
Faculdade de Tecnologia 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 BIOCOMBUSTÍVEL

**PRODUÇÃO DE MADEIRA DE OITO GENÓTIPOS DE EUCALIPTO
CULTIVADOS EM JABOTICABAL, SP**

GABRIEL DA SILVA CARVALHO

PROFA. ORIENTADORA: DRA. NADIA FIGUEIREDO DE PAULA

JABOTICABAL, S.P.

2024

GABRIEL DA SILVA CARVALHO

**PRODUÇÃO DE MADEIRA DE OITO GENÓTIPOS DE EUCALIPTO
CULTIVADOS EM JABOTICABAL, SP**

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 **Biocombustível**

Orientadora: Profa. **Dra. Nadia 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.

GABRIEL DA SILVA CARVALHO

Produção de Madeira de oito Genótipos de Eucalipto Cultivados em Jaboticabal, SP

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 Biocombustível

Orientador: Profa. Dra. Nadia Figueiredo de Paula

Data da apresentação e aprovação: ___/___/2024.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Profa. Nádia Figueiredo de Paula

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

Membro: Prof. Marcio Roberto Carvalho

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

Membro: Prof. Rita de Cassia Vieira

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

Carvalho ,Gabriel da Silva
Produção de Madeira de oito Genótipos de Eucalipto Cultivados em
Jaboticabal, SP / Gabriel da Silva Carvalho — Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani,
2024.

15 p.

Orientadora: Profa. Dra. Nadia Figueiredo de Paula

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustível, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, Ano
de conclusão do curso.

1. Eucalyptus. 2. Madeira. 3 Crescimento de eucalipto. I. Paula. N.
F. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria e discernimento para conduzir este trabalho e por ter me iluminado em todos os momentos.

Agradeço a minha família, que sempre esteve ao meu lado em todas as etapas deste trabalho.

Agradeço a minha amada esposa por ter me inspirado a ser uma pessoa melhor, tanto em termos acadêmicos como também pessoais. Seu apoio incondicional e seu incentivo foram fundamentais para que eu pudesse me sentir capaz de realizar este TG e dar o meu melhor.

À minha orientadora Profa. Dra. Nádia Figueiredo de Paula pelos ensinamentos e dedicação.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução desta obra.

CARVALHO, Gabriel da Silva. Produção de Madeira de oito Genótipos de Eucalipto Cultivados em Jaboticabal, SP. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 15p. 2024.

RESUMO

O Brasil, com mais de 9,94 milhões de hectares cultivados com espécies/híbridos do gênero *Eucalyptus* é referência mundial nesse setor. Os plantios são constituídos por genótipos de alta produtividade desenvolvidos e selecionados em programas de melhoramento. De maneira geral existem clones selecionados para as diversas regiões do país, em que as condições ambientais exercem forte influência na escolha desses genótipos. Nos últimos anos tem havido queda na produtividade, a qual é atribuída a mudanças climáticas, como aumento das temperaturas e redução na quantidade de chuvas. Essa situação levou a necessidade de reavaliação da capacidade de adaptação de clones a ambientes diversos daqueles para o qual foram selecionados. Oito genótipos procedentes de diferentes regiões foram plantados em Jaboticabal, SP, e estão sendo avaliados anualmente, com objetivo de identificar a capacidade de adaptação às condições locais. Nesse trabalho foram avaliados altura total, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume do fuste aos cinco, seis e aos sete anos de idade. Aos cinco anos não houve diferença significativa na altura, porém, aos seis anos C4 e C8 apresentaram crescimento superior. Aos sete anos C5 apresentou a menor altura. Aos cinco anos o DAP foi superior em C3 e C8 e aos seis anos os maiores DAP foram C4 e C8. Aos sete anos C6, C7 e C8 tiveram os maiores DAP. C5 apresentou os menores DAP aos cinco, aos seis anos e aos sete anos. O volume do fuste, não apresentou diferença significativa aos cinco anos. Aos seis anos C4 apresentou o maior volume de madeira e C1 e C5 os menores volumes. Aos sete anos, C8 se destacou com o maior volume e C5 como o menor. Observa-se que C8 tem se destacado como genótipos de maior crescimento e C5 como o de menor crescimento. Há evidências de que C5 tenham menor capacidade de se adaptar à região, portanto, não deve ser indicado para plantio.

Palavras-chave: Eucalipto. Produtividade. Madeira

CARVALHO , Gabriel da Silva . *Wood Production from eight Eucalyptus Genotypes Cultivated in Jaboticabal, SP* Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 15p. 2024.

ABSTRACT

Brazil, with more than 9.94 million hectares cultivated with species/hybrids of the Eucalyptus genus, is a global reference in this sector. The plantations are made up of high-productivity genotypes developed and selected in breeding programs. In general, there are clones selected for different regions of the country, where environmental conditions have a strong influence on the choice of these genotypes. In recent years there has been a drop in productivity, which is attributed to climate changes, such as increased temperatures and reduced rainfall. This situation led to the need to reevaluate the ability of clones to adapt to environments different from those for which they were selected. Eight genotypes from different regions were planted in Jaboticabal, SP, and are being evaluated annually, with the aim of identifying their ability to adapt to local conditions. In this study, total height, diameter at breast height (DBH) and shaft volume were evaluated at five, six and seven years of age. At five years of age there was no significant difference in height, however, at six years of age C4 and C8 showed superior growth. At seven years of age, C5 presented the smallest height. At five years of age the DAP was higher in C3 and C8 and at six years of age the highest DAP was C4 and C8. At seven years of age C6, C7 and C8 had the highest DAP. C5 presented the lowest DAP at five, six years and seven years. The volume of the trunk did not show a significant difference at five years. At six years of age, C4 presented the largest volume of wood and C1 and C5 the smallest volumes. At seven years old, C8 stood out with the largest volume and C5 as the smallest. It is observed that C8 has stood out as the fastest growing genotypes and C5 as the slowest growing one. There is evidence that C5 has less ability to adapt to the region, therefore, it should not be recommended for planting.

Keywords: Eucalypt. Productivity. Wood.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil conta atualmente com uma área de 9,94 milhões de hectares plantados com árvores, sendo mais de 7 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. Além das condições de clima e solo, o setor investe em pesquisa e desenvolvimento de técnicas de manejo, melhoramento genético e práticas sustentáveis (IBÁ, 2023).

A maioria das florestas comerciais de eucalipto no Brasil é formada por plantios de clones de híbridos desenvolvidos pelos programas de melhoramento, geralmente por meio de cruzamentos entre espécies de eucalipto. São clones geneticamente superiores, selecionados para regiões com características específicas e, portanto, apresentam diferenças consideráveis quanto ao crescimento, uso da água, produção de madeira e tolerância à deficiência hídrica (GONÇALVES *et al.*, 2017, ARAUJO *et al.*, 2019). Entretanto, nos últimos anos, tem sido observada uma queda de produtividade nos plantios de eucalipto, possivelmente como consequência de mudanças climáticas (IBÁ, 2021). O clima tem forte influência sobre o crescimento de florestas plantadas de eucalipto, e variações anuais na precipitação podem alterar consideravelmente a produção de madeira (STAPE *et al.*, 2010). Dessa forma, alterações regionais no clima provavelmente levam a alterações na produtividade (BINKLEY *et al.*, 2017). O aumento das temperaturas e redução no volume de chuvas observados em algumas regiões, aliados ao surgimento de novas pragas e doenças, fazem com que clones selecionados para determinada localidade não apresentem desempenho esperado.

Considerando-se que o aumento de temperatura e mudanças no regime de chuvas já vem ocorrendo, há a necessidade de reavaliar a capacidade de adaptação de clones a ambientes diferentes daqueles para os quais foram selecionados. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento (altura e diâmetro a altura do peito (DAP)) e o volume do fuste de oito genótipos de *Eucalyptus* aos cinco, seis e aos sete anos de idade, cultivados em Jaboticabal, São Paulo.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

2.1 Materiais

O experimento foi instalado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV/UNESP), localizada no município de Jaboticabal – SP (21°13'55" de latitude Sul e 48°16'50" de longitude Oeste), a 608 m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, o clima é Aw, tropical chuvoso com inverno seco, com temperatura média de 21,7 °C; pluviosidade média anual de 1340 mm.

Antes do plantio a área foi gradeada e sulcada e no plantio foi aplicado 100 g planta⁻¹ de Yorin MG SI®. O experimento foi instalado em 2017 em espaçamento de 3,0 x 2,0 m e consta de oito híbridos de *Eucalyptus* (Tabela 1), procedentes de diversas regiões do Brasil.

Tabela 1 – Genótipos de *Eucalyptus* avaliados e clima da região de origem.

Clone	Espécie ou Híbrido	Clima da região de origem
C1	<i>E. grandis</i> x sp	Af (Tropical úmido)
C2	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Cfb (Temperado úmido)
C3	<i>E. grandis</i>	Aw (Tropical inverno seco)
C4	<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	As (Tropical verão seco)
C5	<i>E. urophylla</i> x <i>E. brassiana</i>	As (Tropical verão seco)
C6	<i>E. urophylla</i>	Cwa (Subtropical úmido)
C7	<i>E. urophylla</i> x sp.	Cwa (Subtropical úmido)
C8	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	Aw (Tropical inverno seco)

2.2 Métodos

Aos cinco, seis e aos sete anos de idade foram avaliados o Diâmetro à Altura do Peito (DAP), a 1,30 m do solo e a altura das árvores. Três árvores de cada genótipo foram colhidas para determinação do volume real de madeira.

Para a cubagem rigorosa do fuste, foi usada a fórmula de Smalian, dada pela seguinte expressão (SOARES; PAULA NETO; SOUZA, 2006):

$$V_{fuste} = \frac{\pi}{8} l \left[\sum d_e^2 + 2 \left(\sum d_i^2 \right) \right] + \frac{\pi}{8} l_n (d_{n-1}^2 + d_n^2)$$

Em que:

d_e = diâmetro nas extremidades (ou externos, ou extremos);

d_i = diâmetros internos (ou intermediários)

l = comprimento dos toretes (1 m)

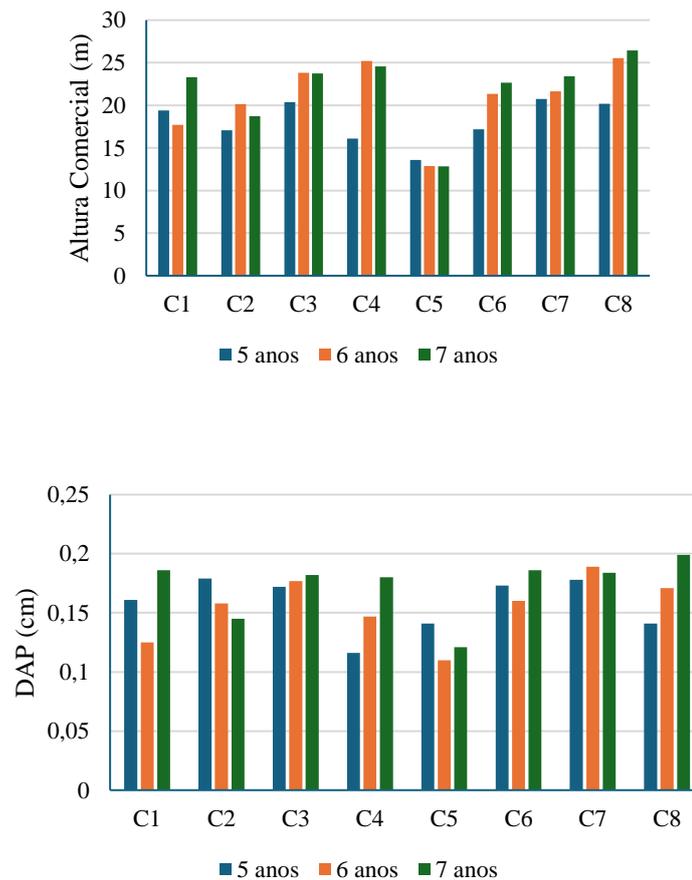
l_n = comprimento do último torete, variável de árvore para árvore.

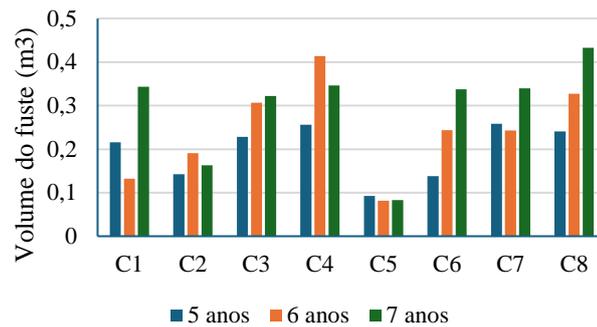
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias agrupadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 são apresentados dados de crescimento (altura, DAP e volume) dos oito genótipos de *Eucalyptus* avaliados.

Figura 1 – Altura, Diâmetro a altura do peito (DAP) e Volume do fuste de oito genótipos de *Eucalyptus* aos cinco, seis e sete anos, cultivados em Jaboticabal, SP.





A Tabela 2 são apresentadas as médias agrupadas pelo teste Tukey. Aos cinco anos não houve diferença significativa na altura, aos seis anos C4 e C8 apresentaram crescimento superior e aos sete anos C3, C4, C6, C7 e C8 se igualaram e C5 teve a menor altura. Aos cinco anos o DAP foi superior em C3 e C8 e aos seis anos os maiores DAP foram C4 e C8. Aos sete anos C6, C7 e C8 foram os maiores DAP. C5 apresentou os menores DAP aos cinco, aos seis anos e aos sete anos. O volume do fuste, não apresentou diferença significativa aos cinco anos, devido ao alto coeficiente de variação. Aos seis anos C4 apresentou o maior volume de madeira e C1 e C5 os menores volumes. Aos sete anos, C8 se destacou com o maior volume e o C5 como menor volume. Observa-se que C8 tem se destacado como genótipo de maior crescimento e C5 como o de menor crescimento.

Tabela 2. Médias de altura, DAP e volume do fuste comparadas pelo teste Tukey, de oito genótipos de *Eucalyptus* cultivados em Jaboticabal-SP aos sete anos de idade.

Clone	5 anos			6 anos			7 anos		
	ALTURA (m)	DAP (m)	VOLUME (m³)	ALTURA (m)	DAP (m)	VOLUME (m³)	ALTURA (m)	DAP (m)	VOLUME (m³)
C1	21,3 a	0,16 ab	0,21 a	20,0 ab	0,12 bc	0,13 b	23,5 ab	0,18 a	0,35 ab
C2	19,7 a	0,15 ab	0,14 a	22,9 ab	0,16 abc	0,20 ab	21,9 ab	0,14 ab	0,16 ab
C3	20,5 a	0,18 a	0,23 a	25,6 ab	0,18 ab	0,31 ab	26,8 a	0,18 ab	0,32 ab
C4	23,0 a	0,17 ab	0,26 a	27,7 a	0,20 a	0,41 a	27,4 a	0,18 ab	0,34 ab
C5	17,0 a	0,11 b	0,09 a	16,4 ab	0,11 c	0,08 b	16,0 b	0,12 b	0,08 b
C6	20,3 a	0,14 ab	0,14 a	24,3 ab	0,16 abc	0,24 ab	25,3 a	0,18 a	0,33 ab
C7	23,0 a	0,17 ab	0,26 a	23,7 ab	0,19 ab	0,24 ab	25,9 a	0,18 a	0,34 ab
C8	22,9 a	0,18 a	0,24 a	26,3 a	0,17 a	0,33 ab	29,0 a	0,19 a	0,43 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade.

C5 é um híbrido de *Urophylla x brassiana* procedente de região tropical de verão seco, ao contrário de Jaboticabal que é de verão úmido. Segundo Silva et al. (2018) *Eucalyptus brassiana* é uma espécie com potencial para regiões mais áridas, mas tem apresentado menor produtividade comparado a outras espécies, apresenta susceptibilidade a diversas pragas e as populações introduzidas não têm apresentado boa adaptação, sendo necessário avançar em combinações híbridas adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. Por outro lado, C8 é um híbrido de *E. grandis*. De acordo com os mesmos autores, *Eucalyptus grandis* é a espécie de *Eucalyptus* que apresenta a maior produtividade volumétrica no Brasil sendo que em regiões com ocorrência de estresse é utilizada com êxito em combinação híbrida com *E. urophylla*, que no Brasil é a base na maioria dos clones plantados em diferentes regiões.

4 CONCLUSÕES

- ✓ C8 tem se destacado como genótipo de maior crescimento, apresentando potencial de cultivo na região.
- ✓ C5 tem menor crescimento. Há evidências de que C5 tenham menor capacidade de se adaptar à região, portanto, não deve ser indicado para plantio.

5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. J.; PAULA, R. C.; CAMPOE, O. C.; CARNEIRO, R. L. Adaptability and stability of eucalypt clones at different ages across environmental gradients in Brazil. **Forest Ecology and Management** 454 (2019) 117631

BAZANI, J. H. et al. Nutrição fosfatada em plantações de eucalipto. **Informações Agronômicas**, 1-11. 2014.

BINKLEY, D., CAMPOE, O.C., ALVARES, C., CARNEIRO, R.L., CEGATTA, Í., STAPE. 2017. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal Eucalyptus plantations across Brazil and Uruguay. **Forest Ecology and Management**. 405, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.050>.

GONÇALVES, J. L. M., ALVARES, C. A.; ROCHA, J. H. T.; BRANDANI, C. B.; HAKAMADA, R. Eucalypt plantation management in regions with water stress. **Southern Forests**, v.79, n.3, p.169-183, 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. Relatório Anual 2021. 93p

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. Relatório Anual 2023. 91p

SILVA, P. H. M., PAULA, R. C., MORAES, M. L. T. Melhoria de populações de eucaliptos/ Improvement of eucalypts. Piracicaba; IPEF, 2018. 108p ISBN: 978-85-89142-12-0

SOARES, C. P. B.; PAULO NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 276p.

STAPE, J.L., BINKLEY, D., RYAN, M.G., FONSECA, S., LOOS, R., TAKAHASHI, E.N., SILVA, C.R., SILVA, S., HAKAMADA, R., FERREIRA, J.M., LIMA, A.M., GAVA, J.L., LEITE, F.P., SILVA, G., ANDRADE, H., ALVES, J.M., 2010. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**. 259, 1684–1694.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Gabriel da Silva Carvalho RG:403494758 , CPF:43697082817 ,aluno regularmente matriculado no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado “Produção de Madeira de oito Genótipos de Eucalipto Cultivados em Jaboticabal, SP” 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, 2024

Gabriel