y=655+12,7x-0,06x^2$	0,94
	21	$Y=687+7,4x-0,02x^2$	0,90
	27	$Y=654+12,7x-0,06x^2$	0,94
	28	$Y=794+5,7x-0,01x^2$	0,81
	31	$Y=654+11,8x-0,06x^2$	0,89
Largura (µm)	19	$Y=16,9+0,17x-0,001x^2$	0,77
	21	$Y=16,8+0,14x-0,0009x^2$	0,97
	27	$Y=18,1+0,14x-0,0009x^2$	0,66
	28	$Y=18,9+0,12x-0,001x^2$	0,58
	31	$Y=17,6+0,16x-0,001x^2$	0,88
Diâmetro do lume (µm)	19	$Y=9,43+0,11x-0,001x^2$	0,47
	21	$Y=9,27+0,06x-0,0008x^2$	0,75
	27	$Y=10,8+0,04x-0,0008x^2$	0,49
	28	$Y=11,5-0,001x-0,0006x^2$	0,88
	31	$Y=9,96+0,08x-0,001x^2$	0,79
Espessur. (µm)	19	$Y=3,73+0,03x-0,00001x^2$	0,87
	21	$Y=3,77+0,04x-0,00003x^2$	0,94
	27	$Y=3,62+0,05x-0,00004x^2$	0,98
	28	$Y=3,66+0,06x-0,0002x^2$	0,97
	31	$Y=3,83+0,04x-0,00002x^2$	0,95

Tabela 1. Equações de regressão polinomial e coeficiente de determinação em função da distância medula-casca (x) para as dimensões das fibras dos clones de *Eucalyptus grandis*

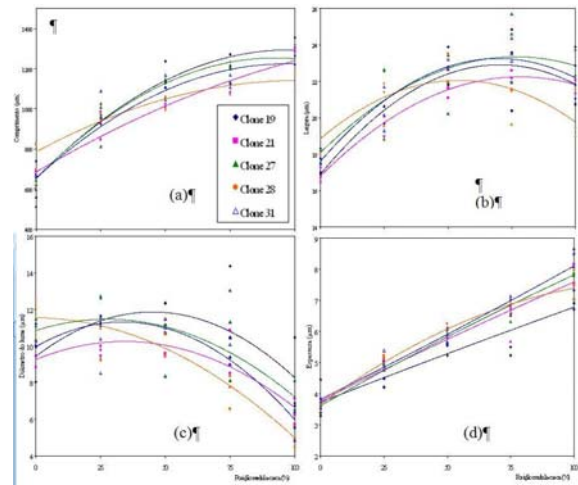


Fig. 4. Variação radial das dimensões (µm) das fibras dos clones de *E. grandis* (a) comprimento, (b) largura, (c) diâmetro do lume, (d) espessura.

Dimensão/ Posição med-casca (%)	Clone (n°)				
	19	21	27	28	31
	Média	Média	Média	Média	Média
Comprimento (µm)					
Q	646,7 A	653,3 A	620 A	783,3 A	630 A
25	943,3 A	923,3 A	1003 A	956,7 A	953,3 A
50	1160 A	1027 B	1117 A B	1017 B	1110 A B
75	1230 A	1063 A	1180 A	1140 A	1137 A
100	1337 A	1290 A	1303 A	1213 A	1260 A
Largura (µm)					
Q	16,95 B	16,82 B	18,05 A B	18,85 A	17,89 A B
25	20,32 A	19,71 A	21,36 A	20,94 A	20,39 A
50	22,45 A	21,56 A	21,87 A	22,71 A	22,89 A
75	22,94 A	22,24 A	24,09 A	20,88 A	23,68 A
100	21,8 A B	21,82 A B	22,63 A	20 B	21,95 A B
Diâmetro do lume (µm)					
Q	9,53 A	9,5 A	10,96 A	11,72 A	10,44 A
25	11,33 A	9,74 A	11,56 A	10,55 A	10,16 A
50	11,4 A	9,92 A	10,1 A	10,5 A	11,33 A
75	11,4 A	9,45 A	10,84 A	7,55 A	9,84 A
100	8,02 A	6,35 A B	6,77 A B	5,6 B	5,6 A B
Espessura (µm)					
Q	3,71 A	3,66 A	3,54 A	3,57 A	3,72 A
25	4,49 B	4,99 A B	4,9 A B	5,2 A	5,12 A
50	5,52 A	5,82 A	5,9 A	6,11 A	5,78 A
75	5,77 B	6,39 A B	6,63 A B	6,67 A B	6,91 A
100	6,89 A	7,73 A	7,93 A	7,5 A	8,18 A

Tabela 2. Dimensões médias das fibras dos clones de *E. grandis* no sentido medula-casca.

Variação radial das dimensões das fibras dos clones de E. saligna As variações radiais das dimensões das fibras dos clones de *E. saligna* são apresentadas na Fig. 5. As fibras mostraram um

aumento no comprimento da medula até a casca e apesar da homogeneidade observada e dos modelos de variação serem praticamente os mesmos entre os clones, verificaram-se diferenças nas dimensões das fibras (Fig. 5a). A largura das fibras mostrou a mesma tendência observada para o comprimento, com diferenças observadas entre clones (Fig. 5b). O diâmetro do lume das fibras mostrou uma redução gradativa no sentido radial, acentuada a partir de 50-75% do raio das amostras, com variações entre clones (Fig. 5c). A espessura da parede das fibras mostrou nítido modelo de crescimento no sentido radial e homogeneidade dos valores entre clones, a exceção do 4, com espessura da parede mais reduzida (Fig. 5d). As tendências e valores observados nas dimensões das fibras ao longo da seção radial, principalmente para seu comprimento e espessura da parede, são indicadores da madeira juvenil até aproximadamente 75% do raio (± 7 anos) e, a partir deste ponto, inicia-se a formação da madeira de transição e, após, a adulta que se estabiliza na região próxima à casca.

Observou-se uma tendência polinomial de 2o grau significativa para a maioria dos clones e das dimensões (Tabela 3), sendo observadas tendências polinomiais lineares para a largura (clone 3) e espessura da parede das fibras (clone 4); por outro lado alguns clones não apresentaram tendência polinomial linear e quadrática para a largura (clones 4 e 12), diâmetro do lume (clones 3 e 4) e espessura da parede das fibras (clone 3). O comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras mostraram uma variação em função da distância medula-casca explicada pelas curvas em 95, 55, 54 e 67%, respectivamente.

A comparação das médias das dimensões das fibras entre os clones de *E. saligna* nas 5 diferentes porcentagens do raio das amostras com uma significância de 5% é apresentada na Tabela 4. A 25% do raio verificaram-se diferenças significativas entre os clones 2-13 para o comprimento; a 50% do raio entre os clones 2-3; 3-12 e 4-12 para o comprimento; a 75% do raio entre os clones 3-12 para o comprimento e a 100% do raio entre os clones 2-13; 3-13 e 4-13 para a espessura da parede das fibras.

Variável dependente (Y)	Clone nº	Equação Y=a+b ₁ x+b ₂ x ² ou Y=a+b ₁ x	R ²
Compr. (µm)	02	Y=645+10,3x-0,05x ²	0,94
	03	Y=686+5,45x-0,01x ²	0,92
	04	Y=608+9,5x-0,04x ²	0,96
	12	Y=610+11,9x-0,06x ²	0,97
	13	Y=616+6,7x-0,005x ²	0,94
Largura (µm)	02	Y=16,9+0,039x-0,0001x ²	0,60
	03	Y=17,5+0,03x	0,27
	04*		
	12*		
	13	Y=15,4+0,09x-0,0004x ²	0,77
Diâmetro do lume (µm)	02	Y=9,84+0,06x-0,0007x ²	0,43
	03*		
	04*		
	12	Y=9,7+0,08x-0,001x ²	0,46
	13	Y=9,01+0,1x-0,001x ²	0,72
Espessur. (µm)	02	Y=3,55-0,01x+0,0003x ²	0,60
	03*		
	04	Y=3,03+0,02x	0,30
	12	Y=3,65-0,006x+0,0003x ²	0,84
	13	Y=3,19-0,006x+0,0004x ²	0,95

Tabela 3. Equações de regressão polinomial e coeficiente de determinação em função da distância medula-casca (x) para as dimensões das fibras dos clones de *Eucalyptus saligna*

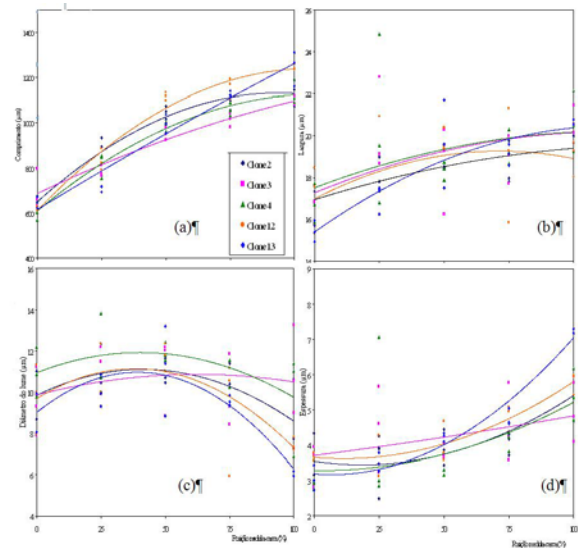


Fig. 5. Variação radial das dimensões (µm) das fibras dos clones de *E. saligna* (a) comprimento, (b) largura, (c) diâmetro do lume, (d) espessura.

Dimensão/ Posição med-casca (%)	Clone (n°)				
	2	3	4	12	13
	Média	Média	Média	Média	Média
Comprimento (µm)					
Q	646,7 A	696,7 A	606,7 A	620 A	646,7 A
25	860 A	783,3 A B	816,7 A B	833,3 A B	710 B
50	1047 A B	9533 C	9867 B C	1117 A	9967 B C
75	1093 A B	1013 B	1060 A B	1153 A	1127 A B
100	1137 A	1097 A	1130 A	1247 A	1247 A
Largura (µm)					
Q	16,79 A	16,49 A	16,77 A	17,12 A	15,42 A
25	18,04 A	20,21 A	20,39 A	17,81 A	17,06 A
50	18,78 A	18,62 A	18,36 A	19,77 A	19,61 A
75	18,52 A	18,93 A	19,4 A	18,83 A	19,11 A
100	19,64 A	20,73 A	20,6 A	19,01 A	20,63 A
Diâmetro do lume (µm)					
Q	9,84 A	9,48 A	10,94 A	9,77 A	9,3 A
25	10,94 A	11,2 A	11,77 A	10,56 A	10,02 A
50	10,94 A	11,01 A	11,93 A	11,72 A	11,15 A
75	10,39 A	9,87 A	11,12 A	9,22 A	9,58 A
100	8,54 A	10,94 A	9,77 A	7,45 A	6,1 A
Espessura (µm)					
Q	3,48 A	3,5 A	2,92 A	3,68 A	3,06 A
25	3,56 A	4,5 A	4,31 A	3,63 A	3,52 A
50	3,92 A	3,8 A	3,21 A	4,02 A	4,23 A
75	4,06 A	4,53 A	4,14 A	4,81 A	4,77 A
100	5,55 B	4,89 B	5,42 B	5,78 A B	7,26 A

Tabela 4. Dimensões médias das fibras dos clones de *E. saligna* no sentido medula-casca.

Varição radial das dimensões das fibras dos clones de E. grandis x urophylla As variações radiais das dimensões das fibras dos clones de *E. grandis x urophylla* são apresentadas na Fig. 6. As fibras mostraram um expressivo aumento no seu comprimento da medula até cerca de 75% do raio das amostras, quando os valores apresentaram tendência a estabilização; apesar do modelo de variação ser praticamente o mesmo entre os clones, verificaram-se diferenças nas dimensões das fibras (Fig. 6a). A largura das fibras mostrou a mesma tendência observada para o comprimento, até 75% do raio das amostras, quando se verificou uma redução do seu valor, diferenças entre clones também foram observadas (Fig. 6b). O diâmetro do lume das fibras mostrou uma redução gradativa no sentido radial, acentuada a partir de 50-75% do raio das amostras, com variações entre clones, destaca-se o clone 9 (Fig. 6c). A espessura da parede das fibras mostrou nítido modelo de crescimento no sentido radial e homogeneidade dos valores entre clones (Fig. 6d). As tendências e valores observados nas dimensões das fibras ao longo da seção radial, principalmente para o comprimento e espessura da parede das fibras, são indicadores da presença de madeira juvenil até aproximadamente o 7º ano (75% da seção radial) e, a partir deste ponto, do início da formação da madeira de transição e, após, a adulta que se estabiliza na região próxima à casca.

Observou-se uma tendência polinomial de 2º grau significativa em relação às dimensões das fibras e as diferentes percentagens do raio das amostras do lenho dos clones de *E. grandis x urophylla*; no entanto, alguns clones não apresentaram tendência polinomial quadrática nem linear para o diâmetro do lume (clones 9 e 15) e espessura da parede das fibras (clone 15). A distância medula-casca explica pela curva, a variação do comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras em 87, 66, 51 e 86 % constatados pelo coeficiente de determinação (Tabela 5). As dimensões das fibras sofreram influência da distância medula-casca, exceto para o diâmetro do lume e espessura da parede das fibras, que mostraram grande variabilidade radial.

A comparação das médias das dimensões das fibras entre os clones de *E. grandis x urophylla* nas 5 diferentes percentagens dos raios das amostras é apresentada na Tabela 6. Verificou-se a ausência de diferenças entre os clones para as dimensões das fibras com um nível de significância de 5 %.

Variável Dependente (Y)	Clone n°	Equação $Y=a+b_1x+b_2x^2$	R ²
Compr. (µm)	09	$Y=643+13,72x-0,08x^2$	0,92
	11	$Y=711+9,85x-0,03x^2$	0,87
	15	$Y=662+10,9x-0,06x^2$	0,72
	24	$Y=625+12,9x-0,07x^2$	0,91
	26	$Y=609+12,3x-0,05x^2$	0,94
Largura (µm)	09	$Y=17,3+0,08x-0,0003x^2$	0,79
	11	$Y=16,6+0,09x-0,0005x^2$	0,74
	15	$Y=17,8+0,11x-0,0007x^2$	0,49
	24	$Y=16,9+0,09x-0,0005x^2$	0,78
	26	$Y=17,2+0,10x-0,0007x^2$	0,49
Diâmetro do lume (µm)	11	$Y=9,41+0,03x-0,0006x^2$	0,50
	15*		
	24	$Y=9,49+0,03x-0,0006x^2$	0,52
Espessur. (µm)	26	$Y=9,78+0,07x-0,001x^2$	0,51
	09	$Y=3,24+0,05x-0,0002x^2$	0,82
	11	$Y=3,61+0,03x+0,00003x^2$	0,87
	15*		
	24	$Y=3,69+0,03x+0,00001x^2$	0,88
26	$Y=3,73+0,02x-0,0001x^2$	0,86	

Tabela 5. Equações de regressão polinomial e coeficiente de determinação em função da distância medula-casca (x), para as dimensões das fibras dos clones de *Eucalyptus grandis x urophylla*.

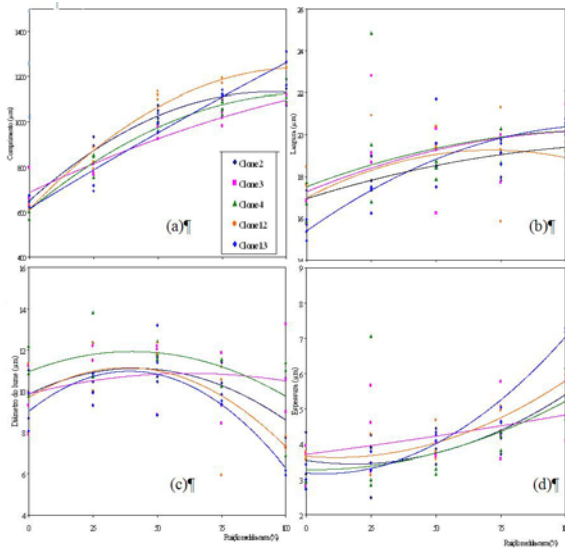


Fig. 6. Variação radial das dimensões (µm) das fibras dos clones de *E. grandis x urophylla* (a) comprimento, (b) largura, (c) diâmetro do lume, (d) espessura.

Dimensão/ Posição med-casca (%)	Clone (n°)				
	9	11	15	24	26
	Média	Média	Média	Média	Média
Comprimento (µm)					
0	650 A	706,7 A	660 A	610 A	600 A
25	920 A	936,7 A	916,7 A	933,3 A	880 A
50	1150 A	1137 A	1023 A	1110 A	1137 A
75	1233 A	1227 A	1200 A	1177 A	1143 A
100	1237 A	1360 A	1177 A	1257 A	1307 A
Largura (µm)					
0	17,5 A	16,49 A	18,1 A	16,85 A	17,45 A
25	18,52 A	18,75 A	19,32 A	18,83 A	18,83 A
50	20,52 A	20 A	21,61 A	19,84 A	21,3 A
75	21,41 A	19,95 A	21,7 A	20,57 A	21,04 A
100	21,43 A	20,65 A	20,68 A	20,37 A	20,68 A
Diâmetro do lume (µm)					
0	11,1 A	9,43 A	11,3 A	9,5 A	11,31 A
25	9,84 A	9,95 A	10,96 A	9,95 A	9,69 A
50	10,03 A	9,64 A	11,33 A	8,85 A	11,1 A
75	10,6 A	9,01 A	13,99 A	8,9 A	9,92 A
100	9,71 A	7,16 A	7,34 A	6,33 A	6,12 A
Espessura (µm)					
0	3,22 A	3,53 A	3,4 A	3,67 A	3,57 A
25	4,33 A	4,4 A	4,18 A	4,44 A	4,57 A
50	5,25 A	5,18 A	5,14 A	5,5 A	5,1 A
75	5,4 A	5,47 A	3,85 A	5,83 A	5,56 A
100	5,86 A	6,75 A	6,67 A	7,02 A	7,28 A

Tabela 6. Dimensões médias das fibras dos clones de *E. grandis x urophylla* no sentido medula-casca

Dimensões médias das fibras da madeira dos clones de *Eucalyptus grandis*, *E.saligna* e *E. grandis x urophylla* Os valores médios para as dimensões das fibras das 2 espécies e híbrido de eucaliptos são apresentados na Tabela 7. Com relação ao comprimento das fibras os resultados

são semelhantes para o *E. grandis* e o híbrido, com o *E. saligna* com valores menores. O coeficiente de variação mostrou maior homogeneidade entre os clones de *E.grandis* seguido pelo híbrido.

Quanto à largura das fibras nos clones de *E. saligna* as fibras foram mais estreitas em relação ao de *E. grandis* e ao híbrido de eucalipto. Para esta dimensão os clones de *E. saligna* mostraram maior homogeneidade e os do híbrido uma maior dispersão, demonstradas pelos valores do coeficiente de variação.

Com relação ao diâmetro do lume os clones de *E. saligna* apresentaram os maiores valores médios com os de *E. grandis* e híbrido de eucalipto mostrando valores semelhantes para esta dimensão. Os coeficientes de variação indicaram uma maior homogeneidade entre os clones de *E. grandis* seguido do *E. saligna*.

A espessura média da parede das fibras mostrou que o *E. saligna* possui paredes mais delgadas em relação ao *E. grandis* e híbrido de eucalipto. Os coeficientes de variação indicaram que o *E. saligna* e híbrido de eucalipto apresentaram maior dispersão entre clones e o *E. grandis* mostrou-se mais homogêneo para esta dimensão.

A maior espessura da parede e comprimento das fibras é um bom indicador para usos estruturais, principalmente para a produção de painéis a base de fibras (*E. grandis* e híbrido), no entanto, menor comprimento das fibras e paredes mais finas como observado no *E. saligna*, podem indicar maiores quantidades de madeira juvenil no lenho das árvores.

Para *E. grandis* o clone 19 apresentou os maiores valores médios para o comprimento e diâmetro do lume e os clones 27 e 31 para a largura e espessura da parede das fibras, respectivamente, com maior variação do diâmetro do lume em relação aos demais parâmetros. Por outro lado, o clone 21 apresentou os menores valores médios de comprimento, largura e diâmetro do lume e o clone 19 para a espessura da parede das fibras.

Para o *E. saligna* os valores médios superiores das diferentes dimensões das fibras foram observados no clone 4 para a largura e diâmetro do lume, no 12 para o comprimento e no 13 para a espessura da parede das fibras. Os clones 3, 2, 13 e 4 mostraram os menores valores médios de

comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras, respectivamente.

Para o híbrido, os clones 11 e 24 tiveram os maiores valores médios de comprimento e espessura da parede das fibras e o clone 15 para a largura e o diâmetro do lume. Os clones 15, 11, 24 e 15 apresentaram os menores valores médios de comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras, respectivamente.

Os clones de *E. grandis* mostraram maiores valores médios para o comprimento, largura e espessura da parede das fibras (1030; 20,99 e 5,70 µm) e os de *E. saligna* para o diâmetro do lume (10,14 µm).

Os valores obtidos e as tendências observadas foram constatados por diferentes autores para o gênero *Eucalyptus*, como [Foelkel et al. \(1983\)](#), [Carpim et al. \(1985\)](#), [Tomazello \(1985\)](#), [Paula \(1995\)](#), [Oliveira \(1997\)](#) e [Carvalho \(2000\)](#).

Espécie/Clone	Dimensões das fibras (µm)			
	Com pr.	Largura	Diâmetro do lume	Espessura
<i>Eucalyptus grandis</i>				
19	1060	20,98	10,34	5,28
21	990	20,43	8,99	5,72
27	1050	21,60	10,04	5,78
28	1020	20,68	9,06	5,81
31	1020	21,36	9,47	5,94
Média	1030	20,99	9,58	5,70
Desvio padrão	0,03	0,48	0,59	0,25
Coefficiente de variação (%)	2,68	2,29	6,20	4,44
<i>E. saligna</i>				
02	960	18,35	10,13	4,11
03	910	18,99	10,50	4,25
04	920	19,10	11,10	4,00
12	990	18,51	9,74	4,38
13	950	18,36	9,23	4,57
Média	950	18,67	10,14	4,26
Desvio padrão	0,03	0,36	0,72	0,22
Coefficiente de variação (%)	3,58	1,92	7,06	5,24
<i>E. grandis x urophylla</i>				
09	1040	19,88	10,25	4,81
11	1070	19,17	9,04	5,07
15	990	20,28	10,98	4,65
24	1020	19,29	8,71	5,29
26	1010	19,86	9,43	5,22
Média	1030	19,69	9,68	5,01

Desvio padrão	0,03	0,46	0,93	0,27
Coefficiente de variação (%)	2,94	2,33	9,59	5,42

Tabela 7. Valores médios das dimensões das fibras e estatísticas descritivas para as 2 espécies e híbrido de eucaliptos

5. CONCLUSÕES

Foram observadas variações quali e quantitativas dos elementos anatômicos da madeira entre espécies e híbrido de eucaliptos,

Houve aumento do comprimento e da largura das fibras da medula até 75% do raio e posterior tendência a estabilização; houve aumento da espessura da parede e redução do diâmetro do lume das fibras até 50-75% do raio das amostras,

Maior comprimento, largura e espessura da parede das fibras ocorreram nos clones de *E. grandis*, seguido do híbrido; nos de *E. saligna* o diâmetro do lume das fibras foi superior; os clones mostraram grande homogeneidade nas dimensões das fibras.

REFERENCIAS

- Alfonso, V.A. Caracterização anatômica do lenho e da casca das principais espécies de *Eucalyptus* L'Hérit, cultivadas no Brasil. São Paulo, 1987. 189p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Alfonso, V.A. Caracterização anatômica da madeira e casca das principais espécies de *Eucalyptus* do estado de São Paulo. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.720-725, 1983.
- Bamber, R.K.; Horne, R.; Graham-Higgs, A. Effect fast growth on the wood properties of *E. grandis*. **Australian Forest Research**, v.12, p.163-167, 1982.
- Barrichello, L.E.G. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor var. *hondurensis* para a produção de celulose kraft. Piracicaba, 1979. 167p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

- Barrichello, L.E.G.; Brito, J.O. **A madeira das espécies de eucalipto como matéria – prima para a indústria de celulose e papel.** PRODEPEF, 1976. 45p. (Série de Divulgação, 13).
- Barrichello, L.E.G.; Brito, J.O. Variações das características da madeira de *Eucalyptus grandis* e suas correlações com a produção de celulose. In: CONGRESSO NACIONAL ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 10., São Paulo, 1977. **Anais.** São Paulo: ABCP, 1977. p.41-46.
- Barrichello, L.E.G.; Foelkel, C.E.B.; Milanez, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. **IPEF**, n.10, p.17-37, 1975.
- Berlyn, G.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry.** Ames: The Iowa University, 1976. 454p.
- Busnardo, C.A.; Foelkel, C.E.B.; Zvinakevicius, C. Kajiya, S. e Alves, E.E. Estudo comparativo da qualidade da madeira de algumas espécies de eucaliptos tropicais. In: Congresso Nacional Anual de Celulose e Papel, 11., São Paulo, 1978. **Trabalhos técnicos.** São Paulo: ABCP, 1978. p.191-7.
- Carpim, M. A.; Souza, B.R.; Barrichello, L.E.G. Comparação das características da madeira de *E. grandis* e *E. saligna* de diferentes procedências. In: Congresso Nacional Anual de Celulose e Papel, 18., São Paulo, 1985. **Anais.** São Paulo: ABCP, 1985. p.57-68.
- Carvalho, A.M. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis x urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. Piracicaba, 2000. 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- Comissao Pan-Americana de Normas Técnicas. **Descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira.** São Paulo, 1974. v. 30, p.1-19,
- Dadswell, H.E. **The anatomy of eucalypt woods.** Melbourne: CSIRO: Forest Products Laboratory, Division of Applied Chemistry Technological, 1972. 35p. (Paper n.66).
- Davidson, J. Variations, association and inheritance of morphological and wood characters in na improvement program for *E. deglupta* Blume. Camberra, 1972. 280p.
- Thesis (Ph. D.) – Australian National University.
- Demuner, B.J.; Bertolucci, F.L.G. Seleção florestal: uma nova abordagem a partir de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características da madeira e de polpa de eucalipto. In: Congresso Nacional Anual de Celulose e Papel, 26, São Paulo, 1993. **Anais.** São Paulo: ABCTP, 1993. p.411-423.
- Florsheim, S.M.B.; Couto, H.T.Z.; Spegiorrin, L.; Rocha, F. Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos. **Revista Instituto Florestal**, v.12, n.2, p.179-191, 2000.
- Foelkel, C.E.B.; Busnardo, C.A. Dias, C.; Schmidt, C.; Silva, R.M.R.; Vesz, J.B.V. Variabilidade radial da madeira de *E. saligna*. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.728-791, 1983.
- Foelkel, C.E.B.; Zvinakevicius, C.; Andrade, J.R.; Kato, J.; Medeiros, J. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft. **Cenibra Pesquisa**, n.68, p.1-31, 1978.
- Franklin, G.L. Permanent preparation of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, n.9: p. 21-22, 1937
- Garlipp, R.C.D. Biomassa de florestas plantadas como fonte alternativa de energia em substituição ao óleo combustível industrial no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1982. 200p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- Gonzaga, J.V. Qualidade da madeira e da celulose kraft de treze espécies de *Eucalyptus*. Viçosa, 1983. 163p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- Haygreen, J.G.; Bowyer, J.L. **Forest products and wood science introduction.** Ames: Iowa State University, 1982. 549p.
- Hillis, W.E.; Brown, A.G. **Eucalyptus for wood production.** Melbourne: CSIRO, 1978. 434p.
- Iawa Committee. 1989. IAWA list of microscopic feature for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v.10, n.3, p. 219-332, 1989.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira:** angiosperme e gimnospermae. Brasília: Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação, 1992. 17p. (Série Técnica, 15).
- Malan, F.A. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: Seminario Internacional de

- Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, São Paulo, 1995. **Anais**. Piracicaba: IPEF; IPT, 1995. p.1-19.
- Malan, F.S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalypts grandis*. **South African Forestry Journal**, v.163, p.13-20, dez. 1992.
- Moro, L. Utilização da cinza de biomassa florestal como fonte de nutriente em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. Piracicaba, 1994. 65p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- Nahuz, M. **Aspectos de tecnologia e produção no uso múltiplo das florestas**. Belo Horizonte, 1995. 10p.
- Nahuz, M. **A tecnologia na valorização das florestas renováveis**. Belo Horizonte, 1997. 5p.
- Nahuz, M.; Franco, N.; Figueroa, F.M.Z. Uso estrutural da madeira de eucalipto: a experiência do IPT. In: Seminario Internacional sobre produtos sólidos de madeira de alta tecnologia, 1., Belo Horizonte, 1998. **Anais**. Belo Horizonte: SIF, Viçosa: UFV, 1998. p.125-133.
- Ohbayashi, H.; Shiokura, T. Wood anatomical characteristics and density of fast-growing tropical tree species in relation to growth rates. In: Pacific regional wood anatomy conference, 1997. **Proceedings**. 1997. p.43-52.
- Oliveira, J.T.S. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. São Paulo, 1997, 429p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Paula, J.E. Anatomia e dendrometria de mimosa artemisiana e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.6, p.745-757, jun. 1995
- Panshin, A.J.; De Zeeuw, C. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 404p.
- Poynton, R.J. The silvicultural treatment of eucalyptus plantations in Southern Africa. **South African Forestry Journal**, v.116, p.11-16, mar. 1981.
- Rocha, F.T.; Florsheim, S.M.B.; Couto, H.T.Z.; Spejgorin, L.; Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus grandis* aos sete anos. In: Encontro em madeiras e em estrutura de madeira, 7, Uberlândia, 2002. 10p.
- Ruy, O.F. Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia. Piracicaba, 1998. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- Schönau, A.P.G. Growth, yield and timber density of short rotation coppice stands of *E. grandis*. **South African Forestry Journal**, n.156, p.12-22, mar. 1991.
- Shimoyama, V.R. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp. Piracicaba, 1990. 93p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- Shimoyama, V.R.S.; Barrichello, L.E.G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. In: Congresso anual de Celulose e papel, 24., São Paulo, 1991. **Anais**. São Paulo: ABTCP, 1991. p. 23-36.
- Silva, D.J. Impacto da qualidade da madeira na deslignificação, no branqueamento e nas propriedades físico-mecânicas da polpa kraft de eucalipto. Viçosa, 1996. 103 p. Dissertação (M.S) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- Silva, J.C. Caracterização da madeira de *E. grandis* de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira. Curitiba, 2002. 160p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Paraná.
- Silva, J.C. Influência dos tratamentos silviculturais na qualidade da madeira. **Revista da Madeira**, n.75, p.1-10, 2003.
- Tomazello Filho, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *E. saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, 1985.
- Tomazello Filho, M. Calidad de la madera de arboles de *E. saligna*. In: Congresso latinoamericano da iufro. O manejo sustentável dos recursos florestais, desafio do século XXI, 1., Valdivia, 1998a. 15p.
- Tomazello Filho, M. **Formação e anatomia da madeira**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, 1998b. 76p.
- Vasconcellos Dias, R.L.; Claudio-Dasilva JR., E. A influencia da densidade básica da madeira de híbridos de *E. grandis* em suas características químicas e propriedades de polpações e do papel. In: Congresso anual da ABTCP, São Paulo, 1985. p.31-55.
- Vital, B.R.; Almeida, J.; Valente, O.F.; Pires, I.E. Características de crescimento das árvores e de qualidade da madeira de *Eucalyptus*

camaldulensis para a produção de carvão.
IPEF, n.47, p.22-28, 1994.

SOBRE LOS AUTORES

Bibiana Arango Alzate

Docente-pesquisadora da Universidade Pontificia Bolivariana-Medellín/Colombia. Doutora em Recursos Florestais, formada pela Universidade de São Paulo - Brasil.