



## VOLUMETRIA DE EUCALIPTO PLANTADO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO NO SUL DO PIAUÍ

André Pereira Batista<sup>1</sup>, Marcelo de Sousa Borges<sup>1</sup>, Karolayne Martins Santos<sup>1</sup>,  
Layne da Silva Vieira<sup>1</sup>, Andressa Ribeiro<sup>1</sup>, Antônio Carlos Ferraz Filho<sup>1</sup>

1 Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil. E-mail: andrepb1768@gmail.com; marcelosousa.me@gmail.com; karolaybemartins@ufpi.edu.br; laynesergio@gmail.com; andressa.florestal@ufpi.edu.br; acferrazfilho@ufpi.edu.br  
Autor correspondente: André Pereira Batista. E-mail: andrepb1768@gmail.com.

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a volumetria de dois clones de eucalipto através de técnicas de mensuração e avaliar a eficiência de tais técnicas quando comparadas com o volume real obtidas em campo. Utilizou-se como tratamentos 2 clones de eucalipto em plantios de integração e monocultura. A altura total dos indivíduos foi obtida por meio de hipsômetro vertex e os dados de diâmetro das diversas seções do fuste de cada árvore foram obtidos por meio do dendrômetro Criterion RD 1000. No cálculo do volume rigoroso, utilizou-se o método de Smalian. Para estimar o volume foi utilizado a equação linear de Schumacher e Hall e o fator de forma. Não houve influência do clone nem do sistema de produção na volumetria uma vez que os fatores de forma foram semelhantes para ambos os clones. Contudo, é possível afirmar a eficiência da equação linear de Schumacher e Hall para estimar volume neste experimento, uma vez que os resultados obtidos por meio da mensuração se aproximam dos resultados obtidos por meio da cubagem em campo.

**Palavras-chave:** Mensuração; plantio clonal; sistema de manejo

### *VOLUMETRY OF EUCALYPTUS PLANTED UNDER DIFFERENT MANAGEMENT CONDITIONS IN SOUTHERN PIAUÍ, BRAZIL*

#### **ABSTRACT**

*This work aims to evaluate the volume relations of two eucalyptus clones through measurement techniques and evaluate the efficiency of such techniques when compared with the actual volume obtained in the field. Two eucalyptus clones were used as treatments in integration and monoculture plantations. The total height of the individuals was obtained using a vertex hypsometer and the diameter data of the various sections of the stem of each tree were obtained using the Criterion RD 1000 dendrometer. The Smalian method was used to calculate wood volume. To estimate the volume, the linear equation of Schumacher and Hall and form factor was used. There was no influence of the clone or the management system on the volume relations, since the form factors were similar for both clones. However, it is possible to affirm the efficiency of the linear equation of Schumacher and Hall to estimate volume in this experiment, since the results obtained through measurement are close to the results obtained through cubing in the field.*

**Key words:** *Measurement; clonal planting; management system*

### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



### INTRODUÇÃO

O Brasil tem destaque mundial por sua capacidade de produção agrônômica, seja o setor agrícola, agropecuária e florestal. É considerado um dos principais produtores mundiais em diversas frentes, sendo o maior produtor de arroz do mundo, em 2020 produziu 11 milhões de toneladas, um dos principais produtores de milho, com safra de mais de 102 milhões de toneladas, utilizando área de 18,5 milhões de hectares. Já a produção de soja foi de aproximadamente 123 milhões de toneladas em 2020, utilizando uma área de 40921 milhões de hectares (Embrapa, 2022). A área de florestas plantadas no Brasil é de 9,55 milhões de hectares, composta em sua maioria por espécies do gênero eucalipto com 7,47 milhões de hectares, sendo o principal produto a polpa de celulose, a qual foram produzidas 21 milhões de toneladas em 2020, mantendo-se como segundo maior produtor mundial (IBÁ, 2022).

O domínio de técnicas e tecnologias possibilita o aumento de produção e produtividade ao longo dos anos, contudo, a produção intensiva aos longos dos anos pode causar danos às terras utilizadas, de forma a não serem produtivas e apresentarem sinais de degradação. Assim técnicas que visam a produção de forma sustentável são desenvolvidas e aprimoradas (Embrapa, 2022).

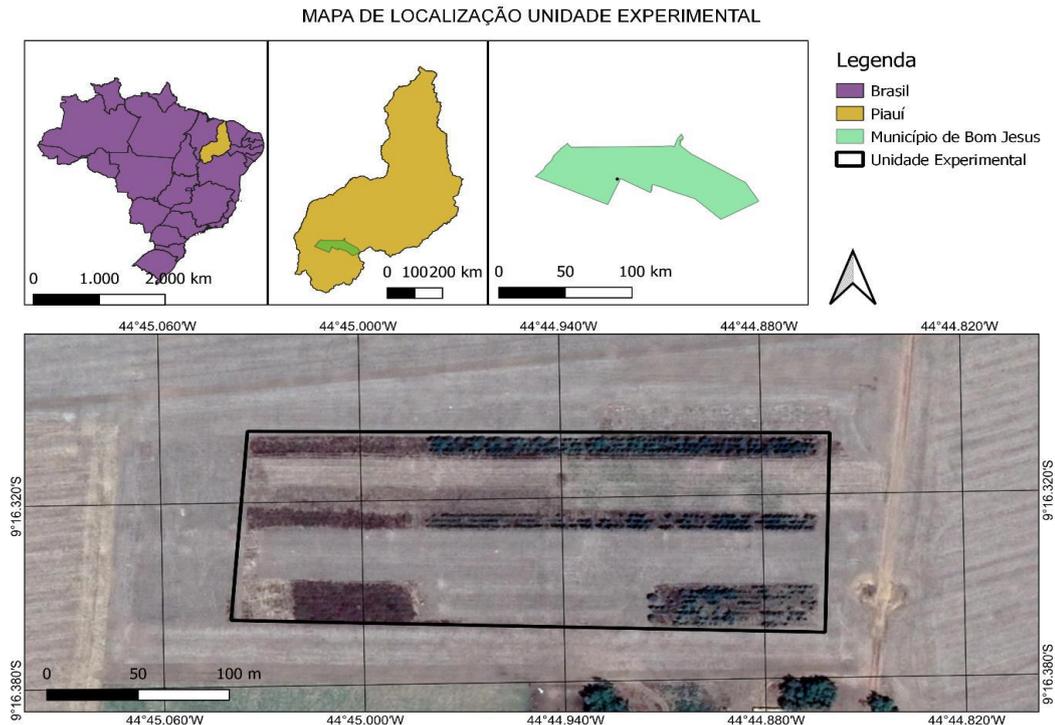
A mensuração florestal é o estudo da floresta com o objetivo de coletar dados e informações para a tomada de decisões em relação à gestão sustentável. Ela envolve a análise de variáveis como a composição das espécies, densidade, diâmetro, altura e volume das árvores e a avaliação dos danos e recursos disponíveis na floresta, permitindo a coleta de informações que ajudam a direcionar ações para o manejo adequado das áreas florestais. Os dados obtidos por meio da mensuração auxiliam na tomada de decisões para a produção de madeira, preservação ambiental, prevenção de incêndios florestais e combate a pragas e doenças, entre outras (Sousa, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as relações volumétricas de dois clones de eucalipto por meio de técnicas de mensuração e avaliar a eficiência de tais técnicas quando comparadas com o volume real obtidos em campo.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Localização

O experimento está localizado no município de Bom Jesus a 603 quilômetros da capital Teresina do estado do Piauí, instalado a 620 metros de altitude, latitude 9° 16' 21" S, longitude 44° 44' 52" O (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de ilustração da área experimental e croqui de campo com disposição dos renques de eucalipto na área experimental.

## Clima

O clima da região é caracterizado como quente e semiúmido do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen. Na região ocorrem duas estações bem definidas, uma estação seca que compreende os meses de maio a outubro e uma estação chuvosa que ocorre de novembro a abril (Sousa *et al.*, 2009).

## Disposição experimental

Utilizou-se como tratamentos 2 clones de eucalipto em plantios de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF, clone A-597) e monocultura (clone I-144), implementados em dezembro de 2016. A disposição do plantio de iLPF consiste em espaçamento 3 metros na linha, 4 metros entre ruas e renques compostos por 3 linhas distanciados 34 metros entre si. Já o monocultivo tem espaçamento de 3 metros entre árvores e 4 metros entre linhas.

## Seleção das árvores em campo

Foram avaliados 12 indivíduos de cada clone em campo aos 84 meses. As árvores foram escolhidas de forma a representar toda a amplitude diamétrica das árvores em campo, dividindo as árvores em três classes de diâmetro: C1 = 15 a 20 cm; C2 = 20 a 25 cm; C3  $\geq$  25 cm. A altura total (H) dos indivíduos foi obtida por meio de hipsômetro Vertex e os dados de diâmetro das diversas seções do fuste de cada árvore foram obtidas por meio do dendrômetro Criterion RD 1000. Foram tomadas medidas de diâmetro a cada X metros de intervalo, no entanto as posições de medida foram alteradas em caso de falta de visibilidade.

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Na Tabela 1 são apresentados os dados obtidos em campo durante a cubagem rigorosa. Sendo possível mensurar o crescimento médio e as medidas máximas e mínimas nas variáveis de altura total (H), diâmetro a 1,30m do solo (D) e volume (V).

**Tabela 1.** Valores mínimo, máximo, médio e desvio padrão de diâmetro a 1,30m do solo (D), de altura total (H) e de volume em (V) para os dois clones estudados

Clone	Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Médio	Desvio padrão
A-597	D (cm)	12	17,2	34,65	23,687	5,656
	H (m)	12	20,8	26,8	23,775	1,988
	V (m <sup>3</sup> )	12	0,1762	0,8911	0,4867	0,254
I-144	D (cm)	12	15,5	31,45	23,375	5,380
	H (m)	12	15,5	22,6	20,5583	2,449
	V (m <sup>3</sup> )	12	0,15453	0,64635	0,40833	0,183

Em que: N = número de indivíduos

Para permitir a comparação de diferenças volumétricas foi realizado uma análise de variância (anava) utilizando o programa R

### Determinação e ajuste das estimativas de volume

Para quantificar o volume real das 12 árvores de cada clone foi utilizado os dados obtidos na cubagem por meio dos dendrômetros. O cálculo do volume rigoroso utilizou o método de Smalian. A estimativa volumétrica foi feita de duas formas, por meio da equação linear de Schumacher e Hall (Equação 1) e por meio do fator de forma (Equação 2).

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(D) + \beta_2 \cdot \ln(H) \quad (1)$$

$$f = \frac{V_{real}}{V_{cilindro}} \quad (2)$$

Em que: V = volume (m<sup>3</sup>); D = diâmetro a 1,30m do solo (cm); H = altura total (m);  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  = coeficientes da equação; ln = logaritmo neperiano; f = fator de forma.

Foi empregado uma análise de variância para detectar possíveis efeitos do espaçamento de plantio e do clone nas estimativas volumétricas. Para isto um delineamento de blocos casualizados foi empregado, considerando o clone/regime de manejo como tratamento, as três classes de diâmetro como bloco e o fator de forma como a variável tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento dos dados foi possível observar que as médias de DAP e volume foram semelhantes entre os dois clones, porém com desvio padrão menor no clone I-144. A partir dos dados obtidos em campo foi possível se fazer uma análise de regressão para estimar volume e calcular os fatores de forma para ambos os clones (Tabela 2).

**Tabela 2.** Coeficientes obtidos a partir da regressão linear para estimativa de volume, coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{Ajustado}$ ) e fator de forma (f) para os dois clones estudados

Clone	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2_{Ajustado}$	f
A-597	-9,0043	2,2240	0,3667	0,87	0,4330
I-144	-8,9614	2,0178	0,5457	0,91	0,4432

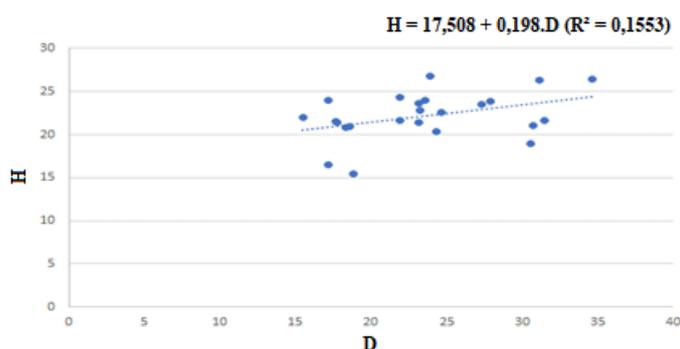
## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Não houve diferença significativa para os tratamentos, clones / plantio em Monocultura e em iLPF, quando comparado os fatores de forma estimados ( $p > 0,05$ ). Também não foram detectadas diferenças dos fatores de forma quanto aos blocos, indicando que independente do clone ou classe de diâmetro, um único fator de forma médio de 0,44 pode ser empregado (Tabela 3).

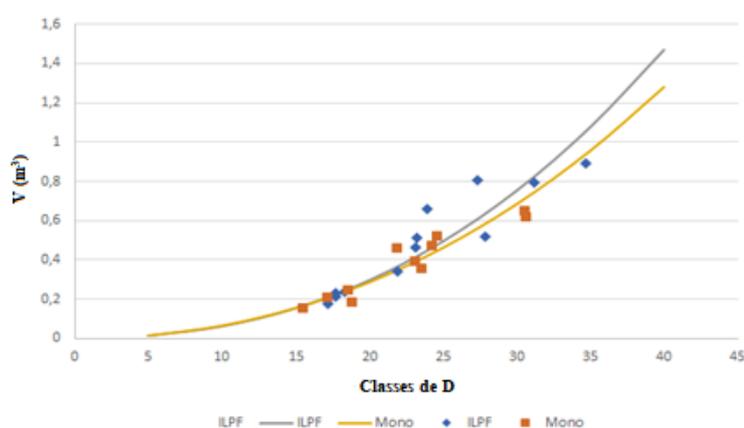
**Tabela 3.** Análise de variância para a característica de fator de forma para os tratamentos, Monocultura e iLPF

Fonte de Variação	G.L	SQ	Q.M	Valor de F
Blocos	2	0,011	0,006	0,390
Tratamentos	1	0,001	0,001	0,745
Resíduos	20	0,115	0,006	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>0,127</b>		

A partir dos dados de altura (H) obtidos em campo foi possível ajustar um modelo linear simples e dessa forma obter a equação para estimar altura (Figura 2). A partir dessa equação foi estimado a altura dos indivíduos para classes de D de 5 em 5 cm até a classe de D de 40 cm. Após essa etapa estimou se o volume para cada uma das classes de D utilizando as alturas estimadas por meio da equação de Schumacher e Hall, a fim de comparar o comportamento das duas equações de volume geradas.



**Figura 2:** Representação gráfica de regressão linear simples a partir dos dados de altura (H, m e diâmetro a 1,30m do solo (D, cm) obtidos em campo



**Figura 3:** Representação gráfica do volume mensurado em campo (pontos) e estimado utilizando as equações de Schumacher e Hall (linhas)

Neste experimento a forma de plantio e o clone não influenciaram a relação de volume de ambos, diferente dos resultados encontrados por Oliveira *et al.* (2015), onde a forma de plantio

## VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

teve influência no desenvolvimento de cada espécie, associado a uma menor competição intraespecífica no sistema de plantio por iLPF e a uma maior umidade e fertilidade do solo.

O modelo de Schumacher e Hall se mostrou eficiente para estimar volume neste experimento, obtendo resultados satisfatórios e próximos dos dados reais. Isto é reforçado no trabalho de Azevedo *et al.* (2011) onde o modelo de Schumacher e Hall se mostrou o mais eficiente quando comparado com outros modelos para estimar volume de eucalipto em regime de auto fuste e em talhadia no nordeste da Bahia.

### CONCLUSÃO

Não houve influência do clone e do sistema de produção na relação volumétrica uma vez que os fatores de forma foram semelhantes para ambos os clones. Contudo, é possível afirmar a eficiência da equação linear de Schumacher e Hall para estimar volume neste experimento, uma vez que os resultados obtidos por meio da mensuração se aproximam dos resultados obtidos por meio da cubagem em campo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, G. B.; Sousa, G. T. O.; Barreto, P. A. B.; Conceição Junior, V. Estimativas volumétricas em povoamentos de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 68, p.309-318, 2011. <https://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.68.309>.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. **Embrapa em números**. Brasília: Embrapa; Secretaria-Geral, Gerência de Comunicação e Informação, 2022. 140p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232447/1/Embrapa-em-numeros-2022.pdf>. Acesso em: 19 Jul. 2023.
- Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ. **Relatório anual 2022**. São Paulo: IBÁ, 2022. 87p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 07 Jul. 2023.
- Oliveira, F. L. R.; Cabacinha, C. D.; Santos, L. D. T.; Barroso, D. G.; Santos Júnior, A.; Brant, M. C.; Sampaio, R. A. Crescimento inicial de Eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Cerne**, v. 21, n.2, p.227–233, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521021489>.
- Sousa, C. S. C. **Inventário florestal contínuo na Floresta Estadual do Amapá**: dinâmica de espécies arbóreas e dimensão da unidade amostral. 2017. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7400>. Acesso em: 10 Jul. 2023.
- Sousa, A. M. W. C.; Brito, D. R. S.; Raabe, J.; Botrel, R. T. Levantamento dendrológico da área urbana do município de Bom Jesus, sul do estado do Piauí. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 9., 2009, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SBE, 2009. Disponível em: [http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos\\_ixceb/1504.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos_ixceb/1504.pdf). Acesso em: 07 Jul. 2023.