

Propriedades físicas da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* plantado num delineamento sistemático tipo “leque”

Gustavo Vila Nova Alves¹; Geraldo Bortoletto Júnior¹; Ivaldo Pontes Jankowsky¹; Diego Lima Aguiar¹; Luana Candaten¹, Annie Karoline de Lima Cavalcante¹

¹ Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais;

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar as propriedades físicas da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* aos 19 anos, proveniente de um plantio do tipo “leque”, e verificar a influência de quatro espaçamentos desse plantio sobre as propriedades físicas da madeira. Foram selecionadas aleatoriamente três árvores de cada espaçamento. Após obtenção dos corpos de prova os ensaios físicos seguiram a recomendação da NBR 7190 (1990). Para verificar o efeito dos espaçamentos de plantio sobre as propriedades da madeira foi realizada uma análise de variância e aplicado o teste Tukey para a comparação das médias ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os resultados revelaram que não houve influência significativa do espaçamento de plantio sobre a densidade básica, densidade aparente, retratibilidades máxima tangencial, longitudinal e volumétrica. Influência significativa do espaçamento de plantio foi detectada sobre a retratibilidade máxima radial e a relação T/R da madeira.

Palavras-chave: Qualidade, retratibilidade, espaçamento.

Physical properties of the *Eucalyptus grandis* clone wood from "fan" systematic design planting

Abstract: The objective of the present study was to evaluate the physical properties of the *Eucalyptus grandis* clone wood (19 years old) from "fan" systematic design planting and to verify the influence of four spacings of this planting on the physical properties of the wood. Three trees of each spacing were randomly selected. After obtaining the specimens the physical tests followed the recommendation of NBR 7190 (1990). To verify the effect of planting spacings on the properties of the wood, a variance analysis was performed and the Tukey test was used to compare the means at the 5% error probability level. The results showed that there was no significant influence of planting spacing on the basic density, apparent density, maximum tangential, longitudinal and volumetric shrinkage. Significant influence of planting spacing was detected on maximum radial shrinkage, and T / R ratio of the wood.

Keywords: Quality, shrinkage, spacing.

1. INTRODUÇÃO

As plantações do gênero *Eucalyptus* no Brasil totalizam 5,7 milhões de hectares e concentram-se principalmente nos estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) (IBÁ, 2017). Tal área demonstra a importância socioeconômica da cultura de *Eucalyptus* no País, uma vez que fornece matéria-prima para diversos produtos florestais.

O fator primordial capaz de alterar os padrões de formação, desenvolvimento e qualidade da madeira produzida pelas espécies florestais é a natureza genética. Porém, esta, quando associada a outros fatores, tais como os ambientais ou as técnicas silviculturais, pode modificar esses padrões alterando até mesmo as características anatômicas da madeira de forma significativa. Um desses fatores, dentre as técnicas silviculturais, diz respeito ao espaçamento entre árvores, cuja variável encontra-se diretamente relacionada à densidade básica da madeira (SHIMOYAMA; BARRICHELO, 1989).

A densidade da madeira exerce influência sobre as suas demais propriedades, tais como higroscopicidade, retração e inchamento, mecânicas, térmicas, acústicas, elétricas, além de outras propriedades relacionadas ao seu processamento industrial, isto é, secagem, usinagem e tratabilidade (TSOUMIS, 1991).

Experimentos com espaçamentos florestais tradicionais são caracterizados pelas grandes áreas necessárias para suas instalações que podem apresentar dificuldades relacionadas às disponibilidades de campo experimental. Como alternativa aos experimentos tradicionais, há os delineamentos sistemáticos, propostos por Nelder (1962), dentre os quais, a sistemática é do tipo “leque”.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi verificar a influência de quatro espaçamentos de plantio sobre as propriedades físicas da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* aos 19 anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta do material

O clone de *Eucalyptus grandis* com 19 anos de idade foi proveniente de um experimento instalado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. O experimento é composto por um delineamento sistemático do tipo “leque”, elaborado para avaliar 10 espaçamentos de plantio (1,4 m²; 2,05 m²; 3,01 m²; 4,41 m²; 6,47

m²; 9,50 m²; 13,93 m²; 20,43 m²; 29,97 m²; 43,95 m²) e as árvores utilizadas neste estudo foram coletadas dos seguintes espaçamentos: 3,01 m²; 6,47 m²; 9,50 m² e 29,97 m². Em cada espaçamento havia seis árvores, e dessa forma, foram selecionados aleatoriamente três indivíduos para posterior abate o que totalizou 12 árvores.

2.2 Obtenção de corpos de prova

De cada árvore foi obtido um pranchão central dos quais foram confeccionados os corpos-de-prova (2 x 2 x 10 cm) para os ensaios de densidade básica, densidade aparente e retratibilidade máxima. Posteriormente, os corpos-de-prova foram acondicionados no Laboratório de Ensaios Mecânicos de Madeira – LEMMAD, numa sala climatizada com temperatura e umidade relativa controlada, respectivamente, 22 ± 2 ° C e $65 \pm 5\%$, com o objetivo de estabilizar e homogeneizar os seus teores de umidade para o padrão de 12% e, então, realizar os ensaios previstos.

2.3 Ensaios físicos

As seguintes propriedades físicas da madeira foram avaliadas: densidade básica (DB), densidade aparente (DA), retratibilidades máxima tangencial (T), radial (R), longitudinal (axial) e volumétrica, bem como a relação T/R. Todas estas propriedades foram avaliadas no mesmo corpo-de-prova. Para cada espaçamento foram utilizados 48 corpos-de-prova, totalizando 192 ensaios realizados. Os procedimentos de ensaio determinação do teor de umidade e preparação de corpos de prova seguiram as recomendações da NBR 7190 (1997).

2.4 Delineamento experimental e análise de dados

O delineamento adotado para o experimento foi o inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos correspondentes a cada espaçamento de plantio (3,01 m²; 6,47 m²; 9,5 m² e 29,97 m²). Para cada um dos tratamentos foram empregadas três repetições.

Para verificar o efeito dos tratamentos sobre as propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* foi realizada uma análise de variância (ANOVA) e, no caso de rejeição da hipótese de igualdade, aplicado o teste de Tukey para a comparação das médias, conduzidos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para isso, foi utilizado o software SISVAR.

3. RESULTADOS

3.1 Densidade básica e densidade aparente

Os valores médios de densidade básica, massa específica aparente e teor de umidade podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de densidade básica, massa específica aparente e teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis*.

Espaçamentos	Densidade Básica (g/cm ³)	Densidade Aparente (g/cm ³)	Teor de Umidade (%)
3,01 m ²	0,56 a	0,74 a	11,4
6,47 m ²	0,58 a	0,76 a	11,6
9,5 m ²	0,57 a	0,74 a	11,7
29,97 m ²	0,58 a	0,75 a	11,9
CV (%)	5,0	5,4	1,2

CV: Coeficiente de Variação. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística.

De acordo com as análises de variância efetuadas para as variáveis densidade básica e densidade aparente das madeiras verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Sendo assim, nota-se que a DB e a DA das madeiras não foram influenciadas pelo espaçamento de plantio.

3.2 Retratibilidade máxima

Os valores médios de retratibilidade máxima tangencial, radial, longitudinal e volumétrica, bem como o índice T/R estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de retratibilidade máxima tangencial, radial, longitudinal, volumétrica e da relação T/R da madeira de *Eucalyptus grandis*.

Espaçamento	Retratibilidade Máxima (%)				Relação
	Tangencial	Radial	Longitudinal	Volumétrica	T/R
3,01 m ²	10,5 a	10,6 b	0,18 a	20,1 a	1,01 a
6,47 m ²	10,7 a	10,1 b	0,17 a	19,9 a	1,08 ab
9,5 m ²	9,7 a	9,2 ab	0,24 a	18,9 a	1,09 ab
29,97 m ²	10,1 a	8,4 a	0,23 a	17,9 a	1,22 b
CV (%)	9,0	5,7	16,12	6,7	4,99

CV: Coeficiente de Variação. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística.



As análises de variância realizadas para as variáveis retratibilidade máxima tangencial (RT), radial (RR), longitudinal (RL) e volumétrica (RV), bem como para relação T/R das madeiras indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para RT, RL e RV, mas diferenças significativas foram detectadas para as variáveis RR e relação T/R. Nota-se uma tendência de redução do valor médio de RR com o aumento do espaçamento de plantio.

4. DISCUSSÃO

4.1 Densidade básica, massa específica e retratibilidade máxima

A média geral encontrada para a densidade básica em todos os espaçamentos foi de 0,57 g/cm³. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Benjamin (2006) ao caracterizar a madeira de *E. grandis* com idade de 18 anos onde obteve valor médio de densidade básica de 0,58 g/cm³. Ao analisar os valores encontrados para a densidade básica da madeira neste estudo, observa-se que os mesmos corroboram com os resultados encontrados por Benin et al (2017) e Goulart et al (2003), onde o espaçamento do plantio não teve influência significativa na densidade das madeiras. O fato de os espaçamentos não apresentarem influência significativa da madeira pode estar relacionado devido as árvores terem as mesmas idades, por serem oriundas do mesmo material genético, bem como por serem adotados os mesmos tratamentos silviculturais para os indivíduos (SILVA et al., 2004).

Observa-se na Tabela 3 que não houve diferenças significativas dos valores médios de RR da madeira entre os espaçamentos 3,01m², 6,47m² e 9,5m², como também não houve entre os espaçamentos de 9,5m² e 29,97m². Porém, o espaçamento mais amplo (29,97m²) diferiu significativamente dos dois espaçamentos iniciais (3,01m², 6,47m²), revelando valor médio estatisticamente inferior a ambos. De modo geral, verificou-se uma tendência de redução do valor médio de RR com o aumento do espaçamento de plantio. Resultados semelhantes foram encontrados por Benin et al (2017), onde os autores verificaram influência dos espaçamentos na retração radial da madeira de *Eucalyptus benthamii*.

É possível supor que as diferenças significativas de RR das madeiras do clone de *Eucalyptus grandis* estudado, especialmente entre a madeira das árvores plantadas no espaçamento mais amplo (29,97 m²) e a madeira proveniente das árvores dos espaçamentos de menor amplitude (3,01 e 6,47 m²), poderiam estar associadas aos raios, ou seja, no espaçamento mais amplo a madeira produzida conteria maior número de raios e isso teria resultado em menor valor de RR. Contudo, tal suposição só poderia ser confirmada ou refutada mediante estudo aprofundado e específico da estrutura anatômica dessa madeira.

5. CONCLUSÕES

Não houve influência significativa do espaçamento de plantio sobre a densidade básica, densidade parente, retratibilidade máxima tangencial, longitudinal e volumétrica na madeira de *Eucalyptus grandis* aos 19 anos.

Houve influência significativa do espaçamento de plantio foi detectada sobre a retratibilidade máxima radial (RR) e a relação T/R das madeiras. Verificou-se uma tendência de redução de RR das madeiras com o aumento do espaçamento de plantio, observando-se o contrário para relação T/R, especialmente entre o espaçamento mais amplo (29,97 m²) e o mais adensado (3,01 m²).

6. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 1997.
- Benin CC, Watzlawick LF, Hillig E. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. *Ciência Florestal* 2017; 27(4): 1375-1384.
- Benjamin CA. Estudo da estrutura anatômica e das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Corymbia (Eucalyptus) citriodora* e *Eucalyptus grandis* [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista; 2006.
- Goulart M, Haselein CR, Hoppe JM, Farias JA, Pauleski DT. 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* 2003; 13(2): 167-175.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores, 2017. [cited 2019 Jul, 10]. Available from: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf.
- Nelder, J.A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. *Biometrics* 1962; 18(3): 283-307.
- Shimoyama, V. R. S.; Barrichello, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. IPEF Série técnica 1989: 6(20): 1-22.
- Silva JC, Oliveira JTS, Filho MT, Júnior SK, Matos JLM. Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. *Revista Floresta* 2004; 34(1): 13-22.
- Tsoumis, G. Science and technology of wood. Structure, properties, utilization. New York: Chapman & Hall, 1991.