

**APLICAÇÃO DE FERTILIZAÇÃO MINERAL NAS PROPRIEDADES DA  
MADEIRA DE ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis***

**APPLICATION OF MINERAL FERTILIZATION ON THE PROPERTIES OF THE  
WOOD OF TREES OF *Eucalyptus grandis***

Daniel Belarmino **Cardoso**<sup>1</sup>, Carlos Roberto **Sette Júnior**<sup>2</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito da aplicação de potássio e sódio nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis*. Foram determinadas a densidade básica do lenho e das propriedades anatômicas do lenho. O experimento foi instalado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga/SP, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Utilizando o delineamento inteiramente aleatorizado, foram selecionadas 5 árvores de cada tratamento de fertilização (controle, potássio e sódio) e de acordo com a distribuição de área basal, totalizando 15 árvores amostradas. Das árvores de eucalipto selecionadas foram cortados discos do lenho em diferentes posições do tronco (base, DAP, 3, 6, 9, 12 e 15 m da altura total). A densidade básica do lenho representativa das árvores dos tratamentos controle, potássio e sódio foi de 0,44; 0,45 e 0,43 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas significativas. No lenho das árvores de eucalipto fertilizadas com sódio foram detectadas fibras com parede celular menos espessa (3,26µm) e maior diâmetro do lume (10,20 µm), com diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos controle (3,60-9,50 µm) e com aplicação de potássio (3,49-9,70 µm). A largura e o comprimento médios das fibras nos tratamentos de fertilização controle, potássio e sódio foram de 16,70-879,12µm; 16,64-912,94µm e 16,71-839,15 µm, respectivamente, com diferenças não significativas. O diâmetro dos vasos foi significativamente maior no lenho das árvores fertilizadas com potássio (119 µm) em relação ao controle (102 µm) e sódio (104 µm).

**PALAVRAS-CHAVE:** densidade básica, fibras, potássio, sódio.

---

<sup>1</sup> Acadêmico em Engenharia Florestal, Bolsista em Iniciação Científica, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, [danielcardosoufg@gmail.com](mailto:danielcardosoufg@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor adjunto III, Mestre, Doutor, Setor de Qualidade da Madeira e Bioenergia, Departamento de Engenharia Florestal, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, (62) 98156-7727, [crsettejr@hotmail.com](mailto:crsettejr@hotmail.com)  
“Revisado pelo orientador”

## 1. INTRODUÇÃO

As plantações de espécies de eucalipto no Brasil ocupam cerca de 4,5 milhões de ha, com crescimento médio de 7,1% ao ano entre 2004-2009 (ABRAF, 2010). Essa significativa área visa suprir a demanda das indústrias brasileiras de base florestal, com forte tendência de expansão para o atendimento do mercado nacional e internacional. A expansão na área plantada com eucalipto é resultado de um conjunto de fatores que vêm favorecendo o plantio em larga escala deste gênero. Entre os aspectos mais relevantes estão o rápido crescimento em ciclo de curta rotação, a alta produtividade florestal e a expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria prima em processos industriais (ABRAF, 2010).

A avaliação e o monitoramento da produtividade dos povoamentos florestais são fundamentais para o entendimento da reação das árvores aos estímulos e variações das condições climáticas, bem como os decorrentes da aplicação de fertilizantes minerais.

Enquanto a aplicação de fertilização mineral aumenta significativamente a taxa de crescimento das árvores de eucalipto, são escassas as informações sobre o seu efeito nas propriedades da madeira. Os resultados de pesquisas referentes ao efeito de fertilizantes minerais nas propriedades da madeira de árvores de espécies de eucalipto de idades avançadas (até 30 anos) indicam o aumento e a redução da densidade do lenho. Em árvores jovens (1-3 anos) de eucalipto destacam-se os resultados de BAMBER et al. (1982) que não verificou efeito significativo da fertilização mineral na densidade do lenho e dimensões das fibras. Nesse aspecto, BEADLE et al. (2001) destacou a importância da análise das alterações das propriedades da madeira das árvores de eucalipto com taxas de crescimento elevadas pela fertilização mineral.

A determinação das propriedades do lenho atende aos princípios que regem o seu uso múltiplo em plantações florestais sustentáveis, direcionando as diferentes seções do tronco e demais constituintes das árvores, como celulose e papel, painéis e chapas, energia, etc.

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito da aplicação de potássio e sódio nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis*. Como objetivos específicos, mencionam-se a: (i) determinação da densidade básica do lenho pelo método da balança hidrostática, (ii) determinação das propriedades anatômicas do lenho, através de análise de imagens.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local**

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga/SP, do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, localizada a 23° 10' S e 48° 40' W, com 857 m de altitude.

### **2.2 Seleção das árvores de eucalipto e coleta das amostras do lenho**

Na avaliação das propriedades do lenho foi utilizado o delineamento inteiramente aleatorizado, sendo selecionadas 5 árvores de cada tratamento de fertilização (controle, potássio e sódio) e de acordo com a distribuição de área basal, totalizando 15 árvores amostradas.

As árvores de eucalipto selecionadas foram abatidas, desramadas e cortados discos do lenho em diferentes posições do tronco (base, DAP, 3, 6, 9, 12 e 15 m da altura total).

### **2.3 Densidade básica do lenho das árvores pelo método da balança hidrostática**

Foram selecionados os discos coletados nas diferentes alturas (base, DAP, 3, 6, 9, 12 e 15m). Estes discos foram imersos em água até a sua saturação completa e obtidos os pesos úmido e imerso para posterior secagem em estufa (103°C +ou- 2°C) para a determinação do peso seco e posterior cálculo da densidade básica do lenho, pelo método da balança hidrostática. Os valores de densidade básica do lenho foram utilizados na determinação da (i) variação longitudinal (ii) densidade básica média e (iii) relação com as classes de área basal e com os tratamentos de fertilização aplicados nas árvores de eucalipto.

### **2.4 Propriedades anatômicas do lenho das árvores de eucalipto**

#### **2.4.1 Variação das dimensões das fibras e vasos**

Para a avaliação do comprimento das fibras foram selecionados os discos do lenho da altura do DAP (total de 15 árvores) e na sua seção transversal cortadas amostras radiais (20 x 10 mm, largura x espessura). Nestas foram demarcadas 3 posições representando as regiões próxima à medula, intermediárias e próxima a casca, das quais foram cortadas sub-amostras do lenho e submetidas ao processo de maceração pelo método de Franklin e após montagem das lâminas histológicas.

Foram coletadas imagens das fibras sob microscopia de luz para a mensuração do comprimento (ampliação de 20x), aplicando o programa de análise de imagens *Image Pro Plus* e de acordo com as normas da IAWA. Os valores do comprimento das fibras foram relacionados

com as classes de área basal e com os tratamentos de fertilização aplicados nas árvores de eucalipto.

Para a avaliação da largura, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras foram selecionados os discos do lenho da altura do DAP (total de 15 árvores) na sua seção transversal serão cortadas amostras radiais (20 x 10 mm, largura x espessura) e demarcados corpos-de-prova orientados e seriados, em 3 posições representando as regiões próxima à medula, intermediárias e próxima a casca, que foram imersos em água a ebulição para a sua saturação e amolecimento, fixados em micrótomo de deslize e cortadas seções transversais (15-20 µm de espessura), e esses cortes foram montados em lâminas histológicas.

Das lâminas histológicas das seções transversais do lenho foram coletadas imagens digitais (coletadas 3 imagens digitais por posição, total de 135 imagens) sob microscopia de fluorescência para a mensuração da largura, espessura da parede e diâmetro do lume (ampliação de 100x), aplicando o programa de análise de imagens *Image Pro Plus* e de acordo com as normas da IAWA. Para a determinação da largura total das fibras foram somados os valores da parede e do lume. Os valores das dimensões transversais das fibras foram relacionados com os tratamentos de fertilização aplicados, com as classes de área basal, posições radiais e densidade aparente média.

Para a avaliação das dimensões e frequência dos vasos foram selecionados os discos do lenho da altura do DAP (total de 15 árvores) e na sua seção transversal foram cortadas amostras radiais (20 x 10 mm, largura x espessura) e demarcados corpos-de-prova orientados e seriados, em 3 posições representando as regiões próxima à medula, intermediárias e próxima a casca, que foram imersos em água para a sua saturação e amolecimento em água a ebulição, fixados em micrótomo de deslize e cortadas seções transversais (15-20 µm de espessura), e esses cortes foram montados em lâminas histológicas.

Das lâminas histológicas das seções transversais do lenho foram coletadas imagens digitais (coletadas 3 imagens digitais por posição, total de 135 imagens) sob microscopia de luz (ampliação de 20x) para a mensuração dos elementos de vaso. Pela aplicação do programa de análise de imagens *Image Pro Plus* foram determinados o diâmetro tangencial, a área ocupada e a frequência dos vasos (Eq. 1). Na avaliação dos elementos de vaso, as imagens foram calibradas de acordo com a ampliação que foram capturadas e em seguida feitas as mensurações do diâmetro e área ocupada, sendo determinado também o número de vasos contidos na imagem que foi utilizada na determinação da frequência. Os valores das dimensões e da frequência dos vasos foram relacionados com os tratamentos de fertilização aplicados, com as classes de área basal, posições radiais e com a densidade aparente média do lenho das árvores.

$$\text{Frequência dos vasos} = (\text{n}^\circ \text{ de vasos/área da imagem}) \times 100 \quad (1)$$

## 2.5 Análises Estatísticas

Na análise estatística dos resultados foram aplicados os programas JMP (SAS INSTITUTE, 1997), sendo aferidos os “outliers” e heterogeneidade da variância. Para os resultados foi utilizada a análise de variância (ANOVA) verificando o efeito da fertilização e posições radiais e longitudinais do tronco e interações, sendo aplicado o teste de Tukey, ajustado a 95% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Densidade básica do lenho

Os valores da densidade básica ponderada do lenho, obtida a partir de amostras coletadas na base, DAP, 3, 6, 9, 12 e 15 m de altura do tronco das árvores de eucalipto, com 48 meses, nos três tratamentos de fertilização, são apresentados na Tabela 1. A densidade básica do lenho representativa das árvores dos tratamentos controle, potássio e sódio foi de 0,44; 0,45 e 0,43 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas significativas.

Tabela 1 - Valores médios da densidade básica ponderada do lenho (g/cm<sup>3</sup>) do tronco das árvores de eucalipto, com 48 meses, nos três tratamentos de fertilização

<b>Tratamento</b>	<b>Densidade básica (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Controle	0,44 <b>a</b> (0,02)
Potássio	0,45 <b>a</b> (0,02)
Sódio	0,43 <b>a</b> (0,01)

Médias seguidas do desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05%)

A variação da densidade básica ponderada do lenho em sete posições longitudinais (base, DAP, 3, 6, 9, 12 e 15 m) do tronco das árvores de eucalipto, com 48 meses, é apresentada na Figura 1, com efeito estatisticamente significativo das posições longitudinais. O modelo de variação longitudinal da densidade básica do lenho, comum aos três tratamentos de fertilização, caracteriza-se pelo decréscimo da base-DAP (0,43-0,47 → 0,40-0,41 g/cm<sup>3</sup>) e aumento até a extremidade (0,45 → 0,48 g/cm<sup>3</sup>) do tronco. Os maiores valores de densidade básica do lenho nas regiões basal e apical devem-se, provavelmente, as exigências mecânicas de sustentação do tronco e da copa das árvores de eucalipto.

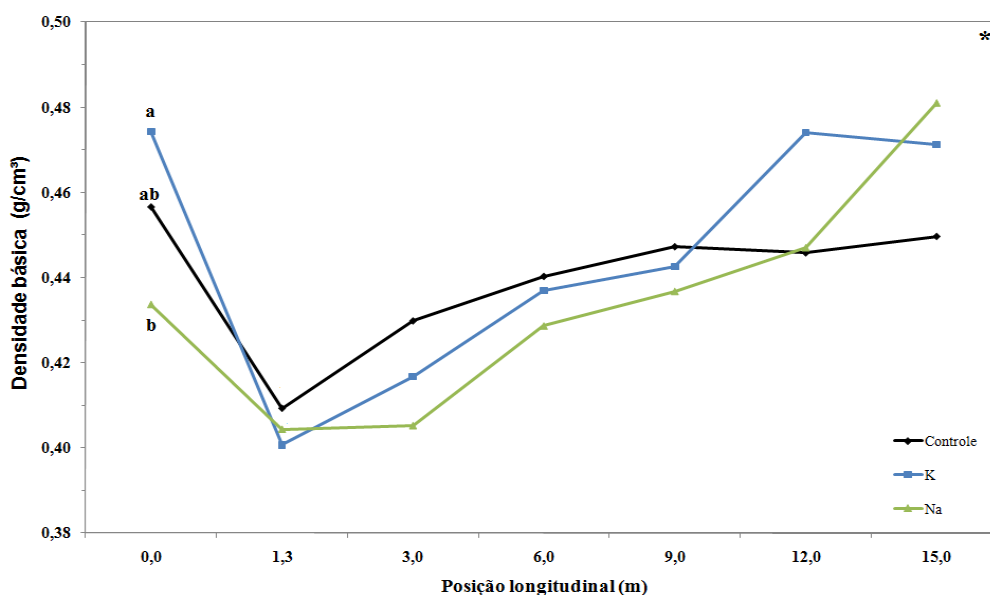


Figura 1 - Variação longitudinal da densidade básica do lenho do tronco das árvores de eucalipto, aos 48 meses, nos três tratamentos de fertilização.\* significativo ( $p < 0,05$ ). Posições longitudinais sem indicação de letra significa que são estatisticamente iguais ( $p < 0,05$ )

### 3.2 Características anatômicas do lenho das árvores de eucalipto

No lenho das árvores de eucalipto fertilizadas com sódio foram detectadas fibras com parede celular menos espessa ( $3,26\mu\text{m}$ ) e maior diâmetro do lume ( $10,20\mu\text{m}$ ), com diferença estatisticamente significativa em relação aos tratamentos controle ( $3,60$ - $9,50\mu\text{m}$ ) e com aplicação de potássio ( $3,49$ - $9,70\mu\text{m}$ ) (Tabela 2). A largura e o comprimento médios das fibras nos tratamentos de fertilização controle, potássio e sódio foram de  $16,70$ - $879,12\mu\text{m}$ ;  $16,64$ - $912,94\mu\text{m}$  e  $16,71$ - $839,15\mu\text{m}$ , respectivamente, com diferenças não significativas.

Tabela 2. Variação das dimensões das fibras do lenho por tratamento..

Tratamentos	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Espessura da parede ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro do lume ( $\mu\text{m}$ )	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )
Controle	16,70 a (1,81)	3,60 a (0,13)	9,50 a (0,19)	879,12 a (154,76)
K	16,64 a (2,01)	3,49 a (0,10)	9,70 a (0,21)	912,94 a (177,17)
Na	16,71 a (1,94)	3,26 b (0,07)	10,20 b (0,26)	839,15 a (154,68)

Médias seguidas do desvio padrão; médias seguidas da mesma letra, **na coluna**, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ )

A variação das dimensões das fibras nas três posições radiais (0, 50 e 100%) no DAP do tronco das árvores de eucalipto aos 6 anos é apresentada na Figura 2. Com relação ao comprimento das fibras, observa-se uma tendência de aumento significativo no sentido radial (medula-casca), independente do tratamento de fertilização, com menores valores próximos a

medula (800  $\mu\text{m}$ ), seguido de um aumento em direção à casca (1050  $\mu\text{m}$ ). Da mesma forma, para a largura e diâmetro do lume das fibras (Figura 2B), verifica-se um aumento significativo das suas dimensões com a posição radial. Para a espessura da parede das fibras (Figura 2A) observa-se um comportamento ligeiramente diferente com valores constantes/decrescente da posição 0% para a 50% do raio, crescendo deste ponto até a posição 100% do raio.

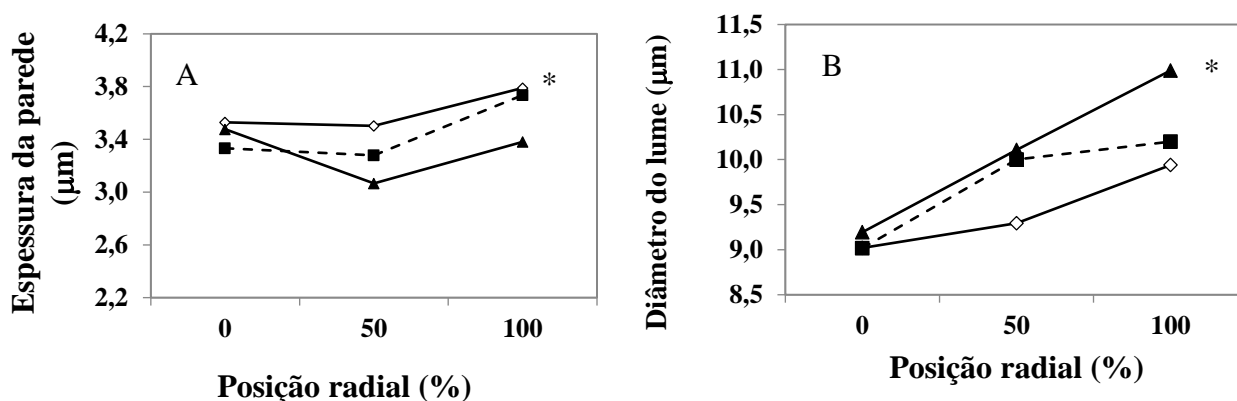


Figura 2. Variação das dimensões das fibras no sentido radial: espessura da parede (A) e diâmetro do lume (B) por tratamento; \* significativo ( $p < 0,05$ ).

O diâmetro dos vasos foi significativamente maior no lenho das árvores fertilizadas com potássio (119  $\mu\text{m}$ ) em relação ao controle (102  $\mu\text{m}$ ) e sódio (104  $\mu\text{m}$ ) (Tabela 3). Esta diferença está relacionada, provavelmente, as maiores exigências de transporte de seiva bruta pelas árvores de maiores dimensões, fertilizadas com K. Os demais parâmetros dos vasos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos de fertilização: a frequência foi menor (15,7 vasos/ $\text{mm}^2$ ) e a área ocupada foi maior (14%) no lenho das árvores fertilizadas com potássio.

Tabela 3. Dimensões dos vasos do lenho das árvores de eucalipto por tratamento.

Tratamentos	Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )	Área ocupada (%)	Frequência ( $\text{n}^\circ/\text{mm}^2$ )
Controle	102,10 a(4,97)	12,43 a (0,73)	16,02 a (1,64)
K	119,32 b (6,15)	13,99 a (0,98)	15,70 a (1,63)
Na	103,98 a(4,44)	13,77 a (0,86)	17,18 a (1,82)

Médias seguidas do desvio padrão; médias seguidas da mesma letra, **na coluna**, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ )

Para os três parâmetros analisados dos vasos foram detectadas efeito significativo da posição radial, sendo observado um aumento no diâmetro tangencial (75-112 para 105-130

$\mu\text{m}$ ) e na área ocupada (11-13 para 13-16 %) e uma redução frequência (17-20 para 12-15 vasos/ $\text{mm}^2$ ) dos vasos da medula para a casca (Figura 3).

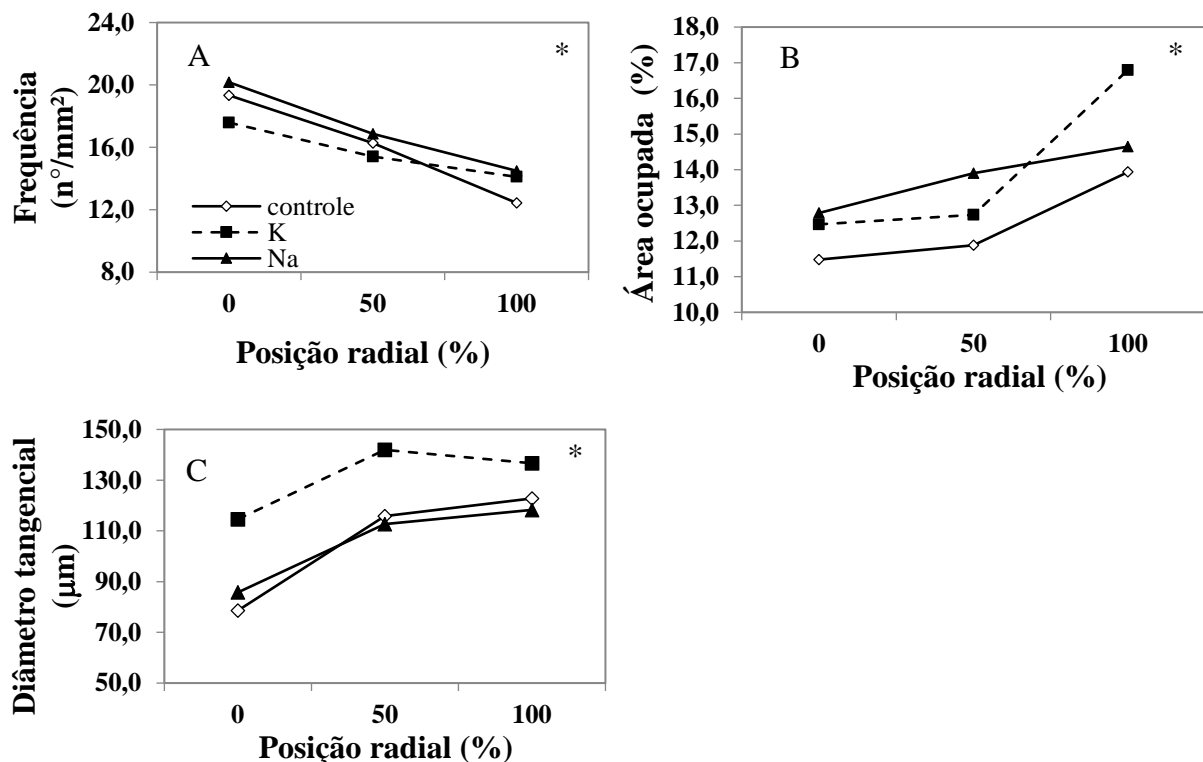


Figura 3. Variação das dimensões dos vasos no sentido radial: frequência (A), % de área ocupada (B) e diâmetro tangencial (C) por tratamento; \* significativo ( $p < 0,05$ ).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Densidade básica do lenho

Os valores de densidade básica média do lenho das árvores de eucalipto são menores do que os normalmente citados na literatura, por diversos autores, como SOUZA; CARPIM e BARRICHELO (1986); LIMA; ROSADO e OLIVEIRA (1992); ALZATE; TOMAZELLO FILHO e PIEDADE (2005), estando associadas à idade das árvores. O modelo mais comum relatado na literatura indica um aumento da densidade do lenho com a idade das árvores, resultado das modificações das células cambiais, formando a madeira adulta (TOMAZELLO FILHO, 1985b, 1987). Os resultados das pesquisas não mostram consenso quanto ao valor e modelo de variação da densidade do lenho das árvores de eucalipto sob tratamentos de fertilização mineral. Enquanto VIGNERON; GERARD e BOUVET (1995) indicam que a aplicação de fertilizantes e a ampliação do espaçamento aumentam o valor da densidade básica do lenho das árvores de clones de híbridos de eucalipto no Congo, outros autores não observaram diferenças significativas.



O modelo de variação longitudinal da densidade básica do lenho (decréscimo/estabilização da base-25%; aumento 25-75%; decréscimo/estabilização 75-100%) do tronco das árvores de eucalipto e suas variações é comumente relatado na literatura por inúmeros autores, como BARRICHELO; BRITO, 1984; SOUZA; CARPIM; BARRICHELO, 1986; WILKES, 1988; MIGLIORINI et al., 1988; LIMA; ROSADO; OLIVEIRA, 1992; LAUSBERG; GILCHRIST; SKIPWITH, 1995; OLIVEIRA, 1997; LOPES, 2003; ALZATE; TOMAZELLO FILHO; PIEDADE, 2005.

Um dos aspectos mais relevantes da análise da variância da densidade básica do lenho, a exemplo da densidade aparente, relaciona-se com os elevados valores dos efeitos aleatórios, representando 28% da variação total, considerado como uma das principais fontes de variação. Pode-se, desta forma, inferir que a variabilidade natural da densidade básica do lenho é, normalmente, elevada e que sua variação é devida a outros fatores não contemplados no experimento.

#### **4.2 Características anatômicas do lenho das árvores de eucalipto**

O aumento da espessura da parede das fibras no tratamento controle conferiu ao lenho maior densidade aparente, apesar de ambos não significativos, podendo afetar, por exemplo, o rendimento da celulose, resistência físico mecânica do papel, produção e qualidade do carvão etc (SHIMOYAMA, 1989).

Os valores de largura, espessura da parede, diâmetro do lume e comprimentos de fibras, obtidos neste estudo são próximos dos encontrados por SETTE JR et al. (2009), TOMAZELLO FILHO (2006) e ALZATE (2004). Contudo, estes valores são diferentes dos apresentados por alguns autores, que analisaram, no entanto árvores de *Eucalyptus spp.* com idades mais avançadas e com madeira de transição e adulta já formadas no seu lenho. Como exemplo, TOMAZELLO FILHO (1985) avaliou árvores de *Eucalyptus grandis* com 10 anos, obtendo fibras com comprimento, largura, espessura e diâmetro do lume de 1200, 23, 5,4 e 12,2  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Com relação a menor variação da largura das fibras no lenho das árvores dos três tratamentos, diversos autores, como LARSON (1969) e ZOBEL e VAN BUIJTENEM (1989) mencionam a teoria da independência dos processos fisiológicos da formação do lenho. Esta indica que a dimensão das fibras depende da pressão de turgescência no interior da célula e das auxinas produzidas na copa das árvores e que induzem maior plasticidade da sua parede primária. Desta forma, maiores pressões de turgescência e concentração de auxinas induzem a formação de células de maior dimensão, logo após a divisão das células iniciais do câmbio, como as do lenho inicial das árvores de coníferas e de folhosas. Segundo SHIMOYAMA et al.

(1989), práticas silviculturais com propósito de acelerar o crescimento das árvores tendem formar lenho com parede celular menos espessa e conseqüentemente com menor densidade, pois estas aceleram o processo de divisão celular causando diferenças em seu desenvolvimento.

O efeito da fertilização nas dimensões das fibras do lenho de árvores de eucalipto tem sido reportado na literatura sem, no entanto, haver consenso dos resultados. Enquanto JIANJU et al. (1995) não verificaram diferenças nas dimensões das fibras no lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* e de *E.urophylla* de 2,5 e 9 anos, respectivamente, SHIMOYAMA E BARRICHELO (1989) e SETTE JR (2010) detectaram a diminuição do comprimento das fibras com aumento da taxa de crescimento das árvores de eucalipto fertilizadas.

A literatura científica reporta extensa lista de artigos relatando a variação das dimensões das fibras, no sentido radial do lenho de árvores de diferentes espécies de eucalipto e condições de crescimento. Diversos modelos de variação radial das dimensões das fibras no lenho das árvores de eucalipto tem sido reportado, indicando, entre outros, os observados neste estudo (TOMAZELLO FILHO, 1985; SETTE JR et al., 2009; ALZATE, 2004, entre outros).

A formação de vasos de maior diâmetro e menor frequência no lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* de 2,5 anos, induzidas a altas taxas de crescimento pela aplicação de fertilizantes foi reportada por BAMBER et al. (1982) na Austrália. Por outro lado, TOMAZELLO FILHO (2006) não observou significativas diferenças das dimensões dos vasos no lenho de árvores de *Eucalyptus grandis x urophylla* submetidas a tratamentos de fertilização e irrigação. Os resultados obtidos neste estudo corroboram os encontrados por DREW et al. (2009) para as árvores de eucalipto: árvores de rápido crescimento apresentam poucos vasos e de grande diâmetro, comparadas com as de baixo crescimento.

O modelo de variação radial de diâmetro tangencial, % área ocupada e frequência são comuns para as espécies de *Eucalyptusspp* (TOMAZELLO FILHO, 1985, 2006, BAMBER; HUMPHREYS 1963, SETTE JUNIOR, 2009). Os modelos de variação radial encontrados podem influenciar nas propriedades tecnológicas, entre elas, na penetração do licor e de preservativos, densidade do lenho, qualidade de papéis de impressão e etc.

## 5. CONCLUSÕES

As árvores de eucalipto que receberam aplicação de potássio e sódio não sofreram alterações significativas na densidade aparente média do lenho. A fertilização mineral influenciou as características anatômicas do lenho das árvores de eucalipto: a aplicação de sódio promoveu fibras com parede celular menos espessas e maior diâmetro do lume; no tratamento com potássio foram detectados vasos de maior diâmetro tangencial.

## 6. REFERÊNCIAS

1. ALZATE, S.B.A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla***. 2004. 133p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais – Tecnologia de Produtos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.
2. ALZATE, S.B.; 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**, Piracicaba, n.68, p.87-95, ago.2005
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF** 2010, ano base 2009. Brasília, 2010. 140p
4. BAMBER, R. K.; HORNE, R.; GRAHAM-HIGGS, A. Effect of fast growth on the wood properties of *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry Research**, Australia, v.12, n.2, p.163-167. Dec. 1982.
5. BAMBER, R.K.; HYMPHREYS, F.R. A preliminary study of some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **Journal Institute wood science**, Madison, n.11, p.63-70, 1963.
6. BARRICHELO, L.E.G; BRITO, J.O. Variabilidade longitudinal e radial da madeira de *Eucalyptus spp*. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 17, 1984. São Paulo **Anais...** São Paulo: ABCP, 1984. p. 84-91.
7. BEADLE, C.; BANHAM, P. W.; WORLEDGE, D.; RUSSEL, S. L.; HETERINGTON, S.J.; HONEYSETT, J. L.; WHITE, D. Effect of irrigation on growth and fibre quality of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*. **Appita Journal**, Australia, v.54, n.2, p.144-147, 2001.
8. DREW, D.M; GEOFFRE Y. M.; DOWNES, G.M. GRADY, A.P.; READ, J.; WORLEDGE D. High resolution temporal variation in wood properties in irrigated and non-irrigated *Eucalyptus globules*. **Annals of Forest Science**. Les Ulis, v.66, p.1-10 , 2009
9. JIANJU, L.; WENBIN, F.; XIUZHEN, D. Fertilization effect on fiber dimensions of *Eucalyptus urophylla*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TREE ANATOMY AND WOOD FORMATION, 1995, Kyoto. **Proceedings ...** Kyoto: IUFRO, 1995. p.189-196.
10. LARSON, P.R. **Wood formation and the concept of wood quality**. New Haven: Yale University, 1969. 54p.
11. LAUSBERG, M.J.F.; GILCHRIST, K.F.; SKIPWITH, J.H. Wood properties of *Eucalyptus nitens* grown in New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.25, n.2, p.147- 163, 1995.
12. 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**. Lavras, v.16, n.1, p.123-127, jan./mar. 1992
13. LOPES, M. C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 2003. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Tecnologia de Produtos Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
14. MIGLIORINI, A. J.; BARRICHELO, L.E.G.; KAGEYAMA, P.Y.; CAMARGO, F.R.A. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* em função de diferentes

- níveis de floresta. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 21., 1988. São Paulo. **Anais ...** São Paulo: ABCP, 1988. p. 17-23.
15. OLIVEIRA, J.T.S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil.** São Paulo. 1997. 429p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997.
  16. SETTE JUNIOR, C.R.; TOMAZELLO FILHO, M; DIAS, C.T.S.; CHAGAS, M.P.; LACLAU, J.P. Efeito da aplicação de potássio e sódio nas características do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* W Hill, aos 24 meses de idade. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 535-546, jul./set. 2009
  17. SHIMOYAMA V.R. de S.; BARRICHELO, L.E.G. Importância da adubação na qualidade da madeira e celulose. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1, 1989, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira, 1989. p.1-15.
  18. SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica entre procedências, classe de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.33, p.65-72, ago.1986.
  19. TOMAZELLO FILHO, M. Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.29, p.25-36, abr. 1985a.
  20. TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.29, p.37-45, abr. 1985b.
  21. TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenoides*. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.36, p.35-42. ago.1987.
  22. TOMAZELLO FILHO, M. **Efeito da irrigação e fertilização nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis x urophylla*.** 2006. p.135. Tese (Livre-Docência). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
  23. VIGNERON, J.; GERARD, J.; BOUVET, J. M. Relationship between basic density and growth in a fertilization trial with clones of *Eucalyptus* hybrids in Congo. In: IUFRO CONFERENCE EUCALYPT PLANTATIONS: IMPROVING FIBRE YIELD AND QUALITY, 1995, Hobart. **Proceedings ...** Hobart: IUFRO, 1995. p. 68-71.
  24. WILKES, J. Variations in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.9, n.1, p.13-23, 1988.
  25. ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: SpringerVerlag, 1989. 361 p 84-91.