



INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS TORAS DE *EUCALYPTUS* SPP. NAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Rivis de Oliveira Santos Junior^{1*}, Jonatas de Souza Lima², Bárbara Maria Lins Melo³, Ana Karine Santos da Silva⁴, Vânia Aparecida de Sá⁵

Universidade Federal de Alagoas¹, Universidade Federal de Alagoas², Universidade Federal de Alagoas³,
Universidade Federal de Alagoas⁴, Universidade Federal de Alagoas⁵

* rivisjunior@gmail.com¹, jonatas.lima@ceca.ufal.br², barbara.melo@ceca.ufal.br³,
ana.karine@ceca.ufal.br⁴, vania.sa@ceca.ufal.br⁵

RESUMO

O presente trabalho teve como foco a análise da influência do diâmetro das toras de madeira de *Eucalyptus* spp. sobre suas propriedades físicas, especialmente a umidade e a densidade. O objetivo principal foi compreender de que forma o diâmetro interfere nessas características e a relação com a massa seca. Diante disso, foi feito um estudo experimental em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram avaliados dois clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. Estas madeiras são provenientes de plantio florestal voltado para produção de madeira para o abastecimento de uma caldeira de biomassa produtora de vapor. A umidade foi determinada seguindo as normas NBR 14660 (ABNT 2001) e NBR 14929 (ABNT, 2003). A densidade básica da madeira foi obtida seguindo as especificações da norma NBR 11942 (ABNT 2003). A massa seca de cada amostra foi calculada a partir dos dados obtidos. Os resultados deste trabalho demonstraram uma influência do diâmetro das toras de *Eucalyptus* spp. sobre suas propriedades físicas de umidade e densidade. A análise de correlação revelou uma relação positiva significativa entre o diâmetro e a massa seca, indicando que o incremento diamétrico está associado a um aumento na massa seca da madeira. Com isso, este estudo enfatiza a relevância do diâmetro como um fator importante a ser considerado na análise da umidade e da densidade da madeira de *Eucalyptus* spp. ao longo de seu desenvolvimento.

Palavras-chave: plantios florestais; umidade da madeira; densidade da madeira; biomassa florestal

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* possui um grupo de espécies importantes no setor florestal, sua madeira é usada para produção de energia, celulose e papel, móveis, dentre outros produtos (HSING et al., 2016). O sucesso dos plantios florestais com espécies do gênero *Eucalyptus* se deve ao seu rápido crescimento e sua boa adaptação às condições edafoclimáticas do país (COSTA et al., 2019).

A utilização da madeira de eucalipto para geração de energia se apresenta como uma alternativa viável, em razão da necessidade de redução do uso de derivados de fontes fósseis (CORREA et al., 2020).

Para o uso energético, é fundamental que a madeira apresente características específicas, como elevada densidade, baixo teor de umidade e boa massa seca. Essas propriedades influenciam a eficiência da queima e o rendimento energético da biomassa (BRAND, 2010; MOSKFIENSKI et al., 2008).

Portanto, é necessária uma investigação detalhada da influência do diâmetro nas características de umidade e densidade da madeira de *Eucalyptus* spp., contribuindo para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis e eficientes na cadeia produtiva.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência do diâmetro da madeira de dois clones de *Eucalyptus* spp. com duas idades diferentes nas suas propriedades físicas e relacionar a variação do diâmetro das toras com os valores de massa seca.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material

A coleta do material para este estudo foi realizada na Fazenda Mata Verde, no município de Viçosa no estado de Alagoas. Foram avaliados dois clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*.

Estas madeiras são provenientes de plantio florestal voltado para produção de madeira para o abastecimento de uma caldeira de biomassa produtora de vapor.

Para avaliar o efeito dos materiais genéticos sobre as propriedades físicas, foram coletadas amostras de árvores com a idade de 10 anos. Para estudar a relação da idade com as propriedades físicas da madeira, foram coletadas amostras de árvores nas idades de 4 (material de rebrota) e 10 anos, de um mesmo material genético.

Foi feita uma amostragem no pátio de secagem, no qual selecionaram toras em diferentes faixas diamétricas, com dimensão de 2,5 m de comprimento, aos 75 dias de secagem natural. Para cada tora, retirou-se 3 discos, com casca, em posições equidistantes. Em seguida, o material foi transportado para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF), localizado no Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA-UFAL), onde foram realizadas as análises de umidade e densidade básica de cada disco. Para as análises os discos foram cortados em cunhas opostas.

Para determinação da umidade, foram utilizados os métodos descritos nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), as NBR 14660 (ABNT, 2001) e NBR 14929 (ABNT, 2003). Para a densidade foram seguidos os métodos descritos na norma NBR 11942, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2003).

A massa seca foi obtida de acordo com a equação 1, foram utilizados os dados de densidade básica e o volume das toras. Para a obtenção do volume individual de cada tora, considerou-se um cilindro perfeito.

$$Ms = Db \times Vs$$

Em que: Ms= Massa seca; Db= Densidade básica; Vs= Volume das toras

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Software estatístico Sisvar. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância de erro ($p < 0.05$).

A relação entre o diâmetro e a massa seca das toras de *Eucalyptus* spp. foi analisada por meio da correlação entre as variáveis, representada graficamente por um diagrama de dispersão elaborado no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as médias das propriedades físicas para as 3 faixas de diâmetro em madeiras aos 4 e aos 10 anos de idade, respectivamente.

Para a madeira de 4 anos, a análise revelou uma variação significativa na umidade em relação ao diâmetro. A umidade média aumentou com o aumento do diâmetro, variando de 22,9% no diâmetro de 8,59 cm para 40,4% no diâmetro de 14,9 cm. Especificamente, o diâmetro de 8,59 cm apresentou a menor umidade (22,9%), diferindo estatisticamente dos diâmetros de 14,32 cm (37,2%) e 14,9 cm (40,4%), que não diferiram significativamente entre si.

Tabela 1 - Valores médios para umidade e densidade para três faixas de diâmetro para madeiras aos 4 e aos 10 anos de idade.

Material genético com 4 anos de idade		
Diâmetro da tora (cm)	Propriedade física	
	Umidade (%)	Densidade básica (g/cm³)
8,59	22,9a	0,321b
14,3	37,2a	0,501a
14,9	40,4b	0,517a
Média	33,5	0,446
CV (%)	8,74	3,72
Material genético com 10 anos de idade		
Diâmetro da tora (cm)	Propriedade física	
	Umidade (%)	Densidade básica (g/cm³)

13,05	42,1a	0,488a
23,24	44,1a	0,584a
24,19	46,3a	0,570a
Média	44,1	0,547
CV (%)	4,51	8,02

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância e C.V.: Coeficiente de variação

Na madeira de 10 anos, a umidade média também mostrou variação entre os diâmetros, com valores de 42,1% para o diâmetro de 13,05 cm, 46,3% para o diâmetro de 24,19 cm e 44,1% para o diâmetro de 23,24 cm. No entanto, ao contrário da madeira de 4 anos, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias de umidade para os diferentes diâmetros na madeira de 10 anos.

Para a madeira de 4 anos, foi observado uma tendência de aumento da densidade básica com o aumento do diâmetro, a menor densidade foi registrada no menor diâmetro de 8,59 cm (0,321 g/cm³), estatisticamente inferior aos diâmetros 14,3 cm (0,501 g/cm³) e 14,9 g/cm³ (0,517 g/cm³), que não diferiram estatisticamente entre si

Na madeira de 10 anos o menor diâmetro (13,05 cm) apresentou densidade de 0,488 g/cm³, enquanto a madeira com os maiores diâmetros (23,24 e 24,19 cm) apresentaram valores mais elevados de 0,584 g/cm³ e 0,570 g/cm³ respectivamente. Mesmo os valores não diferindo estatisticamente em si, foi observado uma variação positiva.

Na análise comparativa das médias de umidade entre os clones de *Eucalyptus* spp., foi observado que o clone 520 apresentou um valor médio de 44,10%, enquanto o clone I144 uma média de 33,7%. Esses resultados mostraram uma diferença estatística entre os dois materiais genéticos, indicando variações na capacidade de retenção de água na madeira. Os valores médios de densidade foram de 0,547 g/cm³ para o clone 520 e 0,548 g/cm³ para o clone I144, sem diferença estatística entre eles. Esse resultado mostra um comportamento semelhante entre os clones quanto a sua estrutura anatômica mesmo diante das diferenças nos teores de umidade.

Resultados semelhantes aos obtidos para umidade foram encontrados por Barros (2006), ao avaliar o processo de secagem ao ar livre de toras sem casca de *Eucalyptus grandis* com 11 anos de idade. O autor verificou que após 60 dias de exposição as condições ambientais, as toras atingiram uma umidade média de 40% partindo de um teor inicial de 106%.

Na Figura 1 é apresentada a relação do diâmetro das toras de *Eucalyptus* spp. e a massa seca.

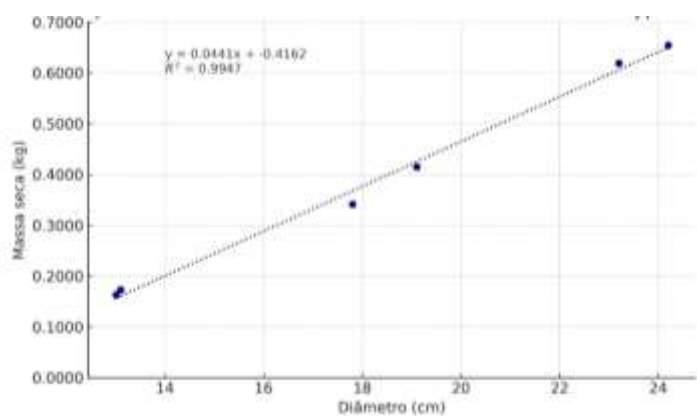


Figura 1- Relação do diâmetro e massa seca de toras de *Eucalyptus* spp.

É possível observar uma forte relação linear positiva entre o diâmetro das toras de *Eucalyptus* spp. e a massa seca da madeira. A equação da regressão (Massa seca (kg) = 0,0441 diâmetro (cm) – 0,4162) mostra que a cada 1 centímetro no diâmetro, a massa seca aumenta 0,0441 kg. O coeficiente de determinação de 0,9947 demonstra que 99,47% da variação na massa seca pode ser explicada pela variação do diâmetro.

Essa relação positiva é esperada uma vez que toras com maior diâmetro possuem um maior volume de madeira que contribui para o aumento da massa. Essa relação pode contribuir para otimizar processos de

transporte e aproveitamento energético da madeira.

CONCLUSÕES

A umidade e densidade da madeira são influenciadas pelo diâmetro e idade da árvore.
Árvores mais jovens apresentam maior variação de umidade e densidade em função do diâmetro.
O diâmetro mostrou forte correlação com a massa seca, sendo um indicador relevante para fins energéticos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 14929:2003 – Madeira – Amostragem para determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 11942:2003 – Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 14660:2001 – Madeira – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2001.

HSING, T. Y.; PAULA, N. F.; PAULA, R. C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, 26(1), 273-283, 2016.

Costa, E. V. S., Pereira, M. P. de C. F., Silva, C. M. S., Pereira, B. L. C., Rocha, M. F. V. & Carneiro, A. C. O. (2019). Torrefied briquettes of sugar cane bagasse and *Eucalyptus*. **Revista Árvore**. 43(1): e430101

Correa, A. P. M., Lima, A. P. L., Lima, S. F., Silva, W. G., Stolle, L. & Silva, A. A. P. (2020). Research, **Society and Development**, 9(6): e49963404.

BRAND, M. A.; MUÑIZ, G. I. B. Influência da época de colheita e da estocagem na composição química da biomassa florestal. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 66-78, 2010.

MOKFIENSKI, A.; COLODETTE, J. L.; GOMIDE, J. L.; CARVALHO, A. M. M. L. A importância relativa da densidade da madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 3, p. 451-461, 2008.

BARROS, M. V. Fator de cubicação para madeira empilhada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, com toretes de dois comprimentos, e sua variação com o tempo de exposição ao ambiente. 2006. 92 p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, 2006