

INFLUÊNCIA DO DESBASTE EM PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden*

Israel Luiz de LIMA**
José Nivaldo GARCIA***

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira numa população de *E. grandis*, aos 18 anos de idade. De acordo com os resultados, pode-se concluir que as diferentes intensidades de desbaste não influenciaram, significativamente, nas propriedades em estudo, com exceção da densidade básica, para a qual ocorreu diferença entre as intensidades 67% e 75%. De maneira geral, verificou-se tendência de diminuir os valores dessas propriedades físicas e mecânicas, com intensidade de desbaste maiores. Quando se avaliou a variação medula-casca para densidade básica, resistência à compressão paralela às fibras e massa específica, a posição mais próxima da casca apresentou os maiores valores destas propriedades, enquanto para variável retração volumétrica não foi observada diferença significativa entre a posição mais próxima da casca e posição da medula. Observou-se, também, que ocorreram altas correlações positivas entre massa específica e densidade básica e resistência à compressão paralela às fibras.

Palavras-chaves: *Eucalyptus*; desbastes; propriedades físicas e mecânicas; qualidade da madeira.

1 INTRODUÇÃO

Entre as técnicas silviculturais de manejo de florestas, com objetivo de produzir madeira para processamento mecânico, destaca-se o desbaste. O desbaste é definido como cortes parciais feitos em povoamentos florestais imaturos que têm como objetivo produzir madeira em maior quantidade e melhor qualidade. Um dos métodos de desbaste, que se destaca pelos resultados em termos de produtividade volumétrica, é o método CCT (Correlated Curve Trend). Segundo Marsh (1957), esse método foi introduzido por Craib (1933) e

ABSTRACT

The purpose of this work was to verify the influence of thinning on physical and mechanical properties of the wood within an 18-year-old population of *E. grandis*. According to the results, it was able to conclude that a different intensity in thinning did not influence significantly the properties under study, except for the basic density, where a difference between 67% and 75% intensity occurred. In general, it was found out that there was a tendency of they reduce the values of the physical and mechanical properties under a higher intensity of thinning. When the pith to bark variation was assessed, the parallel compression, the specific mass, and the position of the bark showed the highest values of those properties whereas for the shrinkage significant difference was not observed between the closest position of the pith and position of the bark. It was also observed the occurrence of a high positive correlation between the specific mass, basic density, and the compression parallel to the grain.

Key words: *Eucalyptus*; thinning; physical and mechanical properties; wood quality.

formulado, detalhadamente, por O'Connor (1935), e aplicado nos últimos 50 anos na África do Sul. O método consiste no estabelecimento progressivo de oito tratamentos representando as densidades populacionais de 100%, 50%, 33,3%, 25%, 16,7%, 12,5%, 8,3% e 4,2%, os quais permanecerão até o final da rotação. O princípio básico do método é evitar que o povoamento entre em competição, permitindo, portanto, que as árvores cresçam livremente em ritmo acelerado, podendo resultar em madeira mais homogênea e estável, além de maiores volumes finais de madeira. Maiores detalhes do método estão em: Hiley (1959), Luz *et al.* (1993) e Lima (2000).

(*) Aceito para publicação em novembro de 2005.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-070, São Paulo, SP, Brasil

(***) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

De uma maneira geral, as pesquisas de desbaste normalmente apresentam resultados em termos de produtividade volumétrica e pouco, ou quase nada, em termos de qualidade da madeira é apresentado. Isso pode, muitas vezes, acarretar transtorno, pois uma árvore pode se apresentar fenotipicamente com excelente forma para processamento mecânico, mas quanto à qualidade pode deixar a desejar.

Entre as características mais importantes das árvores, quanto à qualidade de uso da madeira para processamento mecânico, as propriedades físicas e mecânicas da madeira podem indicar o uso mais propício das mesmas.

Poucos resultados e algumas controvérsias, a respeito dos efeitos dos desbastes sobre as propriedades físicas e mecânicas das madeiras são encontrados na literatura, principalmente sobre o gênero *Eucalyptus*.

Malan (1988), em um estudo com *Eucalyptus grandis*, verificou que a densidade básica teve um aumento acentuado no sentido medula-casca, especialmente na região de transição de madeira juvenil para madeira adulta. O autor também verificou que a densidade comumente aumenta com a altura, embora um declínio inicial pode, algumas vezes, estar presente.

Wilkins & Horne (1991) compararam vários tratamentos silviculturais, entre eles desbaste mais aração, em uma população de *E. grandis* aos 9,5 anos de idade. Verificaram que os desbastes tendem a causar uma diminuição na densidade da madeira.

Bamber *et al.* (1982) realizaram um estudo comparando a densidade básica e algumas propriedades anatômicas das madeiras de duas populações de *E. grandis* de 2,5 anos de idade, sendo uma com crescimento lento, que não sofreu tratamentos silviculturais, e a outra com crescimento rápido, que sofreu a combinação dos tratamentos: preparo de solo, fertilização e controle de ervas daninhas e pragas. As árvores que obtiveram um crescimento mais rápido apresentaram os valores da densidade básica e comprimento das fibras maiores, e ainda um percentual volumétrico de raio maior. As árvores que tiveram um crescimento mais lento obtiveram maior diâmetro da fibra e maior espessura da parede das mesmas, além disso, apresentaram um diâmetro do vaso maior e frequência também maior.

Malan & Hoon (1992) estudaram o efeito do desbaste em uma população de *E. grandis*, com 34 anos, através do CCT, testando diferentes séries de intensidade de desbastes e concluíram que: os desbastes gradativos reduziram a variação medula-casca da densidade básica. A representação desses resultados se encontra na FIGURA 1, os mesmos demonstram que é possível se obter madeira mais homogênea através da prática de desbastes.

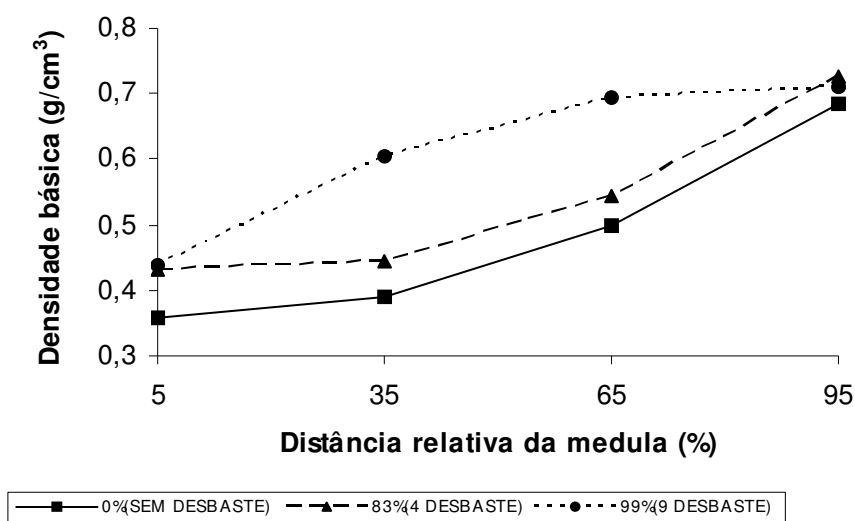


FIGURA 1 – Gráfico de densidade básica *versus* distância da medula, para *E. grandis*, aos 34 anos. Fonte: Malan & Hoon (1992).

Luz *et al.* (1993) apresentaram alguns resultados de propriedades físicas e mecânicas em duas populações de *E. grandis*, com idades diferentes, uma aos 14 anos manejada pelo método CCT e outra aos 7 anos, com manejo tradicional para chapa de fibras, sem desbaste. Os resultados comprovaram o efeito do desbaste e da idade nas propriedades físicas e mecânicas da madeira, ou seja, houve um aumento dos valores das propriedades com o aumento da idade e desbaste.

Em um trabalho com *E. grandis*, Migliorini (1986) analisou a variação da densidade básica da madeira em função de diferentes níveis de produtividade. O autor concluiu que a densidade se mostra inversamente proporcional ao ritmo de crescimento.

Berger *et al.* (2000) estudaram o efeito do espaçamento e da fertilização sobre a densidade básica (DB), módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) em uma população de um clone de *E. saligna*, aos 10 anos de idade. Concluíram que espaçamentos mais amplos influenciaram, significativamente, a densidade básica, MOE e MOR proporcionaram um aumento significativo dessas características.

Segundo Lima (2005), alta intensidade de desbaste induziu a produção de madeira com massa específica, mais homogênea ao longo do raio da tora, em uma população de *E. grandis*, aos 21 anos de idade.

Sabendo-se que o desbaste influencia nas propriedades das madeiras, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a influência da intensidade de desbaste, em algumas propriedades físicas e mecânicas importantes da madeira em uma população de *E. grandis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 1982, em uma população de *E. grandis* Coff's Harbour, com idade de 26 meses, localizada em Bofete/SP. A população inicial era de 2.220 árvores/ha plantadas em espaçamento de 3,0 m x 1,5 m. A área experimental situava-se nas coordenadas geográficas de 23°04" de latitude Sul e 48°13" de longitude Oeste, numa altitude média de 600 m. O solo foi descrito como Latossolo Vermelho Amarelo, transição para Areia Quartzosa, ocupando uma microbacia favorável.

O manejo adotado foi o método CCT, conforme Hiley (1959), que consiste no estabelecimento progressivo de cinco tratamentos representando densidades populacionais de 100; 50; 33,3; 25 e 16,7% da população inicial. Cada tratamento, que permaneceu até o final da rotação, foi utilizado para se proceder aos desbastes dos tratamentos subseqüentes. A seqüência dos desbastes utilizada está indicada na TABELA 1.

TABELA 1 – Tratamentos aplicados dentro do experimento CCT, para *E. grandis*, aos 18 anos.

Desbaste seletivo (%)	nº de árvores/ha aos 18 anos
0	1.511
50	978
67	770
75	583
83	360

Pelo fato de os diversos tratamentos comportarem números diferenciados de árvores para corte final, estabeleceram-se parcelas de tamanho variável, desde 225 m², correspondente ao Tratamento 1, até 1.080 m², correspondente ao Tratamento 5.

Vários delineamentos foram utilizados no decorrer deste trabalho para analisar o experimento em questão, sendo todos eles baseados na amostragem aleatória de três árvores de cada um dos tratamentos mostrados na TABELA 1.

Inicialmente, foi realizado um inventário do experimento e, a partir da distribuição dos diâmetros obtida, definiu-se a classe de DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m do solo) compreendida no intervalo de 25 a 30 cm, como aquela igualmente representativa de todos os tratamentos, para análise da madeira serrada. Na TABELA 2 estão representadas as distribuições dos diâmetros das populações em estudo.

TABELA 2 – Distribuição dos DAPs (cm) na população de *E. grandis*, aos 18 anos.

Desbaste (%)	Média da população	Média da amostra
0	19,16	29,98
50	22,17	28,75
67	24,86	29,92
75	26,60	29,95
83	30,12	29,96

Todas as árvores em estudo, num total de 15, foram então selecionadas dentro dessa classe, na tentativa de se uniformizar os diâmetros e evitar sua influência sobre os caracteres em estudo.

De cada uma dessas 15 árvores, foi retirada uma tora da base com 2,5 m de comprimento, totalizando-se 15 toras, as quais foram transportadas para a serraria, onde foram desdobradas após 48 horas.

O sistema de desdobro utilizado foi o método do bloco central, no qual são retiradas duas costaneiras opostas, simultaneamente, numa serra de fita geminada, sendo o bloco resultante reserrado numa serra circular múltipla.

Durante o desdobro das toras, procedeu-se à necessária e cuidadosa identificação de cada tábuca produzida quanto à sua origem e ao seu posicionamento espacial no interior da tora, visando aos estudos de variações longitudinais de algumas variáveis.

Foi selecionada uma tábuca nas proximidades da medula e outra da casca, de cada tora, num total de 30 tábuas, as quais foram secas ao ar num período de aproximadamente 4 meses.

Após a secagem das tábuas, foi retirado um corpo-de-prova de 2 x 2 x 3 cm, de cada tábuca, na região central das mesmas, que corresponde ao DAP da árvore, totalizando 6 corpos-de-prova por tratamento para posterior ensaio, para determinação das seguintes propriedades físicas e mecânicas: densidade básica (DB), massa específica (ME), retração volumétrica (RV) e resistência à compressão paralela às fibras (fc0).

Na obtenção da densidade básica, foi utilizado o método da balança hidrostática conforme Foelkel *et al.* (1971). Os corpos-de-prova foram saturados a vácuo por um período de aproximadamente um mês, em que se podem obter os pesos úmidos e imersos de cada corpo-de-prova. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem o peso seco constante a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ e assim se pôde obter o peso seco.

Foi utilizada a expressão (1):

$$DB = \frac{P_s}{P_u - P_i} \quad (1),$$

em que:

DB = densidade básica (g/cm^3);

P_s = peso seco (g);

P_u = peso úmido (g), e

P_i = peso imerso (g).

Para a massa específica (ME) utilizaram-se corpos-de-prova de 2 x 2 x 3 cm o que possibilitou obter o peso e volume seco dos corpos-de-prova a 12% de umidade. Nesse caso se utilizou a expressão (2):

$$ME = \frac{P_{se}}{V_{se}} \quad (2),$$

em que:

ME (12%) = massa específica (g/cm^3);

P_{se} = peso seco a 12% de umidade (g), e

V_{se} = volume seco a 12% de umidade (cm^3).

A retração volumétrica (RV) foi obtida com corpos-de-prova de 2 x 2 x 3 cm, que saturados a vácuo por um período de aproximadamente um mês, possibilitaram obter o volume saturado de cada corpo-de-prova. Posteriormente os mesmos foram secos em estufa até atingirem o peso seco constante a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, o que possibilitou a medição do volume seco de cada corpo-de-prova.

A expressão utilizada foi (3):

$$RV = \frac{V_u - V_s}{V_s} (100) \quad (3),$$

em que:

RV = retração volumétrica (%);

V_u = volume úmido (cm^3), e

V_s = volume seco (cm^3).

Para se obter a resistência à compressão paralela às fibras, foram utilizados corpos-de-prova de pequenas dimensões de 2 x 2 x 3 cm. Primeiramente, foram medidas com um paquímetro digital as dimensões das áreas dos corpos-de-prova com teor de umidade ambiente em torno de 12%. Em seguida, foi realizado o teste de compressão paralela às fibras, em Máquina Universal de Ensaio com velocidade de aplicação de carga de 4.000 N por minuto.

Para esta variável foi utilizada a expressão (4):

$$fc0 = \frac{P_r}{A} C \quad (4),$$

em que:

fc0 = resistência na compressão paralela às fibras (MPa);
 P_r = carga de ruptura (N);
 A = área da seção transversal (cm²), e
 C = fator de correção de unidade 0,01.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas TABELAS 3 e 4 estão apresentados os resultados das análises de variâncias efetuadas para as variáveis: DB, ME, RV e fc0.

Os resultados das análises de resíduos, para os dados das variáveis, indicaram normalidade dos mesmos. Realizou-se, também, o teste de Hartley, para verificar a hipótese da homocedasticidade de variância, em que foi verificada a homogeneidade de variância dos dados, para todas as variáveis.

Na FIGURA 2 estão representados os valores médios de cada propriedade em estudo de cada tratamento e seus respectivos desvios-padrão.

TABELA 3 – Análise de variância para massa específica (ME) e densidade básica (DB) para *E. grandis*, aos 18 anos.

Causa de Variação	GL	(ME) F	(DB) F
Desbaste	4	3,57 ^{n.s}	4,43*
Árvore (Desbaste)	10	2,11 ^{n.s}	2,77 ^{n.s}
Posição	1	11,48*	9,60*
Posição x Desbaste	4	3,26 ^{n.s}	3,15 ^{n.s}
C. V.(%)		11,93	10,28

Em que: * = significativo a 5% de probabilidade; n. s = não significativo e C.V. = coeficiente de variação.

TABELA 4 – Análise de variância para resistência à compressão paralela às fibras (fc0) e retração volumétrica (RV) para *E. grandis*, aos 18 anos.

Causa de Variação	GL	(fc0) F	(RV) F
Desbaste	4	1,98 ^{n.s}	1,59 ^{n.s}
Árvore(Desbaste)	10	0,66 ^{n.s}	1,53 ^{n.s}
Posição	1	7,24*	0,07 ^{n.s}
Posição x Desbaste	4	1,88 ^{n.s}	1,40 ^{n.s}
C.V.(%)		12,98	20,35

Em que: * = significativo a 5% de probabilidade; n. s = não significativo e C.V. = coeficiente de variação.

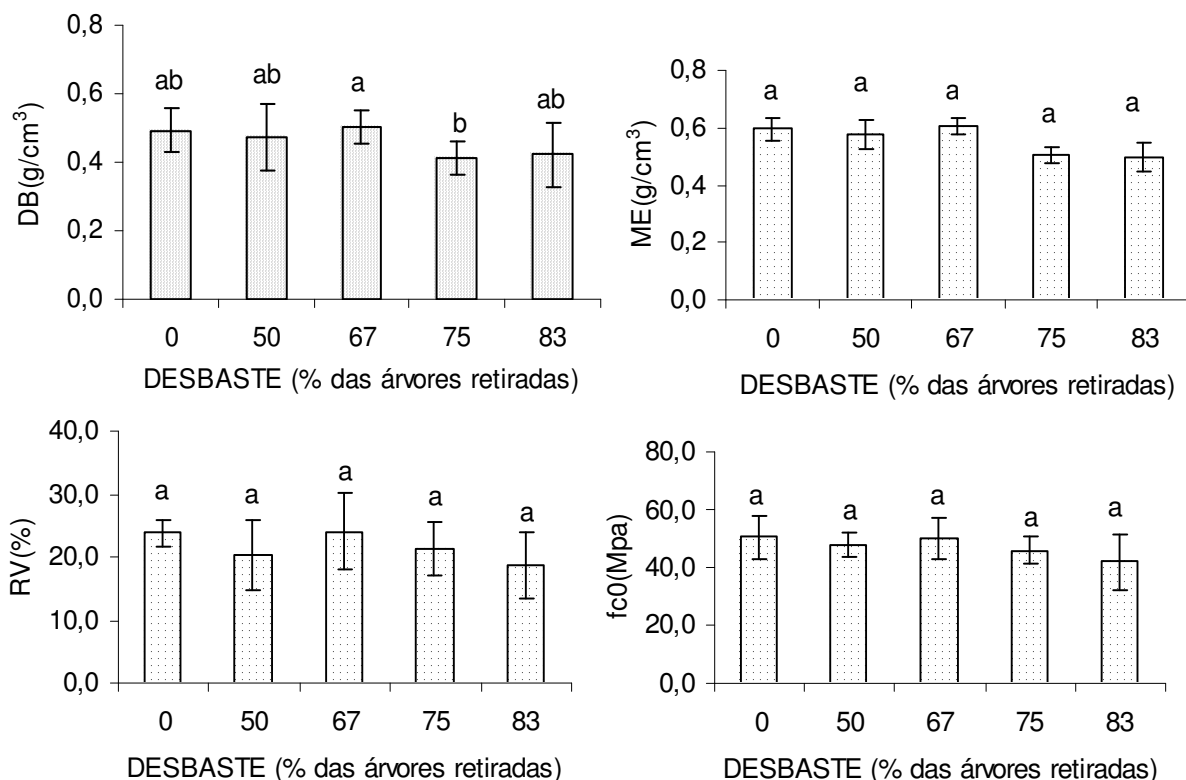


FIGURA 2 – DB, ME, RV e fc0 em função da intensidade de desbaste, para *E. grandis* aos 18 anos. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Pelas análises dos dados efetuadas, das propriedades em estudo, verificaram-se os maiores valores na intensidade 67% de desbaste para as propriedades DB, ME e RV, com exceção do fc0. Os menores valores foram encontrados na intensidade 83% de desbaste para ME, RV, fc0 com exceção da DB que apresentou na intensidade de 75% os menores valores. Entretanto, somente para a variável densidade básica, ocorreu diferença estatística entre a intensidade 67% e 75% ($P < 0,05$). Para as outras variáveis não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$). Trata-se de um fato complexo que necessita uma análise mais profunda. Lima (2005) também não observou diferenças significativas entre diferentes intensidades de desbaste, para a massa específica de *E. grandis*, aos 21 anos de idade. Pode-se observar, então, uma certa tendência de desbastes de intensidades maiores, que aceleram o ritmo de crescimento, diminuírem os valores das propriedades em estudo. Migliorini (1986) constatou essa mesma tendência para a densidade básica, que mostra ser inversa ao potencial de crescimento populacional.

Resultados semelhantes aos obtidos por Wilkins & Horne (1991), os quais compararam populações não desbastadas e desbastadas de *E. grandis* aos 9,5 anos de idade e verificaram que os desbastes diminuíram a densidade da madeira.

De acordo com os resultados apresentados, pode-se verificar que as diferentes intensidades de desbastes não provocaram influências sistemáticas nas propriedades em estudos, o que de certa forma é muito interessante, pois através de desbaste pode-se aumentar a produção de madeira de maior valor nas árvores de maior volume, sem prejudicar as propriedades da madeira.

Segundo Malan (1988), esses resultados também podem ser explicados pela tendência dos fatores genéticos terem sido mais influentes do que os fatores ambientais para essas propriedades da madeira, na classe de diâmetros amostrada.

Na FIGURA 3 estão representados os valores médios e desvios-padrão para cada propriedade nas posições da medula e casca, para cada tratamento.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

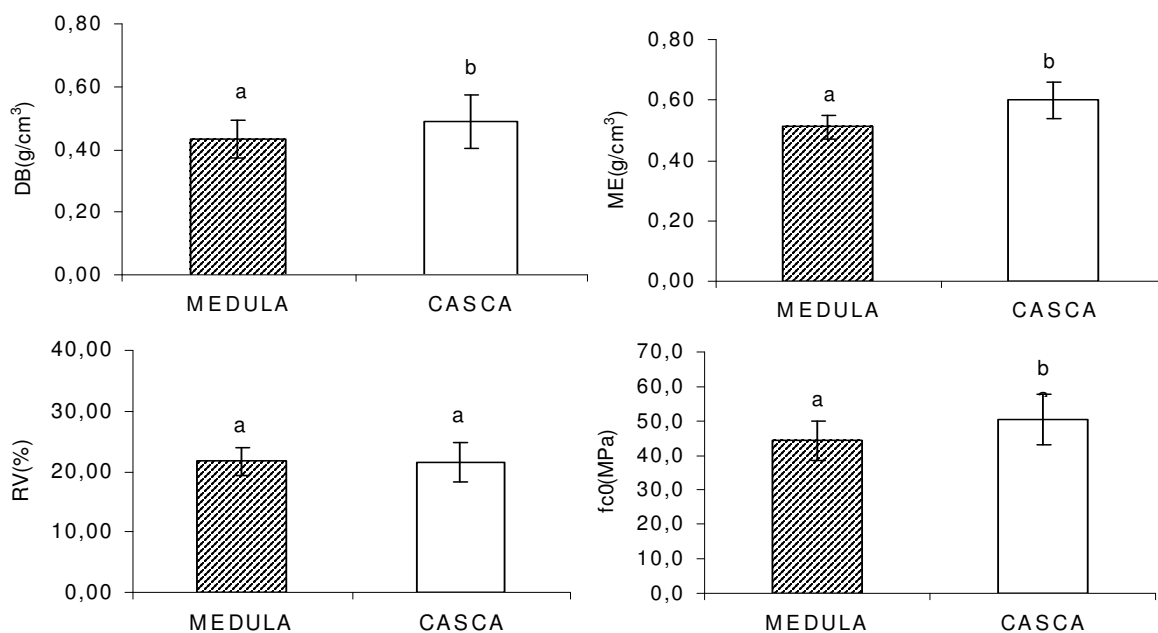


FIGURA 3 – DB, ME, RV e fc0 função da posição radial, para *E. grandis* aos 18 anos.

Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à variação medula-casca, foi observado que para as variáveis: densidade básica, massa específica e resistência à compressão paralela às fibras, os valores da posição casca foram significativamente maiores que o da posição da medula ($P < 0,05$). Uma tendência um pouco diferente foi observada por Lima (2005), o qual verificou que alta intensidade de desbaste tende produzir madeira com massa específica, mais homogênea ao longo do raio da tora, de uma população de *E. grandis*, aos 21 anos de idade.

Para a variável retração volumétrica os valores não se diferenciaram significativamente ($P > 0,05$). Em um outro trabalho, Malan & Hoon (1992) concluíram que os desbastes gradativos reduziram a variação medula-casca da densidade básica para *E. grandis*.

Também foi realizado um estudo de correlações entre as variáveis através de regressões, em que as melhores relações obtidas estão representadas nas FIGURAS 4, 5 e 6.

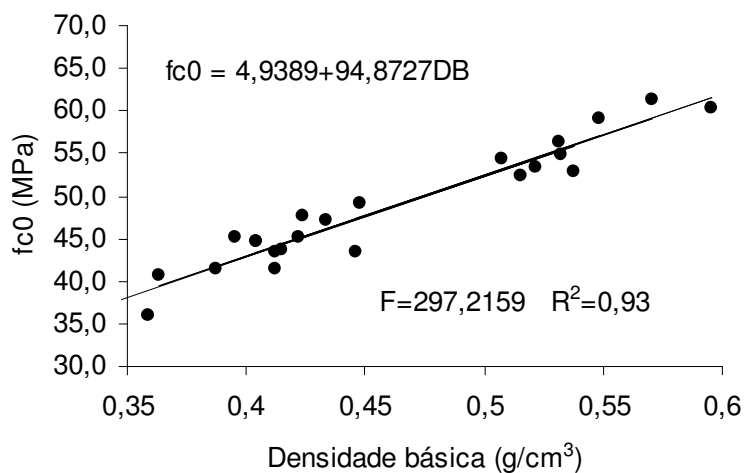


FIGURA 4 – Relação entre densidade básica (DB) e resistência à compressão paralela às fibras (fc0), para *E. grandis*, aos 18 anos.

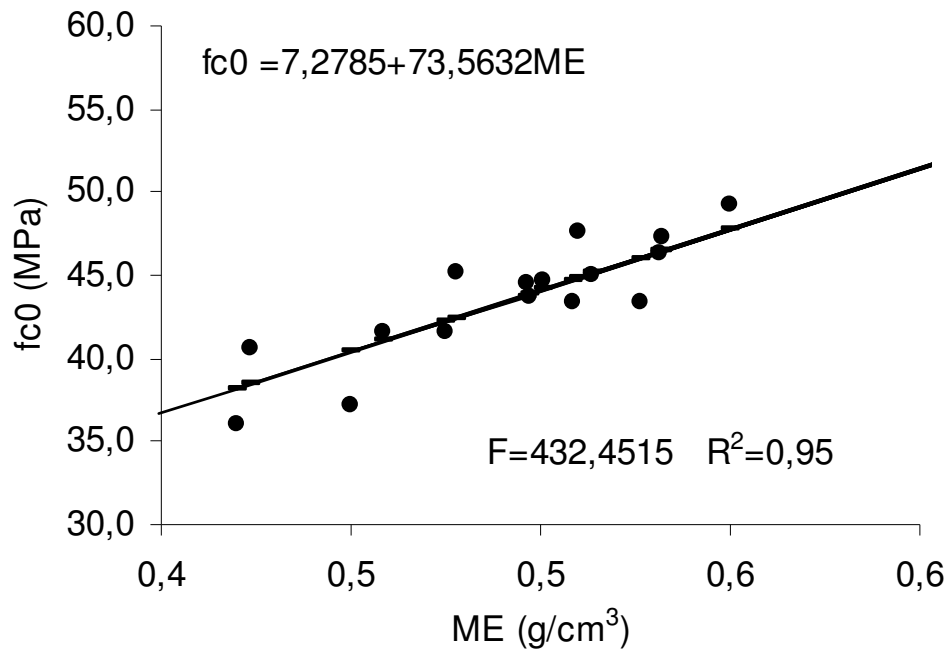


FIGURA 5 – Relação entre massa específica (ME) e resistência à compressão paralela às fibras (fc0), para *E. grandis*, aos 18 anos.

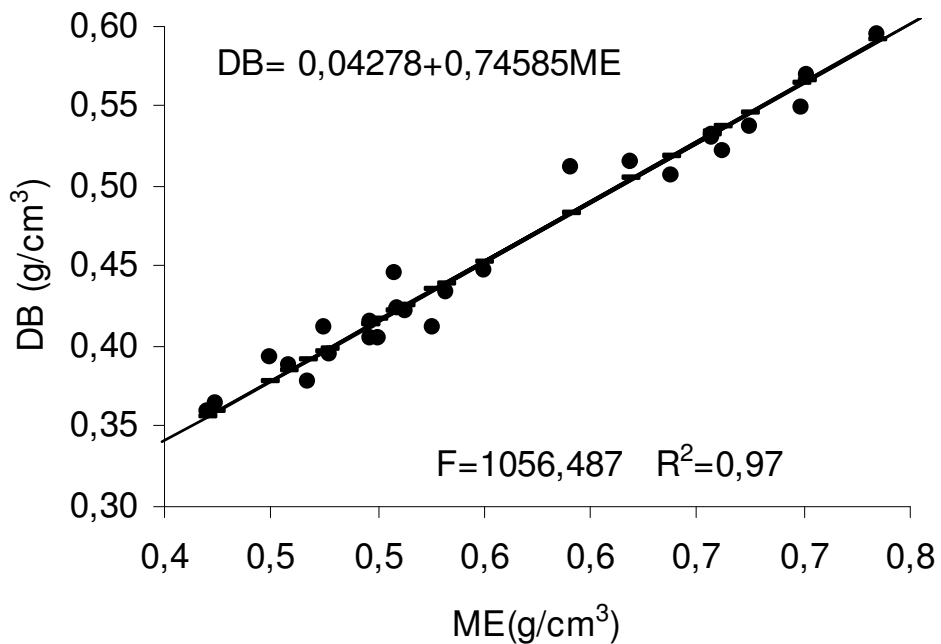


FIGURA 6 – Relação entre massa específica (ME) e densidade básica (DB), para *E. grandis*, aos 18 anos.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

Através das FIGURAS 4 a 6 observou-se que ocorreram altas correlações positivas entre massa específica, densidade básica e resistência à compressão paralela às fibras, o que pode facilitar a avaliação de tais propriedades, podendo-se, então, estimar essas variáveis com uma certa segurança.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados foi possível concluir que:

- as diferentes intensidades de desbaste não influenciaram, significativamente, massa específica, retração volumétrica e resistência à compressão paralela às fibras, com exceção da variável densidade básica, para a qual foi constatada diferença somente entre a intensidade 67% com a intensidade 75%;
- para variação medula-casca, para densidade básica, resistência à compressão paralela às fibras e massa específica, a posição da proximidade da casca apresentou os maiores valores, enquanto para variável retração volumétrica não ocorreram diferenças significativas entre as posições, e
- observou-se, também, que ocorreram altas correlações entre massa específica, densidade básica e resistência à compressão paralela às fibras.

5 AGRADECIMENTOS

À Eucatex Florestal Ltda e aos seus funcionários, pelo fornecimento do material de estudo e o inestimável apoio logístico que propiciou o pleno desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira:** projeto NBR 7190/1997. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BAMBER, R. K. *et al.* Effect of fast growth on the wood properties of *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry Research**, Melbourne, n. 12, p. 163-167, 1982.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BERGER, R. *et al.* Efeito do espaçamento e da fertilização sobre o crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 2000. p. 209-236.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971

HILEY, W. E. **Conifers: African methods of cultivation**. London: Faber and Faber, 1959. 123 p.

LIMA, I. L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. 2005. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LIMA, I. L. **Variação de propriedades indicativas da tensão de crescimento em função da posição na árvore e da intensidade de desbaste**. 2000. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

LUZ, H. F. *et al.* Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos. In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1., 1993, Curitiba/CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1993. p. 283-290.

MALAN, F. S. Wood density variation in four trees of South African grown *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden). **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 144, p. 36-42, 1988.

_____; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 163, p. 13-20, 1992.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden.

MARSH, E. K. Some preliminary results from O'Connor's correlated curve trend (CCT) experiments on thinnings and spacings and their practical significance. In: BRITISH COMMONWEALTH FORESTS CONFERENCE, 21., 1957, Canberra. **Proceedings...** Canberra: CSIRO, 1957. p. 1-21.

MIGLIORINI, A. J. **Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função de diferentes níveis de produtividade da floresta.** Piracicaba, 1986. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

WILKINS, A. P.; HORNE, R. Wood-density variation of young plantation grown *Eucalyptus grandis* in response to silvicultural treatments. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 40, n. 1/2, p. 39-50, 1991.