

CARACTERÍSTICAS DO FUSTE DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Geisimara Santos de Jesus¹; Danívio Batista Carvalho de Vasconcellos²; Clair Rogério da Cruz²

¹ Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba/SP, Brasil; ² Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas/BA, Brasil – geisimara@usp.br

Resumo: A determinação das propriedades tecnológicas da madeira é essencial para garantir sua qualidade e definir sua finalidade. Este estudo avaliou os efeitos da disponibilidade hídrica no solo nas características tecnológicas de três clones de *Eucalyptus* spp. (C1, C2 e C3). Foram testados três níveis de disponibilidade hídrica: déficit hídrico (N1), capacidade de campo (N2) e lençol freático constante a 10 cm de profundidade (N3). As 27 árvores amostradas foram abatidas aos 7 meses. A análise de variância e o teste de Tukey foram utilizados para verificar os efeitos dos fatores testados. As médias das variáveis altura comercial, densidade básica e volume de madeira não apresentaram diferenças significativas a 5% de significância entre os clones testados. No entanto, a disponibilidade hídrica influenciou significativamente todas as variáveis analisadas, exceto a densidade de casca. O aumento na disponibilidade hídrica promoveu maior altura e volume de madeira, acompanhado por uma redução na densidade básica.

Palavras-chave: Déficit hídrico, Densidade básica, Propriedades da madeira.

STEM CHARACTERISTICS OF *Eucalyptus* spp. CLONES UNDER DIFFERENT WATER AVAILABILITY CONDITIONS

Abstract: The determination of the technological properties of wood is essential to ensure its quality and define its intended use. This study evaluated the effects of soil water availability on the technological characteristics of three *Eucalyptus* spp. clones (C1, C2, and C3). Three levels of water availability were tested: water deficit (N1), field capacity (N2), and constant water table at a depth of 10 cm (N3). The 27 sampled trees were felled at 7 months. Analysis of variance and Tukey's test were used to assess the effects of the tested factors. The means of the commercial height, basic density, and wood volume variables showed no significant differences at 5% significance between the tested clones. However, water availability significantly influenced all the analyzed variables, except for bark density. Increased water availability promoted greater height and wood volume, accompanied by a reduction in basic density.

Keywords: Water deficit, Basic density, Wood properties



1. INTRODUÇÃO

A densidade e o volume são propriedades importantes que determinam a melhor finalidade para a madeira. Tanto o material genético quanto a disponibilidade de água durante o desenvolvimento da árvore podem influenciar os valores finais desses parâmetros. A densidade básica é uma propriedade essencial para determinar a qualidade da madeira, pois, além de ser um parâmetro de fácil determinação, também influencia outras propriedades (Couto *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2020).

Considerada uma propriedade hereditária, a densidade básica varia durante o desenvolvimento da árvore, sendo modificada pela idade e por fatores ambientais (Tan *et al.*, 2018). Além disso, a densidade básica pode variar de acordo com a espécie, entre indivíduos da mesma espécie, entre clones e ao longo do fuste (Couto *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2020). Em espécies do gênero *Eucalyptus* spp., a densidade pode variar em função do tipo de clone, do espaçamento usado no plantio, das condições edafoclimáticas e da idade das árvores (Magalhães *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2020; Sseremba *et al.*, 2021).

Dada a importância do estudo das propriedades tecnológicas para a determinação do uso e manutenção da qualidade da madeira, assim como a influência da disponibilidade hídrica no crescimento dos clones e nas propriedades da madeira, é essencial desenvolver estudos que avaliem a produtividade de clones de *Eucalyptus* spp. em condições normais e extremas de disponibilidade de água. Isso é particularmente relevante porque as indústrias do setor de base florestal brasileiro estão em busca de clones que apresentem alta adaptabilidade às diferentes condições ambientais e rápido crescimento. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de diferentes condições de disponibilidade hídrica nas características tecnológicas da madeira de clones de *Eucalyptus* spp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo e descrição do experimento

O experimento foi instalado em uma estufa agrícola, localizada na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solos (NEAS) da Universidade



Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas. Foram avaliados três clones (C1, C2 e C3) e três níveis de disponibilidade hídrica no solo (N1, déficit hídrico: -86,7 a -33,9 kPa; N2, água em capacidade de campo: -19,7 a -2,4 kPa e N3, lençol freático de carga constante com altura de 10 cm: -1,9 a 0 kPa). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial duplo contendo três repetições.

As mudas dos clones comerciais, produzidas pelo processo de miniestaquia, foram transplantadas com 144 dias de propagação e altura média de 0,35 m. O transplante ocorreu no dia 04 de maio de 2022, com espaçamento de plantio de 2 x 1,7 m, em tanques de cultivo, com 1,44 m² e 0,6 m de altura (0,1 m da parte inferior foi utilizado para o sistema de drenagem, 0,1 m da parte superior ficou vazia e 0,4 m continha o solo), foi utilizado o latossolo amarelo distrocoeso, de textura franco argilo arenoso, desestruturado e peneirado.

2.2 Amostragem e preparo das amostras

As 27 árvores amostradas foram abatidas em dezembro de 2022, aos 7 meses. De cada árvore foram retirados três discos, a 5 cm do solo, a 50% e 100% da altura comercial. A altura comercial das árvores foi considerada até a circunferência mínima de 5 cm. Os três discos foram usados na determinação do volume de madeira, volume de casca, densidade da casca, porcentagem de casca e a densidade básica média ponderada.

Foram feitas medições das circunferências dos discos, com casca e sem casca, em 3 posições no fuste: na base (5 cm do solo), no centro (50% da altura comercial) e na altura comercial (100% da altura comercial). Essas circunferências foram convertidas em diâmetro. A média entre o diâmetro da base e o diâmetro central, foi utilizada para calcular o volume da parte inferior do fuste. E com a média do diâmetro central e da altura comercial, calculou-se o volume da parte superior. A soma dos dois volumes resultou no volume total, tanto com casca, quanto sem casca (volume de madeira). A diferença entre os volumes com casca e sem casca representa o volume de casca (a porcentagem de casca foi calculada pela relação entre o volume de casca e o volume total do fuste).

Para a determinação da densidade básica (DB) foi usado o método descrito por Vital (1984), no qual a densidade é dada pela razão entre peso seco e o volume

verde das amostras. Para o cálculo da densidade básica média ponderada (DBMP) utilizou-se o volume e a densidade básica de cada seção.

2.3 Análise estatística

Empregou-se análise de variância para verificar o efeito dos fatores testados e o teste Tukey para comparações entre as médias dos tratamentos. As análises foram realizadas no *software* R VERSION 4.2.0 (2022) com emprego do pacote ExpDes.pt (Ferreira; Cavalcanti; Nogueira, 2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis altura comercial (AC), porcentagem de casca (PC), densidade básica da madeira (DB) e volume de madeira (VM) foram influenciadas significativamente pela disponibilidade hídrica, ao nível de 5% de significância. Apenas a densidade da casca (DC) não apresentou significância estatística nos níveis disponibilidade hídrica (Tabela 1).

Entre as variáveis analisadas, apenas a porcentagem (%) de casca e densidade da casca apresentaram significância estatística ao nível de 5% para os clones testados. O clone 1 apresentou % de casca superior aos demais (Tabela 1). O clone 1 ainda apresentou maior densidade de casca em relação ao clone 3, enquanto a densidade da casca dos clones 2 e 3 não apresentou diferença estatística significativa.

Tabela 1 - Valores médios das variáveis avaliadas em resposta aos clones e aos níveis de disponibilidade hídrica testados

Parâmetros					
Clones	AC m	PC %	DB g/cm ³	DC g/cm ³	VM m ³
C1	2,28 ^a	34,87 ^a	0,398 ^a	0,321 ^a	0,0016 ^a
C2	2,13 ^a	30,13 ^b	0,380 ^a	0,304 ^{ab}	0,0015 ^a
C3	2,30 ^a	30,28 ^b	0,404 ^a	0,292 ^b	0,0016 ^a
Parâmetros					
DH	AC m	PC %	DB g/cm ³	DC g/cm ³	VM m ³
N1	0,84 ^c	35,50 ^a	0,437 ^a	0,311 ^a	0,0003 ^c
N2	2,39 ^b	29,88 ^b	0,369 ^b	0,311 ^a	0,0015 ^b
N3	0,27 ^a	29,91 ^b	0,377 ^b	0,295 ^a	0,0029 ^a

DH: disponibilidade hídrica; AC: altura comercial; PC: porcentagem de casca; DB: densidade básica; DC: densidade da casca e VM: volume de madeira; N1: déficit hídrico; N2: água em capacidade de

campo; N3: lençol freático de carga constante com altura de 10 cm. Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$).

A porcentagem de casca variou entre 34,87% e 30,13%, em um estudo semelhante Cruz *et al.* (2021) avaliaram a porcentagem de casca de plantios comerciais de clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, com 8 anos localizados em duas regiões com condições edafoclimáticas distintas, e obtiveram valores de porcentagem de casca de 13,77% e 13,01% nos sítios analisados. É importante ressaltar que as árvores avaliadas por Cruz *et al.* (2021) eram mais velhas e possuíam alturas comerciais de 26,07 e 26,77 m, ou seja, árvores mais altas que os clones avaliados neste estudo (Tabela 1), o que também pode justificar a menor porcentagem de casca.

Os clones C1 e C2 apresentaram maior densidade de casca com 0,321 e 0,304 g/cm³ (Tabela 1). Valores superiores aos determinados por Cruz *et al.* (2021), que também avaliaram a densidade de casca em seu estudo, e obtiveram valores variando entre 0,28 e 0,26 g/cm³.

A altura comercial variou entre 0,84 e 3,27 m (Tabela 1). As árvores submetidas ao nível N1 (déficit hídrico) apresentaram as menores alturas (0,84 m), quando comparadas com as do nível N2 (água em capacidade de campo) e N3 (lençol freático de carga constante com altura de 10 cm).

Jung *et al.* (2017), avaliando o desenvolvimento inicial de híbridos de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação, verificaram que aos 7 meses a altura dos híbridos variou entre 1,5 e 1,2 m, valores inferiores aos encontrados neste estudo (Tabela 1), porém os autores observaram que os híbridos tiveram menores alturas nas regiões com déficit hídrico, comportamento semelhante ao padrão observado nos níveis de disponibilidade hídrica analisados (N1, N2 e N3).

Ao determinar a porcentagem de casca em função dos níveis de disponibilidade hídrica (Tabela 1) foi possível observar que, as árvores mais altas (2,59 e 3,27 m) possuíam as menores porcentagens de casca, sendo essas 29,88% e 29,91%, respectivamente.

Para a densidade básica, os valores variaram entre 0,369 e 0,437 g/cm³, e no nível N1 as árvores tiveram a maior DB com 0,437 g/cm³. Em um estudo semelhante, Benite *et al.* (2018), avaliaram a influência de níveis de irrigação e fertirrigação nas propriedades de híbridos de eucalipto aos 45 meses e observaram que a densidade básica do *Eucalyptus grancam* foi reduzida em função da

disponibilidade hídrica, com valores variando entre 0,384 e 0,451 g/cm³. Essa tendência de redução da densidade básica em função do aumento da disponibilidade de água demonstra que a densidade aumenta em regiões com déficit hídrico (Costa *et al.*, 2020; Ibanez *et al.*, 2017).

Todos os níveis analisados (N1, N2 e N3) demonstraram influência significativa ao nível de 5% de significância no volume de madeira com valores de 0,0003, 0,0015 e 0,0029 m³, respectivamente. No nível (N3) que corresponde ao lençol freático de carga constante, (tratamento com maior disponibilidade de água) os clones apresentaram maior volume com 0,0029 m³.

4. CONCLUSÃO

O aumento no nível de disponibilidade hídrica promoveu um crescimento expressivo em altura e volume de madeira, acompanhado por uma redução na densidade básica, demonstrando que a disponibilidade de água no solo teve influência direta nas propriedades tecnológicas da madeira dos clones analisados.

O menor nível de disponibilidade hídrica no solo, diminuiu a altura das árvores, volume de madeira e aumentou a densidade básica.

Com relação à porcentagem da casca, a água em capacidade de campo e o lençol freático de carga constante a 10 cm de altura promoveram menores valores.

5. REFERÊNCIAS

BENITES, R. M.; KERLLY, P.; GOUVÊA, A. F. G. *et al.* Caracterização tecnológica da madeira de híbridos de eucalipto irrigados e fertirrigados. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 1716-1728, 2018.

COSTA, C. D. O.; LOPES, A. S.; BRITO, K. R. M. *et al.* The influence of initial irrigation on the growth of two hybrids of eucalyptus. **Floresta**, v. 49, n. 1, p. 125-132, 2018.

COUTO, A. M.; PROTÁSIO, T. P.; REIS, A. A. *et al.* Amostragens Longitudinais Alternativas para a Determinação da Densidade Básica em Clones de *Eucalyptus* sp. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 184-193, 2012.

CRUZ, T. M. FARIA, R. DUARTE, P. J. *et al.* Propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla* em diferentes locais de plantio no nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 2, p. 203-211, 2021.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package 'ExpDes.pt'**. 2022. Disponível em://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf. Acesso em: 17 ago. 2022.

IBANEZ, T.; CHAVE, J.; BARRABÉ, L. *et al.* Community variation in wood density along a bioclimatic gradient on a hyper diverse tropical island. **Journal of Vegetation Science**, v. 28, n. 1, p. 19-33, 2017.

JUNG, L. H.; LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q. *et al.* Irrigação no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 655-667, 2017.

LIMA, M. D. R.; BARROS JUNIOR, U. O.; ASSIS, M. R. *et al.* Variabilidade das densidades básica e energética e estoque de carbono na madeira no fuste de clones de *Eucalyptus*. **Sci. For**, v. 48, n. 128, p. 1-17, 2020.

MAGALHÃES, L. G. S.; LIMA, A. P. L.; LIMA, S. F. *et al.* Basic density of wood of eucalyptus clones in different spacing. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19435-19445, 2020.

R CORE TEAM: **A language and environment for statistical computing**. Version 4.2.0. [Vienna]: Foundation for Statistical Computing, 2022.

ROCHA, S. M. G.; VIDAURRE, G. B.; PEZZOPANE, J. E. M. *et al.* Influence of climatic variations on production, biomass and density of wood in eucalyptus clones of different species. **Forest Ecology and Management**, v. 473, p. 118290, 2020.

SSEREMBA, O. E.; MUGABI, P.; BANANA, A. Y. *et al.* Variation of basic density, calorific value and volumetric shrinkage within tree height and tree age of Ugandan grown *Eucalyptus grandis* wood. **Journal of Forestry Research**, v. 32, p. 503-512, 2021.

TAN, B.; GRATTAPAGLIA, D.; WU, H. X. *et al.* Genomic relationships reveal significant dominance effects for growth in hybrid *Eucalyptus*. **Plant science**, v. 267, p. 84-93, 2018.

VITAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Boletim Técnico-SIF**, n. 1, p. 21, 1984.