

VARIAÇÃO AXIAL E EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA MASSA ESPECÍFICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* E *Acacia mearnsii*

Elder Eloy¹, Braulio Otomar Caron², Rômulo Trevisan², Alexandre Behling³, Velci Queiróz de Souza², Denise Schmidt²

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a variação axial e o efeito do espaçamento de plantio na massa específica básica (ρ_b) das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Acacia mearnsii* De Wild aos 36 meses de idade. Para tanto, foi analisado um experimento instalado em delineamento de blocos completos casualizados. Os tratamentos foram definidos em função dos espaçamentos. Foram avaliadas 72 árvores, sendo essas medidas e cubadas pelo método de Smalian. Foram retirados discos nas posições do tronco: 0,10 m (base), 1,30 m do solo (DAP – diâmetro a altura do peito), 25%, 50% e 75% da altura total da árvore, para determinação da ρ_b . A ρ_b em árvores de *Eucalyptus grandis*, apresentou um decréscimo até a região do DAP, seguido de acréscimo, com pouca variação. A *Acacia mearnsii* apresentou uma tendência de decréscimo da base até a região que corresponde a 50% da altura total, e a partir desta posição, uma variação crescente em função da posição no sentido base-topo. Os espaçamentos não induziram à variação da ρ_b em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, não sendo verificada uma tendência sistemática positiva ou negativa em relação ao espaço vital proporcionado.

Palavras-chave: variação longitudinal; densidade de plantio; característica tecnológica da madeira; qualidade da madeira.

AXIAL VARIATION AND EFFECT OF SPACING ON BASIC DENSITY OF *Eucalyptus grandis* AND *Acacia mearnsii* WOOD

Abstract: This study was undertaken to evaluate the axial variation and the effect of spacing of the basic density ρ_b of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, and *Acacia mearnsii* De Wild trees with 36 months of age. For this, an experiment set was analyzed in a randomized complete

¹ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, <eloyelder@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal de Santa Maria, <otomarcaron@yahoo.com.br>, <romulo_trevisan@yahoo.com.br>, <velciq@gmail.com>, <schmidtbr2000@yahoo.com.br>.

³ Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, <alexandre.behling@yahoo.com.br>.

block design. The treatments were defined by the spacing. 72 trees were evaluated, and these measures and scaled by the method of Smalian. The disks were removed from the trunk positions: 0,10 m (base), 1,30m (DAP - diameter at breast height), 25%, 50% and 75% of the total height of the tree for determining the ρ_b . The ρ_b in trees of *Eucalyptus grandis*, showed a decrease to the region of the DAP, followed by addition, with little variation. *Acacia mearnsii* tended to decrease from the bottom to the region corresponding to 50 % of the total height, and from this position, an increasing variation in function of position in the direction bottom-up. The spacing did not induce the variation of ρ_b in trees of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mearnsii*, and is not verified a positive or negative systematic trend in relation to the vital space provided.

Keywords: longitudinal variation; planting density; technological characteristic of wood; wood quality.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro se destaca no cenário mundial principalmente pela diversidade das espécies nativas e exóticas que se adaptam às diversas regiões do país, apresentando alta capacidade produtiva. Tal fato vem influenciando no aumento do consumo desta matéria prima, e cada vez mais, gerando pesquisas objetivando uma maior produção de biomassa florestal por unidade de área, preservando suas características tecnológicas e, fornecendo um material de maior qualidade para a indústria madeireira.

A massa específica da madeira é o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes internos. Esse parâmetro tecnológico apresenta uma grande eficiência para expressar a qualidade da madeira, a fim de prognosticar sua aplicação em diferentes usos, nos diversos segmentos da atividade industrial, devido à íntima relação com várias outras propriedades (LIMA; GARCIA, 2005; WASHUSEN et al., 2005).

A variabilidade da massa específica no sentido longitudinal (base-topo), quando considerada a utilização tecnológica da madeira, torna-se tão importante quanto o estudo da variação entre indivíduos. Essas variações podem ser alteradas conforme as características do próprio genótipo, idade da árvore, a amostragem, influências externas, variações ambientais e das condições representadas pelas intervenções silviculturais utilizadas no povoamento florestal (WILKINS; KITAHARA, 1991; DEBELL et al., 2001; ALZATE et al., 2005; SETTE JUNIOR, 2007).

Na literatura são observados resultados divergentes em relação à variação da massa específica básica da madeira no sentido base-topo. Em estudos realizados com o gênero *Eucalyptus*, observa-se, com maior frequência, que a massa específica básica apresenta variação decrescente até 50% da altura da árvore e crescente desse ponto até o topo ou ainda podendo diminuir próximo a esta posição (MALAN; HOON, 1992). Goulart et al. (2003) estudando o *Eucalyptus grandis*, verificaram decréscimo da massa específica básica da madeira da posição da base para o DAP (diâmetro a altura do peito) aumentando até 75%, seguindo uma tendência decrescente até os 100% da altura comercial. Souza et al. (1986) estudando as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, relatam que os maiores valores de massa específica foram encontrados na base e 75% da altura da árvore. Haselein et al. (2004), observaram na madeira de *Eucalyptus grandis*, que esta característica tecnológica tem tendência em diminuir ao nível de DAP e em 25%, seguida de aumento a partir dessa posição até 100% da altura comercial.

De acordo com Eloy et al. (2010) o espaçamento de plantio apresenta uma série de implicações do ponto de vista silvicultural e tecnológico, pois afeta as taxas de crescimento das plantas, idade de corte e qualidade da madeira. Entretanto, o conhecimento dos fatores que afetam a massa específica, bem como informações sobre a influência das práticas silviculturais ou sobre a relação entre a taxa de crescimento e essa característica tecnológica, não são conclusivas (DEBELL et al., 2001).

Para Roque; Ledzema (2003) o maior espaçamento acarretou no aumento da massa específica básica da madeira. Entretanto, Garcia et al. (1991) encontraram uma diminuição dessa característica com o aumento do espaçamento. Já Vital; Della Lucia (1987), não relataram efeito significativo do espaçamento de plantio e a massa específica básica da madeira.

Dentro desse contexto, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do espaçamento na massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Acacia mearnsii* De Wild, bem como a variação axial desta característica tecnológica em árvores de um povoamento com 36 meses de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um experimento localizado em área pertencente ao Laboratório de Agroclimatologia (LAGRO), vinculado à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus do Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS),

sob coordenadas geográficas de 27°22'S; 53°25'W, a 480 m de altitude, no município de Frederico Westphalen – RS, aos 36 meses de idade.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é Cfa. Frederico Westphalen está distante de Iraí a, aproximadamente, 30 km, sendo o município tomado como referência para os dados de classificação climática. Conforme proposta de Maluf (2000), Iraí apresenta clima de tipo subtemperado subúmido, sendo a temperatura média anual de 18,8° C e temperatura média do mês mais frio de 13,3° C.

O experimento foi instalado utilizando o delineamento experimental de blocos completos casualizados, sendo caracterizado por um fatorial 2x4, ou seja, duas espécies florestais (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Acacia mearnsii* De Wild) e quatro espaçamentos (2,0x1,0 m, 2,0x1,5 m, 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m) em três repetições. O bloco contempla 16 unidades experimentais, sendo que cada uma possui 45 plantas distribuídas em cinco linhas.

Foram abatidas 72 árvores, sendo 9 por tratamento, em que foram retirados discos com, aproximadamente, dois centímetros de espessura, nas seguintes posições no tronco: 0,10 m (base), 1,30 m do solo (DAP), 25%, 50% e 75% da altura total da árvore. Os discos foram numerados de acordo com sua posição relativa no tronco e localização experimental. Em seguida, os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Agroclimatologia UFSM/CESNORS, onde foram marcadas e seccionadas duas cunhas simetricamente opostas.

As cunhas de madeira foram submersas em água, onde permaneceram até atingirem peso constante. Para a obtenção da massa específica básica de cada cunha (ρ_b), foi utilizado o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), através do emprego da Equação 1:

$$\rho_b = \frac{M_o}{M_u} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: ρ_b = massa específica básica das árvores (g.cm⁻³); M_o = massa seca (g); M_u = volume verde (cm³).

A massa seca foi obtida pesando as amostras após deixá-las em estufa a 103°C até peso constante.

A massa específica básica da madeira em cada posição relativa do tronco foi determinada pela média dos valores das duas cunhas. Em seguida, calculou-se a massa específica básica média da árvore, ponderada pelo volume de cada segmento. Esse cálculo

baseia-se na ponderação dos valores de massa específica básica obtida em cada posição relativa, e os volumes sem casca correspondentes entre duas posições sucessivas, com o volume total sem casca da árvore, definido pelo método de Smalian (FINGER, 1992). Assim, a massa específica básica ponderada foi definida pela Equação 2.

$$\rho_{b \text{ pond}} = \frac{\frac{(\rho_{b0\%} + \rho_{0DAP})}{2} v_1 + \frac{(\rho_{0DAP} + \rho_{025\%})}{2} v_2 + \frac{(\rho_{bi} + \rho_{bi+1})}{2} v_i}{v_s} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: $\rho_{b \text{ pond}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume da árvore (g.cm^{-3}); $\rho_{b\%i}$ = massa específica básica na posição “i” (g.cm^{-3}); v_1, v_2, v_i = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas (m^3); v_s = volume total sem casca da árvore (m^3).

Para a análise do efeito do espaçamento na massa específica básica das árvores, os dados amostrados por posição relativa foram submetidos à análise de regressão. Estes foram processados pelo *software* “*Statistical Analysis System*” (SAS, 1993), no qual foi, primeiramente, aplicado o procedimento de seleção de variáveis *Stepwise* de modelagem de regressão. O modelo foi definido pela Equação 3.

$$\rho_b = f\left(P; \frac{1}{P}; P^2; \frac{1}{P^2}; \ln P; \frac{1}{\ln P}; \sqrt{P}\right) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: ρ_b = massa específica das árvores (g.cm^{-3}); P = posição relativa (sentido base-topo) (%).

O melhor modelo selecionado foi avaliado quanto às condicionantes da regressão com base no coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), coeficiente de variação (CV %), erro padrão da estimativa (S_{xy}), teste de White (homogeneidade) e análise da distribuição dos resíduos.

Após esse procedimento, no modelo escolhido para descrever a variação axial da massa específica foram adicionadas variáveis *Dummy*, que assumiram valores de 1 a 4, conforme o espaçamento de plantio aplicado.

Com esse método foi possível expressar as regressões individuais ajustadas para os quatro espaçamentos estudados em função de uma regressão linear múltipla, representada pelas variáveis independentes descritas na Equação 4.

$$\rho_b = f(X;D_i;D_i.X) \quad (\text{Equação 4})$$

Em que ρ_b = massa específica básica das árvores (g.cm^{-3}); X = posição relativa (sentido base-topo) selecionada pelo procedimento *Stepwise* de regressão (%); D_i = *Dummy* (espaçamento de plantio, onde $i = 1 \dots 4$); $D_i.X$ = interação variável D_i com a variável X .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da massa específica básica por posição no sentido base-topo e da massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca das espécies florestais *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii* distribuídas em diferentes espaçamentos de plantio, aos três anos de povoamento, são destacados na Tabela 1.

Tabela 1. Massa específica básica média por posição no sentido axial e massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca para as árvores de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii* em diferentes espaçamentos de plantio.

Table 1. Mean basic density as a function if position in axial direction and weighted basic density as a function of total volume without bark of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mearnsii* trees from different planting spaces.

Espécie	Espaçamento (m)	Posição no sentido base-topo					$\rho_{\text{pond.}} (\sigma)$
		0,1 m	DAP	25%	50%	75%	
<i>Eucalyptus grandis</i>	2,0x1,0	0,407	0,356	0,354	0,373	0,380	0,367 ($\pm 0,019$)
	2,0x1,5	0,387	0,372	0,360	0,366	0,386	0,372 ($\pm 0,011$)
	3,0x1,0	0,392	0,373	0,349	0,362	0,377	0,366 ($\pm 0,014$)
	3,0x1,5	0,421	0,379	0,373	0,391	0,390	0,384 ($\pm 0,017$)
<i>Acacia mearnsii</i>	2,0x1,0	0,520	0,585	0,444	0,404	0,390	0,446 ($\pm 0,074$)
	2,0x1,5	0,497	0,429	0,417	0,425	0,351	0,409 ($\pm 0,046$)
	3,0x1,0	0,524	0,442	0,464	0,396	0,358	0,468 ($\pm 0,057$)
	3,0x1,5	0,536	0,356	0,426	0,496	0,336	0,433 ($\pm 0,077$)

Sendo: $\rho_{\text{pond.}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume total sem casca da árvore, g cm^{-3} ; σ = desvio padrão, g cm^{-3} .

Para a espécie *Eucalyptus grandis*, em todos os espaçamentos de plantio, esses valores médios observados na Tabela 1, foram inferiores aos citados na literatura. De acordo com Lima et al. (1992) e Alzate et al. (2005), estudando a massa específica básica do tronco dessa espécie com 8 e 3,5 anos de idade, encontraram uma média de 0,460 e 0,440 g cm^{-3} , respectivamente, confirmando a existência de variabilidade dentro da espécie.

Da mesma forma, a *Acacia mearnsii* apresentou valores médios de massa específica básica inferiores aos encontrados na literatura. Em estudos realizados por Freddo (1997), esta

característica tecnológica foi igual a $0,566 \text{ g cm}^{-3}$ para essa espécie, aos 18 anos de idade. Já Schneider et al. (2005), relatou valores médios para *Acacia mearnsii* equivalente a $0,600 \text{ g cm}^{-3}$, considerando povoamentos diferenciados quanto à idade, qualidade do sítio e espaçamento de plantio.

De acordo com Jesus; Vital (1986); Lopes (2003), árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* com 7 e 27 anos de idade, respectivamente, apresentaram uma média igual a $0,460 \text{ g cm}^{-3}$. Já Trevisan et al. (2012) estudando a influência do desbaste em árvores centrais dessa mesma espécie com 18 anos de idade, encontrou uma variação dos valores médios de massa específica básica de $0,390$ a $0,462 \text{ g cm}^{-3}$, sendo essa diferença atribuída à idade e, principalmente, a fatores ambientais e/ou genéticos (SILVA et al., 2004; ALZATE et al., 2005).

A equação de regressão selecionada para a espécie *Eucalyptus grandis* ($\rho_b=0,36172+0,02980(1/P)+0,00000349(P^2)$) para estimar a variação axial da massa específica básica nas árvores (ρ_b), em relação à posição relativa no sentido base-topo (P), apresentou um coeficiente de variação igual a 7,8%, coeficiente de determinação ajustado de 0,17 e erro padrão da estimativa de $0,029 \text{ g cm}^{-3}$. O teste de Whitte acusou um valor de χ^2 igual a 3,59, não significativo ($p=0,61$), portanto os dados de massa específica apresentam homogeneidade da variância, não necessitando serem transformados.

Para a espécie *Acacia mearnsii* a equação de regressão selecionada ($\rho_b=0,51343+0,000061(P^2)-0,00573(P)$) para estimar a variação axial da massa específica básica nas árvores (ρ_b), em relação à posição relativa no sentido base-topo (P), apresentou um coeficiente de variação igual a 15%, coeficiente de determinação ajustado de 0,32 e erro padrão da estimativa de $0,065 \text{ g cm}^{-3}$. O teste de Whitte acusou um valor de χ^2 igual a 6,27, não significativo ($p=0,18$), portanto os dados de massa específica apresentam homogeneidade da variância, não necessitando serem transformados.

Apesar dos baixos coeficientes de determinação resultantes dos modelos acima selecionados, verificou-se que os mesmos expressam a real variação axial da massa específica básica nas árvores. Isso motivado pelos demais testes aplicados na análise que selecionou os modelos, levando-se em consideração que o coeficiente de determinação é uma ótima ferramenta, mas que por si só, não condiciona a real dispersão dos dados.

Com base nos modelos selecionados, os dados de massa específica básica em função da posição relativa no sentido base-topo foram então relacionados com os respectivos espaçamentos de plantio e submetidos à análise de regressão com o emprego de variável *Dummy* (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância da regressão reajustada com variável *Dummy* (tipo SS1) da massa específica básica da madeira de *Acacia mearnsii* e *Eucalyptus grandis* em função da posição relativa e do espaçamento.

Table 2. Analysis of variance of readjusted regression with *Dummy* variable (SS1 type) of basic Density of *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus grandis* as a function of relative position and spacing.

<i>Acacia mearnsii</i>			<i>Eucalyptus grandis</i>		
FV	GL	QM	FV	GL	QM
Modelo	8	0,021592*	Modelo	8	0,004835*
P ²	1	0,030214*	1/P	1	0,024710*
P	1	0,122903*	P ²	1	0,007607*
D1	1	0,000429 ^{ns}	D1	1	0,000392 ^{ns}
D2	1	0,005597 ^{ns}	D2	1	0,000446 ^{ns}
D3	1	0,005641 ^{ns}	D3	1	0,002686 ^{ns}
D4	0	-	D4	0	-
D1.P ²	1	0,000571 ^{ns}	D1.1/P	1	0,000304 ^{ns}
D2.P ²	1	0,003525 ^{ns}	D2.1/P	1	0,001492 ^{ns}
D3.P ²	1	0,003862 ^{ns}	D3.1/P	1	0,001041 ^{ns}
D4.P ²	0	-	D4.1/P	0	-
Erro	63	0,004389	Erro	163	0,00086
Total	71	-	Total	171	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; P = posição relativa no sentido base-topo, %; D₁₋₄ = espaçamento de plantio (*Dummy*); D₁₋₄.P² = interação tratamento (*Dummy*) com a variável P²; D₁₋₄.1/P = interação espaçamento (*Dummy*) com a variável 1/P; * = significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} = não significativo.

As equações selecionadas para *Eucalyptus grandis* e para *Acacia mearnsii* (Tabela 2) podem ser utilizadas para todos os espaçamentos, pois as *Dummy* D₁, D₂, D₃ e D₄, empregadas para verificar a influência dos espaçamentos 1 (2,0x1,0 m), 2 (2,0x1,5 m), 3 (3,0x1,0 m) e 4 (3,0x1,5 m), respectivamente, na massa específica básica, não foram significativas em nível de 5% de probabilidade de erro. Na mesma tabela, verifica-se, ainda, que não houve interação significativa entre os espaçamentos e a posição relativa no sentido base-topo.

Dessa forma, na Figura 1, observa-se que, independentemente do espaçamento aplicado, não há um padrão de variação da massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, em função da posição relativa no sentido base-topo.

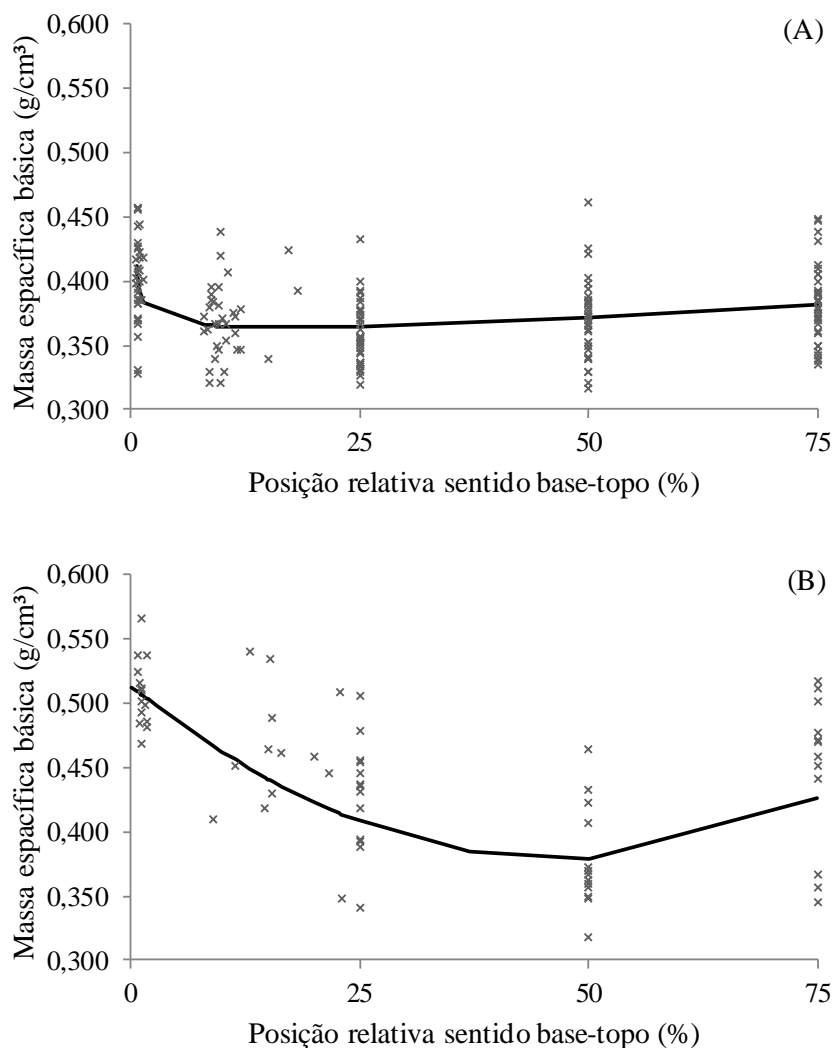


Figura 1. Variação da massa específica básica das árvores de *Eucalyptus grandis* (A) e *Acacia mearnsii* (B) em função da posição relativa no sentido axial.

Figure 1. Variation of basic density of *Eucalyptus grandis* (A) and *Acacia mearnsii* (B) as a function of relative position in axial direction.

Para a espécie *Eucalyptus grandis* os valores dessa característica tecnológica decrescem da base até, aproximadamente, a região do DAP. A partir dessa posição, os valores são crescentes, no entanto, com pouca variação sem tendência de estabilização com a altura (Figura 1 A). Para *Acacia mearnsii*, observou-se uma tendência de decréscimo da massa específica básica da base até a região que corresponde a 50% da altura total, e a partir dessa posição há uma variação crescente, em função da posição relativa no sentido base-topo (Figura 1 B). Observou-se ainda, que a massa específica na base, foi superior aquela observada no nível superior das árvores. Os resultados encontrados corroboram com os descritos por Wilkins (1990), Malan; Hoon (1992); Alzate et al. (2005) e Trevisan et al. (2012), que constataram a diminuição da massa específica até a região do DAP, seguida de aumento a partir dessa posição.

Resultados semelhantes são descritos por Vital e Della Lucia (1987), que não encontraram efeito significativo do espaçamento na massa específica da madeira. No entanto, são divergentes dos encontrados por Berger (2000), Haselein et al. (2002) e Roque; Ledzema (2003), que verificaram um aumento da massa específica com o aumento do espaçamento. Em contrapartida, Garcia et al. (1991) encontraram uma diminuição da massa específica da madeira com o aumento do espaçamento. Para Goulart et al. (2003), essas divergências de resultados podem ser decorrentes de diversos fatores, como a variabilidade genética dos povoamentos originados de sementes.

4 CONCLUSÕES

Os diferentes espaçamentos não influenciaram a variação da massa específica básica em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, não sendo verificada uma tendência sistemática positiva ou negativa em relação ao espaço vital proporcionado pelo espaçamento.

O padrão de variação da massa específica básica no sentido longitudinal, aos 36 meses de idade, em árvores de *Eucalyptus grandis*, apresentou um decréscimo até a região do DAP, seguido de acréscimo, com pouca variação. Para a espécie *Acacia mearnsii* observou-se uma tendência de decréscimo desta característica tecnológica da base até a região que corresponde a 50% da altura total, e a partir desta posição, uma variação crescente em função da posição relativa no sentido base-topo.

5 REFERÊNCIAS

ALZATE, S. B. A.; TOMAZELLO FILHO, M.; PIEDADE, S. M. S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 87-95, 2005.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilidade**. 2000. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

DEBELL, D. S.; KEYES, C. R.; GARTNER, B. L. Wood density of *Eucalyptus saligna* grown in Hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate. **Australian Forestry**, v. 64, n. 2, p. 106-110, 2001.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; BAMBERG, R.; VIAN, A. L.; BUSANELLO, C. Espécies florestais em plantios de curta rotação para biomassa. **Revista da Madeira**, v. 21, p. 50-53, 2010.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/ CEPEF/ FATEC, 1992. 269p.

FREDDO, A. **Elementos minerais em madeiras de Eucaliptos e Acácia-negra e sua influência na indústria de celulose Kraft branqueada**. 1997. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

GARCIA, C.H.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S.F. Comportamento florestal do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em diferentes espaçamentos. **IPEF**, p. 1-8, 1991. (Circular Técnica, 179).

GOULART, M. HASELEIN, C. R.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A.; PAULESKY, D. T. Massa específica básica e massa seca de madeira de *Eucalyptus grandis* sob o efeito do espaçamento de plantio e da posição axial no tronco. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 167-175, 2003.

HASELEIN, C. R.; BERGER, R.; GOULART, M.; STHAL, J.; TREVISAN, R.; SANTINI, E. J.; LOPES, M. C. Propriedades de flexão estática da madeira e umidade e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 147-152, 2002.

HASELEIN, C. R.; LOPES, M. C.; SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.; ROSSO, S.; FERNANDES, D. L. G.; MENEZES, L. F. de. Características tecnológicas da madeira de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 145-155, 2004.

JESUS, R. M.; VITAL, B. R. Comparação entre densidades de matrizes e de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 10, n. 1, p. 82-90, 1986.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Revista Instituto Florestal**, v. 17, n. 2, p. 151-160, 2005.

LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA, A. D. Variação da densidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* no sentido longitudinal dos caules. **Ciência e Prática**, v. 16, n. 1, p. 123-127. 1992.

LOPES, M. C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

MALAN, F. S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, n. 163, p. 13-20. 1992.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

ROQUE, R. M.; LEDZEMA, R. M. Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste. **Madera y Bosques**, v. 9, n. 2, p. 15-27, 2003.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SOBRINHO, V. G.; SCHNEIDER, P. S. P. Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 391-402, 2005.

SETTE JUNIOR, C. R. **Efeito da aplicação do lodo de esgoto e de fertilização mineral no crescimento e propriedades da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 2007. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2007.

SILVA, J. C. ; OLIVEIRA, J. T. S. ; TOMAZELLO FILHO, M.; JÚNIOR, S. K. ; MATOS, J. L. M. Influência da idade e da posição radial na massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Revista Floresta**, v. 34, n. 1, p. 13-22, 2004.

SOUZA, V. R.; CARPIM, M. A.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posição em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, v. 3, p. 63-72, 1986.

TREVISAN, R.; ELOY, E.; DENARDI, L.; HASELEIN, C. R.; CARON, B. O. Variação axial e efeito do desbaste na massa específica das árvores centrais de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 312-318, 2012.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF/UFV. p. 1-21, 1984. (Boletim Técnico, 1).

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, v. 11, n. 2, p. 132-145, 1987.

WASHUSEN, R.; BAKER, T.; MENZ, D.; MORROW, A. Effect of thinning and fertilizer on the cellulose crystallite width of *Eucalyptus globulus*. **Wood Science and Technology**, v. 39, n. 7, p. 569-578, 2005.

WILKINS, A. P. Influence of silvicultural treatment on growth and wood density of *Eucalyptus grandis* growth on a previous pasture site. **Australian Forestry**, v. 53, n. 3, p.168-172, 1990.

WILKINS, A.P.; KITAHARA, R. Silvicultural treatments and associated growth rates, growth strains and wood properties in 12,5-year-old *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry**, v. 54, n. 1, p. 99-104, 1991.