

## Lenho e Casca de *Eucalyptus* e *Acacia* em Plantios Monoespecíficos e Consorciados

Camila Luiz Silva<sup>1</sup>, Bruna de Carvalho Roldão<sup>1</sup>, Leonardo David Tuffi Santos<sup>1</sup>,  
Paulo Ricardo Gherardi Hein<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Montes Claros/MG, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Florestais – DCF, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras/MG, Brasil

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a variação do teor e espessura da casca e da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* e *Acacia* plantados em monocultivo e consórcio. Cinco árvores de *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* e cinco de *Acacia mangium* foram investigadas em plantios monoespecíficos e mistos, totalizando 20 árvores. O teor e espessura da casca produzida pela *Acacia* em monocultivo (47,5% e 1,32 cm) foram aproximadamente três vezes superiores, quando comparadas àquelas do plantio consorciado (15,2% e 0,51 cm). A partir desses resultados, conclui-se que não há diferença significativa entre as médias da densidade básica das madeiras de *Eucalyptus* e *Acacia* provenientes dos plantios monoespecíficos e mistos. Contudo, há variação longitudinal significativa em termos de densidade básica da madeira das árvores de *Acacia* e de *Eucalyptus* provenientes tanto do plantio monocultivado como do consorciado, indicando que há diferença na qualidade da madeira manejada para uso múltiplo.

**Palavras-chave:** monocultivo, plantio misto, floema, xilema, densidade, madeira.

### Wood and Bark of *Eucalyptus* and *Acacia* in Pure and Mixed Stands

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the variation of the bark content and thickness, and wood basic density of *Eucalyptus* and *Acacia* planted in pure and mixed stands. Five trees of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia mangium* were investigated in pure and mixed stands, totaling 20 trees. The content and thickness of the bark produced by *Acacia* in monoculture (47.5% and 1.32 cm) were approximately three times higher than those from mixed stand (15.2% and 0.51 cm). From these results, it can be concluded that there is no significant mean difference between the density for *Eucalyptus* and *Acacia* wood from the pure and mixed plantings. However, there is significant longitudinal variation of basic density of *Acacia* and *Eucalyptus* wood from pure and mixed stand, indicating differences in the wood quality from logs managed for multiple use.

**Keywords:** monoculture, mixed planting, phloem, xylem, density, wood.

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade em suprir a demanda madeireira do país levou ao aumento dos plantios de espécies florestais com crescimento rápido. Dentre as possibilidades de manejo e condução de florestas, o consórcio de espécies é uma técnica considerada promissora para uso múltiplo dos recursos naturais (Kleinpaul et al., 2010). Além de aumentar a quantidade de nitrogênio do solo pela fixação biológica (Bouillet et al., 2008), os plantios consorciados com espécies da família das Fabaceae propiciam a utilização do solo de forma mais eficiente (Coelho et al., 2007), devido principalmente às diferenças no sistema radicular e a exigência nutricional (Vezzani, 1997).

Atualmente, 5,1 milhões de hectares do território nacional estão ocupados por plantações do gênero *Eucalyptus*, enquanto a superfície plantada por *Acacia* totaliza aproximadamente 148.311 ha (ABRAF, 2013). A madeira de *Eucalyptus* tem sido usada com sucesso como fonte de matéria-prima para diversos fins industriais, principalmente produção de polpa celulósica e carvão vegetal, ao passo que a madeira de *Acacia* ainda tem sido alvo de investigação para melhorar seu manejo e utilização em certas aplicações (Pinso & Nasi, 1992; Alencar, 2009; Veiga et al., 2010; Batista, 2010).

A maioria dos estudos sobre os plantios monoespecíficos ou mistos desses gêneros tiveram o objetivo de avaliar as características de crescimento das árvores (Forrester et al., 2004; Vieira et al., 2011). Alguns estudos têm sido realizados com o intuito de comparar a qualidade da madeira e do teor de casca produzidos por plantios monoespecíficos e consorciados. Em relação aos cultivos monoespecíficos, a literatura está repleta de estudos sobre a produtividade e qualidade da madeira de *Eucalyptus* (Oliveira & Silva, 2003; Queiroz et al., 2004; Trugilho et al., 2007) e de *Acacia* (Rawchal et al., 2001; Kim et al., 2008). Concernindo os estudos sobre os cultivos mistos, Teago (2012) e Gonçalves & Lelis (2012) avaliaram a qualidade das madeiras de *Acacia* e *Eucalyptus* provenientes de plantios consorciados e mostraram que há grande variação entre os experimentos, indicando que não existe um padrão de comportamento bem esclarecido.

Dessa forma, estudos planejados para compreender a influência das condições de crescimento nas características

da árvore e de sua madeira seriam úteis para identificar em que medida a densidade de plantio controla as características da casca e da madeira para orientar as prescrições silviculturais e propiciar utilização mais racional deste material.

Klein et al. (1992) apresentaram um estudo em que a produção de madeira e de casca de *Acacia* foram avaliadas em diferentes espaçamentos. Contudo, pouco se sabe a respeito da influência da densidade de plantio sobre a variação nas características das árvores de plantios consorciados. A casca, que já foi considerada resíduo pela indústria de base florestal há algumas décadas, tem sido usada pela indústria como combustível barato e oportuno; e futuramente a casca poderá ser considerada uma fonte de fitoquímicos de ampla utilização (Foelkel, 2005). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variação da densidade básica da madeira, do teor e da espessura da casca do híbrido *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis* e da *Acacia mangium* em plantios monoespecíficos e em consórcio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O plantio experimental foi instalado em janeiro de 2009 em sistema de consórcio e monocultivo com os híbridos *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* e *Acacia mangium*. O espaçamento no sistema de monoespecífico foi de 2 × 3 m, e no consórcio de 2 × 10 m.

O experimento está localizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros (16°40'4,52" latitude sul e 43°50'39,70" latitude oeste, a 598 metros de altitude). O clima é Aw-Tropical de Savana, segundo classificação de Köppen (Peel et al., 2007), sendo caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime chuvoso marcado por duas estações bem definidas, de verão chuvoso e inverno seco. O solo é do tipo argissolo vermelho-amarelo eutrófico.

### 2.1. Seleção das árvores - amostras

Foram selecionadas 10 árvores de *Acacia* e 10 de *Eucalyptus*, sendo 5 de cada espécie/sistema de plantio com base na retidão do fuste e no estado fitossanitário. Os indivíduos selecionados foram abatidos em agosto de 2013, quando os plantios completaram 4 anos e 6 meses de idade.

## 2.2. Amostragem

As árvores abatidas foram seccionadas em diferentes alturas, sendo retirados discos de 30 mm de espessura, livres de defeitos, a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial.

## 2.3. Determinação da espessura e do teor de casca

Para determinar a espessura da casca dos discos, três medidas foram realizadas com auxílio de um paquímetro em três pontos aleatórios e equidistantes das cascas retiradas dos discos. Após obter a média da espessura da casca, o teor de casca foi calculado como a razão entre a área ocupada pela casca e a área total determinada em função da espessura da casca e do diâmetro do disco.

## 2.4. Determinação da densidade básica da madeira

Para determinar a variação da densidade básica da madeira no sentido longitudinal, foram utilizadas duas cunhas opostas retiradas dos discos da base e a 25% e 50% da altura comercial, e os discos completos da parte superior das árvores

Como as cunhas recém-abatidas já estavam em condição saturada, estas tiveram seus volumes determinados por meio do método da imersão em água, com base no Princípio de Arquimedes. As amostras foram secas ao ar livre durante 3 semanas e posteriormente colocadas em estufa com circulação de ar a  $103 \pm 2$  °C, até que as suas massas permanecessem constantes. A densidade básica da madeira foi então determinada

pela razão entre a massa absolutamente seca e o volume saturado, de acordo com os procedimentos descritos na NBR 11941 (ABNT, 2003).

## 2.5. Análise dos resultados

O programa estatístico “SPSS Statistics v.19” foi utilizado para determinação das estatísticas descritivas, análises de variância (Oneway) e comparação múltipla de médias (Tukey,  $\alpha = 0,05$ ). Para a análise de variância, foram considerados quatro tratamentos: i) *Eucalyptus* em cultivo monoespecífico (EucMon); ii) *Acacia* em cultivo monoespecífico (AcaMon); iii) *Eucalyptus* em consórcio (EucCons) e iv) *Acacia* em consórcio (AcaCons).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta informações sobre o crescimento diamétrico, teor e espessura de casca e densidade das madeiras de *Eucalyptus* e *Acacia* cultivados em monocultivo e em consórcio. Quando plantadas em consórcio, as árvores de *Eucalyptus* e *Acacia* apresentaram DAP superior àquelas plantadas em monocultivo, confirmando o efeito do espaçamento no crescimento (Zobel & Jett, 1995). O teor e a espessura da casca para o *Eucalyptus* em consórcio e monocultivo e para a *Acacia* em consórcio foram estatisticamente semelhantes. Contudo, houve diferença significativa no teor e na espessura de casca da *Acacia* cultivada em sistema de monocultivo (Tabela 1).

Os resultados apresentados neste estudo estão compatíveis com aqueles relatados em estudos do gênero *Eucalyptus* em monocultivo. Por exemplo, Mauri (2010)

**Tabela 1.** Valores médios, comparação de médias entre tratamentos por teste de Tukey e coeficiente de variação para diâmetro à altura do peito (DAP, cm), teor (%) e espessura de casca (cm) e densidade da madeira ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) de *Eucalyptus* e *Acacia* cultivadas em monocultivo e em consórcio.

**Table 1.** Mean values, comparison of means between treatments by Tukey test and coefficient of variation for the bark content (%) and thickness (cm) and wood density ( $\text{g cm}^{-3}$ ) of *Eucalyptus* and *Acacia* cultivated in pure and mixed stands.

Tratamento	DAP (cm)		Teor de casca (%)		Espessura de casca (cm)		Densidade básica ( $\text{g cm}^{-3}$ )	
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)
EucCons	18,92 <sup>a</sup>	4,9	16,99 <sup>b</sup>	3,6	0,59 <sup>b</sup>	9,6	0,486 <sup>a</sup>	1,5
EucMon	15,01 <sup>b</sup>	10,4	18,55 <sup>b</sup>	4,7	0,57 <sup>b</sup>	9,2	0,517 <sup>a</sup>	1,9
AcaCons	14,64 <sup>b</sup>	11,8	15,21 <sup>b</sup>	7,3	0,51 <sup>b</sup>	13,0	0,511 <sup>a</sup>	3,1
AcaMon	11,11 <sup>c</sup>	9,9	47,55 <sup>a</sup>	3,7	1,32 <sup>a</sup>	5,0	0,528 <sup>a</sup>	3,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

avaliou dois clones de *E. urophylla* × *E. grandis* com aproximadamente 6 anos de idade, relatando teor de casca médio variando de 11% a 17%. Lima (2011) relatou teor de casca menores (6% a 8,4%) em *E. grandis* com 21 anos de idade. Gava et al. (1995) examinaram *E. tereticornis* e *E. torelliana* aos 7 anos de idade com espessura variando de 0,33 cm a 1,22 cm, enquanto para o segundo a espessura variou de 0,61 cm até 2,65 cm. Os resultados apresentados por esses estudos indicam que há considerável variação no teor e espessura de casca entre as espécies do gênero *Eucalyptus* e a idade analisada.

O teor de casca médio produzido pelas árvores de *Acacia* monocultivadas foi aproximadamente 3 vezes superior ao produzido no plantio consorciado (Tabela 1). A literatura não apresenta dados experimentais que permitem comparar o teor e espessura de casca em *Acacia* cultivada em monocultivo ou plantio misto. A elevada espessura de casca das Acacias plantas em monocultivo pode ser explicada por duas hipóteses: *i*) a *Acacia* é uma espécie primária e, quando plantada em espaçamentos mais adensados, produz mais casca como resposta ao estresse desencadeada pela competição por nutrientes, água e luz; e *ii*) apesar de os dois tratamentos serem localizados a poucos metros (~10 m) um do outro, o local do monocultivo é aparentemente mais arenoso que o do consórcio. É possível também que o nível de fertilidade dos solos seja diferente. Contudo, as árvores de *Eucalyptus* não foram sensíveis a essa possível e pequena variação ambiental a que também foram sujeitas.

Em monocultivos, Rawchal et al. (2001) avaliaram *A. mearnsii* aos 7 anos de idade, plantados com espaçamento 3 × 1,66 m em 11 classes de solos com características distintas e observaram que as espessuras das cascas variaram de 0,43 cm a 0,58 cm. Os resultados apresentados por Rawchal et al. (2001) são semelhantes aos valores médios apresentados na Tabela 1. Contudo, Teago (2012) relatou teor de casca médio inferior (9,62%) em *A. mangium* aos 6 anos e 3 meses de idade plantados em monocultivo e em espaçamento 3 × 3 m.

Os resultados da Tabela 1 são interessantes porque permitem a comparação do teor e espessura de casca produzidas por duas espécies distintas cultivadas em sistemas e condições de crescimento diferentes. A variação no teor e espessura de casca pode trazer

benefícios para a árvore, mas acarreta desvantagens para sua utilização industrial (Trugilho et al., 2003). A madeira com alto teor de casca eleva os gastos quando utilizada para produção de celulose, visto que ela conduz polpa de baixa alvura e demanda de mais substâncias químicas para o cozimento (Foelkel, 2005), ao passo que árvores com maiores espessuras de casca podem suportar passagem de fogo por tempo superior a 10 minutos, chegando até 20 minutos, sob temperatura de 900 °C (Gava et al., 1995).

### 3.1. Efeito do sistema de plantio na densidade básica da madeira

Não houve diferença significativa entre as médias da densidade básica das madeiras de *Eucalyptus* e *Acacia* produzidas em plantios monoespecíficos e mistos (Tabela 1). É possível notar que a densidade da madeira da *Acacia* variou em maior magnitude (CV= ~3%).

Em relação à densidade da madeira, a literatura apresenta enorme volume de informação a respeito da variação espacial entre e dentro das espécies desses gêneros. Os valores médios de densidade da madeira apresentados na Tabela 1 são compatíveis com outros estudos. Em cultivo monoespecífico de *Acacia*, Alencar (2009) estudou quatro espécies do gênero *Acacia* aos 5 anos de idade, encontrando densidade básica variando entre 0,357 e 0,534 g cm<sup>-3</sup>. Em cultivos mistos, Gonçalves & Lelis (2012), ao estudarem árvores de *A. mangium* aos 4,2 anos de idade consorciadas com o híbrido *E. urophylla* × *E. grandis*, relataram densidade básica média de 0,34 g cm<sup>-3</sup>. Porém, não há informação sobre a densidade da madeira dos *Eucalyptus*.

Teago (2012) avaliou a densidade da madeira de plantios monoespecíficos e mistos de *A. mangium* e um clone *E. urophylla* × *E. grandis* com 6 anos e 3 meses de idade. O autor relatou densidade básica média da madeira de *Acacia* de 0,40 g cm<sup>-3</sup> em monocultivo e 0,43 em consórcio. Os valores encontrados por Teago (2012) são inferiores aos relatados no presente estudo. Os *Eucalyptus* avaliados por Teago (2012) apresentaram valores médios de 0,53 g cm<sup>-3</sup> quando plantados em monocultivo, e 0,55 g cm<sup>-3</sup> quando consorciados.

A densidade da madeira afeta os diversos usos desta, e para a produção de celulose, a baixa densidade do lenho juvenil reduz o rendimento em polpa, no entanto, não gera sérios problemas ao processo de polpação.

Madeiras de baixa densidade sofrem mais defeitos durante o processamento e secagem, sobretudo em árvores jovens ou de rápido crescimento (Latorraca & Albuquerque, 2000). Nas carvoarias, atividade comum no norte do Estado de Minas Gerais, onde esse experimento está implantado, a madeira de alta densidade é valorizada porque aumenta o rendimento da carbonização.

### 3.2. Variação longitudinal das características do fuste e da madeira

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância para o efeito da posição longitudinal no teor e espessura de casca e densidade da madeira de *Eucalyptus* e *Acacia* cultivados em plantio mono específico e em consórcio.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na variação longitudinal no teor de casca dos *Eucalyptus* em ambos os sistemas de plantios e na *Acacia* plantada em monocultivo (Tabela 2). Contudo, houve variação longitudinal significativa no teor de casca na *Acacia* plantada em consórcio. De modo geral, o teor de casca na *Acacia* em consórcio diminuiu da base até 75% da altura comercial, mas voltou a aumentar em direção ao topo das árvores. Resultados semelhantes foram encontrados por Teago (2012) ao estudar *Acacia* e *Eucalyptus* em monocultivo e consórcio com 75 meses de idade. O autor relatou que o teor de casca reduziu da base até cerca da metade da altura do fuste e voltou

aumentar até o topo, mas sem alcançar os teores observados na base.

A Figura 1 apresenta a variação longitudinal na proporção de casca em *Eucalyptus* e *Acacia* plantados em monocultivo e plantio misto. É possível observar que a quantidade de casca produzida pelas árvores plantadas em monocultivo é superior, sendo o teor de casca do *Eucalyptus* monocultivado levemente superior ao plantado em consórcio, e da *Acacia* monocultivada é, em média, 2,6 vezes superior à plantada em cultivo misto (Figura 1).

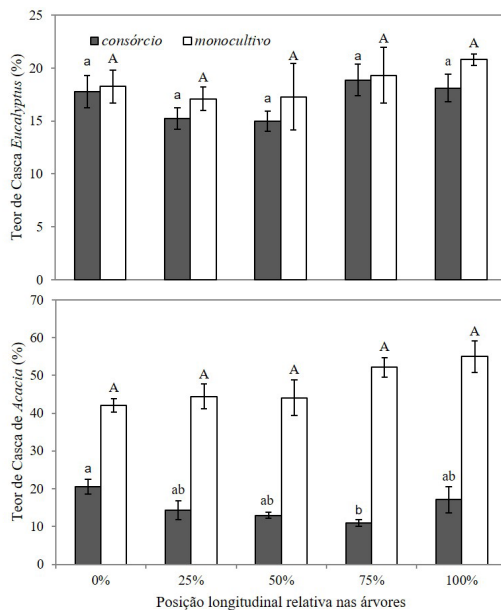
A produção de casca é indesejada em árvores destinadas à produção de papel ou carvão vegetal. Mauri (2010) relata que a madeira deve possuir mínimo teor de casca, visto que esta não é adaptada para produção da polpa. Para a produção de carvão, quanto maior quantidade de casca na madeira, maior será a porcentagem de cinzas produzidas na carbonização, o que gera problemas para produção de ferro-gusa e alguns tipos de ferro liga (Vital, 1989).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para efeito da posição longitudinal no teor e espessura de casca e densidade da madeira de *Eucalyptus* e *Acacia* cultivados em plantio mono específico e em consórcio.

**Table 2.** Summary of analysis of variance for effect of longitudinal position in content bark content (%), bark thickness (cm) and wood density ( $g\ cm^{-3}$ ) of *Eucalyptus* and *Acacia* cultivated in pure and mixed stands.

Treatment	Teor de Casca	Espessura da Casca	Densidade básica	
EucCons	QM	156,3	0,405	0,0050
	<i>p</i>	0,148	0,000	0,002
EucMon	QM	118,2	0,236	0,005
	<i>p</i>	0,690	0,001	0,036
AcaCons	QM	682,8	0,519	0,020
	<i>p</i>	0,045	0,000	0,004
AcaMon	QM	1602,9	0,235	0,027
	<i>p</i>	0,064	0,050	0,000

QM = Quadrado médio; *p* = nível descritivo.



**Figura 1.** Teor de casca (%) nas posições longitudinais relativas das árvores de *Eucalyptus* e de *Acacia*. Médias seguidas de mesma letra nas barras de cada tratamento não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

**Figure 1.** Bark content (%) in relative longitudinal positions of *Eucalyptus* and *Acacia* trees. Means followed by the same letter on the bars of each treatment did not differ at the 5% significance by Tukey test.



A espessura da casca variou significativamente da base para o topo das árvores de *Eucalyptus* e de *Acacia* plantados em monocultivo e em consórcio. Para ambas as espécies, a espessura da casca decresceu da base do fuste ao ápice das árvores (Figura 2).

A espessura da casca dos *Eucalyptus* foi semelhante em ambos os sistemas de plantio, enquanto na *Acacia* monocultivada a espessura da casca foi em média duas vezes maior que a mesma em consórcio na região da base das árvores (0%), e no topo das árvores (100%) foi aproximadamente três vezes superior (Figura 2). Este comportamento ainda não foi relatado na literatura.

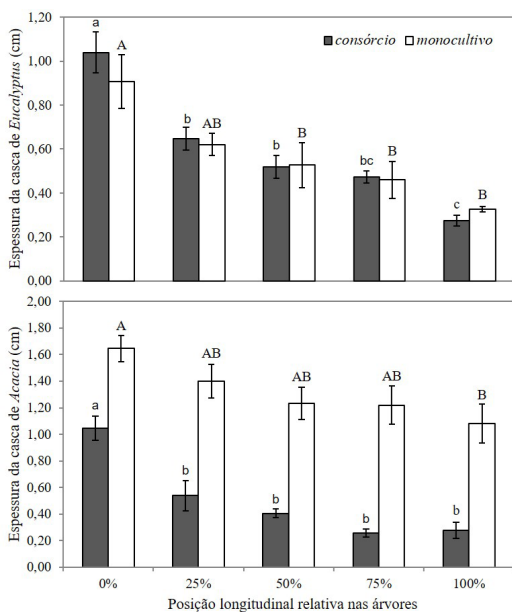
Em relação às características da madeira, houve variação longitudinal significativa da densidade básica da madeira das árvores de *Acacia* e *Eucalyptus* provenientes de plantio monocultivado e consorciado (Tabela 2).

De modo geral, a densidade básica da madeira dos *Eucalyptus* e das *Acacia* cultivados em ambos os sistemas de plantios decresceu da base para o topo do

fuste, sendo a madeira de maior densidade encontrada base das árvores de *Acacia* em monocultivo (Figura 3). Resultados semelhantes a esses foram relatados por Alencar (2009), Teago (2012), Sette et al. (2012), Hein (2011). Em *Acacia*, Alencar (2009) relatou que a densidade básica da madeira foi alta na base, com gradativa redução ao longo da altura para os quatro materiais genéticos de *Acacia* avaliados pela autora.

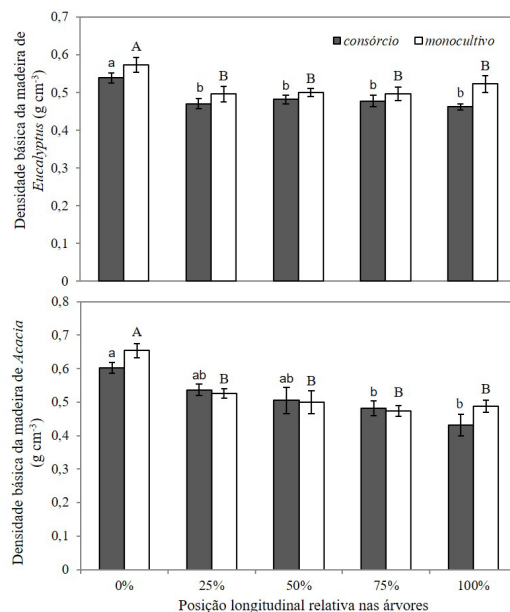
Gonçalves & Lelis (2012) analisaram a madeira de *A. mangium* em consórcio com *Eucalyptus*, em que a densidade da madeira foi maior na base das árvores, diminuindo ao longo do fuste até 75% da altura, e com ligeiro acréscimo a partir desse ponto. Foelkel (2012) relatou que a tendência mais comum de ocorrer na *A. mangium* são valores maiores de densidade na base da árvore (0,46 a 0,54 g cm<sup>-3</sup>) e mais baixos no quartil superior (70% da altura) do fuste (0,38 a 0,42 g cm<sup>-3</sup>).

Em *Eucalyptus*, Sette et al. (2012) estudaram a madeira de árvores com 24, 48 e 72 meses de idade, com densidade básica decaindo da base (0,42 - 0,49 g cm<sup>-3</sup>)



**Figura 2.** Espessura da casca (cm) em relação à posição longitudinal relativa nas árvores de *Eucalyptus* e *Acacia*. Médias seguidas de mesma letra nas barras de cada tratamento não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

**Figure 2.** Bark thickness (cm) in relative longitudinal positions of *Eucalyptus* and *Acacia* trees. Means followed by the same letter on the bars of each treatment did not differ at the 5% significance by Tukey test.



**Figura 3.** Densidade básica da madeira (g cm<sup>-3</sup>) em relação à posição longitudinal nas árvores de *Eucalyptus* e *Acacia*. Médias seguidas de mesma letra nas barras de cada tratamento não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

**Figure 3.** Wood density (g cm<sup>-3</sup>) in relative longitudinal positions of *Eucalyptus* and *Acacia* trees. Means followed by the same letter on the bars of each treatment did not differ at the 5% significance by Tukey test.

até 3 m de altura do fuste (0,40 - 0,46 g cm<sup>-3</sup>), e a partir dessa altura aumentou até a extremidade do fuste (0,46 - 0,54 g cm<sup>-3</sup>).

Em geral, madeiras com densidade mais elevada são desejadas pelas indústrias. Contudo, é importante que essa característica não apresente variação espacial, pois essa matéria-prima será usada para produção de bens com qualidade homogênea. Para a produção da polpa celulósica ou de carvão vegetal, madeira mais densa leva ao aumento de incremento potencial da indústria, gerando assim mais polpa ou carvão a partir de menores volumes de madeira.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo permitem relatar que o teor e a espessura da casca do *Eucalyptus* consorciado e monocultivado e para a *Acacia* consorciada foram semelhantes, mas o teor e a espessura da casca produzida pela *Acacia* em monocultivo foram aproximadamente três vezes superiores em *Acacia* produzida no plantio consorciado.

Não houve diferença entre a densidade básica média das madeiras de *Eucalyptus* e *Acacia* produzidas em plantios monoespecíficos e mistos, mas ocorreu variação longitudinal significativa na densidade da madeira de *Acacia* e de *Eucalyptus* provenientes tanto de plantios monocultivados como consorciados, traduzido por um ligeiro decréscimo de densidade da base para o topo das árvores.

#### STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 13 mar., 2014

Aceito: 22 fev., 2017

#### AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

##### Paulo Ricardo Gherardi Hein

Departamento de Ciências Florestais – DCF,  
Universidade Federal de Lavras – UFLA,  
Av. Doutor Sylvio Menicucci, nº 1001, Aqueanta  
Sol, Campus Universitário, CEP 37200-000,  
Lavras, MG, Brasil  
e-mail: paulo.hein@dcf.ufla.br

#### REFERÊNCIAS

- Alencar GSB. *Qualidade da madeira de espécies do gênero Acacia plantadas no Brasil* [tese]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP; 2009.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. *NBR 11941: madeira - determinação da densidade*. Rio de Janeiro: ABNT; 2003. 6 p.
- Associação Brasileira De Produtores De Florestas Plantadas – ABRAF. *Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012*. Brasília: ABRAF; 2013. 148 p.
- Batista AF. *Acácia: cultivo*. Piracicaba: Casa do Produtor Rural: ESALQ/USP; 2010.
- Bouillet JP, Laclau JP, Gonçalves JLM, Moreira MZ, Trivelin PCO, Jourdan C et al. Mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis* in Brazil 2: nitrogen accumulation in the stands and biological N<sub>2</sub> fixation. *Forest Ecology and Management* 2008; 255(12): 3918-3930. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.050>.
- Coelho SRF, Gonçalves JLM, Mello SLM, Moreira R, Silva EV, Laclau J. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2007; 42(6): 759-768. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600001>.
- Foelkel CEB. Casca da árvore do eucalipto: aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e papel. In: Foelkel CEB, editor. *Eucalyptus OnLine Book & Newsletter* [online]. 2005 [cited 2013 out 31]. Available from: <http://www.eucalyptus.com.br/>
- Foelkel CEB. Os eucaliptos e as leguminosas – parte 03: *Acacia mangium*. In: Foelkel CEB, editor. *Eucalyptus OnLine Book & Newsletter* [online]. 2012 [cited 2013 nov 1]. Available from: <http://www.eucalyptus.com.br/>
- Forrester DI, Bauhus J, Khanna PK. Growth dynamics in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. *Forest Ecology and Management* 2004; 193(1-2): 81-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2004.01.024>.
- Gava JL, Ometto ML, Nibe TMM, Seixas F. Influência da espessura da casca de *Eucalyptus torelliana* e *Eucalyptus tereticornis* sobre a variação da temperatura do câmbio durante a ocorrência de um incêndio florestal. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF* 1995; (48-49): 126-132.
- Gonçalves FG, Lelis RCC. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* Willd em plantio consorciado com eucalipto. *Floresta e Ambiente* 2012; 19(3): 286-295. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.034>.
- Hein PRG. *Genetic and environmental control of microfibril angle on Eucalyptus wood: its effects on wood traits and implication for selection* [tese]. Montpellier: Mechanical and Civil Engineering, University of Montpellier 2; 2011.

- Kim NT, Ochiishi M, Matsumura J, Oda K. Variation in wood properties of six natural acacia hybrid clones in northern Vietnam. *Journal of Wood Science* 2008; 54(6): 436-442. <http://dx.doi.org/10.1007/s10086-008-0976-2>.
- Klein JEM, Schneider PR, Finger CAG, Fleig FD. Produção de madeira e casca de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild) em diferentes espaçamentos. *Revista Ciência Florestal* 1992; 2(1): 87-97. <http://dx.doi.org/10.5902/19805098277>.
- Kleinpaul IS, Schumacher MV, Vieira M, Navroski MC. Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal: I - produção de biomassa. *Revista Ciência Florestal* 2010; 20(4): 621-627.
- Latorraca JVF, Albuquerque CEC. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Floresta e Ambiente* 2000; 7(1): 279-291.
- Lima IL. Efeito do desbaste e da fertilização na porcentagem de casca e conicidade de torras de *Eucalyptus grandis*. *Revista Floresta* 2011; 41(2): 305-312.
- Mauri R. *Anatomia e densidade do lenho de clones de Eucalyptus urophylla × Eucalyptus grandis, com variação de altitude e de topografia, no estado de Minas Gerais* [dissertação]. Jerônimo Monteiro, ES: Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo; 2010.
- Oliveira JTS, Silva JC. Variação radial da retratilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore* 2003; 27(3): 381-385. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000300015>.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 2007; 11(5): 1633-1644. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.
- Pinso C, Nasi R. The potential use of *Acacia mangium* × *Acacia auriculiformis* hybrid in Sabah. In: Carron LT, Aken KM, editors. *Breeding technologies for tropical acacias*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research; 1992.
- Queiroz SCS, Gomide JL, Colodette JL, Oliveira RC. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da polpa kraft de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Revista Árvore* 2004; 28(6): 901-909. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000600016>.
- Rawchal MFG, Dedecek RA, Curcio GR, Simon AA. *Produção de madeira, casca e tanino de Acacia mearnsii com sete anos, em solos derivados de micaxistos e arenito no município de Piratini, RS*. Colombo: EMBRAPA; 2001. 4 p. (Comunicado Técnico; no. 54).
- Sette CR Jr, Oliveira IR, Tomazello M Fo, Yamaji FM, Laclau JP. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore* 2012; 36(6): 1183-1190. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000600019>.
- Teago GBS. *Qualidade das madeiras de acácia e eucalipto provenientes de cultivo misto visando a produção de celulose* [dissertação]. Jerônimo Monteiro, ES: Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo; 2012.
- Trugilho PF, Bianchi ML, Rosado SCS, Lima JT. Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis* 2007; 73: 55-62.
- Trugilho PF, Mori FA, Lima JT, Cardoso DP. Determinação do teor de taninos na casca de *Eucalyptus* spp. *Cerne* 2003; 9(2): 246-254.
- Veiga RAA, Carvalho CM, Brasil MAM. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium*. *Cerne* 2010; 6(1): 103-107.
- Vezzani FM. *Aspectos nutricionais de povoamentos puros e misto de Eucalyptus saligna (Smith) e Acacia mearnsii (De Wild.)* [dissertação]. Porto Alegre, RS: Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1997.
- Vieira M, Schumacher MV, Liberalesso E. Crescimento e produtividade de povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra. *Revista Ciência Florestal* 2011; 23(1): 67-76.
- Vital BR. Influência da casca no rendimento e na qualidade do carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF* 1989; (41/42): 44-49.
- Zobel B, Jett JB. *Genetics of wood production*. Berlin: Springer Verlag; 1995.