

VARIAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus saligna* AOS 7 ANOS*

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM**

Hilton Thadeu Zarate do COUTO***

Laura SPEGIORIN**

Finê Thomaz ROCHA**

RESUMO

A variação das dimensões dos elementos anatômicos do lenho tem um efeito marcante sobre a qualidade da madeira e o produto final. Visando obter melhores informações sobre o assunto, foram coletadas amostras de árvores dominante, intermediária e dominada de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos, com o objetivo de verificar as variações das dimensões dos elementos anatômicos no sentido medula-casca e base-topo. De cada árvore foram retirados discos de madeira na base, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. De cada disco foram demarcados corpos de prova a 0%, 50% e 100% do raio. Os elementos anatômicos foram medidos através de análise de imagens. Os resultados permitem concluir que: a- das classes sociológicas, a menos indicada para papel e celulose foi a dominante por apresentar alto teor de parênquima radial; b- os maiores valores de fibras foram encontrados a 25% da altura comercial, os vasos apresentaram os maiores diâmetros a 50% da altura e maiores comprimentos e frequência no topo, e c- o comprimento, diâmetro e parede das fibras, o comprimento e diâmetro tangencial dos vasos e a altura e largura dos raios em micrômetros foram crescentes da medula para a casca.

Palavras-chave: *Eucalyptus saligna*; elementos anatômicos; variação medula-casca e base-topo.

1 INTRODUÇÃO

As variações nas propriedades da madeira dentro e entre árvores têm sido alvo de diversos trabalhos de pesquisa nos últimos anos. O interesse tem se intensificado, principalmente, relacionado às fibras e ao produto final de uma determinada madeira. Entretanto, outros elementos estruturais da madeira das folhosas, tais como vasos e parênquimas (radial e axial), devem ser considerados

ABSTRACT

The variation in the dimensions of the anatomical elements of the xylem has a marked effect on the quality of wood and on the final product. In order to gather further information about this subject samples were collected of dominant, intermediate and dominated *Eucalyptus saligna* trees of 7 years old. The aim is to analyze the variation in the dimensions of the anatomical elements in the pith-bark and base-top directions. From each tree wood disks from the base, 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height were removed. From each disk samples at 0%, 50% and 100% of the radius were defined. The anatomical elements were measured through image analysis. The results indicate that: a- of all sociological classes, the dominant is the least indicated for paper and cellulose because it shows high content of radial parenchyma; b- the highest fiber values were found at 25% of commercial height, the vessels showing the largest diameters at 50% of the height and the largest lengths and frequency at the top, and c- the length diameter and wall of the fibers, the tangential length and diameter of the vessels, and the height and width of the rays in micrometer were found to increase from pith to bark.

Key words: *Eucalyptus saligna*; anatomical elements; pith-bark and base-top variation.

componentes importantes. Os vasos apresentam características bastante variadas. A sua frequência e diâmetro exercem influência marcante nas características superficiais dos papéis para impressão e afetam determinantemente no movimento de líquidos, fator importante no processo de tratamento de preservação da madeira. Também a alta frequência de vasos e a abundância do parênquima podem diminuir a resistência mecânica da madeira.

(*) Trabalho realizado sob patrocínio da FAPESP. Aceito para publicação em dezembro de 2000.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Caixa Postal 99, 13.400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

A madeira de *Eucalyptus saligna* tem sido indicada para usos generalizados. Em especial, é indicada para laminação, móveis, estruturas, caixotaria, postes, escoras, mourões, carvão e celulose. No Estado de São Paulo é confundida com o *Eucalyptus grandis* em função das afinidades existentes entre elas, embora *E. saligna* apresente maior densidade. A espécie apresenta ainda, suscetibilidade às geadas severas, tolera fogo baixo e tem alta capacidade de regeneração por brotação das cepas (Hillis & Brown, 1978).

O presente trabalho tem como objetivos verificar as variações dos elementos anatômicos no sentido radial (medula - casca) e longitudinal (base - topo) do tronco das árvores de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos de idade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Além das variações observadas entre famílias, gêneros, espécies, procedências, povoamentos e entre árvores, elas são encontradas também dentro da árvore, tanto no sentido longitudinal, como radial. Para árvores de *E. saligna* com 6 anos de idade, por exemplo, desenvolvidas em Rio Claro - SP, Santos (1961), observando as dimensões das fibras no sentido radial de discos de madeira retirados a 0,50 m de altura, verificou um aumento no comprimento das fibras de 0,80 para 1,29 mm nas amostras coletadas próximas da medula e da casca, respectivamente, havendo uma forte correlação entre o comprimento e a idade dos anéis de crescimento.

Santos & Nogueira (1971), caracterizaram a madeira juvenil e adulta de *E. saligna*, com 21 anos de idade, através de análise dos anéis de crescimento e comprimento das fibras. No sentido radial das amostras retiradas no DAP (1,30 m), houve um aumento gradativo no comprimento das fibras até 9 e 10 anos. A partir daí, atingiram valores constantes.

Diferenças nas propriedades da madeira, foram verificadas por Sardinha & Hughes (1978/1979), em *E. saligna* procedentes de Angola. Os autores observaram variações entre árvores, como aumento da densidade, comprimento e diâmetro das fibras, em função da idade. No sentido axial, a densidade decresceu até 5 - 15% da altura, quando aumentou até cerca de 65% da altura.

Para as espécies do gênero *Eucalyptus*, Barrichelo & Brito (1976) verificaram que os valores normalmente encontrados para comprimento de fibras variaram de 0,75 a 1,30 mm e a espessura da parede da fibra de 2,5 a 6,0 μm . Segundo Tomazello Filho (1985), essa variação ocorre quando as células cambiais passam a produzir elementos com maiores dimensões ao longo do raio, até atingirem a estabilização em idades mais avançadas das árvores.

Para a variável espessura de parede das fibras, Foelkel *et al.* (1983) e Carpim *et al.* (1985) constataram que a sua tendência é aumentar no sentido radial.

Segundo Barrichelo & Brito (1976), geralmente são observados valores entre 12 a 20 μm para a largura das fibras. Entretanto, Shimoyama (1990) afirma que existem dúvidas quanto a influência da largura das fibras na densidade básica da madeira.

Com relação ao diâmetro do lume das fibras, Barrichelo & Brito (1976) encontraram em espécies de *Eucalyptus*, valores na faixa de 6,0 a 10 μm e não verificaram tendência de variação dentro da árvore.

Para as dimensões dos elementos vasculares, Arulhelvam (1971) verificou para *E. robusta*, um aumento no comprimento dos vasos, diâmetro e frequência por mm^2 até uma distância de 19 a 22 cm da medula, quando então decresceu.

Tomazello Filho (1983), observa que nas regiões próximas à medula, o diâmetro dos vasos mostra-se menor, porém, sua frequência é maior para as oito espécies de *Eucalyptus*. Sendo assim, a área ocupada pelos vasos em unidade ou porcentagem, geralmente não é alterada de uma região para outra.

Mudança dimensional na largura dos vasos foi descrita por Carvalho (1962) em várias alturas do fuste de *Eucalyptus globulus*. Entretanto, o autor descreve que o gradiente de variação é maior na base. Clarke *et al.* (1997) estudaram nove espécies de *Eucalyptus* e verificaram que o diâmetro dos vasos variou muito dentro e entre espécies. A mesma variação ocorreu com a frequência de vasos por mm^2 . Em geral, a variação dos valores das dimensões dos vasos e raios dentro da árvore foi maior do que aquela ocorrida para as dimensões das fibras. Os autores verificaram que a frequência de raios varia mais entre árvores do que entre espécies. Entretanto, para todas as três árvores de *E. saligna* estudadas, encontraram alta frequência de raios.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se a espécie *Eucalyptus saligna* Smith de povoamentos implantados no município de Telêmaco Borba (PR) - Klabin, aos 7 anos de idade, plantados em espaçamento de 2,5 x 2,5 m.

Foram selecionadas árvores por classe sociológica, segundo Zobel & Buijtenen (1989) (dominante, intermediária e dominada). Através de uma seleção casual, elegeu-se uma árvore por classe.

Para a coleta do material lenhoso, utilizou-se o método destrutivo. De cada indivíduo arbóreo, retirou-se um disco de madeira com casca nas alturas: base, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial.

Dos discos de madeira foram retiradas amostras com 3 cm de largura da medula até a casca, utilizando-se uma serra fita. Destas amostras

foram obtidos corpos de prova orientados, com dimensões aproximadas de 2 x 1,5 x 2 cm nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial, respectivamente, na região da medula (0%), a 50% da distância entre a medula e a casca (100%) (FIGURAS 1 e 2).

Para a realização dos cortes histológicos, dos corpos de prova nos planos acima descritos, utilizou-se micrótomo de deslize. As lâminas foram montadas utilizando-se a técnica segundo Jeffrey *apud* Johansen (1940).

Foram retiradas pequenas porções ou fragmentos de madeira de cada corpo de prova, dissociadas em material macerado e montadas lâminas provisórias segundo o método de Jeffrey *apud* Johansen (1940). Este procedimento possibilitou a mensuração das fibras e comprimento dos elementos vasculares.

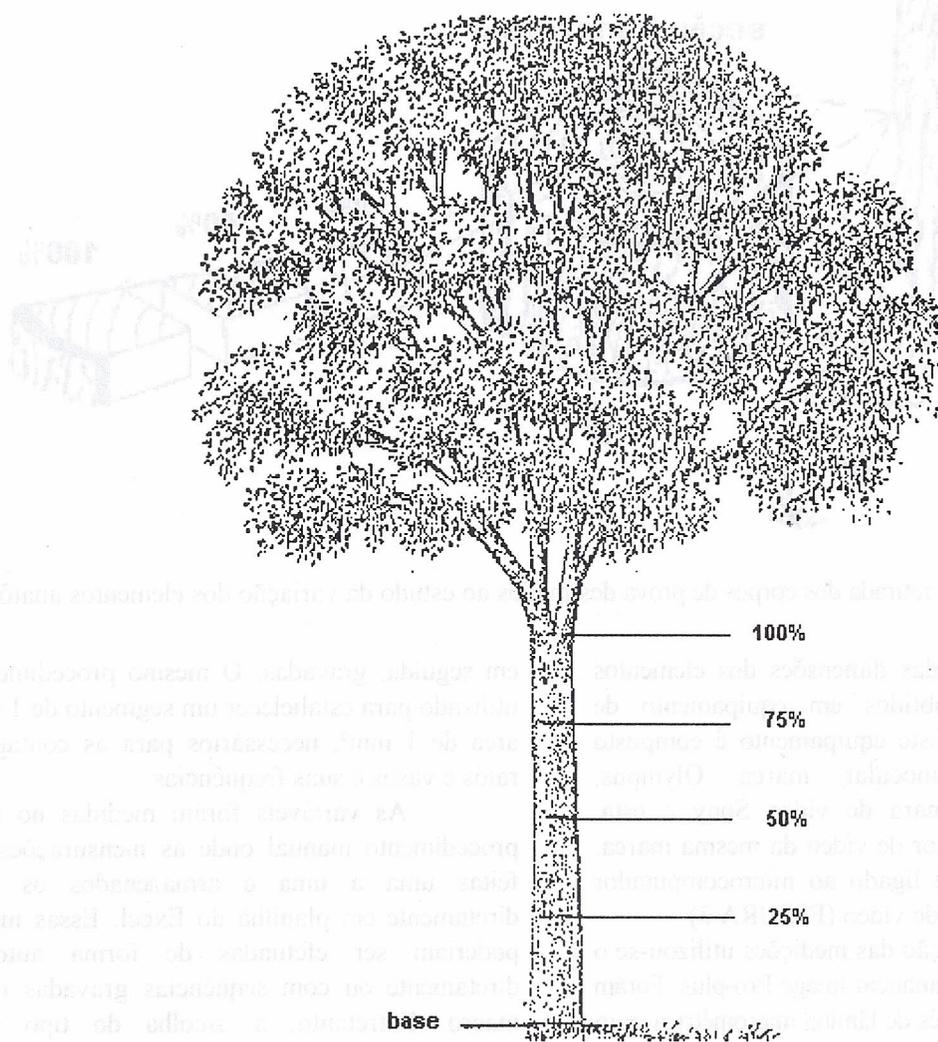


FIGURA 1 - Posições de coleta dos discos de madeira nas árvores de *Eucalyptus saligna* Smith.

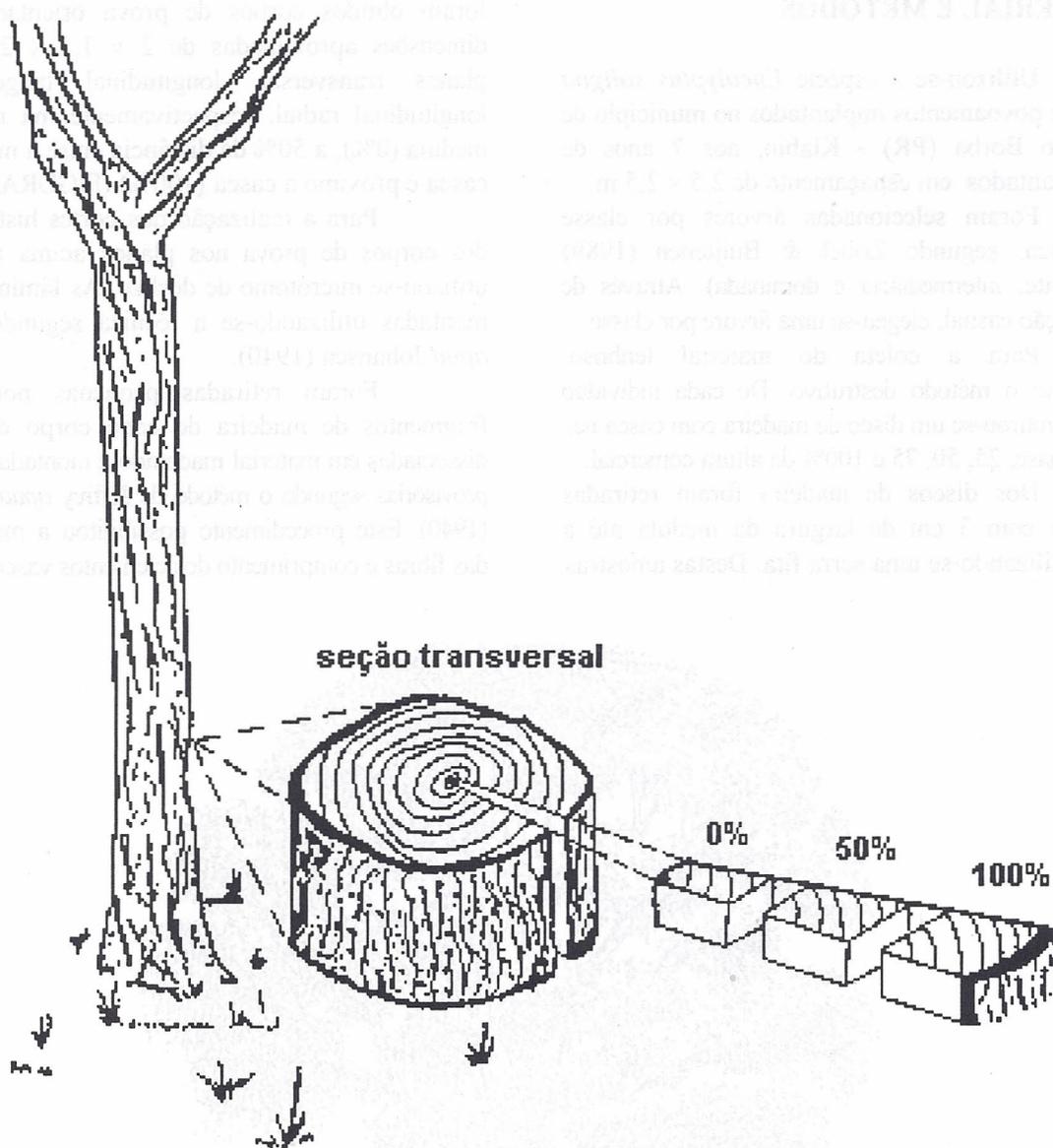


FIGURA 2 - Local de retirada dos corpos de prova destinados ao estudo da variação dos elementos anatômicos.

Os valores das dimensões dos elementos anatômicos foram obtidos em equipamento de análise de imagens. Este equipamento é composto de microscópio trinocular marca Olympus, acoplado à uma câmara de vídeo Sony e esta, conectada a um monitor de vídeo da mesma marca. Todo esse conjunto é ligado ao microcomputador com placa de captura de vídeo (FIGURA 3).

Para realização das medições utilizou-se o software de análise de imagem Image Pro-plus. Foram feitas calibrações através de lâmina micrométrica para cada objetiva do microscópio, tanto em micrômetros, como em milímetros, foram adquiridas as imagens e,

em seguida, gravadas. O mesmo procedimento foi utilizado para estabelecer um segmento de 1 mm e a área de 1 mm², necessários para as contagens de raios e vasos e suas frequências.

As variáveis foram medidas no tipo de procedimento manual onde as mensurações foram feitas uma a uma e armazenados os valores diretamente em planilha do Excel. Essas medições poderiam ser efetuadas de forma automática diretamente ou com seqüências gravadas no item macro. Entretanto, a escolha do tipo manual objetivou avaliar o tempo estimado na realização das medições.

FLORSHEIM, S. M. B. *et al.* Variação da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

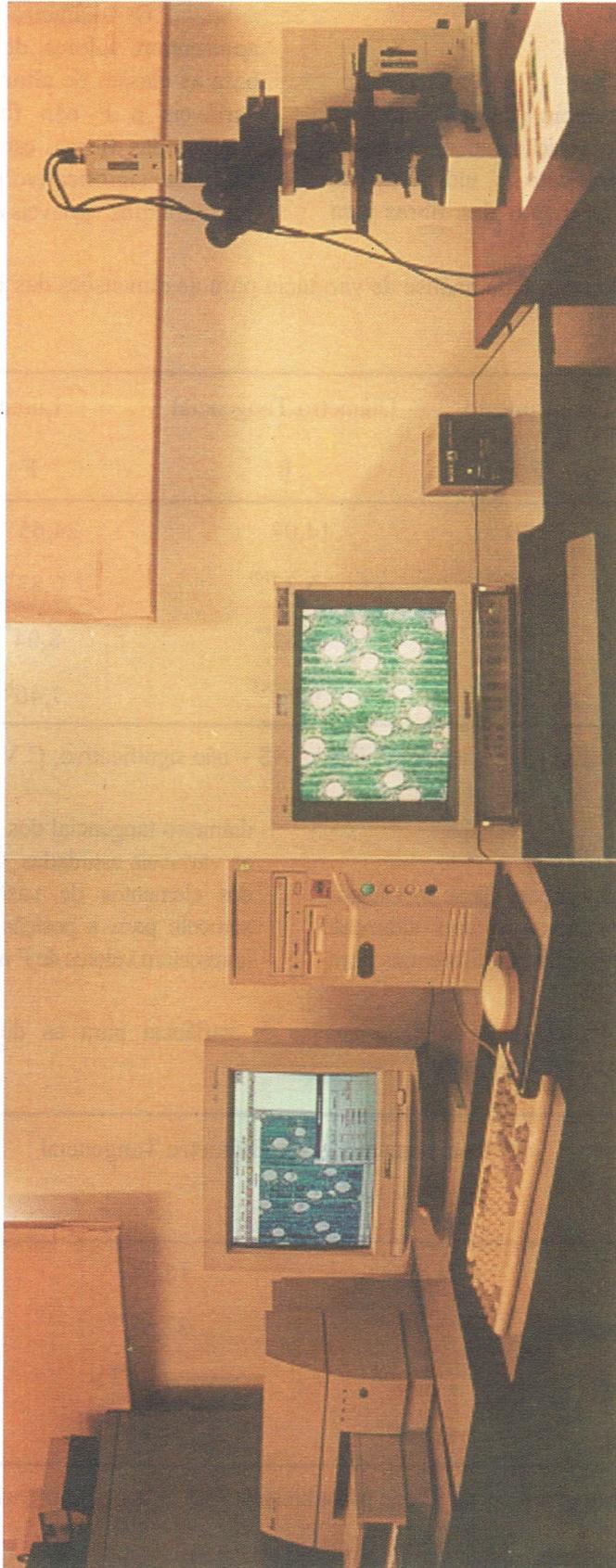


FIGURA 3 - Equipamento de análise de imagens digitais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Variância

4.1.1 Fibra

A análise de variância (TABELA 1) para classe sociológica, altura e posição radial, apresenta valores de F altamente significativos, indicando que existem diferenças do comprimento das fibras para

a variável posição radial. Nas demais variáveis estudadas, o F não foi significativo.

O diâmetro e o lume das fibras apresentam valores de F altamente significativos para as classes de altura na árvore. Para as demais variáveis o F não foi significativo. Quanto às paredes das fibras, estas apresentaram valor de F altamente significativo para a posição radial, sendo para as outras variáveis o valor de F não significativo.

TABELA 1 - Resultado do teste F da análise de variância para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

	Comprimento	Diâmetro Tangencial	Lume	Parede
	F	F	F	F
C.V.	13,20	14,07	24,65	21,80
Classe sociológica	0,33 ^{NS}	5,37 ^{NS}	0,83 ^{NS}	5,73 ^{NS}
Altura na árvore	4,60 ^{NS}	8,62 ^{**}	8,04 ^{**}	0,36 ^{NS}
Posição radial	133,13 ^{**}	0,92 ^{NS}	7,40 ^{NS}	23,25 ^{**}

Onde: ** = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V. = coeficiente de variação.

4.1.2 Vasos

A análise de variância para classe sociológica, altura e posição radial, mostra valores de F altamente significativos, indicando que existem diferenças para

diâmetro tangencial dos vasos e frequência/mm², entre as variáveis estudadas. O valor de F para comprimento dos elementos de vasos é altamente significativo, somente para a posição radial, os demais encontrados apresentam valores de F não significativos (TABELA 2).

TABELA 2 - Resultados do teste F da análise de variância para as dimensões dos vasos de *E. saligna* aos 7 anos.

	Comprimento	Diâmetro Tangencial	Frequência/mm ²
	F	F	F
C.V.	21,43	15,78	20,88
Classe sociológica	5,739 ^{NS}	32,68 ^{**}	73,97 ^{**}
Altura na árvore	0,58 ^{NS}	7,66 ^{**}	60,37 ^{**}
Posição radial	74,30 ^{**}	223,42 ^{**}	138,99 ^{**}

Onde: ** = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V. = coeficiente de variação.

4.1.3 Raios

A análise de variância para classe sociológica, altura e posição radial (TABELA 3), apresenta valores de F altamente significativos indicando que existem diferenças para largura dos raios em μm e frequência de raios por mm em todas as variáveis analisadas. Para a largura de raios em número de células,

o valor de F é altamente significativo para classe sociológica e altura. Quanto à altura dos raios em número de células, o valor de F é altamente significativo para classe sociológica da árvore e posição radial.

O valor de F foi significativo a nível de 5% de probabilidade para largura dos raios em número de células na variável posição radial. Os demais valores de F encontrados não foram significativos.

TABELA 3 - Resultados do teste F da análise de variância para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos.

	Altura (μm)	Altura nº de células	Largura (μm)	Largura nº de células	Frequência/mm
	F	F	F	F	F
C.V.	33,40	35,73	17,20	22,52	11,32
Classe sociológica	10,38**	14,04**	408,33**	200,04**	170,86**
Altura na árvore	2,06 ^{NS}	1,77 ^{NS}	40,88**	18,11**	15,44**
Posição radial	0,50 ^{NS}	13,16**	17,52**	8,20*	151,73**

Onde: * = significativo a nível de 1% de probabilidade; ** = significativo a nível de 5% de probabilidade; NS = não significativo; C.V. = coeficiente de variação.

4.2 Posição Sociológica

4.2.1 Fibras

Analisando a TABELA 4 pode-se observar que a classe dominada apresenta os maiores valores de comprimento e lume das fibras, enquanto a classe dominante apresenta maiores valores de diâmetro tangencial e parede das fibras. Na classe intermediária foram encontrados os menores valores de diâmetro tangencial e parede das fibras.

Resultados semelhantes foram verificados por Koltzenburg (1967), para *Fagus sylvatica*, onde o comprimento dos traqueídeos das diferentes classes sociológicas mudavam com a idade. Inicialmente, o autor

estudou árvores com 20 a 30 anos e observou que os traqueídeos eram mais compridos nas árvores dominadas e intermediárias, mas que acima dessa idade, os maiores valores de comprimento foram observados em árvores dominantes. Schultz-Dewitz (1960), observou tanto nas árvores dominadas quanto nas intermediárias de uma espécie do gênero *Picea*, que as fibras eram mais curtas do que nas árvores dominantes.

Apesar dos resultados encontrados para *E. saligna* aos 7 anos onde a classe dominada apresenta o maior valor de comprimento de fibras e o menor valor na classe dominante, estes não diferiram estatisticamente, ou seja, parece não ter relação com a posição sociológica ou disponibilidade de luz.

TABELA 4 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Comprimento (μm)	Diâmetro tangencial (μm)	Lume (μm)	Parede (μm)
Dominada	862,62 ^a	17,97 ^{ab}	9,90 ^a	4,04 ^b
Intermediária	857,03 ^a	17,48 ^b	9,56 ^a	3,96 ^b
Dominante	851,68 ^a	18,49 ^a	9,87 ^a	4,31 ^a

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

Para as classes estudadas, pode-se verificar que o valor médio aproximado do comprimento das fibras é de 0,90 mm, uma das características do gênero *Eucalyptus*. As fibras curtas fazem com que o papel produzido por essas madeiras, apresentem menor resistência principalmente ao rasgo, quando comparadas ao produto obtido de madeira de fibras mais longas.

4.2.2 Vasos

Na TABELA 5 são apresentadas as dimensões de vasos para cada posição sociológica estudada. Pode-se verificar o menor comprimento dos elementos vasculares na classe dominante, sendo os demais valores estatisticamente diferentes. Os maiores diâmetros, bem como a menor frequência de vasos foram verificados na classe dominante,

enquanto o menor valor de diâmetro e maior frequência dos vasos foram observados na classe intermediária.

Koltzenburg (1967), ao estudar *Fagus sylvatica* verificou que a classe dominante produziu maior diâmetro de vasos nos anéis anuais, atribuindo a esse fato a maior disponibilidade de luz. Tal resultado corrobora com o presente estudo. Entretanto, von Pechmam (1958) *apud* Zobel & Buijtenen (1989), encontrou maior frequência de tecido condutor em árvores dominantes.

Através dos resultados, observa-se que a classe dominante e a classe intermediária, apesar da diferença dos valores encontrados, se equivalem e ocasionariam problemas para papéis de impressão e escrita. Segundo Foelkel (1998), elementos de vasos largos e numerosos são problemáticos para papéis de impressão.

TABELA 5 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Comprimento (μm)	Diâmetro tangencial (μm)	Frequência/ mm^2
Dominada	535,07 ^a	106,50 ^b	15,87 ^b
Intermediária	523,41 ^a	100,77 ^c	16,83 ^a
Dominante	491,50 ^b	117,06 ^a	12,41 ^c

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.2.3 Raios

Através da TABELA 6 verifica-se a variação das dimensões do parênquima radial em função das classes sociológicas estudadas. Na classe dominante foram encontrados os maiores valores de altura, largura e frequência de raios e, diferem estatisticamente das demais. Para a classe intermediária observa-se as menores alturas dos raios (μm e número de células) e larguras (número de células). Na classe dominada verifica-se os menores valores de largura (μm) e frequência de raios.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schultz-Dewitz (1960), para uma espécie do gênero *Picea*, que apresentava raios finos e pouco frequentes em árvores dominadas e intermediárias. O mesmo autor (1959), verificou que os raios eram mais altos em árvores dominantes.

Os resultados encontrados para a classe dominante de *E. saligna* sugerem ser essa madeira menos recomendada para a fabricação de papéis sanitários (tissue), onde as propriedades desejadas são maciez, suavidade ao tato, absorção, resistência, e baixo teor de células de parênquima, segundo Foelkel (1998).

TABELA 6 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição sociológica.

Classe sociológica	Altura (μm)	Altura (nº células)	Largura (μm)	Largura (nº células)	Frequência/mm
Dominada	241,09 ^b	12,73 ^b	15,61 ^b	1,05 ^b	10,43 ^c
Intermediária	234,70 ^b	11,51 ^b	15,58 ^b	1,00 ^b	12,06 ^b
Dominante	277,41 ^a	14,42 ^a	25,05 ^a	1,60 ^a	13,59 ^a

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.3 Variação Longitudinal (Base - Topo)

4.3.1 Fibras

Através da TABELA 7, observa-se que os maiores valores das dimensões das fibras foram encontrados a 25% da altura das árvores. O menor comprimento foi verificado na base, os menores diâmetros tangenciais foram localizados a 75% e 100%, o menor valor de lume foi encontrado a 100% e a menor espessura da parede das fibras a 50% da altura comercial.

Zobel & Buijtenen (1989), citam que existe uma variação no comprimento das fibras ao longo do caule e o mais comum é encontrar fibras levemente mais compridas na base do que no topo. Entretanto, Taylor (1971) verificou que o comprimento de fibras aumenta com a altura e Taylor (1973) detectou em

Eucalyptus grandis que o comprimento não foi afetado. Florsheim & Tomazello Filho (1996), observaram na base, os menores valores de comprimento de fibras, embora não tivessem detectado um padrão de variação.

Florsheim & Tomazello Filho (1996), verificaram que o diâmetro tangencial das fibras decresce na altura do DAP, a partir do qual cresce em direção a copa. Concordando com o resultado encontrado por Carvalho (1962). Entretanto, Castro e Silva (1986) verificou uma diminuição da largura das fibras com a altura do tronco.

Para o lume a diminuição com a altura também foi verificada por Sardinha & Hughes (1978/1979) e Florsheim & Tomazello Filho (1996). A mesma tendência foi verificada para espessura das paredes.

TABELA 7 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.

Altura na árvore (%)	Comprimento (μm)	Diâmetro tangencial (μm)	Lume (μm)	Parede (μm)
0 (base)	832,05 ^b	18,45 ^{ab}	10,26 ^a	4,09 ^a
25	895,81 ^a	19,03 ^a	10,65 ^a	4,19 ^a
50	839,82 ^b	17,76 ^{bc}	9,70 ^{ab}	4,03 ^a
75	867,51 ^{ab}	17,18 ^c	8,99 ^b	4,09 ^a
100 (topo)	844,99 ^b	17,18 ^c	8,91 ^b	4,10 ^a

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.3.2 Vasos

Na TABELA 8, pode-se observar que os menores valores das dimensões dos vasos foram encontrados na base. O maior comprimento e frequência dos vasos foram verificados a 100% da altura. O maior diâmetro tangencial foi observado a 50% da altura.

No resultado verificado para comprimento de vasos, pode-se observar o menor valor na base e o maior no topo. O mesmo resultado foi verificado por Florsheim *et al.* (1999) para aroeira. Entretanto, Taylor (1971) estudou *Celtis occidentalis* e concluiu que não há padrão de variação para comprimento de vasos.

TABELA 8 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.

Altura na árvore (%)	Comprimento (μm)	Diâmetro Tangencial (μm)	Frequência/mm ²
0 (base)	502,84 ^a	102,21 ^b	12,29 ^d
25	520,12 ^a	107,76 ^{ab}	13,39 ^d
50	524,09 ^a	114,39 ^a	15,09 ^c
75	514,26 ^a	112,38 ^a	16,69 ^b
100 (topo)	524,42 ^a	103,64 ^b	19,50 ^a

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

Um aumento até o meio do tronco, após o qual decresceu em direção ao topo da árvore, também foi verificado por Nguyen (1977) para *Eucalyptus dalrympleana*.

A frequência dos vasos foi crescente da base para o topo. Davidson (1972) verificou para *Eucalyptus deglupta* que o número de vasos por unidade de área permaneceu constante ou que há uma variação imprevisível da base para o topo.

4.2.3 Raios

Na TABELA 9, pode-se verificar que os maiores valores das dimensões de raio estudadas,

TABELA 9 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - variação longitudinal.

Altura na árvore (%)	Altura (μm)	Altura (n ^o células)	Largura (μm)	Largura (n ^o células)	Frequência/mm
0 (base)	272,76 ^a	13,94 ^a	22,01 ^a	1,40 ^a	12,97 ^a
25	242,53 ^a	12,41 ^a	18,58 ^b	1,27 ^b	11,58 ^c
50	249,06 ^a	12,33 ^a	18,38 ^b	1,14 ^c	11,58 ^c
75	243,82 ^a	12,81 ^a	17,77 ^b	1,18 ^{bc}	12,41 ^{ab}
100 (topo)	246,11 ^a	13,00 ^a	15,95 ^c	1,07 ^c	12,05 ^{bc}

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.4 Variação Radial

4.4.1 Fibras

Através da TABELA 10, nota-se que os resultados de comprimento, diâmetro tangencial e parede das fibras foram crescentes no sentido medula-casca. Os valores do lume das fibras apresentaram-se decrescentes no sentido radial.

foram encontrados na base. A menor altura de raio em micrômetro foi verificada a 25% da altura e não difere estatisticamente do maior valor. Para a altura em número de células o menor valor foi encontrado a 50% da altura comercial. A 100% da altura comercial foram verificadas as menores larguras de raio (número de células e micrômetros) e a menor frequência foi observada tanto a 25% como a 50% da altura.

Taylor (1971) verificou a variação de raios com altura e não encontrou padrão definido para *Celtis occidentalis*. Florsheim *et al.* (1999) apesar de não detectarem uma tendência de variação, encontraram os maiores valores na altura da base.

Na maioria das folhosas o padrão geral de desenvolvimento do comprimento de fibras é muito semelhante; as fibras mais curtas são encontradas próximas da medula. Diversos autores chegaram a esse resultado mais recentemente. Tomazello Filho (1984, 1985), estudando a variação da estrutura anatômica de várias espécies de *Eucalyptus* e Florsheim & Tomazello Filho (1996) encontraram para *Myracrodruon urundeuva*, aroeira, o mesmo tipo de variação.

TABELA 10 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões das fibras de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.

Posição radial (%)	Comprimento (μm)	Diâmetro tangencial (μm)	Lume (μm)	Parede (μm)
Medula (0)	747,00 ^c	17,68 ^a	10,10 ^a	3,79 ^c
Intermediária (50)	882,88 ^b	18,09 ^a	9,90 ^{ab}	4,09 ^b
Casca (100)	964,68 ^a	18,26 ^a	9,23 ^b	4,51 ^a

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.4.2 Vasos

Verificou-se que o comprimento e diâmetro tangencial dos elementos vasculares foi crescente da medula para a casca. A frequência de vasos foi decrescente da medula para a casca. Todos os valores encontrados diferem estatisticamente (TABELA 11).

O comprimento de vasos de *Eucalyptus grandis* aos 34 anos foi crescente até a 25% da distância medula-casca, segundo Ranatunga (1964). Florsheim *et al.* (1999) verificaram que o menor valor dessa variável era na região da medula,

para *Myracrodruon urundeuva* aos 26 anos. Provavelmente esse resultado de crescimento encontrado está relacionado com a idade da árvore.

Em relação ao diâmetro tangencial, autores como Clark (1930), Dadswell (1958), Tomazello Filho (1985, 1987) e Florsheim *et al.* (1999), verificaram no sentido radial um crescimento dessa variável.

A frequência de vasos por mm² decresce da medula para a casca e esse resultado concorda com aquele observado por Tomazello Filho (1984, 1985 e 1987) e Florsheim *et al.* (1999).

TABELA 11 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos vasos de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.

Posição radial (%)	Comprimento (µm)	Diâmetro Tangencial (µm)	Frequência/mm ²
Medula (0)	441,60 ^c	86,24 ^c	18,79 ^a
Intermediária (50)	526,22 ^b	114,88 ^b	13,25 ^b
Casca (100)	598,77 ^a	129,60 ^a	12,13 ^c

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

4.4.3 Raios

Na TABELA 12, verificando os valores encontrados para altura e largura dos raios em micrômetros, observa-se que foi crescente da medula para a casca. A altura em número de células e frequência por milímetro apresentam resultados decrescentes no sentido radial. Para a largura em número de células, o menor valor foi verificado na região da medula.

A frequência de raios por milímetro no sentido radial foi significativamente decrescente

embora, Florsheim *et al.* (1999) não observaram um tendência de variação, mas encontraram valores menores próximos à medula em relação àqueles encontrados próximos à casca, para *Myracrodruon urundeuva*.

A altura e a largura dos raios em micrômetros foi crescente no sentido radial, discordando do resultado obtido por Florsheim *et al.* (1999) que encontraram os maiores valores dessa variável, próximas à casca, em *Myracrodruon urundeuva*.

TABELA 12 - Resultados do teste de Tukey para as dimensões dos raios de *Eucalyptus saligna* aos 7 anos - posição radial.

Posição radial (%)	Altura (µm)	Altura (n ^o células)	Largura (µm)	Largura (n ^o células)	Frequência/mm
Medula (0)	245,77 ^a	13,99 ^a	17,28 ^c	1,13 ^b	13,33 ^a
Intermediária (50)	251,93 ^a	13,11 ^a	18,83 ^b	1,28 ^a	12,00 ^b
Casca (100)	259,00 ^a	11,13 ^b	20,73 ^a	1,28 ^a	10,57 ^c

Obs.: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- A posição sociológica da árvore dominada para a dominante apresenta:
 - tendência decrescente para comprimento das fibras e vasos;
 - tendência crescente do diâmetro dos vasos;
 - o diâmetro tangencial das fibras e espessura das paredes foram maiores na árvore dominante, e
 - maior valor de frequência de vasos na árvore intermediária
- Das classes sociológicas estudadas, a menos indicada para papel de impressão ou “tissue” é a dominante, pois apresenta alto teor de parênquima radial.
- Para a variação longitudinal (base - topo) de *E. saligna*:
 - os maiores valores das dimensões das fibras foram encontrados a 25% da altura comercial;
 - o comprimento e frequência de vasos foram maiores no topo;
 - as maiores dimensões de diâmetro dos vasos foram encontradas à 50% da altura, e
 - todas as dimensões e frequência dos raios foram maiores na base.
- Para a variação no sentido radial (medula - casca) de *E. saligna*:
 - o comprimento, diâmetro e parede das fibras foram crescentes;
 - o lume das fibras decresceu;
 - os vasos apresentam valores crescentes de comprimento e diâmetro tangencial e decrescentes de frequência de vasos por mm², e
 - a altura e largura dos raios em micrômetros foi crescente e as demais dimensões foram decrescentes.
- A utilização do sistema de análise de imagens se mostrou extremamente prática e proporcionou grande economia de tempo na efetivação das mensurações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARULCHELVAM, K. Variation of fiber length and density in *Eucalyptus robusta* grown in Ceylon. *The Ceylon Forester*, v.109, n.1/2, p.19-32, 1971.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel. Brasília: PRODEPEF - Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, 1976. 145p. (Série Divulgação, 13)
- CARPIM, M.A. *et al.* Comparação das características da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* de diferentes procedências. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, São Paulo, 1985. p.57-68.
- CARVALHO, A. de. Madeira de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labile). Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1962. 162p. (Estudos e Divulgação Técnica)
- CASTRO e SILVA, A. Dimensional variation of xylem elements in two trees the amazon basin. Fort Collins, 1986. 68p. (Ms. - CSU)
- CLARK, S.H. Home grown timbers: their anatomical of structure and its relation to physical properties. *Bull. Elm. For. Prod. Res. Lab.*, 1930. (Proj. 9, Prog. Rep. 1)
- CLARKE, C.R.E.; GARBUTT, D.C.F.; PEARCE, J. Growth and wood properties of provenances and trees of nine Eucalypt species. *APPITA Journal*, v.50, n.2, p.121-130, 1997.
- DADSWELL, H.E. Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. *J. Inst. Wood Sci.*, v.1, p.11-33, 1958.
- DAVIDSON, J. Variation association and inheritance of morphological and wood characters in an improvement program for *Eucalyptus deglupta*. Melbourne: Australian University, 1972. 263p. (Ph.D.)
- FLORSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de “arocira” *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I. Fibras. *Rev. Inst. Flor.*, v.8, n.2, p.153-165, 1996.

- FLORSHEIM, S.M.B.; TOMAZELLO FILHO, M.; SPEGIORIN, L. Variação das dimensões no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). II. Vasos e raios. *Rev. Inst. Flor.*, v.11, n.2, p.159-171, 1999.
- FOELKEL, C. *et al.* Variabilidade radial da madeira de *E. saligna*. *Silvicultura*, v.8, n.28, p.728-91, 1983.
- FOELKEL, C. Eucalypt wood and pulp quality requirements oriented to the manufacture of tissue and printing & writing papers. In: APPITA ANNUAL GENERAL CONFERENCE, 52, Brisbane, Australia, 1998. p.15-22
- HILLIS, W.E.; BROWN, A.C. *Eucalyptus* for wood production. Adelaide: CSIRO Griffin Press Ltd., 1979. 434p.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechniques*. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.
- KOLTZENBURG, C. Der Einflub von Lichtgenub, soziologischer stellung und des Standortes auf Holzeigenschaften der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). *Holz. Roh-Werkest*, v.25, p.465-473, 1967.
- NGUYEN, T.V. Variation in vessel characteristics of *Eucalyptus dalrympleana* Maiden associated with sample position growth rate and climatic changes. Canberra: Aust. Nat. University, 1977. 134p.
- RANATUNGA, M.S. A study of the fiber lengths of *Eucalyptus grandis* grown in Ceylon. *The Ceylon Forester*, v.6, n.314, p.101-12, 1964.
- SANTOS, C.F. de O. Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de *Eucalyptus saligna* Smith. *Rev. de Agric.*, v.36, n.4, p.199-223, 1961.
- _____.; NOGUEIRA, I.R. A idade adulta do *Eucalyptus saligna* em Rio Claro - SP, determinada pelas dimensões das fibras. *Anais ESALQ*, v.28, p.165-75, 1971.
- SARDINHA, R.M. de A.; HUGHES, J.F. Wood properties variation of *Eucalyptus saligna* from Angola. *Anais do Inst. Sup. de Agron.*, v.38, p.105-24, 1978/79.
- SCHUTZ-DEWITZ, G. Wie wirkt sich der Einflub der Stellung eines Baumes im Bestaud auf seine Holzstruktur aus? *Holzforsch Holzverwert*, v.12, p.30-33, 1960.
- SHIMOYAMA, V.R.S. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990. 93p. (Dissertação de Mestrado)
- TAYLOR, F.W. Variation of wood properties in sygarberry. Mississippi: Mississippi State Univ., For. Prod. Utiliz. Lab., 1971. 17p. (Res. Rep., 11)
- _____. Differences in the wood of *Eucalyptus grandis* in different parts of South Africa. In: IUFRO MEETING DIVISION, 5, Pretoria, 1973. Pretoria: IUFRO, 1973. v.2, p.1020-1027. (Special Report)
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação dos constituintes anatômicos e da densidade básica da madeira de 8 espécies de eucalipto. Piracicaba: ESALQ/LCF, 1983. 102p.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. In: IUFRO MEETING ON PROPERTIES ON UTILIZATION OF TROPICAL TIMBERS, Manaus, 1984. 21p.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. *IPEF*, n.29, p.37-45, 1985.
- _____. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus globulus*, *E. pelita* e *E. acmenioides*. *IPEF*, n.36, p.35-42, 1987.
- ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. van. Wood variation. Its causes and control. Berlin: Springer Verlag, 1989. 363p. (Spring Series in Wood Science)