

Características dendrométricas e da madeira de seis clones de *Eucalyptus* destinados à produção de madeira serrada

Luciana Ferreira da Silva Vieira¹; Juarez Benigno Paes¹; Flávia Maria Silva Brito¹; Glaucileide Ferreira¹; Rodolpho Stephan Santos Braga¹; Yonny Martinez Lopez¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar as características dendrométricas e da madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, com 14 anos, destinados à produção de madeira serrada. Foram caracterizadas a altura total, altura comercial, conicidade, volume da tora com e sem casca, volume e porcentagem de casca, relação cerne:alburno, deslocamento e excentricidade da medula de 18 árvores (três de cada clone). O efeito dos clones foi verificado pela aplicação da análise de variância e teste F ($p < 0,05$). Os resultados indicaram que o clone E foi o mais indicado para a produção de madeira serrada, independentemente do padrão de qualidade, pois teve maior volume sem casca e menor conicidade. Enquanto os clones E e A são os mais indicados para a produção de madeira serrada de qualidade superior, estando entre os de maior relação cerne:alburno. O deslocamento e a excentricidade de medula foram semelhantes entre os clones avaliados.

Palavras-chave: Conicidade, Relação cerne:alburno, Excentricidade da medula.

Dendrometric and wood characteristics of six *Eucalyptus* clones intended for sawn wood production

Abstract: This work aimed to evaluate the dendrometric and wood characteristics of six hybrid clones of *Eucalyptus*, aged 14 years, intended for sawn wood production. Thus, were characterized total height, commercial height, conicity, volume of the log with bark and without bark, volume and percentage of bark, heartwood: sapwood ratio, pith displacement and eccentricity of 18 trees (three from each clone). The effect of clones was verified by applying analysis of variance and F test ($p < 0.05$). The results indicated that clone E was the most suitable for the production of sawn wood, regardless of the quality standard, as it had a greater volume without bark and less taper. While the clones E and A are the most suitable for the production of superior quality sawn wood, being among those with the highest heartwood:sapwood ratio. The displacement and eccentricity of the medulla were similar between the evaluated clones.

Keywords: Taper, Heartwood:sapwood ratio, Pitch eccentricity.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é de origem australiana que se adaptou facilmente as condições edafoclimáticas brasileiras (Sousa *et al.*, 2021). Tem destaque entre as

espécies plantadas que abastecem a indústria madeireira no Brasil, em função do rápido crescimento, facilidade de implantação em grandes maciços, rusticidade e vertente de aplicações da madeira (Latorraca *et al.*, 2015). O Brasil possui 9,93 milhões de hectares plantados, dos quais 7,53 milhões (75,8%) foram cultivados com eucalipto (Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, 2022).

Os programas de melhoramento genético do gênero *Eucalyptus* vêm se aperfeiçoando ao longo do tempo e têm por objetivo associar características de adaptação e qualidade da madeira (Rockwood *et al.*, 2022). O sucesso desses programas explica-se pela variabilidade genética contida nas populações base, que torna possível a manipulação e seleção de genótipos superiores, com isto é possível combinar características desejáveis mantendo a diversidade genética (Silva *et al.*, 2018).

Em função da plasticidade do gênero, existem espécies e clones com potencial para processamento mecânico, com boas propriedades físicas e mecânicas e de fácil trabalhabilidade, o que possibilita a obtenção de madeira desdobrada com baixo custo de produção (Lima; Stape, 2007). Entretanto é importante conhecer algumas de suas características como, conicidade, relação cerne:alburno, excentricidade da medula e desvio de grã visto que podem influenciar na sua utilização, pois interferem nos rendimentos e na produção de madeira serrada. Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar as características dendrométricas e da madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, com 14 anos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e coleta do material

Foi estudada a madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, seus progenitores foram as espécies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* (com variação da porcentagem de cada um deles) e *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis*. Durante a pesquisa, os clones foram denominados genericamente como A, B, C, D, E e F (Tabela 1). O plantio está localizado em uma área experimental do Complexo Agroindustrial Pindobas Ltda, localizado em Venda Nova do Imigrante, estado do Espírito Santo (latitude 20°23'37.1"S, longitude 41°08'29.6"W e altitude de 730 m).

Tabela 1. Progenitores dos seis clones de híbridos de *Eucalyptus* avaliados para o processamento mecânico

Denominação genérica	Progenitores
A	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
B	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
C	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
D	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
E	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
F	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>

Segundo o Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER (2011), o município encontra-se no Bioma Mata Atlântica, com relevo montanhoso e escarpado, clima mesotérmico de inverno seco com temperatura média de $\approx 18,5^{\circ}\text{C}$, com máximas de $\approx 24,5^{\circ}\text{C}$ e mínimas de $\approx 12,3^{\circ}\text{C}$, com duas estações definidas. De maio a setembro (frio e seco) e de outubro a abril (quente e úmido). A umidade relativa média é de $\approx 85\%$ e a precipitação média anual nos últimos 10 anos de $\approx 1.460\text{ mm}$ (Pedreira *et al.*, 2012).

Os clones foram implantados com o objetivo de produzir madeira serrada, em janeiro de 2002, em espaçamento de $5,0 \times 4,0\text{ m}$, com podas aos dois e três anos de idade, respectivamente nas alturas de quatro e sete metros; aos nove anos foi aplicado um desbaste, com retiradas 40% das árvores. Em Silva (2018) constam informações sobre adubações realizadas.

Para a pesquisa foram coletadas três árvores por clone, com 14 anos de idade, fuste reto e sadio, dentre aquelas com diâmetro a altura do peito (DAP), entre 31 e 35 cm, para obter padronização entre elas.

2.2 Características dendrométricas e da madeira

Após a derrubada, foram medidas com trena as alturas total e comercial das árvores. As árvores foram seccionadas em toras de 4,20 m de comprimento e retiraram discos de 5,0 cm de espessura (um na base da árvore e entre as toras) até a altura comercial, correspondente à inserção dos primeiros galhos. A quantidade de toras por árvore variou entre cinco a nove.

A espessura da casca foi medida nos discos. Para tanto, foram tomadas quatro amostras, uma em cada quadrante do diâmetro, com uso de um paquímetro digital

(0,01 mm). Foram calculados os volumes com e sem casca por meio da equação de Smalian e, com esses dados também foi calculada a porcentagem de casca.

Na madeira, foram avaliadas a conicidade, excentricidade da medula e deslocamento da medula. A conicidade foi calculada com os diâmetros com casca das extremidades de cada tora, medidos com suta. A determinação da relação cerne:alburno (C:A), de cada árvore foi realizada nos discos conforme Evangelista (2007). Em cada disco foi identificada visualmente a região limite entre cerne e alburno, com uma lupa com aumento de 10 vezes. Foram traçadas duas retas perpendiculares, passando pela medula, de aresta igual ao diâmetro, que foram medidas, bem como a região limite, com uma régua de aço (1mm). A relação C:A foi calculada (Equação 1).

$$C:A = \frac{D_c^2}{D^2 - D_c^2} \quad (1)$$

Em que: C:A: relação cerne:alburno; D_c: diâmetro do cerne (cm); e D: diâmetro sem casca do disco (cm).

A excentricidade da medula foi ajustada pela Equação 2. Obtiveram os raios de cada disco, pela utilização de duas marcações ao longo da extensão diametral, incidindo pela medula.

$$EXM = \frac{L_m}{d_m} \times 100 \quad (2)$$

Em que: EXM: excentricidade da medula (%); L_m: distância entre o centro geométrico e a medula (cm); d_m: diâmetro médio do disco (cm).

O deslocamento da medula (DM) como descrito por Lima *et al.* (2007), por meio das Equações 3 e 4, em que foi empregado o procedimento esquematizado na Figura 3, para a obtenção das variáveis, que foram medidas com uma régua de aço (1mm). O DM de cada tora correspondeu à média dos DMs calculados nos discos dos extremos da tora.

$$R_{m\bar{}} = \left(\frac{R_M + R_m + R_{P1} + R_{P2}}{4} \right) \quad (3)$$

$$DM = R_M - R_{m\bar{}} \quad (4)$$

Em que: R_m : média da distância entre a medula e a periferia da tora (cm); R_M : maior distância entre a medula e a periferia da tora (cm); R_m : menor distância entre a medula e a periferia da tora (cm); R_{p1} : raio perpendicular 1 (cm); R_{p2} : raio perpendicular 2 (cm); DM: deslocamento da medula (cm).

As características dendrométricas foram avaliadas tendo o número de árvores (três) como repetição, em que a quantidade de discos e toras por árvore foi variável conforme a altura comercial. As análises estatísticas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado. O efeito dos tratamentos (clones) foi verificado pela aplicação da análise de variância e teste F ($p < 0,05$) e, quando significativo, aplicou-se o teste de Scott Knott ($p < 0,05$), para discriminação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dendrométricas e da madeira

Observa-se (Tabela 2), que as características dendrométricas (altura total, volume sem casca, volume de casca e porcentagem de casca) não diferiram estatisticamente. Tendo os clones comportamento semelhante. Para a altura comercial, o clone F foi superior aos demais, produzindo maior volume de madeira.

Tabela 2. Valores médios das características dendrométricas de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, com 14 anos

Características Dendrométricas	Clones de híbridos de <i>Eucalyptus</i>					
	A	B	C	D	E	F
Altura total (m)*	36,22 A	40,11 A	41,50 A	40,75 A	38,43 A	41,00 A
Altura comercial (m)	25,50 B	29,46 B	26,50 B	25,80 B	27,37 B	34,91 A
Conicidade (cm/m)	0,88 A	0,58 B	0,66 B	0,91 A	0,66 B	0,59 B
Volume da tora c/c (m ³)	0,20 B	0,19 B	0,19 B	0,20 B	0,24 A	0,19 B
Volume da tora s/c (m ³)*	0,19 A	0,18 A	0,17 A	0,20 A	0,22 A	0,18 A
Volume de casca (m ³)*	0,01 A	0,01 A	0,02 A	0,01 A	0,02 A	0,01 A
Casca (%)*	6,06 A	6,10 A	10,18 A	6,69 A	8,87 A	6,82 A

* Não significativo (teste F, $p > 0,05$). Médias seguidas por uma mesma letra na horizontal, não diferem (Skott-Knott, $p > 0,05$). c/c: com casca; s/c: sem casca.

Os clones A e D tiveram as maiores conicidades. Toras mais cônicas têm menores rendimentos em madeira serrada. Os valores foram inferiores aos observados por Carvalho (2016) para *E. grandis* e *E. saligna*, que obtiveram uma conicidade média de 1,10 cm/m. Müller *et al.* (2017), para *Eucalyptus benthamii*, *E. deaneii*, *E. dorrigoensis*, *E. dunnii* e *E. smithii*, de 18 anos, encontraram conicidade inferior a 1,69 cm/m, sendo indicado para produção de serrados (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, 1984), por serem inferiores a 3 cm/m.

O clone E teve a maior espessura e volume de casca. Oliveira *et al.* (1999) enfatizaram isto pode superestimar a produtividade dos fustes das plantações florestais. Árvores com maiores quantidades de casca é um dos fatores que podem afetar o volume final da madeira (Junqueira, 2022), pois um maior volume de cascas diminui o valor real da madeira, visto que, ela é a parte menos valiosa na indústria (Pupin *et al.*, 2017).

No entanto, o rendimento em madeira serrada pode ser afetado pela interação de diversas características das toras, sendo os mais importantes o diâmetro, o comprimento, a conicidade e a qualidade, o que inclui forma, rachaduras e podridões (Steele, 1984). Geralmente o rendimento aumenta com o incremento do diâmetro e diminui com a conicidade, pois o volume é perdido com costaneiras e aparas (resíduos).

Tabela 3. Valores médios das características da madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, com 14 anos

Características da madeira	Clones de híbridos de <i>Eucalyptus</i>					
	A	B	C	D	E	F
Relação C/A	2,25 A	1,87 B	1,53 B	1,58 B	2,18 A	2,25 A
DM (cm)	1,61 A	1,55 A	0,99 A	0,82 A	1,38 A	1,22 A
EM (%)	7,27 A	6,70 A	4,32 A	3,76 A	6,57 A	6,46 A

DM (Deslocamento da medula); EM (Excentricidade da medula). Médias seguidas por uma mesma letra na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ($p > 0,05$).

Os clones A, E e F tiveram as maiores relações cerne:alburno (Tabela 3), sendo esta característica importante para as diversas utilizações da madeira e também, desejável para a produção de madeira serrada, pois o mercado valoriza, a madeira de cerne, por ser menos atacada por organismos xilófagos, além do apego estético.

Os resultados obtidos por Pereira *et al.* (2013) para madeira de seis clones de *Eucalyptus* sp. foram inferiores (0,49 a 1,01) aos obtidos nesta pesquisa.

Os clones não difeririam para deslocamento e excentricidade da medula. Para o deslocamento foram observados valores entre 0,82 a 1,61 cm. Esta é uma característica que pode gerar arqueamento ou encurvamento das tábuas. Esses defeitos podem ocorrer por causa da excentricidade geométrica que libera tensões de crescimento de forma desequilibrada, mesmo utilizando uma estratégia de cortes balanceados (Garcia, 2002).

Em relação à excentricidade, notou-se que os valores variaram entre 3,76 a 7,27% (Tabela 3). Conforme Zenid (1990), toras com excentricidade abaixo de 5% são consideradas pouco excêntricas. Para a distribuição de medula em fustes de quatro materiais de *Eucalyptus* de sete anos de idades, Santos *et al.* (2024) observaram baixa excentricidade, com valor médio de 4,1%. Boschetti *et al.* (2015), para híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (6 anos de idade) e cinco alturas comerciais (0, 25, 50, 75 e 100%), encontraram valor médio de 4,11%.

Conforme Santos *et al.* (2024) o conhecimento da formação do cerne e alborno, espessura de casca e deslocamento da medula em árvores de *Eucalyptus* pode gerar produtos de maior valor agregado, como móveis e estruturas de madeira e aumentar a renda dos empreendimentos florestais.

4. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- O clone E é o mais indicado para a produção de madeira serrada, independentemente do padrão de qualidade, pois teve maior volume sem casca e menor conicidade. Características que interferem no rendimento e na produtividade de madeira serrada.
- Os clones E e A são os mais indicados para a produção de madeira serrada de qualidade superior, estando entre os de maior relação cerne:alborno. O deslocamento e a excentricidade de medula foram semelhantes entre os clones avaliados.

5. REFERÊNCIAS

BOSCHETTI, W. T. N.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B. *et al.* Parâmetros dendrométricos e excentricidade da medula em árvores inclinadas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 108, p. 781-789, 2015.

CARVALHO, D. E. **Melhoria no desdobro em uma serraria de eucalipto para madeira destinada a construção**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

EVANGELISTA, W. V. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

GARCIA, J. N. Gains and losses on sawn wood yield and quality thorough forest improvement, management and sawing strategies. *In*: International Symposium Eucalyptus Plantations, 2002, Guangzhou. **Proceedings...** Guangzhou: World Scientific, 2002. 292-403p.

Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ. **Relatório anual**. 2022. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioanualiba2022compactado.pdf>>. Acesso em: 17 sep. 2023.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF. **Norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas**. Brasília: IBDF. 1984. 42p.

JUNQUEIRA, A. A. **Potencial madeireiro de espécies nativas do Brasil em plantio comercial**. 2022. 102 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.

LATORRACA, J. V.; DIAS JÚNIOR, A. F.; SILVA, G. C. *et al.* Anelamento e vaporização de toras visando otimização do processo de secagem da madeira eucalipto. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 10, n. 2, p. 273-279, 2015.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; STAPE, J. L. Influência do desbaste e da fertilização no deslocamento da medula e rachaduras de extremidade de tora de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 170-177, 2007.

LIMA, I. L.; STAPE, J. L. Caracterização da madeira serrada em clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 55-62, 2007.

MÜLLER, B. V.; ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J. *et al.* Produção de madeira serrada com cinco espécies de eucalipto resistentes à geada. **Advances in Forestry Sciences**, v.4, n.4, p.195-201, 2017.

OLIVEIRA, J. T. S. HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W. *et al.* Caracterização da madeira de sete espécies florestais para construção civil: 1 - avaliação dendrométrica das árvores. **Scientia forestalis**, n. 56, p. 113-124, 1999.

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; JESUS, I. R. D. *et al.* **Aspectos do agroturismo desenvolvido em venda Nova do Imigrante (ES) em subsídio ao levantamento do potencial agroturístico de Cachoeiras de Macacu (RJ)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 51p. (Documentos, 147).

PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L. *et al.* Correlações entre a relação cerne/alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 217-225, 2013.

Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER. **Relatório 2011 – 2013**. 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Centro_cerrano/Venda_Nova.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

PUPIN, S.; ZARUMA, D. U. G.; SOUZA, C. S. *et al.* Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, espessura de casca e densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 115, p.455-465, 2017.

ROCKWOOD, D. L.; HUBER, D. A.; CRAWFORD, M. A. *et al.* *Eucalyptus amplifolia* and *Corymbia torelliana* in the Southeastern USA: Genetic improvement and potential uses. **Forests**, v. 13, n. 1, p. 75. 2022.

SANTOS, J. H.; MONTEIRO, T. C.; KLITZKE, R. J. *et al.* Caracterização macroscópica do fuste de eucalipto em diferentes densidades de plantio. **Revista Foco**, v.17, n. 3, p. e4747, 2024.

SILVA, L. F. **Avaliação da aptidão da madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus* para o processamento mecânico**. 2018. 90f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2018.

SILVA, P. H. M.; BRUNE, A.; PUPIN, S. *et al.* Maintenance of genetic diversity in *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake populations with restriction of the number of trees per family. **Silvae Genetica**, v. 67, n.1, p. 34-40, 2018.

SOUSA, L. F, C.; OLIVEIRA, J.; FERREIRA, P. S.A. *et al.* Modelo de ranqueamento empresarial para análise da relevância das empresas no setor de florestas plantadas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, p. e201901820, 2021.

STEELE, P.H. **Factors determining lumber recovery in sawmilling**. Madison: USDA/Forest Service/ Forest Products Laboratory, p.1-8, 1984. (General Technical Report, FPL-GTR, 34).

ZENID, G. J. **Noções de classificação de toras e de madeiras serradas**. São Paulo: IPT, 1990. 62 p.