

Faculdade Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”
FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

DENSIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES JOVENS DE EUCALIPTO

MARIELI CRISTINA CASSIANO FREITAS

PROFa. Dra. NÁDIA DE PAULA FIGUEIREDO

JABOTICABAL, S.P.

2024

MARIELI CRISTINA CASSIANO FREITAS

DENSIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES JOVENS DE EUCALIPTO

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**

Orientadora Profa. Dra. Nádia Figueiredo de Paula

JABOTICABAL, S.P.

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

MARIELI CRISTINA CASSIANO FREITAS

DENSIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES JOVENS DE EUCALIPTO

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em **Biocombustíveis**

Orientador: Nádía Figueiredo de Paula

Data da apresentação e aprovação: ____/____/____.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Nádía Figueiredo de Paula
Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Membro: Prof. Dr. Valciney Gomes de Barros
Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Membro: Prof. Márcio Roberto de Carvalho
Escola Técnica Estadual Bento Carlos Botelho do Amaral (Etec- Guariba)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

Freitas, Marieli Cristina Cassiano. Densidade da madeira de árvores jovens de eucalipto / Marieli Cristina Cassiano Freitas - Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, Ano 2024.

Orientador: Nádia Figueiredo de Paula

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, Ano de 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. Agradeço também minha família e professores, pelo apoio nesta jornada.

Marieli Cristina Cassiano Freitas. **Densidade da madeira de árvores jovens de eucalipto.** Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 21 p.2024

DENSIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES JOVENS DE EUCALIPTO

RESUMO

A qualidade dos produtos derivados da madeira está estreitamente relacionada à qualidade da madeira que é usada para a sua produção. Normalmente há grandes variações na madeira entre e dentro de espécies, ao longo do tronco, madeira de início e fim de estação de crescimento e entre o cerne e o alburno. Tais variações podem ocorrer em função da idade, fatores genéticos e ou ambientais. A densidade é uma das características que fornece várias informações sobre a madeira, porque afeta as demais propriedades, e por isso é um parâmetro muito utilizado para qualificar a madeira. O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade básica da madeira de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* jovens, com 27 e 48 meses de idade. Quatro árvores de cada clone foram colhidas, o fuste seccionado e retirados discos de madeira ao longo do tronco os quais foram cortados e utilizados para determinação da densidade. O volume de cada amostra foi obtido pelo método de imersão em água e a massa obtida por pesagem após secagem até peso constante. Não houve diferença significativa na densidade entre clones, na mesma idade. Foi verificado um aumento da densidade entre 27 e 48 meses, indicando uma tendência de aumento com o avanço da idade das árvores.

Palavras-chave: *Eucalyptus*. Madeira. Qualidade da madeira.

Marieli Cristina Cassiano Freitas. *Wood density of Young Eucalyptus trees* Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 21 p.2024.

WOOD DENSITY OF YOUNG EUCALYPTUS TREES

ABSTRACT

The quality of wood-based products is closely related to the quality of the wood used for their production. There are usually large variations in wood between and within species, along the trunk, wood at the beginning and end of the growing season, and between the heartwood and the sapwood. Such variations may occur due to age, genetic and/or environmental factors. Density is one of the characteristics that provides a lot of information about wood, because it affects other properties, and for this reason it is a parameter widely used to qualify wood. The objective of this study was to evaluate the basic density of wood from five clones of young *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, aged 27 and 48 months. Four trees from each clone were harvested, the trunk sectioned and discs of wood removed along the trunk, which were cut and used to determine density. The volume of each sample was obtained by the water immersion method and the mass was obtained by weighing after drying to constant weight. There was no significant difference in density between clones at the same age. An increase in density was observed between 27 and 48 months, indicating a tendency for an increase with the advancing age of the trees.

Keywords: Eucalyptus. Wood. Wood quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
2 REVISÃO BILIOGRÁFICA	17
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	21
3.1 Materiais e métodos	
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	14
APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE	

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos produtos derivados da madeira está estreitamente relacionada à qualidade da madeira que é usada para a sua produção. Essas características, ao serem avaliadas, tornam-se parâmetros indicativos que auxiliam na utilização correta da madeira para determinada finalidade. Normalmente há grandes variações na madeira entre e dentro de espécies, ao longo do tronco, madeira de início e fim de estação de crescimento e entre o cerne e o alburno. Tais variações podem ocorrer em função da idade, fatores genéticos e ou ambientais. O Brasil conta atualmente com uma área de 10 milhões de hectares plantados com árvores, sendo 7,8 milhões de hectares compostos por espécies/híbridos de eucalipto. O país é referência mundial quando se trata de produtividade de plantios florestais, com alta produção anual de madeira por área e um ciclo curto (IBÁ, 2024).

A qualidade da madeira pode ser definida como a combinação de suas características físicas, químicas, anatômicas e estruturais que levam a um máximo de aproveitamento e melhor utilização para determinado fim (ANTUNES, 2009). Normalmente há grandes variações na composição química, física e anatômica da madeira entre e dentro de espécies.

A densidade básica fornece várias informações sobre as características da madeira, porque afeta as demais propriedades, sendo, por isso, um parâmetro muito utilizado para qualificar a madeira nos diversos segmentos da atividade industrial (VITAL et al., 2013). É uma característica muito utilizada em programas de melhoramento florestal e na seleção de árvores, por causa da alta herdabilidade e da relativa facilidade de determinação (FERNANDES et al., 2011).

O objetivo do trabalho foi avaliar a densidade básica da madeira de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com 27 e 48 meses de idade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A densidade é uma característica muito utilizada em programa de melhoramento genético, no entanto, é uma característica complexa, que varia entre espécies, entre árvores da mesma

espécie, radial e longitudinalmente numa mesma árvore ao longo do tronco, com a idade das árvores, espaçamento e local dos plantios (MOKFIENSKI et al., 2003).

Muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de identificar as variações da densidade durante o crescimento das árvores, sendo que diversas respostas, por vezes contraditórias, têm sido encontradas. Em estudo com *E. grandis*, avaliados aos 24, 36 e 72 meses de idade, observou-se que a densidade básica, as dimensões das fibras e o diâmetro tangencial dos vasos do lenho das árvores, aumentaram com o avanço da idade e que o comportamento e as variações observadas nestas características, até 72 meses de idade, indicam que o meristema cambial está formando o lenho juvenil (SETTE JÚNIOR et al., 2012). Em *E. saligna*, observou-se uma tendência de redução da taxa de incremento da densidade básica com o avanço da idade (TRUGILHO; LIMA; MENDES, 1996).

Em *E. grandis* e *E. urophylla* com 34, 48, 61, 74 e 86 meses de idade, Santana (2009) verificou que a densidade básica aumentou com a idade, porém ocorreu estabilização entre 74 e 86 meses, o que pode representar o início de um período de transição de mudança entre a fase juvenil e adulta. Silva et al. (2004) observaram em *E. grandis* que a densidade aumentou não só em função da idade, mas também no sentido medula-casca.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas amostras de madeira de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com 27 e com 48 meses de idade.

Os clones foram cultivados com espaçamento 3,5 x 2 m, no município de Jaboticabal-SP, na fazenda Experimental da FCAV-UNESP.

4.2 Seleção das árvores abatidas

Aos 27 meses e aos 48 meses de idade, após avaliação do diâmetro à altura do peito (DAP, tomado a 1,30 m do solo) de todas as plantas do experimento, foram selecionadas quatro árvores de cada clone, com DAP em torno da média, totalizando o abate de 20 árvores do experimento. Após determinação da altura total (m) o fuste foi seccionado para cubagem e, ainda no campo foram retiradas discos de madeira ao longo do tronco (0, 25, 50, 75 e 100% do comprimento do fuste e no DAP), os quais foram cortados e utilizados para determinação da densidade.

Determinação da densidade da madeira

Para determinação da densidade básica, o volume de cada amostra, individualmente, foi obtido pelo método de imersão em água (balança hidrostática) descrito por Vital (1984) e a massa obtida por pesagem após secagem em estufa a 105 °C até peso constante. Foram feitas 10 repetições.

Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste de F, segundo o delineamento de blocos casualizados, e as médias de clones foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se as médias de densidade da madeira avaliadas aos 27 meses com 48 meses (Tabela 1 e Figura 1), observa-se que em todos os clones houve pequeno aumento da densidade com o aumento da idade.

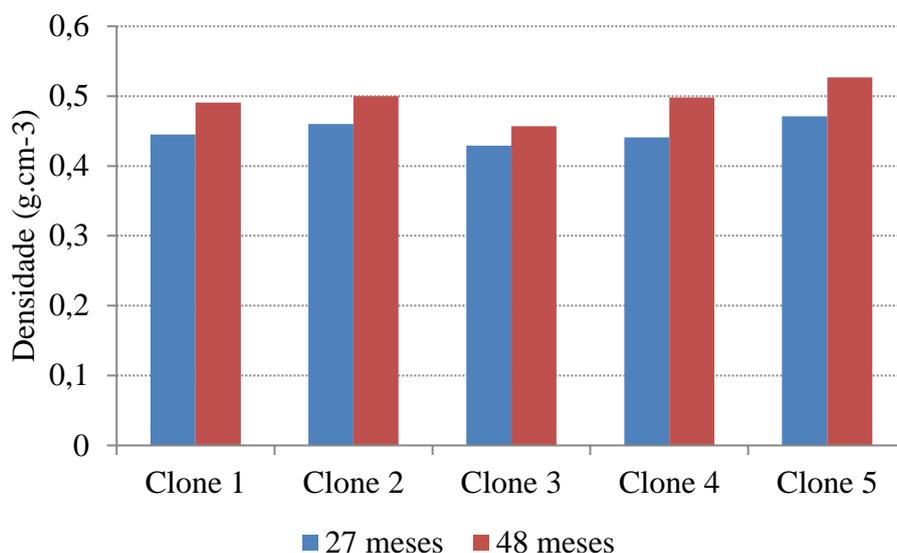
Tabela 1 – Resumo da análise de variância para densidade básica da madeira (g.cm^{-3}), de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com 27 meses e com 48 meses.

Fonte de Variação	Quadrado Médio	Valores de “F”
Clones	0,0098	7,73**
Idades	0,0244	16,54**
Clones x Idades	0,0009	0,58 ^{ns}
Erro	0,0015	
Média	0,478	
CV (%)	8,05	

Clone	Idades (meses)		Médias
	27	48	
1	0,453	0,492	0,473 BC
2	0,466	0,500	0,483 AB
3	0,444	0,452	0,448 C
4	0,455	0,493	0,474 BC
5	0,491	0,528	0,510 A
Média	0,462 b	0,493 a	

^{ns} – valor não significativo ($P>0,05$) pelo teste F. ** - valor significativo ($P\leq 0,01$), pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 1 – Densidade básica da madeira de cinco clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com 27 e com 48 meses de idade.



Aos 27 meses a densidade média foi de 0,462 g.cm⁻³ e aos 48 meses de 0,493 g.cm⁻³.

Não houve diferença entre clones. Comparando-se as médias de densidade da madeira avaliadas aos 27 meses com 48 meses (Figura 1), observa-se que em todos os clones houve pequeno aumento da densidade com o aumento da idade.

Segundo Vital (1984) existe a tendência de a densidade aumentar com a maturidade da árvore como consequência do aumento da espessura da parede celular e de acordo com Tomazello Filho (1985), este padrão de variação anatômica é comum em espécies do gênero *Eucalyptus*, sendo acompanhada também de aumento na densidade no sentido medula-casca. Com base nessas afirmações, e considerando-se que as árvores avaliadas são jovens, pode-se supor que grandes variações na densidade ainda ocorrerão ao longo do tempo.

5 CONCLUSÃO

Não houve diferença significativa na densidade entre clones, na mesma idade.

Houve aumento da densidade entre 27 e 48 meses, indicando uma tendência de que o avanço da idade resultará em aumento da densidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F. S. **Avaliação da qualidade da madeira das espécies de *Acácia Crassicarpa*, *Acacia mangium*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus globulus* e *Populus tremuloides***. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2009.

FERNANDES, E. F.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; FERREIRA, M. Z. Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft. **Scientia Forestalis**., Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 143-150, jun. 2011.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. Relatório Anual 2024. 96p

MOKFIENSKI, A.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibra. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO, 2003, Viçosa. **Anais...** Viçosa: 2003. p. 15-28

SANTANA, W. M. **Crescimento, produção e propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* com enfoque energético**. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SETTE JUNIOR, C. R.; OLIVEIRA, I. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG. v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; KEINERT JUNIOR, S.; MATOS, J. L. M. Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Revista Floresta**, v.34, n.1, p.13-22, 2004.

TOMAZELLO FILHO. Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus globulus*, *E. pellita*, e *E. acmenioides*. **IPEF**, Piracicaba, n.36, p.35-42. 1985.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 94-116. 1996.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação de densidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico1).

VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; PEREIRA, B. L. C. Qualidade da madeira para fins energéticos. In: SANTOS, F.; COLODETTE, J. L.; QUEIROZ, J. H. **Bioenergia e Biorrefinaria: cana-de-açúcar e espécies florestais**. Viçosa-MG: 2013. p. 321-354.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, **nome completo do aluno(a)**, RG **preencher o número**, CPF **preencher o número** ,
declaro que o trabalho intitulado **inserir o título** é ORIGINAL.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, **inserir dia, mês e ano**.

Assinatura do(a) aluno(a)

Nome completo do(a) aluno(a)