

Comparação do fator de empilhamento sob diferentes condições para madeira de *Eucalyptus grandis*

A comparison of wood piling factor under different conditions for *Eucalyptus grandis* wood

Gerson dos Santos Lisboa¹
Andrea Nogueira Dias²
Alvaro Felipe Valerio³
Raul Silvestre⁴

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo comparar os fatores de empilhamento obtidos em três métodos distintos de empilhamento: 1) empilhamento em cima do caminhão; 2) empilhamento mecânico no pátio da fábrica e 3) empilhamento manual no pátio da fábrica. Os dados empregados são originários de um plantio de *Eucalyptus grandis*, visando à produção de celulose e pertencente ao GRUPO LWART, situado no município de Lençóis Paulista, SP, cortado aos sete anos de idade através do sistema semi-mecanizado. Foram analisados dados provenientes de vinte pilhas de madeira, formadas por toras de 2,80 m de comprimento e diâmetro mínimo de 6,0 cm. O fator de empilhamento de cada pilha (F_E) foi obtido pela relação entre o volume da pilha em metros estéreos (st) e o correspondente volume sólido em metros cúbicos (m^3). O volume sólido (m^3) foi obtido pelo método de Smalian. Para calcular o volume estéreo (st) para três diferentes métodos de empilhamento foi utilizada uma régua graduada para medir a altura, a largura e o comprimento da pilha. Os três métodos de empilhamento foram comparados estatisticamente a partir de uma análise de variância, considerando um delineamento inteiramente

-
- 1 Engenheiro Florestal; Mestrando em Manejo Florestal na Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO; E-mail: gerson.lisboa@gmail.com.br
 - 2 Dr^a. Engenheira Florestal; Professora do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO; E-mail: andias@irati.unicentro.br
 - 3 Engenheiro Florestal; Mestrando em Manejo Florestal da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, E-mail: alvarofvalerio@yahoo.com.br
 - 4 Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO; E-mail: silvestrefloresta@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 06/07/2007 e aceito em 28/08/2008

Ambiência Guarapuava, PR v.5 n.1 p.81 - 91 Jan./Abr. 2009 ISSN 1808 - 0251

casualizado, onde os métodos foram considerados tratamentos e as pilhas repetições. Na ocorrência de diferenças significativas entre tratamentos, o teste Tukey foi utilizado para comparar suas médias, considerando um nível de 5% de significância. A análise estatística indicou diferenças significativas entre o método de empilhamento manual ou tratamento 3, dos demais métodos, ou seja, método do empilhamento em cima do caminhão e método de empilhamento mecânico. Conclui-se então, que é errôneo aplicar um fator de empilhamento médio, se houver diferentes formas de empilhar a madeira.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*; volume empilhado; teste de Tukey.

Abstract

The research objective has been to compare the wood piling factors obtained from three distinct methods: 1) piling up on the truck; 2) mechanical piling up of the wood at the factory patio; 3) manual piling up at the factory patio. The examined data are from a *Eucalyptus grandis* forest for cellulose production, which is owned by the GRUPO LWART, located at the city of Lençóis Paulistas – São Paulo. The seven-year-old trees were cut through the semi-mechanized system. The data was collected from twenty stacks of wood, made up with logs of 2,80 m of length and a minimum diameter of 6,0 cm. The piling factor (PF) of each stack was obtained from the relation between the stereometric volume of the stack (st) and the correspondent volume in cubic meters (m³). The solid volume (m³) was figured through the Smalian method. In order to calculate the stereometric volume (st) of the three different methods of piling up, a marked ruler was used to measure the height, width and length of the stack. The three piling up methods were compared statistically on the basis of variance analysis, considering a distribution entirely at random, with the methods taken as treatments and the stacks as repetitions. When significant differences between treatments were found, the Tukey test was used to compare their averages, considering a mean of 5%. The statistical analysis indicated significant differences between the method of manual piling up (treatment 3) and the other methods, namely, the piling up on the truck method and the mechanical piling up method. It may be concluded that it is wrong to apply an average factor of piling up when there are different forms of piling up the wood.

Key words: *Eucalyptus grandis*; stack volume; Tukey test.

Introdução

O volume sólido de uma pilha de madeira pode ser obtido ou a partir da cubagem rigorosa, ou através do uso do xilômetro (HUSCH et al., 1972; SCOLFORO e FIGUEIREDO FILHO, 1992). Contudo esses métodos tornam-se inconvenientes quando as pilhas de madeira ou as dimensões das toras são grandes, acarretando grande dispêndio de mão-de-obra e tempo para a execução do trabalho (BERTOLA et al., 2003). Uma forma prática de estimar o volume sólido de madeira empilhada é a partir da mensuração das dimensões da pilha, que permite a obtenção do volume em metro estéreo (st). Este volume (st) pode ser convertido em volume sólido de madeira (m³) através de um fator de correção denominado de fator de empilhamento (F_E) (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003).

A medida, “estéreo” é uma medida de volume que corresponde a um metro cúbico (1m³ ou 1 kilolitro) e sua criação data de 1798 no início da implantação do sistema métrico na França (BATISTA e COUTO, 2002).

O volume em metro estéreo (st) é um meio muito utilizado na comercialização de madeira para indústria de celulose, chapas e energia. Sua aplicação se deve principalmente à praticidade e à objetividade com que as medidas podem ser tomadas em campo com um mínimo de tecnologia, necessitando apenas de uma trena ou vara graduada para se medir pilhas de madeira. No entanto, fatores como o diâmetro e o comprimento das toras, a espessura da casca, a forma de empilhar, a espécie, a idade das

árvores, entre outros, afetam o volume de madeira empilhada, de tal forma que a utilização de um fator médio resulta, às vezes, em erros nas estimativas (ZON, 1903; ASSOCIATION OF FOREST ENGINEERS FOR THE PROVINCE OF QUEBEC, 1928; SCHNUR, 1932).

Carrillo et al. (1985) encontraram diferenças-significativas entre o fator de empilhamento de diferentes classes de diâmetro. As diferenças chegam a 64% quando se usa um fator de empilhamento inadequado para cada classe de diâmetro.

Os métodos de recebimento e pagamento de madeira que utilizam como variável de controle o volume em estéreo (st) vêm sendo bastante questionados, principalmente devido a uma aparente imprecisão causada por fatores como: diferentes sistemas de empilhamento (manual ou mecânico), tipo de transporte e dificuldade em se atribuir correções (descontos) para cargas mal empilhadas (BERTOLA et al., 2002).

Dessa forma, este estudo tem como objetivo comparar os fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis*, através de três métodos de empilhamento: madeira empilhada em cima do caminhão, madeira empilhada mecanicamente no pátio da fábrica e empilhamento manual.

Materiais e Métodos

Área de estudo

O Grupo LWART é um complexo industrial de iniciativa privada estabelecido no município de Lençóis Paulista (SP) desde 1975. Formado

por três empresas, o Grupo mantém negócios nos setores de refino de óleos lubrificantes, fabricação de produtos asfálticos, reflorestamento de eucalipto e produção de celulose, gerando mais de dois mil empregos diretos e indiretos na região.

A topografia da área está situada no chamado Planalto Ocidental (EITEN, 1970). Este abrange regiões a noroeste das Cuestas Basálticas, com relevo uniforme, composto por uma sucessão de campos ondulados. A altitude, de acordo com Pinheiro et al. (2002), varia entre 510 e 540m.

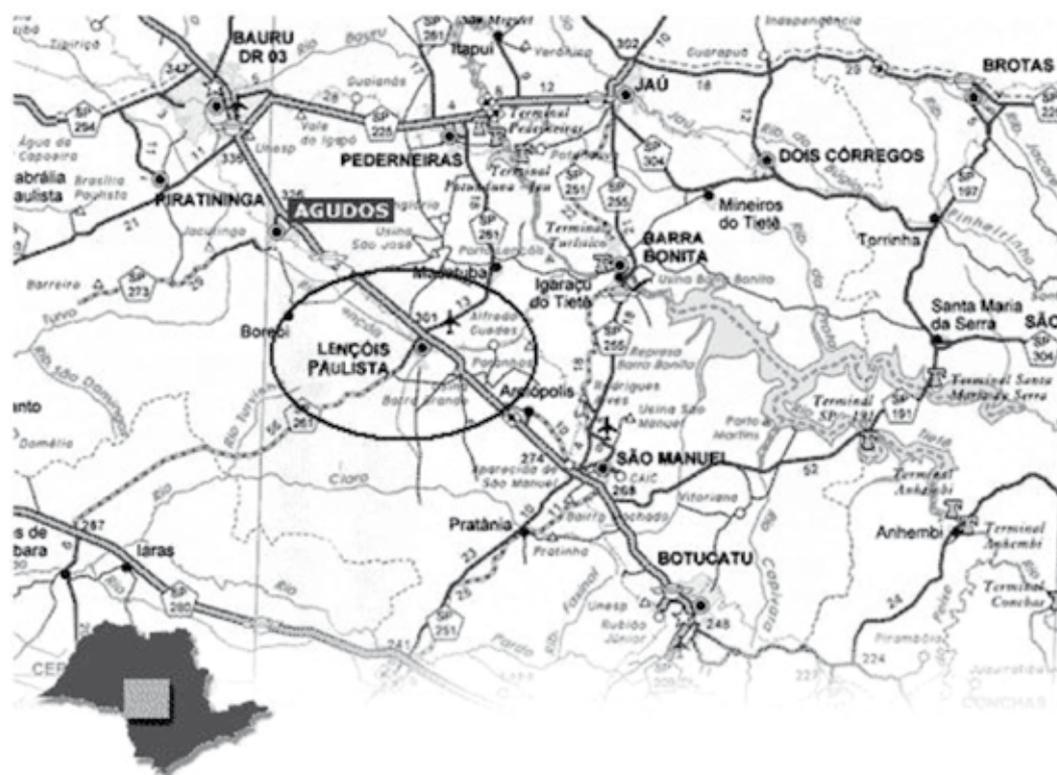
O clima da região, conforme a classificação de Köppen é temperado macrotérmico, moderadamente chuvoso,

de inverno seco e não rigoroso (Cwag³). O solo está classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Fase Arenosa (COMISSÃO DE SOLO, 1960).

A vegetação, de acordo com a classificação proposta por Veloso et al. (1991), apresenta-se composta por Savana (Cerrado), com predomínio de Savana Estacional Florestada, com mata de galeria, Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (mata de brejo) e Floresta Estacional Semidecidual Submontana. A Savana Florestada ocupa a maior parte da área, sendo as outras fisionomias desta vegetação pouco evidentes.

A figura 1 mostra a localização do município de Lençóis Paulista e os

Figura 1. Localização do município de Lençóis Paulista



Fonte: Prefeitura de Agudos

municípios vizinhos em que a empresa possui seus reflorestamentos.

A área onde foram coletados os dados pertence às Fazendas Namedina e Nova América, respectivamente com 1392,6 e 1081,59 hectares plantados. Estes dados foram provenientes de madeira de *Eucalyptus grandis* com sete anos de idade, implantados no espaçamento de 3,80 m x 2,10 m.

Obtenção dos dados

Para a realização deste estudo foram selecionadas, aleatoriamente, toras de 2,80 m de comprimento e diâmetro mínimo, na ponta, de 6 cm. Essas toras eram provenientes de diferentes talhões das áreas de estudo.

Foram testados três métodos distintos de empilhamento de toras: 1) empilhamento em cima do caminhão; 2) empilhamento mecânico no pátio da fábrica e 3) empilhamento manual no pátio da fábrica.

No método empilhamento em cima do caminhão utilizou-se o carregador florestal para construção das pilhas de madeira. No método empilhamento mecânico no pátio da fábrica, o caminhão

foi descarregado utilizando-se o carregador florestal para construção das pilhas, no pátio com piso de concreto, e no método empilhamento manual no pátio da fábrica, as pilhas empilhadas mecanicamente foram novamente empilhadas de forma manual. Para se efetuar o empilhamento mecanizado e manual, foram colocadas escoras de ferro nas extremidades da pilha de madeira e, em seguida, efetuado o descarregamento facilitando a montagem e evitando que a madeira rolasse ou causasse algum acidente. Cada pilha de madeira que foi empilhada por um dos métodos de empilhamento, era medida e, em seguida, desmontada e montada novamente para medição pelos outros métodos de empilhamento.

No empilhamento em cima do caminhão foram utilizados dois modelos: 1) caminhão do tipo Carreta três eixos com 18,60 m de comprimento no qual foram empilhadas quatro pilhas de madeira; e 2) caminhão do tipo Bi-trem com 19,80 m, no qual foram empilhadas cinco pilhas de madeira, sendo a largura dos caminhões variável de 2,32 m a 2,40 m (Figura 2).

Figura 2. Ilustração do empilhamento em cima dos caminhões: Carreta três eixos (a) e Bitrem (b) carregados com as pilhas de madeira



(a)

(b)

Fonte: Os autores

Para cada método de empilhamento foram construídas vinte pilhas. Na medição de cada pilha, obteve-se o volume sólido (m³) e o volume em estéreo (st). O volume sólido (m³) foi obtido pela cubagem rigorosa das toras, utilizando o método de Smalian, ou seja, medindo-se os diâmetros das extremidades das toras (Figura 3), utilizando-se uma suta de 40 cm. Neste método, o volume foi calculado a partir da área transversal média multiplicada pelo comprimento de cada tora.

V=Volume da tora (seção)
 g₁=área transversal na base da tora
 g₂=área transversal no topo da tora
 l=comprimento da tora

Para calcular o volume estéreo (st), foram medidas as dimensões das pilhas como, altura, largura e comprimento (H x L x C), sendo este mesmo procedimento empregado para os três métodos, empilhamento em cima do caminhão, mecanizado no pátio da fábrica e manual.

A altura do empilhamento, para os três métodos, foi obtida medindo-se as pilhas de madeira em diferentes pontos,

visto que nem sempre o empilhamento era uniforme, sendo essas realizadas em seis pontos diferentes com três medições de cada lado da pilha de madeira, utilizando-se a média das alturas, conforme ilustra a figura 4.

Fator de conversão

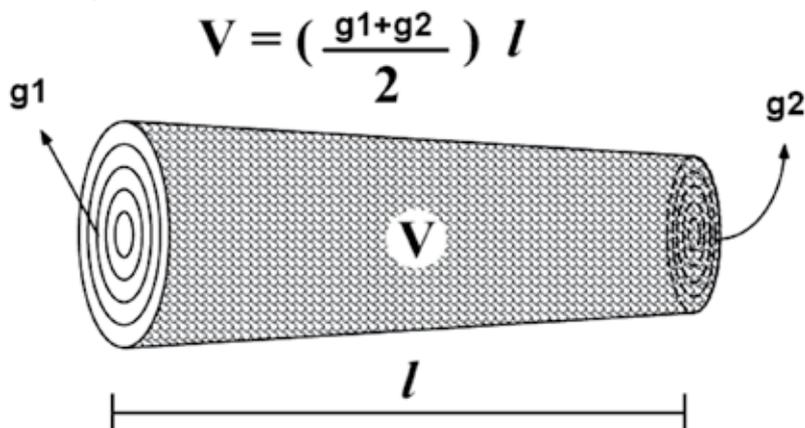
Segundo Machado e Figueiredo Filho (2003), a obtenção do volume empilhado a partir do volume sólido ou vice-versa, é feita através de um fator de conversão, denominado de Fator de Empilhamento (F_E), o qual é dado por

$$F_e = \frac{\text{Volume empilhado}}{\text{Volume sólido}} \geq 1$$

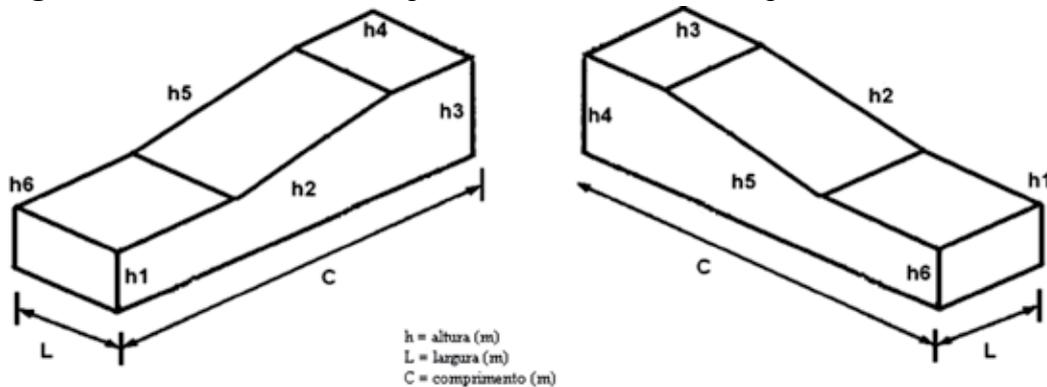
Dessa forma, para converter o volume de madeira empilhada em estéreo (st), em volume sólido (m³), o que denominamos de Fator de Cubicação (F_C), que representa o inverso do Fator de Empilhamento, que é dado por:

$$F_c = \frac{\text{Volume sólido}}{\text{Volume empilhado}} \leq 1$$

Figura 3. Ilustração do cálculo do volume sólido através do método de Smalian



Fonte: Machado e Figueiredo Filho, 2003

Figura 4. Média das alturas da pilha de madeira obtida em pontos diferentes

Fonte: Os autores

Análise estatística

Foi empregado o método de Bartlett para testar a homogeneidade das variâncias dos tratamentos, sendo $H_0: \sigma^1 = \sigma^2 = \sigma^3 = \sigma^4$ e $H_1: \text{não } H_0$. A comparação estatística entre os resultados dos três métodos de empilhamento foi realizada por meio de uma análise da variância, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em que: $H_0: m_1 = m_2 = m_3 = m_4$ e $H_1: \text{não } H_0$. Os métodos foram considerados como tratamentos

e cada pilha de madeira como uma repetição do tratamento, totalizando 60 unidades de amostra (3 tratamentos x 20 pilhas). Havendo diferença significativa, procedeu-se ao teste de comparação de médias, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

Os resultados referentes às estatísticas dos valores de volume (m^3), volume (st) e fator de empilhamento,

Tabela 1. Estatísticas dos volumes (m^3), volumes (st) e fatores de empilhamento para as três diferentes condições de empilhamento de toras de *Eucalyptus grandis*

Estatísticas	Volume (st)			Volume (m^3) Cubagem	Fator de empilhamento		
	Método 1 (Caminhão)	Método 2 (Mecânico)	Método 3 (Manual)		Método 1 (Caminhão)	Método 2 (Mecânico)	Método 3 (Manual)
Média	18,37	18,29	16,94	12,41	1,48	1,48	1,37
S	0,52	1,46	1,08	0,73	0,08	0,12	0,09
CV (%)	2,85	7,97	6,93	5,91	5,34	8,36	6,34
IC (95%)	[18,12 18,61]	[17,60 18,97]	[16,43 17,45]	[12,07 12,75]	[1,45 1,52]	[1,42 1,53]	[1,33 1,41]
Min.	17,44	15,57	15,57	10,93	1,34	1,26	1,23
Max.	19,60	20,94	19,54	13,76	1,63	1,73	1,53
n	20	20	20	20	20	20	20

Fonte: Os autores

Nota: s = desvio padrão; CV(%) = coeficiente de variação; IC (95%) = intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade; Min = valor mínimo; Max = valor máximo e n = número de pilhas.

obtidos para os diferentes métodos de empilhamento são apresentados na tabela 1.

Os resultados da tabela 1 mostram que houve variações em torno de 7% no volume em metro estéreo (st) entre o método manual de empilhamento em relação aos outros métodos.

O valor médio obtido para o fator de empilhamento dos diferentes métodos foi de 1,44 variando de 1,23 a 1,7. Segundo Cailliez (1980) apud Batista e Couto (2002) esses valores estão praticamente dentro do intervalo de variação possível de 1,25 a 2,22 e que pode ocasionar erros de até 78% na estimativa final.

Os resultados encontrados se assemelham aos estudos realizados por Torquato (1983) que mostraram a influência do comprimento das peças e do sistema de empilhamento (mecânico ou manual) no fator de empilhamento, onde foram identificadas variações de 58% no resultado final do volume de madeira empilhada.

Um estudo detalhado sobre os fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis* realizado por Paula Neto et al. (1993), avaliando o comportamento do fator de empilhamento para quatro densidades diferentes de plantio, considerando empilhamento de toras de mesma classe diamétrica e toras pertencentes a diversas classes de diâmetro, concluiu que o fator de empilhamento médio obtido para todas as densidades estudadas, independentemente das classes de DAP e de toras, foi igual a 1,3324, diferente daquele normalmente adotado na prática de 1,43, o que acarreta um erro de 7,3%, sendo necessário em torno de mais 7% de volume empilhado, em estéreos, para completar 1m³ de sólido.

Para *Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish (Candeia), Scolforo et al. (2004) determinaram um fator de empilhamento médio de 1,9087, variando de 1,68 a 2,16, mostrando-se decrescente com o aumento das classes de diâmetro. Nesse sentido, Carrillo et al. (1985) encontraram diferenças significativas entre o fator de empilhamento de diferentes classes de diâmetro, onde o uso inadequado para a classe de diâmetro acarretou diferenças de até 64%.

Paton (1984) encontrou, em estudos para a determinação do fator de cubicação para *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), um fator de cubicação médio de 0,615, com variação de 0,602 até 0,629, o que corresponde a um fator de empilhamento médio de 1,6260, com variação de 1,6611 até 1,5898.

O teste de Bartlett, aplicado ao presente experimento, confirmou a hipótese (H₀) de que as variâncias dos tratamentos são homogêneas e que, portanto, pode-se proceder à análise de variância (Teste de Bartlett : 1,08387, P-Valor = 0,106145).

A partir dos valores dos fatores de empilhamento obtidos foi possível aplicar a análise de variância, efetuando, assim, a comparação dos F_E obtidos pelos três métodos de empilhamento de madeira de *Eucalyptus grandis*. Os tratamentos foram definidos como os métodos, sendo então testados, três tratamentos com vinte repetições (pilhas de madeira) cada um. Na tabela 2 são apresentados os resultados da análise de variância que, de acordo com o valor do F calculado maior que o F crítico, demonstra que pelo menos um dos métodos de empilhamento difere dos demais.

Tabela 2. Resultado da análise de variância dos métodos de empilhamento

<i>Fonte de variação</i>	<i>Gl</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>F</i>	<i>F tabelado</i>
Tratamento	2	0,1756	0,0878	9,10*	3,15
Residuo	57	0,5500	0,0096		
Total	59				

Fonte: Os autores

Nota: * significativo ao nível de 5 % de significância.

Ao se rejeitar a hipótese H_0 , conclui-se que houve diferenças estatísticas entre os métodos de empilhamento. Assim, para verificar quais os tratamentos que apresentaram diferenças estatísticas significativas foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (Tabela 3), onde se constatou a existência de diferença significativa entre os tratamentos.

Constatou-se, a partir do Teste de Tukey, a existência de diferença significativa entre os tratamentos. Quando se observa a tabela 2, percebe-se que o Tratamento 3, ou seja, Empilhamento manual, difere dos Tratamentos 1 - Método do empilhamento em cima do caminhão e do Tratamento 2 - Método de empilhamento mecânico. Essa diferença encontrada entre os métodos de empilhamento era esperada porque no método manual, o empilhamento é feito de forma mais cuidadosa, diminuindo os espaços vazios entre as toras. No entanto, esse procedimento é viável economicamente.

Considera-se que, a utilização de um fator de forma médio, sem levar em conta o processo de empilhamento, pode gerar erros de estimativa do volume.

Couto e Bastos (1988), em estudo desenvolvido com o gênero *Eucalyptus* spp., encontraram um fator de empilhamento médio de 1,26, sendo esse, mais aproximado ao determinado pelo método manual de empilhamento (1,36). Os mesmos autores, fazendo comparação entre as espécies de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*, encontraram valores muito próximos entre seus fatores de empilhamento, porém, não devemos generalizar os resultados obtidos para outras espécies a não ser a considerada neste estudo.

Conclusões

A análise estatística indicou diferenças significativas entre o Método de empilhamento manual (Tratamento 3), dos demais métodos, ou seja, Empilhamento em cima do caminhão e

Tabela 3. Resultados das comparações dos métodos de empilhamento pelo Teste de Tukey a 5% de significância, dos fatores de empilhamento

Tratamentos	Repetições	Médias	Tukey (5%)
T1	20	1,485	a
T2	20	1,476	a
T3	20	1,366	b

Fonte: Os autores

Nota: T1 – empilhamento em cima do caminhão; T2 – empilhamento mecânico; T3 – empilhamento manual.

Empilhamento mecânico. Portanto, não se deve aplicar um fator de empilhamento médio, se houver diferentes formas de empilhar a madeira.

A utilização de um fator de empilhamento médio para a conversão do volume estéreo para volume sólido,

sem se levar em conta, a forma de empilhamento, pode gerar erros nas estimativas, devido a fatores como, a variabilidade do volume sólido ou massa de madeira numa pilha, de acordo com o método de empilhamento, como foi observado no trabalho.

Referências

ASSOCIATION OF FOREST ENGINEERS FOR THE PROVINCE OF QUEBEC. Studies of the board foot, cubic foot and cord units of wood measurement. *Journal of Forestry*, v. 27, p. 913-928, 1928.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. Artigo Técnico “O Estéreo”. Laboratório de Métodos Quantitativos do Depto de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo – Outubro/ 2002.

BERTOLA, A.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, J. C. Uso de fotografias digitais para quantificar o volume sólido de madeira empilhada. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 35., 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 14 a 17 de Outubro, 2002.

BERTOLA, A.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, J. C.; LEITE, H. G. Determinação de fatores de empilhamento através do *software* digitara. *Revista Árvore*, Viçosa, v.27, n.6, p.837-844, 2003.

CARRILO, E. G.; AYALA, E. F.; LEON, T. J. A. Comparacion de coeficientes de apilamiento para brazuelo determinados em funcion del diámetro de lãs ramas, *Boletim Técnico INIF*, México, v. 103, p. 1-13, 1985.

COMISSÃO DE SOLO. Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. *Boletim nº 12*. Serviço Nacional de Pesquisas Agrônômicas, Rio de Janeiro, 1960.

COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. Fator de empilhamento para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. *Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF*, Piracicaba, n. 38, p. 23-27, abr. 1988.

EITEN, G. Vegetação do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Botânica*. São Paulo, v.7, p. 1-27, 1970.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. *Forest mensuration*. 2nd. New York: Hohn Willey & Sons, 1972. 410 p.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. Curitiba: [s.n.] 2003. 309 p.

MACIEL, R. Recebimento de madeira por peso: problemas e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2., 1984. *Anais...* Piracicaba, IPEF, p. 51-55, 1984.

PATON, P. S. Estimativa de volumes individuais expressos em metro cúbico sólido e estéreo, para bracinga *Mimosa scabrella* Benth: em povoamentos naturais maduros. 1984. 118 f. Dissertação (Mestrado em engenharia florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PAULA NETO, F.; REZENDE, A. V.; CAMPOS, J. C. C.; REZENDE, J. L. P. Análise do comportamento dos fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.17, n.1, p. 45-59, 1993.

PINHEIRO, M. H. O., MONTEIRO, R.; CESAR, O. Levantamento fitossociológico da floresta estacional semidecidual do Jardim Botânico de Bauru. *Naturalia*, São Paulo, v. 27, p. 145-164, 2002.

PREFEITURA DE AGUDOS. Localização - Prefeitura Municipal de Agudos. Disponível em: <<http://www.agudos.sp.gov.br/images/mapa.gif>>. Acesso em: 03 dez. 2007.

SCOLFORO, J. R. S.; MELO, J. M.; PÉREZ, J. F. M.; OLIVEIRA, A. D.; CAMOLESI, J. F.; BORGES, L. F. R.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). *Revista Cerne*, Lavras, v. 10, n. 1, 87-102, jan/jun. 2004.

SCOLFORO, J. R.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Mensuração florestal 2: volumetria*. Lavras: ESAL/FAEPE. p. 106-114, 1992.

SCHNUR, G. L. Converting factors some stacked cords. *Journal of Forestry*, Bethesda, n. 30, p. 814-820, 1932.

TORQUATO, M. C. Fator de empilhamento: implicações técnicas na medição da madeira empilhada. *Silvicultura*, São Paulo, n. 8, v. 30, p. 230-233, 1983.

ZON, R. Factors influencing the volume of solid wood in the cord. *Quartely Journal of Forest*, n. 1, p. 126-133, 1903.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, 1991.