

AVALIAÇÃO DE PISOS PRODUZIDOS A PARTIR DE TORAS DE CLONES DE *Eucalyptus* sp. COM PEQUENOS DIÂMETROS

Iêdo Souza Santos¹, José Tarcísio Lima², José Reinaldo Moreira da Silva³

(recebido: 15 de outubro de 2009; aceito: 29 de julho de 2010)

RESUMO: Neste trabalho, objetivou-se avaliar a madeira dos clones MN 249 e MN 89 de *Eucalyptus*, visando à produção de piso a partir de toras de pequenos diâmetros. Foram determinadas as propriedades físicas da madeira - NBR 7190/97 (ABNT, 1997) e a simulado o produto em serviço (ASTM D 2394/83) com espessuras de 8 e 14 mm. A densidade básica do clone MN 89 foi maior (0,615 g/cm³). As contrações foram mais acentuadas no clone MN 249, no entanto, o coeficiente de anisotropia desse clone foi menor. Para os ensaios de simulação de uso, o piso produzido pelo clone MN 249 foi o que teve o menor índice de deformação. No piso de 8 mm de espessura, além das diferenças entre clones, houve interação estatística significativa entre as posições para o ensaio de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas. As deformações obtidas para o piso com 14 mm de espessura, produzidos com o clone MN 89, foram superiores às encontradas na literatura para o ensaio de endentação por carga aplicada sobre área pequena. O clone MN 249 apresentou os melhores resultados em ambas as espessuras.

Palavras-chave: Piso, madeira de reflorestamento, simulação de uso, ensaios.

EVALUATION OF FLOORING PRODUCED FROM SMALL DIAMETERS LOGS OF *Eucalyptus* sp. CLONES

ABSTRACT: This study evaluated two *Eucalyptus* clones, MN 249 and MN 89, for the flooring production using small diameters logs. It was considered the wood physical properties - NBR 7190/97 (ABNT, 1997) and simulation of the product in service (ASTM D 2394/83) with two thicknesses, 8 and 14 mm. The basic density of the clone 89 NM was the highest one (0,615 g/cm³). The contractions were more pronounced in clone NM 249, however, the anisotropy coefficient of this clone was small. In the simulation tests, the floor produced by clone MN 249 presented the lowest deformation rate. The floor of 8 mm, in addition to the differences between clones, there was significant interaction between the positions for the indentation test caused by loads applied in small areas. The deformations obtained for the floor with 14 mm thickness, produced with the MN clone 89, were higher than those found in the literature for the indentation load applied on a small area test. The clone MN 249 presented the best results in both thicknesses.

Key words: Flooring, forest plantation wood, simulation of use, tests.

1 INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies utilizadas na produção de piso é pequena, quando comparada com o grande número de essências florestais disponíveis com potencial de uso (PADILHA et al., 2006). Na construção civil, o consumo de piso de madeira aumenta a cada ano e a matéria-prima usada na confecção desse produto ainda é proveniente de florestas nativas, em especial da Amazônia.

Em razão de barreiras ambientais existentes sobre as espécies nativas, ainda mais quando se considera a seletividade da matéria-prima que é utilizada, surgem à necessidade de procurar espécies alternativas para atender

à demanda de piso, como as das plantações florestais. O *Eucalyptus* se apresenta como uma dessas alternativas.

As florestas de produção surgiram no Brasil, com a finalidade principal de abastecer as indústrias de papel e as siderurgias, sendo o *Eucalyptus* o principal gênero cultivado e melhorado geneticamente. Porém, pesquisas para a obtenção de material melhorado, com a finalidade de utilizá-lo como madeira maciça cresceram nos últimos anos. Esse material genético torna-se uma opção viável e competitiva no abastecimento de madeira para indústrias, dentre elas a de piso.

A produção de piso de madeira apresentou um acréscimo de 13,6% e o consumo de 16,6% entre 1996 -

¹Tecnólogo da Madeira, Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Tecnologia da Madeira – Universidade do Estado do Pará – Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – 66090-970 – Belém, PA – iedosantos@gmail.com

²Engenheiro Florestal, Professor Ph.D. em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jtlima@dcf.ufla.br

³Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jreinaldo@dcf.ufla.br

2007 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI, 2007). A espécie *Eucalyptus grandis* Hill faz parte desse contexto, pois a confecção de piso dessa essência florestal, proveniente de plantação, já é uma realidade em indústrias do setor. Padilha et al. (2006), avaliando sete clones de *Eucalyptus* identificou madeiras com potencial para aplicação na produção de piso.

Dentre os vários tipos de pisos disponíveis no mercado, existem aqueles de pequenas dimensões, que são peças e menos espessas que podem ser instaladas individualmente ou em forma de mosaico. Muito usado no passado em castelos e palácios, os *parquets*, em razão do seu tamanho eram manipulados pelos artesãos que montavam verdadeiras obras de arte. Atualmente, sua utilização ainda é muito empregada em ambiente de pouca circulação da casa.

A produção de pisos de madeira a partir de toras de pequenas dimensões de *Eucalyptus* aumenta a diversidade de aplicações dessa espécie e também disponibiliza um aumento na oferta de material de construção e acabamento para o mercado consumidor.

Do ponto de vista social, a indústria madeireira contribui significativamente na geração de empregos, devido à mão-de-obra empregada. No segmento de obtenção de piso, essa característica se torna mais evidente, pois a classificação desse produto é feita manualmente.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a madeira de dois clones de *Eucalyptus* para a produção de pisos a partir de toras de pequenos diâmetros, considerando as propriedades físicas da madeira e a simulação do produto em serviço.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da região de coleta do material e amostragem

O material usado nesse estudo foi proveniente do município de Paraopeba – MG, numa região de latitude 19° 17' 48,63" e longitude 44° 30' 51,233" predominando latossolo vermelho-escuro. Clima quente e seco a maior parte do ano, chuvas concentradas entre outubro e março e a precipitação anual de 1200 mm. Foram coletados ao acaso seis indivíduos por material genético. Os clones usados foram MN 249 (*Eucalyptus camaldulensis*) e o MN 89 (*Eucalyptus urophylla*) com idades de 11 e 10 anos, respectivamente. Foram utilizadas as duas primeiras toras das árvores, com 3,5 metros de comprimentos cada.

2.2 Propriedades físicas (densidade básica e retratibilidade)

Os corpos-de-prova utilizados foram retirados de disco obtido na da primeira tora denominado de base, no topo da mesma tora denominado de meio e na segunda tora no topo. A umidade foi mantida acima do ponto de saturação das fibras, utilizando imersão em dissecadores com sistema de vácuo. As propriedades físicas foram obtidas de acordo com NBR 7190/97, para a densidade básica e para a retratibilidade. As dimensões foram de 2 x 3 x 5 cm, radial, tangencial e longitudinal respectivamente.

2.3 Desdobro e secagem da madeira

As toras foram desdobradas em serra de fita simples regulada para produzir peças de 2,5 e 1,5 cm de espessura. O método foi, segundo Ferreira et al. (2004), denominado de tangencial balanceado paralelo ao centro da tora. A secagem foi conduzida em um secador convencional, com capacidade para 2m³ de madeira, sistema de queima e secagem automatizados. O sistema de circulação do ar é realizado por um ventilador lateral sem inversão de circulação. O programa de secagem foi de acordo com Barbosa et al. (2005).

2.4 Ensaio de simulação de piso em serviço

Após a secagem das tábuas foram confeccionados e totalizaram 1200 corpos-de-prova. Possuíam dimensões de 240 x 25 x 14 e 240 x 25 x 8 mm. Posteriormente, os corpos-de-prova foram transportados para a câmara climática [T = (20 ± 2) °C e UR = (60 ± 5)%] com a finalidade de mantê-los com a umidade de 12,0% para a realização dos ensaios de simulação dos pisos em serviço.

Os ensaios de simulação de piso de madeira em serviço foram realizados de acordo com a norma ASTM D 2394-83 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM, 1994) com adaptações. Essa norma descreve a execução e as medições das depressões dos ensaios do impacto da esfera de aço cadente, da carga rolante, da endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas. Os equipamentos utilizados para esses ensaios foram adaptados, com sistemas de automação para deslocamentos das cargas, dos trabalhos de Padilha et al. (2006).

2.5 Análises estatísticas dos dados

O experimento foi realizado segundo um delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema de parcelas

subdividida no espaço em que os tratamentos de parcela constituíram de dois clones (MN 89 e MN 249) e os tratamentos de subparcela constituíram dos posicionamentos de amostragem no sentido medula-casca (central, intermediária e externa). O modelo estatístico que descreve as observações é dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + \varepsilon_{ij} + P_k + CP_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor da variável resposta da i -ésima árvore do i -ésimo clone na k -ésima posição, $j = 1 \dots 6$;

μ = constante inerente a cada observação;

C_i = efeito do i -ésimo clone, com $i = 1, 2$;

ε_{ij} = erro experimental associado à parcela considerada independente e identicamente distribuída de uma Normal $\sim (0, \delta a^2)$

P_k = efeito da k -ésima posição, com $k = 1, 2, 3$;

CP_{ik} = efeito da interação entre i -ésimo clone com a k -ésima posição;

ε_{ijk} = erro experimental associado a sub-parcela considerado independente e identicamente distribuído de uma Normal $\sim (0, \delta b^2)$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos contemplados no modelo testado com um nível nominal de significância de 5%. Os níveis do fator clone foram comparados pelo teste t de Student e os níveis do fator posicionamento comparados pelo teste de Scott-Knott.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade básica

A média de densidade básica encontrada para os clones (Tabela 1) os valores foram maiores do que apresentados por Cruz et al. (2003), que observou uma média de 0,505 g/cm³, na caracterização de sete clones de *Eucalyptus*.

Tabela 1 – Média da densidade básica (g/cm³) entre os clones de *Eucalyptus*.

Table 1 – Average basic density (g/cm³) between *Eucalyptus* clones.

Clone	Média*	Maior	Menor	C.V (%)
MN 249	0,576 b	0,691	0,481	9,257
MN 89	0,615 a	0,750	0,513	

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância

O valor da densidade do clone MN 249 se encontra dentro do intervalo apresentados por Lima et al. (2000) para 26 clones desse mesmo gênero que foi de 0,436 a 0,577 g/cm³ e o clone MN 89 foi superior.

A amplitude de densidade encontrada no sentido medula-casca (Tabela 2) foi maior que a observada por Cruz et al. (2003) nas três posições, com exceção para a externa do clone 7, que foi de 0,632 g/cm³, maior que a do clone MN 249. Padilha et al. (2006) encontraram valores para posição central no clone RB 59 de 0,591 g/cm³, sendo maior que as dos clones deste estudo.

Tabela 2 – Densidade básica (g/cm³) da madeira de clones de *Eucalyptus* no sentido medula-casca.

Table 2 – Pith-to-bark variation of wood basic density (g/cm³) of *Eucalyptus* clones.

Clone	Posição		
	Central	Intermediária	Externa
MN 249	0,542	0,577	0,609
MN 89	0,564	0,644	0,635
Média	0,552a	0,680b	0,621b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Observando as médias da densidade básica, constata-se que o valor dessa propriedade aumentou no sentido medula-casca para o clone MN 249, estando de acordo com a literatura. O clone MN 89 teve um comportamento diferente. Os valores médios da posição central foram inferiores aos das outras posições.

3.2 Retratibilidade

A contração é uma importante característica a ser observada, na prática esse fenômeno aparece durante o uso da madeira. Podendo ser evidenciada após o processo de secagem, determinar a contração da madeira nos diferentes sentidos pode ser um indicador de uso para determinados fins de utilização da madeira. Na Tabela 3, apresentam-se os resultados das médias e seus respectivos coeficientes de variação, das contrações lineares, volumétricas e o coeficiente de anisotropia.

As médias estão próximas às apresentadas na literatura; para a contração radial, os valores são inferiores à média encontrada por Moura et al. (2003) para 10 clones, que foi de 9,09%.

Na contração tangencial, os valores médios apresentados pelos clones MN 249 e MN 89 foram menores

Tabela 3 – Valores médios obtidos para as contrações, em porcentagem, e o coeficiente de anisotropia para madeiras de dois clones de *Eucalyptus*.

Table 3 – Average values of shrinkage and coefficient of anisotropy for two *Eucalyptus* clones wood.

Clone	Tangencial	Radial	Volumétrica	C A
MN 249	10,96 a	6,86 b	17,18 a	1,62 a
MN 89	10,77 a	5,98 a	16,11 a	1,81 a

Médias seguidas de mesma letra ao longo da mesma coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância.

que os de Moura et al. (2003) que foram de 13,66% e maiores que os encontrados por Cruz et al. (2003), de 5,23%.

A contração volumétrica (Tabela 3) para os clones MN 249 e o MN 89 foram superiores às médias encontradas por Cruz et al. (2003) que foi de 13,45%, e de Moura et al. (2003) que foi de 13,68%.

3.3 Simulação do piso em uso

3.3.1 Piso com 8 mm de espessura

Na Tabela 4, são mostrados os resultado para o piso de 8 mm entre clones. Nos ensaios de impacto da bola de aço cadente e no da carga rolante, os valores médios de deformação causada na madeira do clone MN 89 foram superiores aos do clone MN249.

Tabela 4 – Comparação entre os valores médio, em mm, da deformação causada pela simulação de uso em pisos de madeiras de clones de *Eucalyptus*.

Table 4 – Comparison between the average values, in mm, of the deformation caused by the simulation of using *Eucalyptus* clones wood flooring.

Clone	Ensaio ¹			
	BC	CR 10	CR 25	CR 50
MN 249	0,277 a	0,145 a	0,230 a	0,276 a
MN 89	0,375 b	0,284 b	0,368 b	0,471 b

¹Médias seguidas de mesma letra ao longo da mesma coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância. BC – Bola Cadente; CR – Carga Rolante (10, 25 e 50 voltas).

Para o ensaio da carga rolante, houve diferença entres clones, com MN 249 superior ao MN 89. Padilha et al. (2006) em seus estudos encontraram uma média de 0,23mm para 26 viagens e 0,27mm para 50 viagens. A deformação encontrada por esse autor é igual ao do clone

MN 249 para os mesmos números de viagem. A deformação no clone 249 foi mais acentuada.

O ensaio de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas teve interação significativa entre os clones e as posições (Tabela 5).

Tabela 5 – Endentação causada pelo cilindro, em função dos clones de *Eucalyptus* e das posições de amostragem.

Table 5 – Summary of the comparison of Indentation averages caused by the cylinder, in function of the *Eucalyptus* clones and sampling positions.

Posição ¹	Clone ²	
	MN 249	MN 89
Central	0,076 b B	0,073 b B
Intermediária	0,045 a A	0,076 b B
Externa	0,049 a A	0,081 b B

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância

Os valores médios desse ensaio mostram que houve interação significativa entre clones e posição. No clone MN 249, as posições intermediária e externa sofreram deformações inferiores. Esse fato pode estar relacionado ao valor da densidade básica encontrada, que também foi maior, oferecendo um aumento da resistência mecânica dessas posições. Padilha et al. (2006) encontraram resultados semelhantes para as posições externa e central.

3.3.2 Piso com 14 mm de espessura

Os valores médios da deformação (Tabela 6), no ensaio da carga rolante, causada em ambos os clones são inferiores aos encontrados por Padilha et al. (2006), que variaram de 1,5 – 3,7 mm. Entretanto, foram superiores aos apresentados por Martins (2008) para as madeiras de *Eucalyptus microcorys*, *Eucalyptus cloeziana*, *Corymbia maculata*, que foram de 0,154 mm, 0,128 mm e 0,190 mm, respectivamente.

Para o ensaio de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas, o clone MN 249 apresentou valor médio de 0,045 mm, ficando próximo aos resultados obtidos por Padilha et al. (2006), variaram de 0,039 a 0,092 mm. Com uma deformação de 0,111 mm, causada no clone MN 89, esse valor foi superior a todos os resultados encontrados.

Tabela 6 – Comparação entre as médias, em mm, da deformação causada pela simulação de uso entre clones de *Eucalyptus*.

Table 6 – Summary of the comparison of deformation averages, in mm, caused by the simulation of use in service between *Eucalyptus* clones.

Clone	Ensaio ¹				
	BC	END	CR10	CR25	CR50
MN 249	0,300 a	0,045 a	0,274 a	0,342 a	0,358 a
MN 89	0,348 b	0,111 b	0,292 a	0,336 a	0,365 a

¹ Médias seguidas de mesma letra ao longo da mesma coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância. BC – Bola Cadente; END – Endentação; CR – Carga Rolante (10, 25 e 50 voltas).

A diferença entre os índices de resistência a endentação dos clones observados foram significativos (Tabela 6). Os valores médios foram inferiores aos encontrados por Padilha et al. (2006), que variaram de 0,394 – 0,525 mm e superiores aos apresentados por Martins (2008), que foi de 0,200 – 0,280 mm.

Dentre os ensaios de simulação de uso do piso, para a espessura de 14 mm, a endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas foi o único a apresentar diferença significativa entre clones. A média da deformação causada no MN 89 foi superior ao do MN 249.

Na Tabela 7, são apresentados os valores médios obtidos para as posições estudadas no sentido radial da árvore. Os ensaios da bola cadente e da endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 7 – Comparação entre as médias, em mm, da deformação causada pela simulação de uso entre posições no sentido medula-casca de clones de *Eucalyptus*.

Table 7 – Summary of comparison between average, in mm, of the deformation caused by simulation of use in service, between position in the pith-to-bark direction of *Eucalyptus* clones.

Posição	Ensaio				
	BC	END	CR10	CR25	CR50
Central	0,313 b	1,222 b	0,313 b	0,310 b	0,382 c
Intermediária	0,326 b	0,061 a	0,306 b	0,410 c	0,395 c
Externa	0,334 b	0,050 a	0,230 a	0,304 b	0,305 b

*Médias seguidas de mesma letra ao longo da mesma coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student, a 5% de significância.

O ensaio da carga rolante apresentou diferença significativa para os valores médios observados entre as posições (Tabela 7). Para as 10 viagens, a deformação causada na posição externa foi menor do que as demais. Para as 25 viagens, a posição central sofreu a maior deformação. Para as 50 viagens, a deformação foi menor para a posição externa.

Para esse ensaio, Padilha et al. (2006), observando duas posições (central e externa), encontraram valores superiores para a central de 1,5 – 3,7 mm e, para a externa, de 1,6 – 2,3 mm.

4 CONCLUSÕES

A densidade básica do clone MN 89 foi de 0,615 g/cm³, sendo maior que a do MN 249.

As contrações tangenciais, radiais e volumétricas, foram superiores no clone MN 249, entretanto, seu coeficiente de anisotropia foi menor.

Os ensaios de carga rolante causaram maior deformação no clone MN 89, enquanto os ensaios de endentação afetaram mais o clone MN 249.

No piso de 8 mm, a interação foi significativa para ensaio de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas. As posições, intermediária e externa tiveram as menores deformações entre clones.

No piso de 14 mm houve variação significativa nos valores médios entre clones, para o ensaio da bola cadente. E entre posições, para o ensaio da carga rolante.

Para o piso de 14 mm, o clone MN 89 no ensaio de endentação apresentou valores não recomendados à madeira para produção de piso.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa V&M Tubes pelo apoio financeiro e doação das árvores, à Fapemig pelo apoio financeiro (Projeto Pesquisador Mineiro - Processo N° CAG PQ-4881-3.10/07) e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. E também à professora da UFOPA, Juliana Mendes de Oliveira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 2394-83**. Philadelphia, 1994. 608 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Madeira processada mecanicamente**: estudo setorial. Curitiba, 2007. 42 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

- BARBOSA, C. G.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. da S.; TRUGILHO, P. F. Elaboração de programa de secagem para madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 40-48, 2005.
- CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUNIZ, G. I. B. Variação dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas de híbridos de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 33-47, 2003.
- FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. da S.; TRUGILHO, P. F. Influência de método de desdobro tangencial no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21, 2004.
- LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. Genotype-environment interaction in wood basic density of *Eucalyptus* clones. **Wood Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 2 p. 197-206, 2000.
- MARTINS, M. **Ensaio de simulação de uso em piso de *Eucalyptus cloeziana* F. Mull, *Eucalyptus microcorys* F. Mull e *Corymbia maculata* Hook.** 2008. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- MOURA, M. C. O.; ROSADO, S. C. da S.; TRUGILHO, P. F.; CARVALHO, D. Variação genética e herdabilidade da estabilidade dimensional de madeira de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2003. p. 242-249.
- PADILHA, C.; LIMA, J. T.; SILVA, J. R. M.; TRUGILHO, P. F.; ANDRADE, H. B. Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* para utilização em pisos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 141-147, 2006.