

Paulo Fernando Trugilho (\*)

Dimas Agostinho da Silva (\*)

Francisco Juvenal Lima Frazão (\*)

Jorge Luis Monteiro de Matos (\*)

## RESUMO

O presente trabalho visou o estudo comparativo de 6 métodos propostos para a determinação da densidade básica em madeira e ainda, o efeito de 3 dimensões dos corpos de prova nos métodos. Para tal empregou-se distintamente cerne e alburno da espécie *Hymenaea coubaril* L. (jatobá) em corpos de provas nas dimensões 2 x 2 x 1 cm (D1), 2 x 2 x 3 cm (D2) e 2 x 2 x 5 cm (D3). Os métodos analisados foram: a) método de imersão-baseado na variação do peso do líquido (M1); b) método de medição direta do volume por paquímetro (M2); c) método de imersão-baseado na variação do peso da amostra (M3); d) método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em areia (M4); e) método de máximo teor de umidade (M5) e f) método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em água (M6). Os métodos  $M_1$ ,  $M_3$  e  $M_5$  foram os mais precisos, de melhores repetibilidades, iguais estatisticamente e que não sofreram influência das dimensões dos corpos de prova. Entretanto, as dimensões influenciaram significativamente os métodos  $M_2$ ,  $M_4$  e  $M_6$ , que foram os menos precisos.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem sido verificado um intenso desenvolvimento das pesquisas em tecnologia da madeira, procurando atender as necessidades do setor madeireiro, especialmente aquelas relacionadas com a qualidade da matéria-prima. Esta qualidade representa a adequação da matéria-prima para determinado uso ou conjunto de usos. Em função das variáveis tecnológicas utilizadas e das características almejadas para o produto final é observada uma série de parâmetros ligados a qualidade da madeira. Dentre estes, a densidade básica tem merecido destaque especial por apresentar relações com o rendimento gravimétrico e volumétrico, com a qualidade do produto final, com os constituintes anatomicos da madeira e ainda pela facilidade de ser medida. No entanto, a densidade básica

(\*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM, Brasil.

não é por si suficientemente informativa sobre a natureza das variações existentes na madeira, devido a fatores como a idade, as condições climáticas e edáficas dentre outras. Todavia, Mitchell (1960), afirma que a densidade básica é talvez o parâmetro mais simples e útil para a aceitabilidade da madeira em vários usos importantes.

A densidade da madeira, que é um material poroso, pode ser medida de duas formas distintas. Uma determinada em função do volume total da amostra, incluindo-se o volume dos poros, que é denominada de densidade aparente. A outra forma de medição subtrai-se do volume total, o volume compreendido pelos poros e, este método é denominado de densidade real ou da parede celular, cujo valor médio é de  $1,53 \text{ g/cm}^3$ , independente da espécie (Panshim & Zeeuw, 1982). A densidade básica é sempre uma densidade aparente na madeira.

A madeira é, também, um material higroscópico que sob diferentes condições de umidade relativa e temperatura, adquire distintos teores de umidade. Daí decorre, que uma mesma amostra pode ter diferentes massas e volumes. Por outro lado, uma árvore recém-cortada possui uma quantidade de água, que aos poucos vai sendo evaporada para o ambiente desde que este não esteja saturado, o que conseqüentemente causa alteração na sua massa e volume. Daí, portanto, a importância de se definir os teores de umidade nos quais são determinados a massa e o volume usados no cálculo da densidade da madeira (Vital, 1984).

Hellmeister (1981) afirma que 12% é o teor de umidade aceito internacionalmente como valor médio de equilíbrio da umidade da madeira. A ASTM (1965) sugere determinar a densidade a 12% e a 0% de umidade. Já o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo através de Brotero (1956) e a ABNT (1940) adotam como normas o teor de umidade de 15%. Em virtude de diversos critérios, torna-se necessário que se indiquem as condições de umidade em que se fizeram as determinações de massa e volume, quando se especifica a densidade da madeira.

A Comision Panamericana de Normas Técnicas (1971) e a Technical Association of the Pulp and Paper Industry (s.d.) consideram como massa real a madeira absolutamente seca e o volume verde ou no máximo teor de umidade quando visa determinar a densidade da madeira. Desta forma determina-se a densidade básica da madeira, que representa a relação entre a menor massa pelo maior volume da amostra expressa, geralmente em  $\text{g/cm}^3$  ou  $\text{Kg/m}^3$ . Além de ser indicadora da qualidade da madeira, a densidade básica pode ser um importante parâmetro para avaliação econômica da floresta, podendo, para fins práticos, ser indicativo do uso final da madeira. Sua determinação permite a obtenção da estimativa do peso da madeira por metro cúbico sólido, por metro cúbico empilhado (estéreo) ou permite expressar a produtividade da floresta em termos de matéria seca por unidade de área, o que é importante em termos de transporte, armazenamento e outras operações de controle da matéria-prima (Silva, 1984).

Existem vários métodos para determinação da densidade básica da madeira. No entanto, a maior dificuldade é verificada na obtenção do volume real do corpo de prova, uma vez que os métodos de medição do volume por via direta tendem a ser pouco precisos e muitas vezes as amostras apresentam formatos irregulares. Por isso há vários métodos de

determinação da densidade básica que estimam o volume do material por via indireta. Destes destacam-se o método do máximo teor de umidade e os de imersão.

O presente trabalho visou o estudo comparativo de seis métodos propostos para determinação da densidade básica em madeira e, ainda, o efeito de três dimensões dos corpos de provas nos métodos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### MATERIAL

Usou-se, distintamente, o cerne e o alburno da espécie *Hymenea coulbaril* L. (Jatobá), proveniente do estado do Amazonas, que segundo Loureiro *et al.* (1979) tem densidade entre 0,800 a 1,000 g/cm<sup>3</sup>. Foram utilizados os corpos de prova (amostras) nas dimensões de 2 x 2 x 1 cm (D1); 2 x 2 x 3 cm (D2), proposto pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (1940) e 2 x 2 x 5 cm (D3), sendo 40 unidades para cada dimensão por material (cerne e alburno). Totalizou-se 240 corpos de provas, sendo 120 para cerne e 120 para alburno. As pesagens foram realizadas em balança eletrônica com precisão de 0,01g. Os corpos de prova, após preparados, foram mantidos em água e sob vácuo intermitente, até atingirem a completa saturação. A secagem das amostras foi conseguida utilizando-se estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 103 ± 2°C até peso constante.

### MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE

#### Método de imersão-baseado na variação do peso do líquido (M1)

Este método baseia-se no princípio de Arquimedes onde a perda aparente de peso de um corpo imerso em um líquido é igual ao peso do líquido deslocado. Verifica-se que o empuxo sofrido pela amostra de madeira é igual ao produto de seu volume pela densidade do líquido. Admitindo-se para água uma densidade de 1,000 g/cm<sup>3</sup>, conclui-se que a diferença de peso indicada na balança corresponde ao volume da amostra. Neste método, o volume foi obtido pela variação de peso ocasionada pela imersão da amostra na água. O procedimento utilizado foi o seguinte: adicionou-se aproximadamente 500 ml de água num frasco de vidro (Beker). A seguir imergiu-se inteiramente a amostra saturada na água contida no frasco e obteve-se a diferença de peso indicada pela balança hidrostática. Durante as pesagens das amostras imersas, tomou-se o cuidado para evitar contatos destas com a parede lateral e o fundo do frasco, através de um dispositivo que a manteve suspensa. A seguir, obteve-se o peso absolutamente seco. A densidade básica foi obtida utilizando a fórmula:

$$DB = \frac{PAS}{DPE} \text{ onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g);

DPE = diferença de peso da amostra devido ao empuxo (g), que corresponde ao seu volume.

### Método de medição direta do volume por paquímetro (M2)

Nas amostras preparadas em superfícies planas, com faces formando ângulo de 90° entre si, foram realizadas as medições com um paquímetro de precisão 0,001 cm. As medidas foram tomadas nas arestas que formam a altura, a largura e o comprimento de cada amostra completamente saturada. A densidade básica foi obtida da seguinte maneira:

$$DB = \frac{PAS}{L \times A \times C} \quad \text{onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g);

L = largura da amostra (cm);

A = altura da amostra (cm);

C = comprimento da amostra (cm).

### Método de imersão-baseado na variação do peso da amostra (M3)

A semelhança do método M1, este também se baseia no princípio de Arquimedes já citado. Este método é conhecido também como sendo o da balança Hidrostática e é proposto pela Associação Brasileira de Celulose e Papel (1974), conforme a norma M 14/74. Ele distingue-se por ser um dos mais empregados para a determinação da densidade básica da madeira em forma de disco e cunhas. Consiste em determinar o peso da amostra, no máximo teor de umidade, exposta ao ar e quando imersa em água, neste caso com o auxílio de uma balança hidrostática. Quando a densidade básica da madeira for menor que a densidade da água, o volume da amostra é determinado somando-se os dois pesos; já quando a madeira afunda na água, o volume da amostra é obtido pela diferença entre o peso da madeira ao ar e o seu peso imersa em água. A seguir, obteve-se o peso absolutamente seco da amostra. A densidade básica foi determinada segundo a fórmula:

$$DB = \frac{PAS}{PAM - PAI} \quad \text{onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g);

PAM = peso da amostra no máximo teor de umidade (g);

PAI = peso da amostra imersa em água via balança hidrostática (g);

PAM - PAI = volume da amostra.

### Método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em areia (M4)

Consistiu em imergir as amostras de madeira uma a uma, em areia de granulometria inferior a 60 mesh, contidas em um frasco de vidro (proveta) de 250 ml, 38 mm de diâmetro e graduado de 2 em 2 ml. O volume da amostra corresponde a diferença de volume obtida entre as duas leituras: uma com somente areia e outra com areia mais a amostra imersa, após a devida acamação. A seguir, obteve-se o peso absolutamente seco da amostra. A densidade básica foi dada pela fórmula:

$$DB = \frac{PAS}{VAAr-VAr} \quad \text{onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g);

VAAr = volume da amostra imersa mais o conteúdo de areia (ml);

VAr = volume de areia (ml).

#### Método do máximo teor de umidade (M5)

Segundo Smith (1954), este método baseia-se na relação existente entre a densidade da madeira e o seu máximo teor de umidade. Determina-se a densidade básica sem contudo obter o seu volume. Para tanto a amostra de madeira deve estar completamente saturada. Browing (1967) sugere que este método deve somente ser aplicado para amostras pequenas, no máximo 3.000 mm<sup>3</sup>, devido a dificuldade de saturá-las completamente. O procedimento foi realizado conforme proposição de Smith (1954) e Foelkel et al. (1972). Após as amostras estarem completamente saturadas, consistiu em remover o excesso de água de suas superfícies e determinar o peso saturado ao ar. A seguir obteve-se o peso absolutamente seco das amostras. O cálculo da densidade básica foi feito pela fórmula proposta por Foelkel et al. (1972):

$$DB = \frac{1}{\frac{PAM - 0,346}{PAS}} \quad \text{onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAM = peso da amostra no máximo teor de umidade (g);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g).

#### Método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em água (M6)

O procedimento foi conduzido semelhantemente ao método M4. Exceção feita, que as amostras foram imersas em água. A densidade básica foi obtida segundo a fórmula:

$$DB = \frac{PAS}{VAAg-VAg} \quad \text{onde,}$$

DB = densidade básica da amostra (g/cm<sup>3</sup>);

PAS = peso da amostra absolutamente seca (g);

VAAg = volume da amostra imersa mais o conteúdo de água (ml);

VAg = volume de água (ml).

#### DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 18 tratamentos e 40 repetições, onde os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 6 x 3 sendo 6 métodos de densidade básica e 3 dimensões de amostras. As médias dos tratamentos foram comparadas por comparação de métodos ...

das pelo teste de Tukey, adotando-se um nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se o número de observações, os valores médios, o desvio padrão, o erro padrão da média e o intervalo de confiança à 95% de probabilidade para os resultados de densidade básica dos 18 tratamentos de cerne e de alburno, respectivamente. As análises de variâncias dos tratamentos encontram-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, para cerne e alburno, enquanto os testes de médias das densidades básicas são mostrados nas Tabelas 5 e 6.

As Figuras de 1 a 4 ilustram o comportamento dos tratamentos.

**Tabela 1.** Sumário estatístico dos resultados de densidade básica para o cerne.

Tratamentos	Nº de Repetições	Média (g/cm <sup>3</sup> )	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	Intervalo de Confiança à 95% probabilidade
M1D1	40	0,8708	0,0182	0,0029	0,8650 à 0,8767
M2D1	40	0,8353	0,0166	0,0026	0,8299 à 0,8406
M3D1	40	0,8694	0,0181	0,0029	0,8636 à 0,8752
M4D1	40	0,8520	0,1070	0,0170	0,8180 à 0,8860
M5D1	40	0,8718	0,0179	0,0028	0,8661 à 0,8775
M6D1	40	0,8960	0,0183	0,0029	0,8901 à 0,9019
M1D2	40	0,8616	0,0126	0,0020	0,8576 à 0,8656
M2D2	40	0,8416	0,0138	0,0022	0,8372 à 0,8460
M3D2	40	0,8601	0,0124	0,0020	0,8561 à 0,8640
M4D2	40	0,7537	0,0339	0,0053	0,7429 à 0,7645
M5D2	40	0,8633	0,0127	0,0020	0,8592 à 0,8673
M6D2	40	0,8730	0,0204	0,0032	0,8665 à 0,8796
M1D3	40	0,8754	0,0092	0,0015	0,8725 à 0,8784
M2D3	40	0,8620	0,0084	0,0013	0,8594 à 0,8648
M3D3	40	0,8742	0,0088	0,0014	0,8714 à 0,8771
M4D3	40	0,8224	0,0332	0,0053	0,8117 à 0,8331
M5D3	40	0,8773	0,0088	0,0014	0,8745 à 0,8802
M6D3	40	0,8716	0,0194	0,0031	0,8654 à 0,8778

**Tabela 2.** Sumário estatístico dos resultados de densidade básica para o alburno.

Tratamentos	Nº de Repetições	Média (g/cm³)	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	Intervalo de Confiança à 95% probabilidade
M1D1	40	0,6556	0,0184	0,0029	0,6497 à 0,6615
M2M1	40	0,6243	0,0170	0,0027	0,6189 à 0,6298
M3M1	40	0,6606	0,0195	0,0031	0,6544 à 0,6669
M4M1	40	0,6510	0,1220	0,0190	0,6120 à 0,6900
M5D1	40	0,6623	0,0197	0,0031	0,6560 à 0,6687
M6D1	40	0,6650	0,0517	0,0082	0,6485 à 0,6816
M1D2	40	0,6546	0,0162	0,0026	0,6494 à 0,6597
M2D2	40	0,6361	0,0157	0,0025	0,6311 à 0,6112
M3D2	40	0,6579	0,0158	0,0025	0,6528 à 0,6629
M4D2	40	0,5663	0,0403	0,0064	0,5534 à 0,5793
M5D2	40	0,6604	0,0160	0,0025	0,6553 à 0,6655
M6D2	40	0,6299	0,0308	0,0049	0,6201 à 0,6398
M1D3	40	0,6606	0,0170	0,0027	0,6552 à 0,6660
M2D3	40	0,6441	0,0180	0,0029	0,6383 à 0,6498
M3D3	40	0,6605	0,0171	0,0027	0,6550 à 0,6659
M4D3	40	0,6111	0,0232	0,0037	0,6036 à 0,6185
M5D3	40	0,6635	0,0171	0,0027	0,6580 à 0,6690
M6D3	40	0,6489	0,0216	0,0034	0,6420 à 0,6558

**Tabela 3.** Análise de variância dos tratamentos para o cerne.

Fonte de Variação	G. L.	QM	F
Métodos (M)	5	0,081177	85,99 *
Dimensões (D)	2	0,041319	43,77 *
Interação (M x D) (Tratamentos)	10 (17)	0,016374 (0,038369)	17,35 *
Resíduo	702	0,000944	

CV (%) = 3,58;

(\*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Análise de variância dos tratamentos para o alburno.

Fonte de Variação	G. L.	QM	F
Métodos (M)	5	0,04876	35,59 *
Dimensões (D)	2	0,02298	16,77 *
Interação (M x D)	10	0,01302	9,50 *
(Tratamentos)	(17)	(0,02470)	
Resíduo	702	0,00137	

CV (%) = 5,74;

(\*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Comparação de médias de densidade básica para o cerne.

Dimensões	M É T O D O S					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
D1	0,8708 a BC*	0,8353 a D	0,8694 a BC	0,8520 a CD	0,8718 a B	0,8960 a A
D2	0,8616 a A	0,8416 b B	0,8601 a AB	0,7537 b C	0,8633 a A	0,8730 b A
D3	0,8754 a A	0,8621 b A	0,8742 a A	0,8224 c B	0,8773 a A	0,8716 b A

(\*) As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra minúscula ou ao longo da mesma linha seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Comparação de médias de densidade básica para o alburno.

Dimensões	M É T O D O S					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
D1	0,6556 a A*	0,6243 a B	0,6606 a A	0,6506 a A	0,6623 a A	0,6650 a A
D2	0,6546 a A	0,6361 abAB	0,6579 a A	0,5663 b C	0,6604 a A	0,6299 ab B
D3	0,6606 a A	0,6441 b A	0,6605 a A	0,6111 c B	0,6635 a A	0,6489 b A

(\*) As médias, na mesma coluna, seguidas pela mesma letra minúscula ou ao longo da mesma linha seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



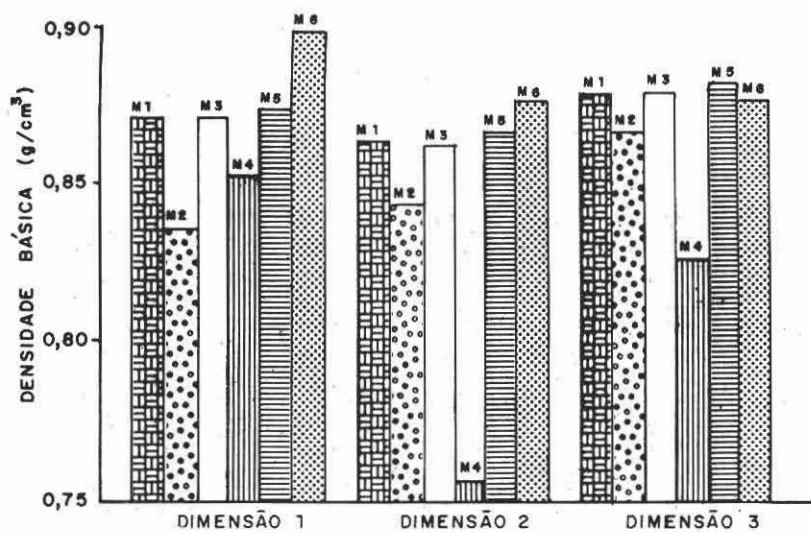


fig. 1. Médias de densidade básica do cerne comparando métodos dentro de dimensões.

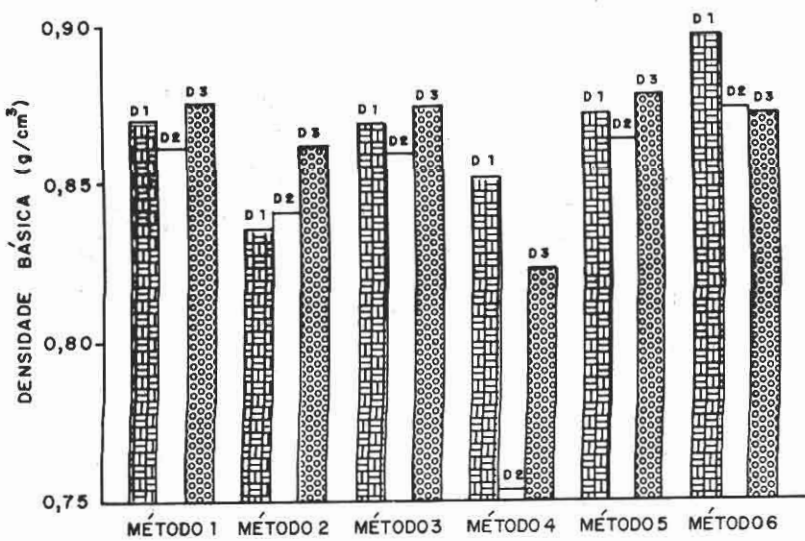


fig. 2. Médias de densidade básica do cerne comparando dimensões dentro de métodos.

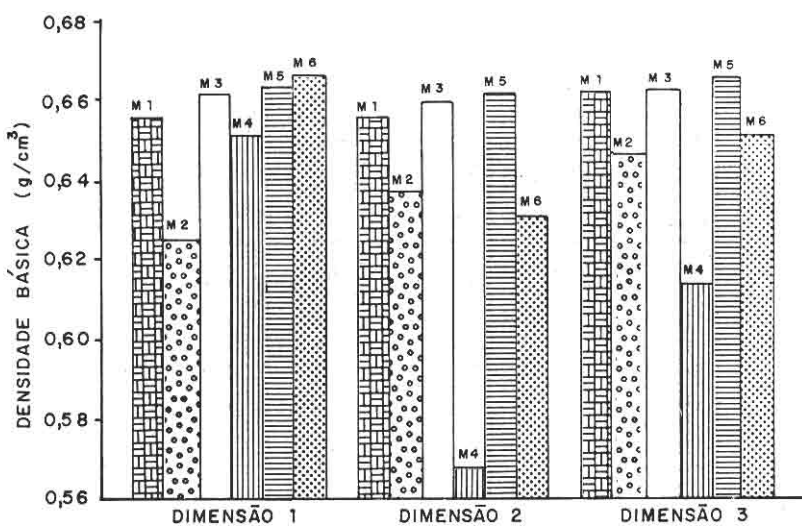


Fig. 3. Médias de densidade básica do albumo comparando métodos dentro de dimensões.

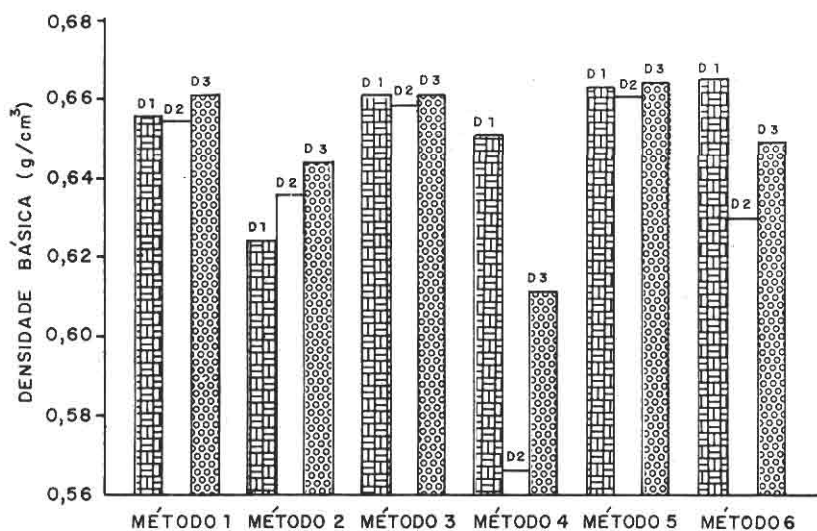


Fig. 4. Médias de densidade básica do albumo comparando dimensões dentro de métodos.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, verificou-se que os tratamentos M4 (método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em areia) e M6 (método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em água) para alburno e M4 para cerne, apresentaram-se com maior dispersão dos dados em torno da média, independentemente das dimensões dos corpos de prova utilizados. Nota-se que estes métodos tem repetibilidade inferior aos demais métodos estudados.

Pela análise de variância, tanto para cerne quanto para alburno, verificou-se que houve efeito significativo para método (M) de densidade básica e dimensões (D) de corpos de prova pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade. A interação entre métodos e dimensões também apresentou significância estatística, razão pela qual fez-se o seu desdobramento utilizando-se o teste de Tukey para comparação das médias.

Para cerne e alburno, os métodos M<sub>1</sub> (método de imersão baseado na variação do peso de líquido), M<sub>3</sub> (método de imersão-baseado na variação do peso da amostra) e M<sub>5</sub> (método do máximo teor de umidade) não sofreram influência significativa das dimensões dos corpos de prova. Isto era esperado, uma vez que alguns autores sugerem estes métodos de determinação de densidade básica como de boa precisão e de boa aceitabilidade. Quando foi variada a dimensão dos corpos de prova e variou-se os métodos de densidade básica, observou-se um comportamento bem diferenciado entre estes.

A medida que aumentou-se a dimensão dos corpos de prova houve tendência dos métodos estimarem a densidade básica com médias semelhantes. sendo, somente o método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em areia diferiu dos demais métodos na maior dimensão utilizada, a dimensão D3, independentemente do material empregado.

O método de medição direta do volume por paquímetro e o método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em água tenderam a subestimar a densidade básica média em relação aos demais métodos testados para ambos os materiais utilizados no trabalho.

No geral, os métodos de densidade básica que determinam diretamente o volume das amostras de madeiras tiveram menor precisão, forneceram dados mais dispersos e foram influenciados pelas dimensões dos corpos de provas empregados. Estes foram M2, M4 e M6, respectivamente, método de medição direta do volume por paquímetro, método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em areia e método de medição direta do volume por cilindro graduado-corpo de prova imerso em água. Já os métodos de determinação da densidade básica M1, M3 e M5, respectivamente denominados método de imersão-baseado na variação do peso líquido; método de imersão-baseado na variação do peso da amostra e método do máximo teor de umidade, foram os mais precisos, os de melhores repetibilidades, iguais estatisticamente e não sofreram influência das dimensões dos corpos de provas empregados neste estudo.

## SUMMARY

A comparative study of six methods for determination of basic specific gravity (green volume basis) was accomplished. These methods were: a) immersion or displacement - based on the weight of the fluid displaced (M1); b) measurement of the wood specimen dimensions using a caliper (M2); c) immersion - based on the weight variation of the specimen (M3); d) determining volume by the difference in the sand level in a graduated cylinder (M4); e) maximum moisture content (M5); f) determining volume by the difference in the water level in a graduated cylinder. Jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) was the tropical hardwood species used in this study. A total of 240 specimens were used in this study with 120 cut from heartwood and 120 from sapwood.

Methods M1, M3 and M5 were statistically more precise than the other methods investigated. These three methods showed statistically similar results, better repeatability, and were not influenced by dimensions of the specimens.

## Referências bibliográficas

- American Society for Testing and Materials/ASTM - 1965. **Standard methods of testing small clear specimens of timber ASTM Designation. D-143-52.** Philadelphia. ASTM. p. 51-73.
- Associação Brasileira de Celulose e Papel/ABCP - 1974. **Normas de Ensaios. M-14-74.** São Paulo.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas/ABNT - 1940. **Método Brasileiro. MB-26-40.** São Paulo. 15 p.
- Brotero, T. A. - 1956. Métodos de ensaios adotados pelo I.P.T. para o estudo de madeiras nacionais. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Boletim (31):1-61.**
- Browning, B. L. - 1967. **Methods of wood chemistry.** New York, Interscience. 364 p.
- Comision Panamericana de Normas Técnicas/COPANT - 1971. **Maderas-métodos de determinación del peso específico aparente.** COPANT, 30:1-004. Copant.
- Foelkel, C. E. B.; Brasil, M. A. M.; Barrichelo, L. E. G. - 1971. Método para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF, Piracicaba, (2-3):65-74.**
- Hellmeidter, J. C. - 1981. **Determinação das características físicas da madeira.** São Carlos, Tese de Doutorado - UFSCAR. 117 p.
- Loureiro, A. & Alencar, J. C. - 1979. **Essências madeireiras da Amazônia.** v. 1. 245 p.
- Mitchell, H. L. - 1960. Development of an adequate concept of wood quality for the guidance of geneticists and forest managers. **In: Proceeding of the World Forestry Congress.** Proceedings, Washington. v. III, p. 1341-1348.
- Panshim, A. J. & Zeeuw, C. - 1982. **Textbook of wood technology.** 4 ed. New York, McGraw Hill. 722 p.
- Silva, J. C. - 1984. **Parâmetros da densidade na qualidade da madeira.** ESALQ, Piracicaba. 82 p. [Mimeografado].

Smith, D. M. - 1954. **Maximum moisture content method for determining specific gravity of small samples.** Madison, Forest Products Laboratory. 8 p. (Report 2014).

Technical Association of the Pulp and Paper Industry/TAPPI - (s.d.). Basic density and moisture content of pulpwood. TAPPI Designation: T. 258 os-76. **In: Tappi Standards Methods.** Atlanta, TAPPI. 5 p.

Vital, B. R. - 1984. Métodos de determinação da densidade da madeira. **SIF, Boletim Técnico, Viçosa, 1:1-21.**

(Aceito para publicação em 12.01.1990)