

Variação da densidade básica da madeira de  
*Toona ciliata* Roem cultivada em diferentes localidadesVariation of basic Wood density of  
*Toona ciliata* M. Roem grown in different locationsAlessandra de Oliveira Ribeiro<sup>1</sup>, Lourival Marin Mendes<sup>2</sup>, Fábio Akira Mori<sup>2</sup>,  
Raiana Quirino de Souza Ziech<sup>3</sup> e Rafael Farinassi Mendes<sup>4</sup>**Resumo**

A diminuição na oferta de madeira de espécies nativas consideradas nobres, por diversas restrições, vem impulsionando a investigação de espécies alternativas, a exemplo o cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem.). O presente trabalho teve como objetivo determinar e avaliar a densidade básica da madeira de cedro australiano no sentido medula-casca e base-topo, proveniente de três municípios do Sul de Minas Gerais (Campo Belo, Cana Verde e Santo Antônio do Amparo). Para a determinação da densidade básica utilizou-se a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003). De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que: A) A densidade básica média obtida para a madeira de cedro australiano foi de 0,304 g/cm<sup>3</sup>; B) Não houve diferença significativa para a densidade básica média obtida para a madeira de Cedro australiano nas três localidades estudadas, porém o local de plantio afetou o padrão de variação da densidade nos sentidos medula-casca e base-topo; C) No sentido medula-casca, houve diferenciação significativa apenas para as cidades de Campo Belo e Santo Antônio do Amparo, em ambos os casos com o aumento da densidade da medula para a casca; e D) No sentido base-topo, houve diferença significativa apenas para a cidade Cana Verde, com o aumento da densidade com o aumento da altura.

**Palavras-chave:** Cedro australiano, Variação da densidade básica, base-topo e medula-casca

**Abstract**

The decrease in the offer of valuable native species wood supply, due to several restrictions, fostered the investigation of alternative species, such as the Australian Cedar (*Toona ciliata* M. Roem.). The objective of this work was to determine and evaluate the basic density of the Australian Cedar wood in the pith-bark and base-top direction, from three municipalities in southern Minas Gerais state (Campo Belo, Cana Verde e Santo Antônio do Amparo). For the determination of basic wood density the standard NBR 11941-02 (ABNT, 2003) was used. It is concluded that: a) the mean basic density obtained was 0.304 g / cm<sup>3</sup>; b) there was no significant difference for the mean basic density in the three areas studied; however the location affects the pattern of variation of density in the pith-bark and base-top direction; c) in the pith-bark direction, there was a significant difference only for Campo Belo and Santo Antônio do Amparo: in both cases density increased from pith to bark; and d) in base-top direction, there was a significant difference only for Cana Verde, with density increasing with height.

**Keywords:** Australian Cedar, Variation of density, base-top, pith-bark

**INTRODUÇÃO**

A atividade florestal brasileira contribui significativamente na economia nacional, participando de 3 a 4% do Produto Interno Bruto Brasileiro (ABIMCI, 2010). Esta importância deve-se ao fato de o país possuir enorme riqueza e diversidade em recursos florestais, tanto em espécies

nativas, com destaque para as áreas de florestas localizadas nos estados que compõem a Amazônia Legal, como no crescente aumento do cultivo de espécies exóticas, sob a forma de reflorestamentos nas regiões sudeste e sul do país.

No entanto, a produção e a demanda pela matéria-prima madeira no mercado brasileiro revelam um cenário real de déficit. Esse fato pode ser

<sup>1</sup>Bióloga, Mestranda em Ciência e Tecnologia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais / UFLA Cx. P. 3037 CEP 37200-000 Lavras-MG - E-mail: [alebioribeiro@gmail.com](mailto:alebioribeiro@gmail.com)

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Professor doutor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Cx. P. 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG - E-mail: [lourival@dcf.ufla.br](mailto:lourival@dcf.ufla.br), [morif@dcf.ufla.br](mailto:morif@dcf.ufla.br)

<sup>3</sup>Engenheira Florestal, parte da dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais / UFLA Cx. P. 3037 CEP 37200-000 Lavras-MG - E-mail: [quirino@yahoo.com.br](mailto:quirino@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando em Recursos Florestais do Departamento de Ciências Florestais/LCF da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ESALQ-USP Cx. P. 09 CEP 13418-000 Piracicaba-SP - E-mail: [rafaelmendes@usp.br](mailto:rafaelmendes@usp.br)

atribuído a diversas questões, dentre elas a pressão histórica e constante sobre as florestas naturais, nas quais o desmatamento ilegal e a exploração predatória das espécies consideradas nobres reduziram a produtividade da floresta com o passar do tempo, as restrições legais de uso, como por exemplo, as áreas especialmente protegidas, e a difícil acessibilidade das áreas produtoras até os pátios das indústrias transformadoras, inviabilizando muitas vezes o comércio.

Os reflorestamentos deram início a uma alternativa bastante viável de suprir a falta de madeira no mercado. Este foi bastante beneficiado pelas leis de incentivos fiscais, o que causou a implantação de extensas áreas de florestas, principalmente com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, possibilitando a produção de um material com características que podem ser manejadas adequadamente para um determinado uso. Porém, ao se pensar em reflorestamentos com espécies consideradas nobres, poucas são as espécies que vêm sendo estudadas, o que dificulta a seleção de novas espécies florestais que poderiam ser promissoras e tecnologicamente interessantes no abastecimento de madeira para o país.

Entre as espécies que vêm sendo plantadas visando à produção de madeira para serraria está o cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), espécie da família Meliaceae, a qual possui similaridade botânica com os cedros nativos do gênero *Cedrella* da Mata Atlântica e o mogno (*Swietenia macrophylla*) da Floresta Amazônica (PINHEIRO *et al.*, 2006). De acordo com Mangialavori *et al.* (2003), o cedro australiano é uma espécie promissora para plantações comerciais por causa da qualidade de sua madeira, rápido crescimento e imunidade ao broqueador das pontas (*Hypsipyla grandella*), que afeta os cedros nativos. Apesar disso, ainda existe um número pequeno de trabalhos referente à espécie, principalmente com referência à espécie introduzida nos reflorestamentos em nosso país, em diferentes idades e locais de crescimento.

Dentre os estudos direcionados à avaliação da madeira, um dos mais importantes é a determinação de sua densidade, que é indiscutivelmente aceita como um dos principais parâmetros de qualidade quando se visa sua utilização como matéria-prima industrial ou energética. O seu estudo vem sendo largamente realizado por ser um parâmetro de simples determinação, além da sua correlação com outras propriedades da madeira (MENDES *et al.*, 1999)

Segundo Barrichelo (1982), a densidade da madeira varia entre espécies, entre indivíduos e

procedências da mesma espécie e dentro da árvore, tanto no sentido longitudinal, ou seja, da base para o topo, como no sentido radial da medula para a casca, sendo, do ponto de vista da utilização tecnológica da madeira, extremamente importante o estudo da sua variação nesses sentidos.

De acordo com Panshin e De Zeeuw (1970) uma síntese dos padrões de variação da densidade da madeira no sentido longitudinal pode ser dada por:

1. Decresce uniformemente com a altura;
2. Decresce até certo ponto e cresce deste, até o topo da árvore. Algumas vezes, pode decrescer levemente nas partes superiores;
3. Crescente da base para o topo, não obedecendo a um padrão uniforme de variação.

Enquanto que de acordo Panshin e De Zeeuw (1980) uma síntese dos padrões de variação da densidade da madeira no sentido radial pode ser dada por:

1. Crescente da medula para a casca;
2. Alta na medula, decrescendo nos primeiros anéis e aumentando ao máximo próximo a casca;
3. Densidade aumentada próximo à medula, depois permanecendo mais ou menos constante, podendo decrescer próximo a casca;
4. Decrescente da medula para casca.

Nesse contexto, estudos da madeira de Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem.) são necessários, buscando avaliar suas propriedades intrínsecas, de maneira a relacionar tais características com indicações de uso final adequado. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar e avaliar a densidade básica da madeira de cedro australiano no sentido base-topo e medula-casca, proveniente de três municípios do sul de Minas Gerais (Campo Belo, Cana Verde e Santo Antônio do Amparo).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostragem

Para o presente estudo foram utilizadas árvores de Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem.) com aproximadamente 4 anos de idade, proveniente de três municípios localizados na região sul do estado de Minas Gerais (Campo Belo, Cana Verde e Santo Antônio do Amparo). As três localidades estão dentro de um raio de 40 km, com um clima tropical de altitude (CWA), de Koppen, com verões úmidos e invernos secos, precipitação pluviométrica anual de 1250 mm e temperatura média em torno de 23,5°C. O solo é do tipo Latossolo Vermelho Escuro. As coordenadas das áreas de plantio são, respectivamente, de 20° 51' 55"

S e 45° 16' 12" O e altitude de 945 m para Campo Belo; 21° 00' 51" S e 45° 10' 48" O e altitude de 700 m para Cana Verde; e 20° 57' 18" S e 44° 55' 17" O e altitude de 1020 m para Santo Antônio do Amparo. Para os três plantios, o espaçamento foi de 3 x 2 m, tendo havido desrama no segundo ano e não foi informado nenhum tipo de adubação.

Em cada região foram coletadas cinco árvores, buscando selecionar indivíduos sadios e fenotipicamente representativos do plantio, evitando árvores passíveis do efeito de borda. Na Tabela 1 são apresentadas as dimensões das árvores selecionadas em cada região.

Após seleção, as árvores foram abatidas e seccionadas, tendo sido retirados discos de quatro centímetros de espessura na base e a cada 1,30 m do seu comprimento. O número de discos por árvore variou conforme a altura das mesmas, tendo o último disco sido retirado antes da primeira bifurcação do fuste. Posteriormente estes foram identificados e acondicionados em sacos plásticos para evitar a perda de umidade, e em seguida levados para a Unidade Experimental de Painéis de Madeira (UEPAM), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG.

#### Determinação da densidade básica

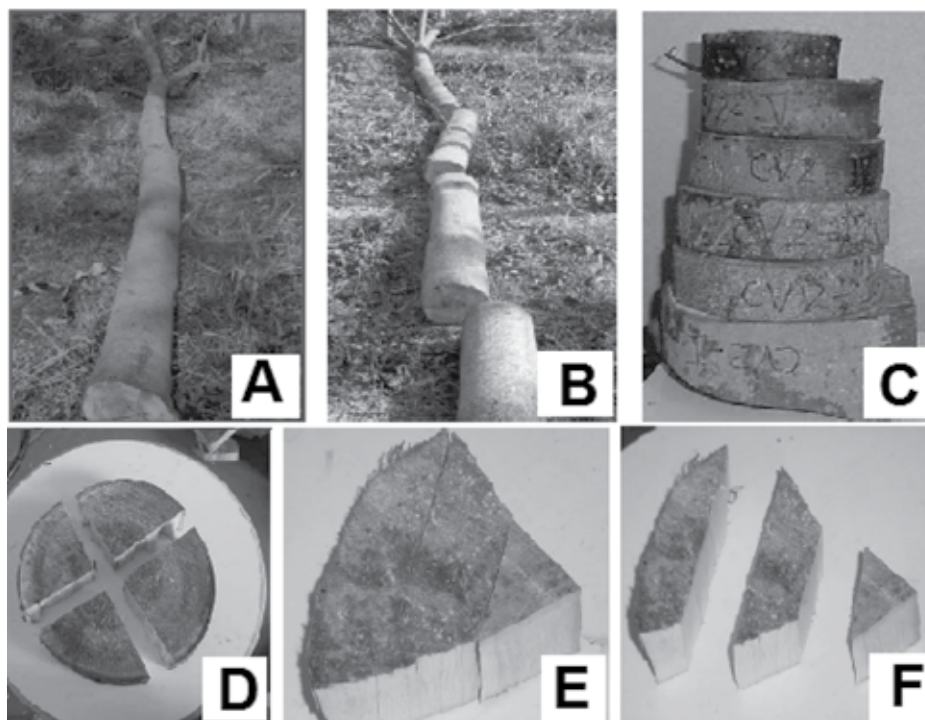
Os discos obtidos foram então transformados em cunhas, sendo selecionada uma delas para a determinação da densidade básica. A

cunha foi dividida em três partes: posição interna, intermediária e externa, ou seja, uma parte com presença de medula, outra contendo cerne e, por último, uma parte apresentando albarno, respectivamente. Essa divisão teve por objetivo acompanhar a variação da densidade ao longo do eixo radial da árvore. Toda a seqüência de obtenção das amostras está ilustrada na Figura 1.

**Tabela 1.** Valores de DAP e de altura total das árvores selecionadas.

**Table 1.** DBH values and total height of selected trees.

Localização	Árvores selecionadas	DAP (cm)	Altura (m)
Campo Belo	1	18,10	11,50
	2	19,55	10,60
	3	18,15	11,70
	4	20,85	10,20
	5	18,80	10,00
	<b>Média</b>	<b>19,09</b>	<b>10,80</b>
Cana Verde	1	16,90	10,60
	2	16,85	13,60
	3	16,25	10,50
	4	16,00	11,90
	5	16,75	12,50
	<b>Média</b>	<b>16,55</b>	<b>11,82</b>
Santo Antônio do Amparo	1	16,40	11,60
	2	16,65	10,60
	3	16,30	13,50
	4	18,25	11,60
	5	16,50	10,30
	<b>Média</b>	<b>16,82</b>	<b>11,52</b>



**Figura 1.** Seqüência da obtenção das amostras para determinação da densidade básica. A) árvore abatida; B) árvore seccionada; C) retirada dos discos; D) Disco dividido em cunhas; E) Cunhas divididas; e F) Amostras no sentido medula-casca.

**Figure 1.** Sequence of obtained samples for density determination: A) felled tree; B) sectioned tree; C) disk removal; D) Disk divided in wedges; E) divided wedges; and F) samples in the pith-bark direction.

A densidade básica da madeira de cedro australiano foi determinada de acordo com a norma NBR 11941-02 (ABNT, 2003). Para tanto, as amostras foram colocadas em dessecador com água e realizada a aplicação de vácuo, a fim de facilitar o processo de saturação das fibras. Em seguida, foi calculado o volume imerso em água de cada corpo-de-prova e então levados para uma estufa de circulação forçada de ar na temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , até que atingissem massa constante, obtendo assim a sua massa seca.

### Análises estatísticas

Para a análise dos resultados, realizou-se uma análise de variância para a densidade básica média obtida para cada local e também para a variação da densidade básica média nos sentidos medula-casca e base-topo dentro de cada localidade, com posterior teste de médias de Tukey a 1% e 5% significância.

Aliado a esta análise foi realizado no sentido medula-casca ajustes de modelos de regressão polinomial para cada posição (interna, intermediária e externa) em função da altura dos discos em relação à base, para cada um dos locais de coleta (Campo Belo, Cana verde e Santo Antônio do Amparo). A análise conjunta dos locais ficou impossibilitada devido à heterogeneidade de variâncias (heterocedasticidade). O ajuste dos modelos foi feito no programa estatístico Statistical Analyses System (SAS INSTITUTE, 1999). Foram testados modelos polinomiais de 1°, 2° e 3° graus, sendo avaliados a significância dos parâmetros de regressão ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  e  $\beta_3$ ) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do modelo ajustado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade básica média para cada localidade

A média geral da densidade básica da madeira cedro australiano, assim como a média para cada localidade, estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Densidade básica média da madeira de Cedro australiano.

**Table 2.** Mean basic density of Australian cedar wood.

Localidade	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )
Campo Belo	0,310 a
Cana Verde	0,318 a
Santo Antônio do Amparo	0,285 a
Média geral	0,304

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De acordo com os resultados, a densidade básica média obtida para a madeira de cedro australiano foi de  $0,304 \text{ g/cm}^3$ , fazendo com que esta seja classificada como madeira leve, o que corresponde a madeira com densidade básica abaixo de  $0,50 \text{ g/cm}^3$  (MELO *et al.*, 1991, apud SOUZA *et al.* 2000).

Pereyra *et al.* (2006), estudando as propriedades físico-mecânicas e o comportamento industrial da madeira de *Toona ciliata* M. Roem., com idades entre 18 e 20 anos, obtiveram densidade básica média de  $0,337 \text{ g/cm}^3$ . Já Trianoski (2010) citam densidade básica para a espécie aos 17 anos de idade de  $0,373 \text{ g/cm}^3$ . Enquanto que Sá *et al.* (2010), analisando a densidade básica do cedro australiano aos 18 anos de idade, plantadas no espaçamento de 4 x 3 metros no município de Marechal Floriano-ES, obteve densidade básica média de  $0,324 \text{ g/cm}^3$ . Desta forma, pode-se observar que o valor de densidade básica encontrado foi inferior aos obtidos em literatura, o que provavelmente, dentre outros fatores, pode estar relacionado à diferença de idade dos plantios, visto que madeira de menor idade, no caso do presente estudo madeiras de quatro anos, apresentam características anatômicas diferenciadas, além ainda de baixa e/ou inexistência de formação de cerne, o qual apresenta maior densidade devido ao espessamento da parede celular e da deposição de extrativos.

No entanto, observa-se ainda em relação à densidade básica, que apesar da grande diferença de idade, a diferença da densidade acabou sendo relativamente pequeno, o que pode estar associado à diferença nos espaçamentos dos plantios e também em relação à disponibilidade de nutrientes do solo de cada localidade, sendo que em locais com maiores espaçamentos e também com melhores condições de nutrientes a tendência é de um crescimento mais acentuado, o que gera uma madeira com características anatômicas que propiciam uma menor densidade a madeira.

O presente estudo é relativo a um parâmetro inicial muito importante para a determinação da qualidade e características da madeira de cedro australiano, visto que no manejo da cultura está previsto desbaste na área de plantio aos quatro anos de idade. Porém mais estudos em idades mais avançadas de plantio se mostram de grande importância buscando a avaliação da espécie para a produção de madeira serrada.

Na comparação do valor médio obtido para a densidade básica para a madeira de cedro australiano com os valores de densidade básica média do cedro nativo (*Cedrela odorata*) adulto, que está situado por volta de 0,390 g/cm<sup>3</sup> (IBAMA, 2008), infere-se que a madeira de cedro australiano pode apresentar características semelhantes ao cedro nativo no que diz respeito a este parâmetro. Isso porque a densidade é uma das principais propriedades da madeira e está relacionada diretamente com a resistência mecânica e a estabilidade dimensional, servindo como parâmetro de qualidade entre as diversas espécies.

Em relação à comparação da densidade média obtida para cada localidade, não foi observada diferença estatística significativa entre as diferentes localidades (Tabela 2), apesar de se notar certa tendência de diminuição para a cidade de Santo Antônio do Amparo, o que pode estar relacionado a alguma característica diferenciada em relação à fertilidade do solo, a qual não foi avaliada nesse estudo, mas que também merece certo destaque em trabalhos futuros, visando ainda mais a avaliação e inserção de plantios comerciais de cedro australiano com vista para aplicações tecnológicas de alto padrão.

Todavia, apesar de não ser observada diferença entre as densidades médias das árvores de cedro australiano nas três localidades, diferentes tipos de variações nos sentidos medula-casca e/ou base-topo em cada um dos locais dos plantios foram observados e serão abordadas a seguir.

## Variação da densidade básica para cada localidade

### Campo Belo

De acordo com os resultados da análise de variância, foi observado efeito significativo da variação da densidade básica da madeira de Cedro australiano, plantado no município de Campo Belo, apenas no sentido medula-casca (Tabela 3).

**Tabela 3.** Variação da densidade no sentido medula-casca para a localidade de Campo Belo.

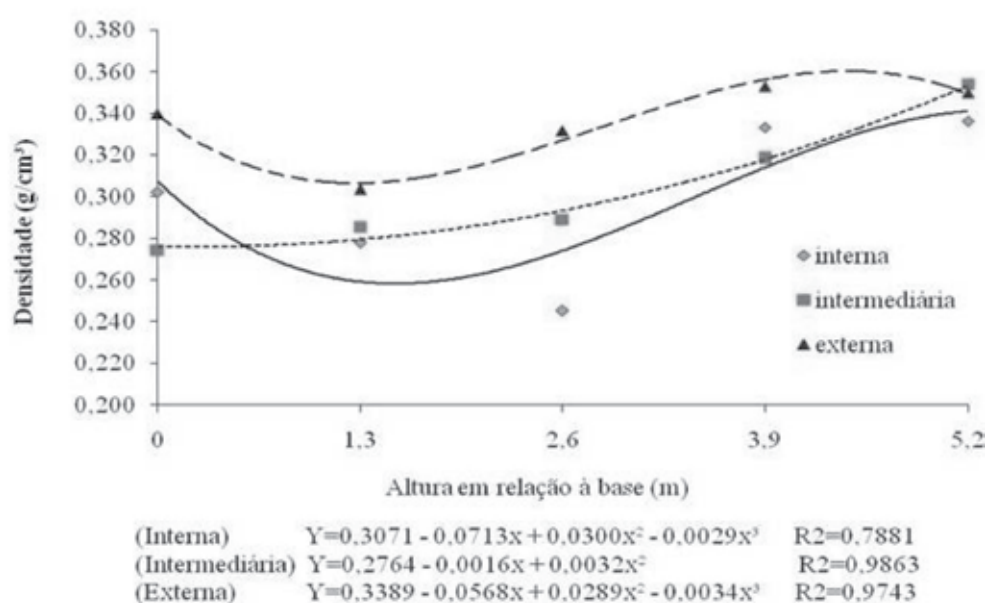
**Table 3.** Density variation in pith-bark direction for Campo Belo site.

Posição	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )
Interna	0,295 a
Intermediária	0,300 ab
Externa	0,334 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os resultados revelam diferença significativa apenas entre a parte interna e a parte externa do tronco, sendo a parte intermediária estatisticamente igual às outras duas posições. O padrão da variação observado segue um dos principais modelos de variação radial (medula-casca) destacados por Panshin e De Zeeuw (1980), que é o aumento da densidade da medula para a casca. Tomazello Filho (1985) também observou o aumento da densidade básica nos sentidos medula-casca para as madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*.

Apesar de não ser observada diferença estatística significativa da densidade básica no sentido base-topo, foi observado relação entre a densidade básica de cada posição no sentido medula-casca (interna, intermediária e externa) com o aumento da altura da árvore (base-topo) (Figura 2).



**Figura 2.** Variação da densidade básica nas posições interna, intermediária e externa em função da altura para a localidade de Campo Belo.

**Figure 2.** Variation of basic density in the internal, intermediate and external positions related to height for Campo Belo site.

Pela análise do gráfico, o melhor ajuste encontrado foi para a posição intermediária, resultante do modelo quadrático com  $R^2 = 0,9863$ . Já para as posições interna e externa, o melhor ajuste foi obtido com o modelo cúbico, com  $R^2 = 0,7881$  e  $0,9743$ , respectivamente. Tanto na posição interna como na externa, foi observada diminuição da densidade básica até 1,30 m de altura, com posterior aumento até o topo da árvore.

### Cana Verde

De acordo com os resultados da análise de variância foi observado efeito significativo da variação da densidade básica da madeira de cedro australiano, plantado no município de Cana Verde, apenas no sentido base-topo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Variação da densidade no sentido base-topo para a localidade de Cana Verde.

**Table 4.** Variation of density in base-top direction for Cana Verde site.

Altura (m)	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )
0	0,272 a
1,3	0,302 ab
2,6	0,314 ab
3,9	0,332 b
5,2	0,348 b
6,5	0,350 b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% de significância.

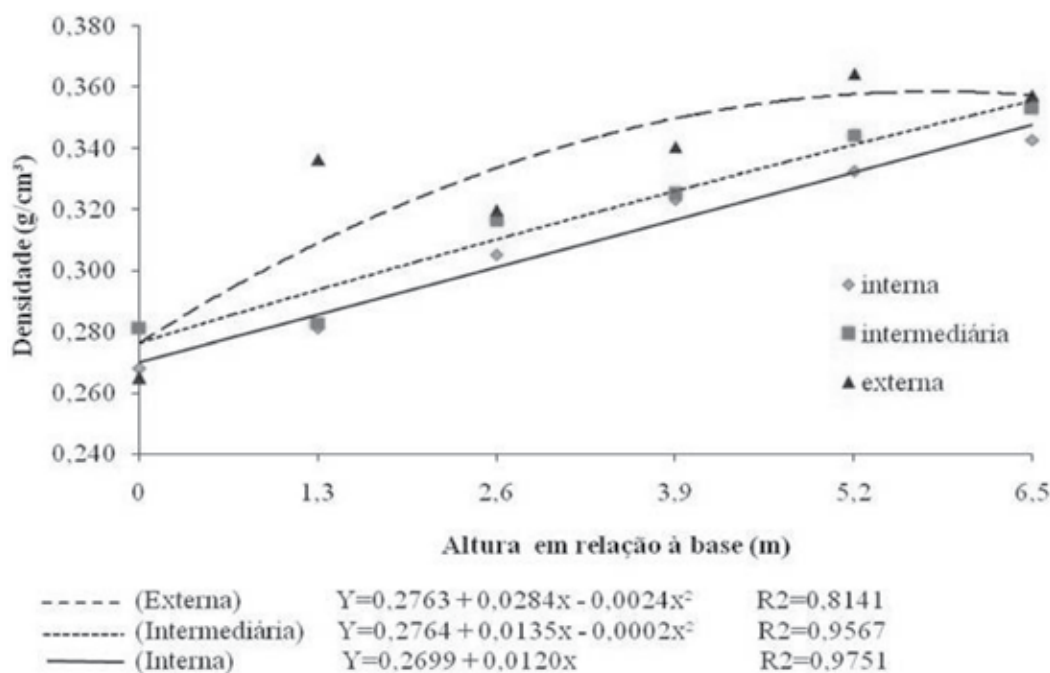
A variação revelou o aumento da densidade básica da madeira da base para o topo do fuste. Sendo que a densidade básica até 2,6 m

se mostrou igual estatisticamente a da base, enquanto que a partir desta altura foi estatisticamente superior. A variação observada segue a síntese dos padrões de variação longitudinal apresentado por Panshin e Zeeuw (1970), que é o aumento da densidade básica da base para o topo, não obedecendo a um padrão uniforme de variação.

Vale *et al.* (1999) também observaram comportamento semelhante em estudo da variação longitudinal da densidade básica da madeira de Acácia mangium aos sete anos de idade, afirmando ainda que o aumento da densidade básica nos topos das árvores pode estar relacionado com a presença da copa, pois na região de inserção dos ramos há alteração na estrutura anatômica da madeira, provocando o aumento de densidade.

Além da variação média ao longo do fuste, foi observado também relação entre a densidade básica de cada posição no sentido medula-casca (interna, intermediária e externa) com o aumento da altura da árvore (base-topo) (Figura 3).

O melhor ajuste encontrado foi para a posição interna, resultante do modelo linear com  $R^2 = 0,9751$ , com o aumento da densidade a medida que se aumenta a altura da árvore. Para as posições intermediária e externa, o melhor ajuste foi obtido com o modelo quadrático, com  $R^2 = 0,9567$  e  $0,8141$ , respectivamente.



**Figura 3.** Variação da densidade básica nas posições interna, intermediária e externa em função da altura para a localidade de Cana Verde.

**Figure 3.** Variation of basic density in the internal, intermediate and external positions as a function of height for the Cana Verde site.

### Santo Antônio do Amparo

De acordo com os resultados da análise de variância foi observado efeito significativo da variação da densidade básica da madeira de cedro australiano, plantado no município de Santo Antônio do Amparo, apenas no sentido medula-casca (Tabela 5).

**Tabela 5.** Variação da densidade no sentido medula-casca para a localidade de Santo Antônio do Amparo.

**Table 5.** Variation of density in the pith-bark direction for Santo Antônio do Amparo site.

Posição	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )
Interna	0,276 a
Intermediária	0,281 ab
Externa	0,298 b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O comportamento foi o mesmo observado para as amostras de Campo Belo, com a diferenciação da densidade básica apenas entre as posições interna e externa, e com o aumento da densidade da medula para a casca.

Ainda, da mesma forma como obtido para Campo Belo, foi observado relação entre a densidade básica de cada posição no sentido medula-casca (interna, intermediária e externa) com o aumento da altura da árvore (base-topo) (Figura 4).

O modelo cúbico foi o que apresentou melhores ajustes para as três posições, com  $R^2 = 0,9610$ ;  $0,8635$  e  $0,7802$  para posição interna, intermediária e externa, respectivamente. Para as posições interna e externa a tendência foi de diminuição até aproximadamente a metade da altura, com posterior aumento. Enquanto que para a posição intermediária, a tendência foi de diminuição até aproximadamente o DAP (1,30 m), e também com posterior aumento.

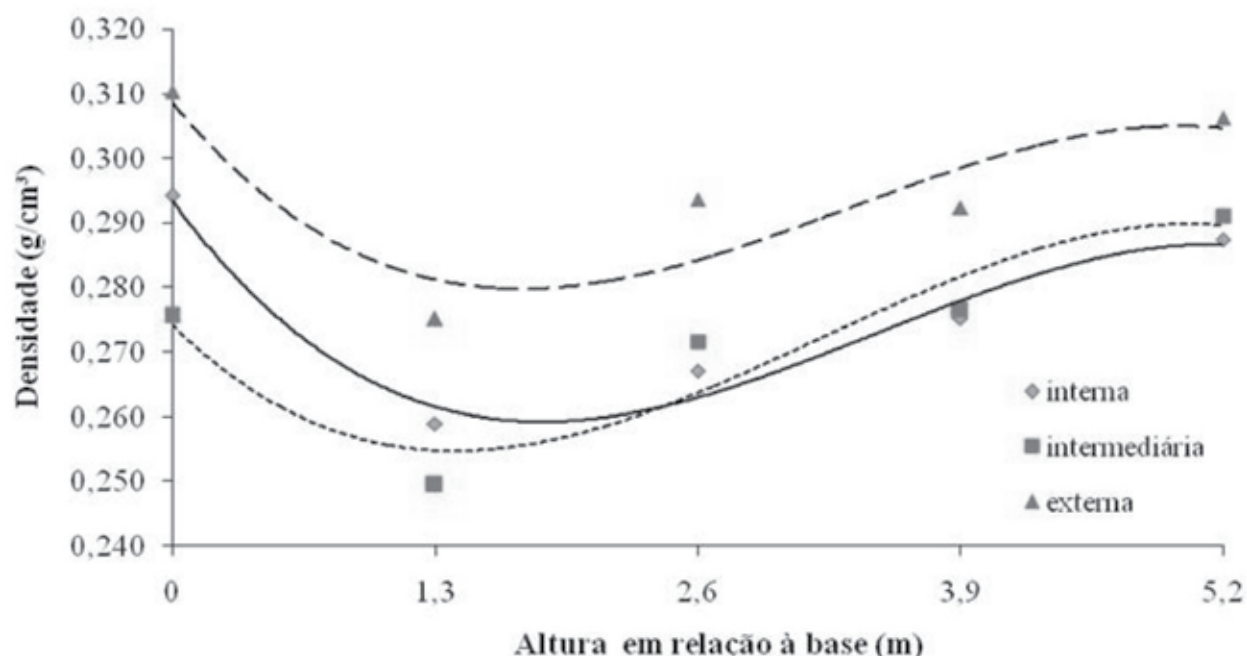
### CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

A densidade básica média obtida para a madeira de cedro australiano foi de  $0,304 \text{ g/cm}^3$ , o que possibilitou a sua classificação como madeira leve;

Não houve diferença significativa para a densidade básica média obtida para a madeira de cedro australiano nas três localidades estudadas, porém o local de plantio afetou o padrão de variação da densidade nos sentidos medula-casca e base-topo;

No sentido medula-casca, houve diferenciação significativa apenas para as localidades de Campo Belo e Santo Antônio do Amparo. Em ambos os casos houve aumento da densidade da medula para a casca;



$$\text{(Interna)} \quad Y=0,2935 - 0,0424x + 0,0157x^2 - 0,0015x^3 \quad R^2=0,9610$$

$$\text{(Intermediária)} \quad Y=0,2742 - 0,0309x + 0,0141x^2 - 0,0015x^3 \quad R^2=0,8635$$

$$\text{(Externa)} \quad Y=0,3088 - 0,0378x + 0,0147x^2 - 0,0015x^3 \quad R^2=0,7802$$

**Figura 4.** Variação da densidade básica nas posições interna, intermediária e externa em função da altura para a localidade de Santo Antônio do Amparo.

**Figure 4.** Variation of basic density in the internal, intermediate and external positions related to height for Santo Antônio do Amparo site.

Enquanto que no sentido base-topo, houve diferença significativa apenas para a cidade Cana Verde, podendo observar o aumento da densidade com o aumento da altura;

Em todos os três locais quando analisado a variação base-topo em função das três posições do sentido medula-casca (interna, intermediária e externa) separadamente, foi possível observar relações significativas em relação à altura, sendo um padrão diferente para cada localidade.

## AGRADECIMENTOS

À Fapemig e ao CNPQ, pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas.

## REFERÊNCIAS

ABIMICI-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **A importância do setor para o Brasil**. Curitiba, 2008. Disponível em: <[http://www.abimci.com.br/dmdocuments/ABIMCI\\_Estudo\\_Setorial\\_2008.pdf](http://www.abimci.com.br/dmdocuments/ABIMCI_Estudo_Setorial_2008.pdf)>. Acesso em: 25 setembro 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - **Determinação da densidade básica em madeira**. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

BARRICHELO, L.E.G. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p.726-731

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Madeiras brasileiras**. 2008. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=59e\\_característica=207](http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=59e_característica=207)>. Acesso em: 8 maio. 2010.

MANGIALAVORI, A.; MINETTI, J.M.; MOSCOVICH, F.; CRECHI, E. Growth measurements in commercial plantations of Australian red Redar (*Toona ciliata* var. *australis*) in Salta province, Argentina. **SAGPyA Forestal**, Buenos Aires, n.26, p.2-6, 2003.

MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M.; TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T. Variação da densidade da madeira de *Pinus oocarpa* schiede ex schltl. no sentido longitudinal dos caules. **Cerne**, Lavras v.5 n.1, 1999.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Text book of wood technology**. 4.ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722p.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of Wood Technology**. New York: MC Graw-Hill Book, 1970. 705p.

PEREYRA, O.; SUIREZS, T.M.; PITSCH, C.; BAÉZ, R. Estúdio de las propiedades físico-mecánicas y comportamiento em procesos industriales de la madera de Kiri, Gravillea, Paraíso y Toona. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.2, p.213-223, 2006.

PINHEIRO, A.L.; LANI, J.L.; COUTO, L. **Cedro-Australiano: cultivo e utilização (Toona ciliata M. Roem. var. australis (F. Muell) Bahadur**. Viçosa: UFV, 2006. 42p.

SÁ, V.A.; MENDES, L.M.; COUTO, A.M.; LIMA, N.N. Manufatura de painéis cimento-madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. *australis*) de diferentes procedências e idade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.88, p.559-566, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS Procedures guide for computers**. 6ed. Cary: SAS Institute, 1999. v.3, 373p.

SOUZA, M.H.; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A. **Madeiras tropicais brasileiras**. 2.ed. Brasília: IBAMA, 2002. 152p.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, n.29, p.37-45, 1985.

TRIANOSKI, R. **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira Aglomerada**. 2010. 260p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2010.

VALE, A.T.; BRASIL, M.A.M.; MARTINS, I.S. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acácia mangium* WILLD WOOD. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.85-92, 1999.

Recebido em 04/10/2010

Aceito para publicação em 29/08/2011