

Physical properties of young *Eucalyptus* clone 1404 timber

Propriedades físicas da madeira jovem de *Eucalyptus* clone 1404

Article Info:

Article history: Received 2022-03-03 / Accepted 2022-04-20 / Available online 2022-04-20

doi: 10.18540/jcecv18iss4pp14165-01e

Melissa Lago de Jesus S. Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5303-2829>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: melissalago27@gmail.com

Marcus Vinícius Fraga Lobo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3930-834X>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: lobo-marcus@outlook.com

Lucas Lima Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-7363>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: lucaslcst@gmail.com

Sandro Fábio César

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8606-3576>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: sfcesarpaz@uol.com.br

Rita Dione Araújo Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9372-6879>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: ritadi@uol.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo determinar as propriedades físicas da madeira jovem de *Eucalyptus* clone 1404 e compará-las em relação à região do tronco de onde foram retirados os corpos de prova. Para isso, seguiu-se as orientações da NBR 7190 (ABNT, 1997). Os resultados indicaram um gradiente de umidade em relação à região de alburno e de cerne do tronco, não havendo diferença significativa da densidade em relação às duas regiões. Com relação à estabilidade dimensional, houve uma diferença significativa entre as retrações radial e tangencial, mas, o coeficiente de anisotropia mostrou que a madeira tem boa estabilidade.

Palavras-chave: Caracterização física. Eucalipto. Floresta plantada. Propriedades. Sustentabilidade.

Abstract

This study aimed to determine the physical properties of young *Eucalyptus* clone 1404 timber and compare them in relation to the region of the trunk from which the specimens were taken. For this, the guidelines of NBR 7190 (ABNT, 1997) were followed. The results indicated a humidity gradient in relation to the sapwood and heartwood regions, with no significant difference in density in relation to the two regions. Regarding dimensional stability, there was a significant difference between radial and tangential shrinkage, but the anisotropy coefficient showed that the wood has good stability.

Keywords: Physical characterization. Eucalyptus. Forest planted. Properties. Sustainability.

1. Introdução

As informações relacionadas às propriedades da madeira são fundamentais para avaliar sua qualidade e promover o uso adequado (Pyörälä et al., 2019). Conforme Oliveira et al. (2005), a determinação do teor de umidade e sua variação ao longo do tronco da árvore ou de peças de madeira consistem dados muito importantes no desempenho da madeira e da sua utilização. Além disso, a densidade básica é considerada um dos parâmetros mais importantes para estimar a qualidade da madeira, assim como sua variação dentro da árvore.

A madeira pode apresentar variabilidade no que tange à densidade básica no interior do tronco. A densidade básica também varia conforme a idade, tendo densidade baixa a madeira jovem em relação a madeira madura. Além disso, a densidade está diretamente relacionada com outras propriedades da madeira (Githiomi & Kariuki, 2010). Quanto mais homogênea for uma madeira, porém, considera-se que este material poderá se comportar melhor nas operações de processamento, e conseqüentemente, poderá ter maior uniformidade nas demais propriedades tecnológicas (Oliveira et al., 2005).

Em madeira jovem a retração é maior próximo à medula, diminuindo rapidamente no sentido medula-casca, durante a fase de crescimento. No caso das madeiras de eucalipto, a contração tangencial é aproximadamente o dobro ou maior do que a contração radial. Todavia, a contração longitudinal é considerada pequena, de 0,1% a 0,2%, mas se a madeira for juvenil tal contração poderá aumentar (Serpa & Vital, 2005). Conforme os mesmos autores, o coeficiente de anisotropia constitui-se um parâmetro de avaliação da qualidade da madeira, sendo esta considerada estável para valores de coeficiente de anisotropia menores que 1,5, de média a baixa estabilidade para valores de 1,6 a 2,0, de média a alta instabilidade (alta anisotropia) para valores de 2,0 a 2,5, e sendo instável para valores acima de 2,6.

Com este panorama, este trabalho buscou caracterizar fisicamente uma madeira jovem de rápido crescimento, proveniente de floresta plantada, a fim de obter suas propriedades físicas e relacioná-las entre si e compará-las conforme a região do tronco de onde foram retirados os corpos de prova, objetivando o conhecimento da espécie para possíveis aplicações desta madeira na construção civil, como uso para madeira serrada, produção de elementos estruturais de madeira, como vigas para piso, terças, caibros e madeira engenheirada, visto que, a destinação atual desta madeira é para a indústria de celulose.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada com 13 toras de madeira da espécie clonal *Eucalyptus urophylla* 1404, com idade entre 7 e 10 anos, retiradas aleatoriamente de um lote (32 peças) de madeira oriundo de um plantio localizado no Município de Araçás, no estado da Bahia, que tem municípios limítrofes como Alagoinhas e Entre Rios, cujo clima da região é predominantemente tropical, com temperaturas elevadas (Lima & Stape, 2017). As toras possuíam 3,5 m de comprimento e diâmetro médio do topo da peça de 12 cm e base de 15 cm. A Figura 1 apresenta o lote da madeira.



Figure 1 - Lote da madeira de onde foram retiradas as toras para produção dos corpos de prova.

De cada tora foram retirados corpos de prova com dimensões 2,0 cm x 3,0 cm x 5,0 cm, localizados na base, no meio e no topo da tora, retirados de regiões do alburno, do cerne e medula, a fim de observar as propriedades nas três regiões do tronco e ao longo de seu comprimento. Os ensaios de caracterização física foram realizados conforme orienta o Anexo B da norma brasileira NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1997). A Figura 2 ilustra os CPs retirados das regiões do alburno, cerne e da medula.

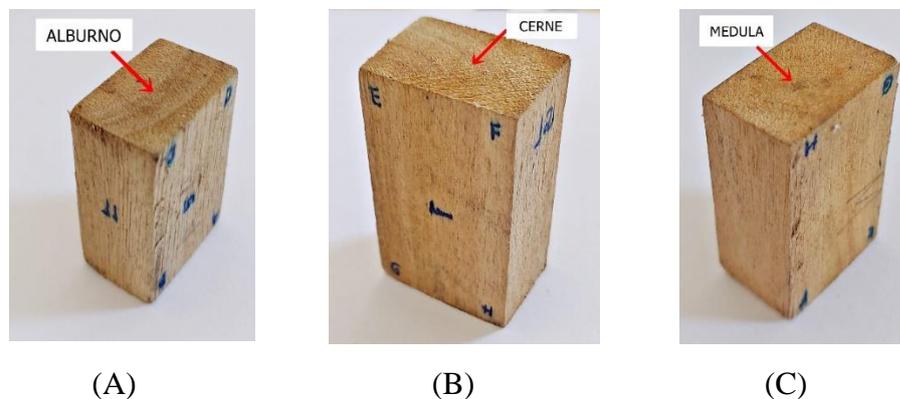


Figure 2 – Corpos de prova retirados do Alburno (A); Cerne (B); Medula (C).

Para a determinação de umidade da madeira, obteve-se a massa inicial (m_i) dos corpos de prova, através da pesagem dos corpos de prova em balança digital de precisão 0,01 grama (Figura 3A), depois, foram colocados na câmara de secagem, modelo SL-100 (Figura 3B), com temperatura de 103 °C (± 2 °C), tendo sua massa medida a cada 6 horas, até que a variação entre duas medidas consecutivas fosse menor ou igual a 0,5% em relação a última massa medida, sendo definida como massa seca (m_s).

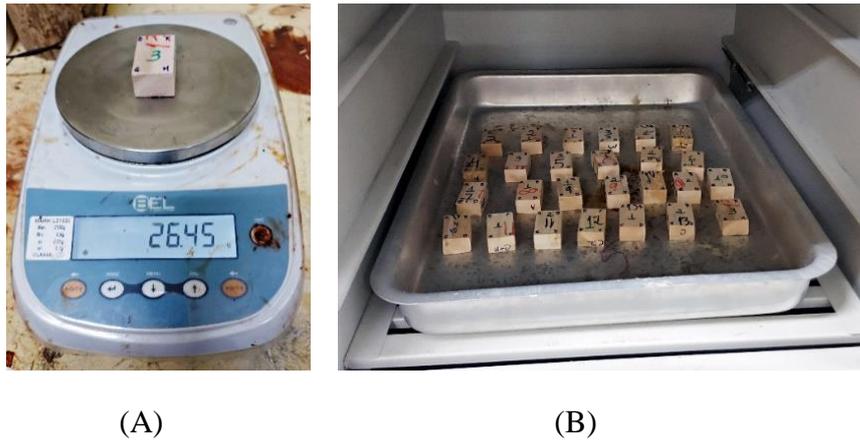


Figure 3 - Pesagem e secagem dos corpos de prova – Balança empregada na pesagem dos corpos de prova (A); Corpos de prova na estufa de secagem (B).

Após a obtenção da umidade, foi determinada a densidade básica da madeira, para isto os corpos de prova foram submersos em água para a saturação, sendo medidas as suas dimensões a cada 6 horas, até que duas medições consecutivas apresentassem variação de 0,5% uma em relação à outra, para obter o volume saturado. O volume saturado foi determinado por meio das medidas finais dos lados da seção transversal e do comprimento. Conhecido o volume saturado (V_{SAT}), em metros cúbicos, e a massa seca (m_S), em quilogramas, a densidade básica foi definida.

Para o ensaio de estabilidade dimensional, os corpos de prova foram colocados em ambiente saturado, com temperatura $20\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C})$, até a estabilização da variação dimensional ficar em torno da diferença de 0,02 mm entre duas medidas sucessivas das dimensões dos corpos de prova. Em seguida, as distâncias entre os lados dos corpos de prova foram medidas com um paquímetro digital. As deformações específicas de retração (ϵ_r) foram determinadas para cada uma das direções, axial ($\epsilon_{r,1}$), radial ($\epsilon_{r,2}$) e tangencial ($\epsilon_{r,3}$).

Sabe-se que a variabilidade dimensional da madeira no sentido longitudinal é pequena, quando comparada aos sentidos tangencial e radial. Com isso, fez-se o uso da relação entre a variabilidade no sentido tangencial e radial, através do coeficiente de anisotropia.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente através da análise de variância ANOVA (fator único) que verifica se há diferença significativa entre uma medida entre três ou mais grupos. Havendo diferença de pelo menos um dos grupos, testes de comparações múltiplas precisam ser feitos, e nesse caso, foi aplicado o teste de *Tukey*. Os resultados deste teste serão representados pelas letras A, B e C junto às médias dos grupos, de modo a identificar os grupos que diferem.

3. Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos dados relativos à umidade, densidade básica (ρ_{bas}) índices de retração longitudinal ($\epsilon_{r,l}$), radial ($\epsilon_{r,r}$) e tangencial ($\epsilon_{r,t}$), em relação às fibras, coeficiente de anisotropia (CA) e índices de inchamento longitudinal ($\epsilon_{i,l}$), radial ($\epsilon_{i,r}$), e tangencial ($\epsilon_{i,t}$), em relação às fibras para a espécie clone 1404 de *Eucalyptus*. A amostragem utilizada para o tratamento estatístico foi de 12 corpos de prova.

Table 1 – Propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus* clone 1404.

		Umidade (%)	ρ_{bas} (kg/cm ³)	$\epsilon_{r,l}$ (%)	$\epsilon_{r,r}$ (%)	$\epsilon_{r,t}$ (%)	CA	$\epsilon_{i,l}$ (%)	$\epsilon_{i,r}$ (%)	$\epsilon_{i,t}$ (%)
Alburno	Média	25,12 A	451,35 A	0,23 A	3,85 A	5,58 A	1,49 A	0,23 A	5,23 A	8,35 A
	DP	2,39	18,12	0,06	0,31	0,49	0,12	0,04	0,47	0,51
	CV (%)	9,52	4,01	27,2	8,08	8,69	8,13	17,48	8,96	6,15
Cerne	Média	56,05 B	472,97 A	0,30 A	4,76 B	6,42 B	1,47 A	0,21 A	7,71 B	6,37 A
	DP	9,8	39,09	0,07	0,29	0,99	0,17	0,06	0,6	0,49
	CV (%)	17,49	8,27	22,11	6,2	15,42	11,31	26,58	7,81	7,66
Medula	Média	62,27 B	471,15 A	0,26 A	5,29 C	4,72 C	0,89 B	0,25 A	6,46 C	8,68 B
	DP	3,9	25,8	0,04	0,23	0,52	0,05	0,11	0,45	0,73
	CV (%)	6,26	5,48	14,74	4,36	10,95	5,88	42,24	6,94	8,36

Nota: As médias acompanhadas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, conforme teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que a umidade apresentou diferença significativa entre as regiões no tronco, ou seja, houve diferença estatística da umidade do alburno em relação ao cerne e medula, porém, não houve diferença entre o cerne e a medula. Este fato está associado a heterogeneidade da madeira, fazendo com que o teor de umidade tenha variação dentro de uma mesma árvore. Os dados encontrados apontam para velocidades diversas na secagem entre as regiões do tronco, demonstrando assim a existência de um gradiente de umidade, conforme afirmam os autores Rezende *et al.* (1995).

Os autores Oliveira *et al.* (2005) encontraram valores elevados de teor de umidade para o *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, com valores de densidade básica 540 kg/cm³ e 490 kg/cm³, respectivamente. Além disso, observaram elevada variabilidade da umidade entre árvores de uma mesma espécie e dentro das árvores, havendo variabilidade também ao longo da altura e no sentido radial do tronco das árvores.

Em relação à densidade, foi observado que as diferentes regiões do tronco, alburno, cerne e medula não apresentaram diferenças significativas entre si, fato que pode ser explicado pela madeira ser jovem. Os autores Githiomi e Kariuki (2010) indicaram que em idades menores (como é o caso da idade das peças deste estudo) não há diferença entre as densidades básicas do alburno e do cerne, visto que a madeira ainda está em estágio de transição com pouca transformação química.

Os valores médios da densidade básica ficaram entre os valores mínimo e máximo encontrados por Silva (2018) de 423 kg/cm³ e 552 kg/cm³, respectivamente, e ficou próximo da densidade encontrada para o clone 1404 do estudo de Paulino e Lima (2018), de 470 kg/cm³.

Segundo autores já citados (Oliveira *et al.*, 2005), as diferenças na densidade básica da madeira de árvores de eucalipto estão relacionadas à idade, tendo árvores jovens densidades menores em relação às com idade superior, devido à formação de madeira adulta.

As variações dimensionais de retração longitudinal não apresentaram diferenças significativas entre o alburno, cerne e medula, assim como os dados de inchamento longitudinal. A retração longitudinal está dentro dos parâmetros estabelecidos pela literatura, que expõe um índice de retração longitudinal de até 0,5%. Na direção longitudinal, a madeira apresenta estabilidade.

As retrações radial e tangencial apresentaram diferenças significativas entre si, ou seja, entre o alburno, o cerne e a medula. Todavia, o coeficiente de anisotropia apresentou valores inferiores a 1,5, que, segundo os autores Serpa e Vital (2005), indica uma madeira estável.

4. Conclusões

Através dos dados obtidos neste estudo foi possível concluir que: 1) a umidade varia entre o alburno, o cerne e medula: isto ocorreu porque a madeira estava em processo de secagem natural, portanto, os corpos de provas retirados em direção ao centro da peça apresentaram maior a umidade; 2) na direção axial, as amostras analisadas mostraram estabilidade dimensional para o lote ensaiado, o que foi confirmado nos ensaios de retração e inchamento longitudinais, uma vez que não houve diferença significativa. Porém, esta diferença foi observada para as retrações tangencial e radial. No entanto, o coeficiente de anisotropia indicou uma madeira estável; 3) madeiras jovens com idade entre 7 e 10 anos apresentam baixas densidades por estarem em período de crescimento; 4) o coeficiente de anisotropia apresentado neste lote de madeira estudado indica que esta espécie tem potencial para seu uso na construção civil. Este resultado é reforçado por estudos feitos por outros autores.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudo.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). *NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira*.
- De Lima, I.L., & Stape, J. L. (2017) Caracterização da madeira serrada em clones de *Eucalyptus*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(89), 55-62. <http://dx.doi.org/10.4336/2017.pfb.37.89.1113>
- Githiomi, J.K., & Kariuki, J.G. (2010). Wood basic density of eucalyptus grandis from plantations in central rift valley, kenya: variation with age, height level and between sapwood and heartwood. *Journal Of Tropical Forest Science*, 3 (22), 281-286.
- Oliveira, J. T. da S., Hellmeister, J. C., & Tomazello Filho, M. (2005). Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. *Revista Árvore*, 29(1), 115-127. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622005000100013>
- Paulino, P. da S., & Lima, I. L de. (2018). Densidade básica e dimensões celulares da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla*, aos oito anos de idade. *Revista Ciência da Madeira*, 9(1), 9-18. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830/rcm.v9n1p9-18>.
- Pyörälä, J., Saarinen, N., Kankare, V., Coops, N. C., Liang, X., Wang, Y., Holopainen, M., Hyypä, J., & Vastaranta, M. (2019). Variability of wood properties using airborne and terrestrial laser scanning. *Remote Sensing of Environment*, 235 (111474). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2019.111474>
- Rezende, M. A de., Saglietti, J. R. C., & Guerrini, I. A. (1995). Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. *Research Paper*, 49(48), 133-141.
- Serpa, P. N., & Vital, B. R. (2005). Propriedades da madeira de *Pinus elliottii*. *Revista da Madeira*, 89, 1-5. http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=735&subject=Pinus&title=Propriedades.
- Silva, J. C da. (2018). *Parâmetros Construtivos Para Painéis Verticais Adaptados Do Sistema Wood Frame em Madeira de Eucalipto Jovem*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.