

# VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE AROEIRA *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (ANACARDIACEAE)\*

Sandra Monteiro Borges FLÖRSHEIM\*\*  
Mário TOMAZELLO FILHO\*\*\*

## RESUMO

Dos principais parâmetros utilizados na análise da qualidade da madeira, a densidade básica tem merecido destaque por ser bom indicador de determinadas características da madeira. Para esse trabalho foram utilizadas árvores de "aroeira", *Myracrodruon urundeuva* F. F. & M. F. Allemão, aos 26 anos, provenientes de um plantio artificial, instalado na Estação Experimental de São José do Rio Preto - SP do Instituto Florestal de São Paulo. O objetivo principal foi verificar as variações da densidade básica no sentido medula-casca e base-topo e para isso, foram retirados de cada árvore discos de madeira em diferentes alturas, base, DAP, 50% e 100% da altura comercial. Em cada disco foram demarcados corpos de prova a 0%, 50% e 100% do raio. Os resultados permitiram concluir que: a) a densidade básica decresceu com o aumento do espaçamento; b) não houve tendência de variação em relação às classes de diâmetro; c) no sentido radial, o maior valor obtido foi próximo à medula, decrescendo em direção à casca, e d) a tendência, no sentido longitudinal foi a densidade básica decrescer da base para o topo.

Palavras-chave: densidade básica; aroeira; variação medula-casca e base-topo.

## 1 INTRODUÇÃO

Várias definições de densidade têm sido enunciadas. Para PANSWIN & DE ZEEUW (1970) "a densidade da madeira não é mais do que a quantidade de matéria prima lenhosa presente num dado volume de lenho". Por sua vez, ELLIOTT (1970) afirma que, do ponto de vista anatômico, a densidade da madeira é função da razão entre o volume da parede celular e o volume dos espaços vazios das células. Dessa maneira, a densidade é afetada pela estrutura e dimensões das células e, eventualmente, pelos teores de goma, resina e extrativos presentes.

Para SHIMOYAMA (1990) a densidade básica é definida, ainda, como sendo a relação entre o

## ABSTRACT

Among the main parameters that have been used in the analysis of wood quality, basic density has been emphasized because it constitutes a good indicator of certain characteristics of wood. In this study it was used 26-year-old "aroeira" trees *Myracrodruon urundeuva* F. F. & M. F. Allemão, obtained from experimental plantations located at e São José do Rio Preto Experimental Station of the Forestry Institute of the São Paulo State. The main aim of this study was to determine the basic density variation in the pith-bark and base-top direction. From each tree wooden disks were removed at base, DBH, 50% and 100% commercial height. In each disk sample were established at 0%, 50%, and 100% of the ray. The following has been concluded: a) basic density decreased as the spacing increased; b) there was no tendency towards variation in relation to the diameter classes; c) in the radial direction the greatest value was found near the pith and then decreased towards the bark, and d) in the longitudinal direction the tendency was for basic density to decrease from base to top.

Key words: basic density; "aroeira"; pith-bark and base-top variations.

peso seco da madeira e o seu volume obtido acima do ponto de saturação das fibras. Sendo, então, de uma quantificação direta da matéria lenhosa por unidade de volume, constituindo um importante critério de avaliação da qualidade da madeira, uma vez que ela está intimamente relacionada com muitas propriedades e características tecnológicas, importantes na produção e utilização dos produtos florestais.

O fato da densidade da madeira ser um complexo de características tais como diâmetro das células, espessura da parede celular, teor de lignina, porcentagem de lenho tardio (Coníferas), ela constitui um dos índices que mais informações fornece sobre as características gerais da madeira (LOUZADA, 1990).

(\*) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada em 05/01/93 à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba e aceito para publicação em abril de 1998.

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

(\*\*\*) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.



FLÖRSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae).

Uma maior densidade corresponde, quase sempre, a uma maior retratibilidade; a uma maior dificuldade de trabalhabilidade e secagem; a uma maior resistência mecânica; a uma maior durabilidade natural; a um maior rendimento em pasta de celulose, bem como a uma mais elevada concentração do seu valor energético.

A madeira, entretanto, apresenta-se como um material com grande variabilidade, resultado de um complexo sistema de fatores interatuantes, que determinam e modificam o processo fisiológico envolvido na produção do xilema, especialmente nas folhosas. Dessa forma, a densidade básica e as propriedades físicas e mecânicas são determinadas pela interação das características de crescimento, intrínsecas ao próprio indivíduo, das condições ambientais, da localização geográfica, bem como pelas práticas silviculturais.

O objetivo principal deste trabalho foi verificar as variações da densidade básica da madeira tanto no sentido longitudinal como no radial, em árvores de aroeira, *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão, aos 26 anos em plantio artificial.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

**Variação radial nas folhosas:** a densidade da madeira varia consideravelmente em relação à posição ao nível do tronco, com a idade fisiológica e/ou com a distância da medula-casca. De acordo com PANSWIN & DE ZEEUW (1970), essa variação pode seguir um dos seguintes modelos: Tipo 1 - a densidade aumenta da medula para a casca; Tipo 2 - a densidade é alta na medula, decresce nos primeiros anos, a seguir aumenta até um valor máximo na região próxima à casca; Tipo 3 - a densidade aumenta próximo à medula, depois mantém-se mais ou menos constante, ou algumas vezes decresce nas últimas porções formadas próximas à casca e, Tipo 4 - a densidade da madeira diminui da medula para a casca.

Um aumento na densidade da madeira da medula para a casca (Tipo 1), o qual é descrito mais freqüentemente como sendo a tendência de variação nas folhosas, ocorre em diversas espécies de eucaliptos, tais como *Eucalyptus saligna* (GERHARDS, 1965), *E. camaldulensis* (CURRO, 1957), *E. globulus* (CARVALHO, 1962), *E. obliqua*,

*E. viminalis*, *E. saligna*, *E. gumifera*, *E. propinqua* e *E. grandis* (BAMBER *et al.*, 1969), *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. pilularis*, *E. resinifera*, *E. saligna* e *E. tereticornis* (HANS & BURLEY, 1972), *Swietenia macrophylla* (BRISCOE *et al.*, 1963) e *Liriodendron tulipifera* (BAREFOOT, 1958).

Em nosso meio, BRASIL & FERREIRA (1972), FOELKEL *et al.* (1983), BARRICHELO *et al.* (1983a), TOMAZELLO FILHO (1984), verificaram que a madeira das espécies do gênero *Eucalyptus* têm mostrado tendência em aumentar sua densidade da medula para a casca.

A tendência descrita no Tipo 2, a qual constitui o padrão mais comum descrito para as coníferas, tem sido encontrada para as espécies de folhosas, segundo SARDINHA (1974), somente para abetos de montanhas elevadas.

A variação na densidade que segue a tendência do Tipo 3 é descrita para *Eucalyptus marginata* (RUDMAN, 1969) e *Populus nigra* (HIZAI & AIZAWA, 1966).

O Tipo 4 é descrito para *Prunus serotina*, *Eucalyptus punctata* e *Eucalyptus robusta* (KOCH, 1967).

**Padrão de variação axial em folhosas:** a variação da densidade com a altura do tronco das árvores tem grande importância na homogeneidade da madeira. Embora essa condição seja a desejada, isso na prática não ocorre e, segundo PANSWIN & DE ZEEUW (1970), as tendências que têm sido indicadas para a variação da densidade da madeira com a altura são: 1 - decréscimo uniforme com o aumento da altura; 2 - decréscimo nos níveis inferiores, seguido de um aumento nos níveis superiores, e, 3 - aumento a partir da base de uma maneira não uniforme.

O modelo de variação axial que decresce com a altura, tem sido a tendência de variação mais comumente descrita para as coníferas, embora a sua ocorrência também seja descrita para *Liriodendron decurrens*, *Acer rubrum* e *A. saccharinum* (PANSWIN & DE ZEEUW, 1970), *Eucalyptus maculata*, *E. punctata* e *E. paniculata* e em *E. grandis* (VITAL *et al.*, 1981).

No segundo tipo, a tendência tem sido descrita em *Liriodendron tulipifera*, *Tectona grandis* e *Fagus grandiflora* (GOHORE & COETZE, 1956).



FLÖRSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae).

BRASIL (1972) verificou esse tipo de variação em *Eucalyptus propinqua* e, posteriormente, confirmaram para a mesma espécie (BRASIL *et al.*, 1976), atribuindo essa tendência à presença de lenho de reação.

SARDINHA (1974), cita que é possível que esse padrão de variação longitudinal, seja somente uma derivação do padrão geral de diminuição da base para o topo (Tipo 1) na árvore pela inclusão de uma proporção maior de nós de alta densidade na densidade média da madeira do topo, pela distribuição irregular de galhos, ou ainda como resposta a tensões externas de crescimento, no tronco, em níveis mais altos.

Em folhosas e, principalmente, em madeiras de anéis porosos ou naqueles que apresentam poros semi-difusos da zona temperada, a tendência do Tipo 3 é descrita mais freqüentemente para *Fagus sylvatica*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Liquidambar styraciflua* e *Quercus falcata* (HAMILTON, 1961), com anéis semi-porosos, por exemplo o *Eucalyptus camaldulensis* (CURRO, 1957) e para madeiras de poros difusos, a ocorrência em *Eucalyptus gummifera*, *E. resinifera*, *E. propinqua* e *E. robusta*.

FERREIRA (1972), BRASIL (1972) e BRASIL *et al.* (1976), verificaram que, em *Eucalyptus grandis*, *E. alba* e *E. saligna* a densidade básica cresce da base para a copa.

Entretanto, BARRICHELO *et al.* (1983b), estudando a variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp., verificaram que os modelos de variação da densidade mostraram diferentes tendências em função da espécie, tendendo a decrescer no sentido base-topo; crescer a partir do DAP e ainda aumentar e diminuir alternando-se assim os valores.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O povoamento de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão de onde se obteve as árvores para o presente estudo acha-se localizado na Estação Experimental de São José do Rio Preto, do Instituto Florestal de São Paulo. Foi instalado por BARROS (1970) em 06/02/1963, o delineamento foi blocos ao acaso, com 4 tratamentos de espaçamento repetidos 4 vezes, sendo: E1) 1,00 x 1,33 m; E2) 1,00 x 2,00 m; E3) 2,00 x 2,00 m e E4) 2,00 x 4,00 m.

Aos 26 anos de idade, efetuou-se um levantamento dendrométrico das árvores integrantes do povoamento, obtendo-se os dados de crescimento. Em cada espaçamento identificou-se 3 classes de diâmetro, sendo: DAP I 6-15 cm; DAP II 16-21 cm e DAP III 22 a 26 cm (DAP = diâmetro à altura do peito), através da TABELA 1 observa-se os dados dendrométricos das árvores amostradas.

TABELA 1 - Numeração das árvores e suas respectivas medidas de DAP, altura total e altura do fuste.

Espaçamento/m	Árv. nº	DAP/cm	HT/m	HF/m
E1	1	6,6	7,6	4,5
	2	16,4	13,7	7,5
	3	22,7	15,7	7,2
E2	4	10,4	15,8	9,6
	5	18,0	9,9	6,4
	6	26,2	16,5	10,0
E3	7	15,0	12,9	6,5
	8	20,2	16,5	9,1
	9	22,9	14,0	5,2
E4	10	12,3	13,0	7,1
	11	21,0	14,3	7,4
	12	26,3	17,5	7,1

DAP = diâmetro à altura do peito = (1,30 m)

HT/m = altura total em metros

HF/m = altura do fuste em metros

Para a coleta do material lenhoso, utilizou-se o método destrutivo, que envolve a derubada da árvore. De cada indivíduo, retirou-se um disco de madeira com casca, com aproximadamente 15 cm de espessura nas alturas: 0,10 m (base); 1,30 m (DAP); 50% e 100% da altura comercial. Cada disco foi devidamente codificado e conservado em saco plástico.

De cada disco, obteve-se corpos-de-prova da parte inferior da cunha em três regiões do raio do disco, ou seja, no sentido radial, o qual denominamos de posição no disco, onde: 0% (posição interna próxima à medula); 50% do raio (posição mediana, intermediária entre o cerne e o alborno), e 100% do raio (região externa, próxima à casca, conforme FLÖRSHEIM & TOMAZELLO (1996).

A avaliação nas sub-amostras da densidade básica foi realizada através de agrupamento da posição no disco, em cada espaçamento, visando a obtenção de repetições para que o modelo hierárquico estabelecido conseguisse testar as fontes de variação de interesse. Isto é, para a densidade básica foi possível estudar a natureza das diferenças somente para espaçamento (E), classes diâmetro (DAP) e posição na árvore (PA).

Foram realizados testes para a comparação de médias através do teste de Tukey, para um nível de significância de 5% de probabilidade para as variáveis estudadas. Os dados foram analisados através do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*), seguindo o modelo matemático com estrutura hierárquica.

$$Y_{ijklr} = \mu + E_i + CAP_j(i) + Pak_j(j) + PDl(kji) + E_{ijklr}$$

onde:

$\mu$  = média geral dos dados

$E_i$  = é o efeito do i-ésimo espaçamento;  $i = 1, 2, \dots, 4$

$CAP_j$  = é o efeito do j-ésimas classes de diâmetro dentro do espaçamento  $E_i$

$j = 1, 2, 3$

$Pak$  = é o efeito da k-ésima posição na árvore dentro do i-ésimo espaçamento e j-ésima classes de diâmetro;  $k = 1, 2, \dots, 4$

$PDl$  = é o efeito da l-ésima posição no disco dentro do i-ésimo espaçamento, j-ésima classes de diâmetro e k-ésima posição na árvore

$E_{ijklr}$  = é o erro experimental das observações

Feito isso, para cada uma das classes de variação estabelecidas acima do modelo, e nos casos onde foram detectadas diferenças significativas ao nível de 95% de confiança, aplicou-se o teste de Tukey para a comparação entre as médias obtidas.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância observada na TABELA 2 para espaçamentos, classes de diâmetro, posição no disco, mostra valores de F altamente significativos, indicando que há grandes diferenças para a densidade básica entre estas variáveis. Para a posição na árvore o valor de F foi significativo ao nível de 5%.

TABELA 2 - Resultado do teste F da análise de variância para a densidade básica.

CV	F
Espaçamentos	10,75**
Classes de DAP	11,95**
Posição na árvore	9,58*
Posição no disco	30,04**

(\*) Significância ao nível de 5% de probabilidade.

(\*\*) Significância ao nível de 1% de probabilidade.



Na análise de variância por espaçamento, TABELA 3, verifica-se o espaçamento E1, para classes de diâmetro e posição no disco, os valores de F foram altamente significativos, mas para posição na árvore o F mostrou-se significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis estudadas no espaçamento E2, os valores de F mostraram-se altamente significativos.

No espaçamento E3, para classes de diâmetro o valor de F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, mas para posição na árvore e posição no disco os valores de F mostraram-se altamente significativos.

No espaçamento E4, a análise de variância, mostrou o valor de F não significativo para classes de diâmetro; entretanto, para posição na árvore e posição no disco, os valores foram altamente significativos.

TABELA 3 - Resultado do teste F da análise de variância para densidade básica nos espaçamentos.

CV	Densidade Básica/Espaçamento			
	E1 (1,00 x 1,33 m) F	E2 (1,00 x 2,00 m) F	E3 (2,00 x 2,00 m) F	E4 (2,00 x 4,00 m) F
Classe de DAP	13,74**	15,32**	4,95*	1,24 <sup>ns</sup>
Posição na árvore	3,35*	9,27**	21,08**	13,50**
Posição no disco	4,58**	6,34**	13,77**	11,21**

(ns) Não significativo.

(\*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Analisando o resultado do teste de Tukey, para densidade básica, TABELA 4, observa-se que o maior valor médio entre os espaçamentos, encontra-se no E4 e difere estatisticamente dos demais. O menor valor verifica-se no espaçamento E1 e não difere estatisticamente dos valores observados nos espaçamentos E2 e E3.

Entre as classes de diâmetro para o espaçamento E1, na árvore de menor diâmetro (DAP I), observa-se o menor valor médio e difere estatisticamente das demais. O maior valor de densidade básica, encontra-se na árvore de diâmetro médio (DAP II) não diferindo estatisticamente do valor observado na árvore de maior diâmetro (DAP III). No espaçamento E2, a árvore de menor diâmetro (DAP I) verifica-se o menor valor médio e difere estatisticamente somente do maior valor observado na árvore de maior diâmetro (DAP III), que não difere estatisticamente do valor encontrado na árvore de diâmetro médio (DAP II).

Para o espaçamento E3, na árvore de menor diâmetro (DAP I), observa-se o maior valor médio o qual difere estatisticamente somente do menor valor encontrado na árvore de diâmetro médio (DAP II),

este não difere estatisticamente do valor observado na árvore de maior diâmetro (DAP III).

No espaçamento E4, comparando-se os valores médio, verifica-se que estes não diferem estatisticamente entre si.

No sentido base-topo, comparando-se as médias obtidas em cada classe de diâmetro no espaçamento E1, pode-se observar que, na árvore de menor (DAP I) e médio (DAP II) diâmetro, os valores encontrados não diferem estatisticamente entre si. No DAP III, na região da base observa-se o maior valor médio, que difere estatisticamente somente do menor valor médio observado no DAP que não difere estatisticamente do valor encontrado a 50% da altura comercial.

No espaçamento E2, para a classe DAP I, os valores obtidos por altura não diferem estatisticamente entre si, entretanto as classes DAP II e DAP III apresentaram maiores valores médios na altura da base, os quais diferem estatisticamente dos observados nas outras alturas estudadas. O menor valor médio encontra-se a 100% da altura comercial e não difere estatisticamente dos valores observados no DAP e a 50% da altura comercial.

TABELA 4 - Valores médios de densidade básica (g/cm<sup>3</sup>) para espaçamentos, classes de diâmetro e posição na árvore e os valores encontrados para posição no disco.

ESPAÇAMENTO	Classe de diâmetro		Posição na árvore		Posição no disco		
					0% raio	50% raio	100% raio
E1 (1,00 x 1,33 m)  0,704 <sup>b</sup>	DAP I	0,631 <sup>b</sup>	base	0,703 <sup>a</sup>	0,850	0,633	0,625
			DAP	0,691 <sup>a</sup>	0,829	0,668	0,586
			50% HC	0,594 <sup>a</sup>	0,609	0,584	0,590
			100% HC	0,538 <sup>a</sup>	0,565	0,537	0,513
	DAP II	0,742 <sup>a</sup>	base	0,787 <sup>a</sup>	0,908	0,743	0,691
			DAP	0,809 <sup>a</sup>	0,849	0,717	0,861
			50% HC	0,713 <sup>a</sup>	0,834	0,713	0,588
			100% HC	0,666 <sup>a</sup>	0,699	0,651	0,649
	DAP III	0,739 <sup>a</sup>	base	0,773 <sup>a</sup>	0,819	0,810	0,689
			DAP	0,697 <sup>b</sup>	0,763	0,700	0,628
			50% HC	0,724 <sup>ab</sup>	0,792	0,726	0,655
			100% HC	0,764 <sup>a</sup>	0,838	0,794	0,659
E2 (1,00 x 2,00 m)  0,710 <sup>b</sup>	DAP I	0,659 <sup>b</sup>	base	0,722 <sup>a</sup>	0,865	0,663	0,639
			DAP	0,782 <sup>a</sup>	0,879	0,805	0,661
			50% HC	0,702 <sup>a</sup>	0,827	0,648	0,631
			100% HC	0,647 <sup>a</sup>	0,670	0,650	0,620
	DAP II	0,713 <sup>ab</sup>	base	0,834 <sup>a</sup>	0,915	0,743	0,729
			DAP	0,606 <sup>b</sup>	0,625	0,624	0,570
			50% HC	0,611 <sup>b</sup>	0,646	0,600	0,588
			100% HC	0,597 <sup>b</sup>	0,591	0,588	0,581
	DAP III	0,759 <sup>a</sup>	base	0,815 <sup>a</sup>	0,843	0,829	0,774
			DAP	0,749 <sup>b</sup>	0,816	0,737	0,693
			50% HB	0,744 <sup>b</sup>	0,819	0,730	0,680
			100% HC	0,731 <sup>b</sup>	0,807	0,700	0,687
E3 (2,00 x 2,00 m)  0,718 <sup>b</sup>	DAP I	0,737 <sup>a</sup>	base	0,823 <sup>a</sup>	0,903	0,833	0,734
			DAP	0,733 <sup>b</sup>	0,813	0,723	0,664
			50% HC	0,750 <sup>b</sup>	0,811	0,722	0,716
			100% HC	0,642 <sup>c</sup>	0,707	0,667	0,552
	DAP II	0,701 <sup>b</sup>	base	0,790 <sup>a</sup>	0,905	0,788	0,678
			DAP	0,717 <sup>ab</sup>	0,762	0,746	0,643
			50% HC	0,673 <sup>ab</sup>	0,700	0,665	0,654
			100% HC	0,624 <sup>b</sup>	0,645	0,628	0,5608
	DAP III	0,718 <sup>ab</sup>	base	0,826 <sup>a</sup>	0,882	0,813	0,783
			DAP	0,726 <sup>b</sup>	0,749	0,708	0,675
			50% HC	0,661 <sup>c</sup>	0,717	0,641	0,626
			100% HC	0,662 <sup>c</sup>	0,689	0,661	0,635
E4 (2,00 x 4,00 m)  0,755 <sup>a</sup>	DAP I	0,750 <sup>a</sup>	base	0,894 <sup>a</sup>	0,994	0,904	0,785
			DAP	0,711 <sup>b</sup>	0,707	0,784	0,641
			50% HC	0,700 <sup>b</sup>	0,722	0,712	0,667
			100% HC	0,698 <sup>b</sup>	0,754	0,690	0,650
	DAP II	0,769 <sup>a</sup>	base	0,868 <sup>a</sup>	0,920	0,919	0,764
			DAP	0,801 <sup>ab</sup>	0,883	0,837	0,684
			50% HC	0,730 <sup>bc</sup>	0,784	0,721	0,686
			100% HC	0,680 <sup>c</sup>	0,795	0,649	0,595
	DAP III	0,746 <sup>a</sup>	base	0,840 <sup>a</sup>	0,946	0,840	0,734
			DAP	0,752 <sup>b</sup>	0,881	0,716	0,659
			50% HC	0,704 <sup>b</sup>	0,748	0,707	0,657
			100% HC	0,688 <sup>b</sup>	0,740	0,675	0,649

(\*) Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.



Para o espaçamento E3, a classe de diâmetro DAP I apresenta a maior média de densidade básica na altura da base e esta difere estatisticamente das demais. A menor média verifica-se a 100% da altura comercial e difere estatisticamente das demais.

Para o espaçamento E4, na classe de diâmetro DAP I, o maior valor médio encontra-se na base e difere estatisticamente dos demais, o menor valor verifica-se a 100% da altura comercial e difere estatisticamente somente do valor observado na base. Para o DAP II, o maior valor observa-se na base e não difere estatisticamente do valor observado no DAP; o menor valor verifica-se a 100% da altura comercial e não difere estatisticamente do valor encontrado a 50% da altura comercial. Também no DAP III, o maior valor médio encontra-se na base e difere estatisticamente dos demais valores. O menor valor observa-se a 100% da altura comercial e difere estatisticamente somente do valor verificado na base.

A TABELA 4 mostra a variação da densidade básica entre espaçamento, classes de diâmetro e no sentido longitudinal e radial de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão.

Através dos resultados pode-se verificar que a densidade básica cresceu com o aumento do espaçamento. Tal resultado concorda com aqueles encontrados por Marts citado por BRASIL (1972) e MONTAGNA *et al.* (1973), porém estes verificaram uma variação significativa da densidade em função do espaçamento, não encontrando, no entanto, um padrão de variação.

Para as classes de diâmetro a variação da densidade básica não obedeceu a um padrão definido.

Na direção radial a densidade básica dessa espécie decresce da medula para a casca. Tal resultado está de acordo com aqueles descritos por GROSSLER (1943), HAMILTON (1961) e KOCH (1967). No entanto, o padrão de variação mais observado tem sido o inverso desse resultado, principalmente para o gênero *Eucalyptus*, tais como em FOELKEL *et al.* (1982), CARPIM & BARRICHELO (1983), BARRICHELO *et al.* (1983a) e WIEMANN & WILLIAMSON (1987) ao estudar três gêneros da floresta tropical na Costa Rica. Ainda ZOBEL & BUIJTENEN (1989) citam que todos os tipos de padrões de variação ocorrem

em folhosas. E ainda, aquelas que apresentam poros difusos e de média a alta densidade geralmente seguem o seguinte padrão: a densidade é baixa próxima à medula, em seguida sofre um aumento e na região próxima à casca mantêm-se constante ou diminui o valor da densidade.

No sentido longitudinal, para a maioria das árvores estudadas, a densidade decresceu da base para o topo, embora esse padrão tenha sido mais comumente descrito para as coníferas, segundo SARDINHA (1974) e autores como PANSWIN & DE ZEEUW (1970) e VITAL *et al.* (1981) descrevem essa tendência para alguns gêneros de folhosas.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

- a densidade básica cresceu com o aumento do espaçamento;
- não houve uma tendência de variação da densidade básica em relação às classes de diâmetro;
- no sentido radial ficou evidente a tendência dessa espécie em apresentar o maior valor de densidade básica próximo à medula e ir diminuindo em direção à casca, e
- para o sentido longitudinal, a tendência verificada foi a da densidade básica decrescer da base para o topo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAMBER, R. K. *et al.* 1969. Wood properties of flooded gum. *Austr. For.*, Melbourne, 33(1):3-12.
- BAREFOOT, A. C. 1958. *Critical properties of second growth and abnormal wood in yellow-poplar (Liriodendron tulipifera L.)*. Durham, Duke University. (Ph.D.)
- BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. & BAZANELLI, A. V. 1983a. Densidade básica e características das fibras de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, São Paulo-SP, nov. 21-26, 1983. São Paulo, Associação Brasileira de Celulose e Papel. v. I. p. 113-25. (Trabalhos Técnicos)



FLÖRSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae).

- BARRICHELO, L. E. G. *et al.* 1983b. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. *Silvicultura*, São Paulo, (28):726-731.
- BARROS, D. P. 1970. Ensaio de espaçamento inicial para "aroeira". *Silvicultura*, São Paulo, 7:39-41.
- BRASIL, M. A. M. 1972. *Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden em função do local e do espaçamento. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. (Dissertação de Mestrado)
- \_\_\_\_\_. *et al.* 1976. Densidade básica da média da árvore no nível do DAP de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden. *Ciência e Cultura*, Rio de Janeiro, 28(7):414.
- BRISCOE, C. B. *et al.* 1963. Variation of specific gravity in plantation: grown trees of bigleaf mahogany. *Caribbean Forester*, Rio Piedras, 24(2):67-73.
- CARPIM, M. A. & BARRICHELO, L. E. G. 1983. Variabilidade da densidade da madeira de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3, São Paulo-SP, nov. 21-26, 1983. v. I. p. 127-37. (Trabalhos Técnicos)
- CARVALHO, A. de. 1962. *Madeira de eucalipto (Eucalyptus globulus Labill.)*. Alcobaça, Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas. 159p.
- CURRO, P. 1957. Variazione stagionale dell umidità e variazione della densità basale in 4 piante di *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Publ. Centro Sper. Agr. For.*, Arezzo, 1:227-38.
- ELLIOTT, G. K. 1970. Wood density conifers. *Tech. Com. Com. For. Bur.*, Oxford, (8).
- FERREIRA, M. 1972. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos comerciais de *Eucalyptus grandis* nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. *IPEF*, Piracicaba, (4):65-8.
- FLÖRSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. 1996. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I. Fibras. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 8(2):153-165.
- FOELKEL, C. E. B. *et al.* 1983. Variabilidade radial da madeira de *E. saligna*. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):728-91.
- GERHARDS, C. C. 1965. Physical and mechanical properties of *Eucalyptus saligna* grown in Hawaii. Madison, USDA Forest Service. 32p. (Research Paper FPL, 23)
- GOHORE, K. & GOETZE, H. 1956. Investigation of the density of red beech wood. *Arch. Forstw.*, 5:716-48.
- GROSSLER, W. 1943. Wood technological investigations of high-mountain beech. *Holz Roh. U. Weckstoff*, 6: 81-6.
- HAMILTON, J. R. 1961. Variation of wood properties in Southern red oak. *For. Prod. J.*, Madison, 11:267-71.
- HANS, A. S. & BURLEY, J. 1972. Wood quality of eight *Eucalyptus* species in Zambia. *Experientia*, 28:1378-80.
- HIZAI, S. & AIZAWA, E. 1966. Studies on the weight growth of forest trees: 8 two artificially planted *Populus* species. *Tokyo Univ. For. Bull.*, 62:189-96.
- KOCH, C. B. 1967. Specific gravity as affected by rate of growth within sprout clumps of black cherry. *J. For.*, 65(3):220-2.
- LOUZADA, J. L. P. C. 1990. *Variação nos componentes da densidade da madeira de Pinus pinaster Ait.* Vila Real, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro. 111p.
- MONTAGNA, R. G. *et al.* 1973. Estudo sobre o crescimento e a densidade da madeira de *Pinus elliotii* Engelm. var. *elliotii* em função do espaçamento. *Silvicultura*, São Paulo, (8):33-52.
- PANSHIN, A. J. & DE ZEEUW, C. 1970. *Textbook of wood technology*. New York, McGraw-Hill. 105p.
- RUDMAN, P. *et al.* 1969. Breeding eucalypts for wood properties. Paper. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 2, Washington. *Proceedings...*
- SARDINHA, R. M. de A. 1974. *Variation in density and some structural features on wood of Eucalyptus saligna Sm. from Angola*. Oxford, Linage College. (Ph.D)
- SHIMOYAMA, V. R. S. 1990. *Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em Eucalyptus spp.* Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 93p. (Dissertação de Mestrado)



FLÖRSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação da densidade básica da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae).

TOMAZELLO FILHO, M. 1984. 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. 21p.

VITAL, B. R. *et al.* 1981. Influência do espaçamento na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, aos 30 meses de idade. *Rev. Árvore*, Viçosa, 5(2):210-7.

WIEMANN, M. C. & WILLIAMSON, G. B. 1987. Extreme radial changes in wood specific gravity in some tropical pioneers. *Wood and Fiber Science*, Berlin, 20(3):344-9.

ZOBEL, B. J. & BUIJTENEN, J. P. van. 1989. *Wood variation. Its causes and control*. Berlin, Springer Verlag. 363p. (Spring Series in Wood Science)