

Avaliação de propriedades físicas de clone de Eucalipto em diferentes espaçamentos

Evaluación de las características físicas en clones de Eucalipto en diferentes espaciamientos

Physical properties evaluation in Eucaliptos clones in diferent spacings

Clarice da Silva Couto*; João Vicente de Figueiredo Latorraca**; Julio César Marchiori de Paula***; Caroline Matias de Souza*** e Tokitika Morokawa****

Recibido: 12-06-2008 / Aceptado: 22-02-2010

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação da densidade básica da madeira ao longo do eixo longitudinal da árvore e as contrações lineares e volumétricas da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis x E. urophylla*, em relação a diferentes espaçamentos. As árvores foram amostradas aos dois anos de idade e encontravam-se implantadas em cinco diferentes espaçamentos (1x1m, 2x1m, 1,3x1,9m, 2x2m, e 5x2m) dentro da área do Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos revelaram que os diferentes espaçamentos analisados não influenciaram, até esta idade, a densidade básica média encontrada para cada tratamento e sua variação longitudinal ao longo da árvore. As contrações tangenciais, radiais e volumétricas encontradas mostraram valores significativamente diferentes nos tratamentos analisados. Houve tendência a uma maior contração linear e volumétrica na madeira proveniente das árvores implantadas com os menores espaçamentos.

Palavras chave: eucalipto, espaçamento, qualidade da madeira.

* Engenheira Florestal-UFRRJ. Caixa Postal: 74.527, CEP: 23.851-970. Seropédica-RJ, Brasil. Email: claricouto@yahoo.com.br

** Engenheiro Florestal. Professor Adjunto do Departamento de Produtos Florestais-UFRRJ.

*** Engenheiro Florestal-UFRRJ.

**** Engenheiro Florestal. Professor Adjunto do Departamento de Silvicultura-UFRRJ.

Resumen

El objetivo de este trabajo fué evaluar las variaciones de la densidad básica de madera a lo largo del eje longitudinal del árbol y las contracciones lineares y volumétricas de la madera del híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, obtenidos de diferentes densidades de plantación. Los árboles fueron cosechados a los dos años de edad, de rodales con densidad de plantación de 10.000, 5.000, 4.000, 2.500 y 1.000 árboles por hectárea, ubicados en el Campus de la Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Los resultados obtenidos indicaron que la densidad de plantación no influyó, hasta esta edad, la densidad básica promedio de la madera así como a lo largo del árbol. Las contracciones tangenciales, radiales y volumétricas presentaron valores estadísticamente distintos para diferentes densidades de plantación. Hubo una correlación positiva entre las contracciones lineares y volumétricas con la densidad de plantación.

Palabras clave: eucalipto, densidad de plantación, calidad de madera.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the variation of wood specific gravity along the longitudinal axis of the tree and the linear and volumetric concentrations of the wood of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* hybrid, related to different spacings. The trees were sampled at 2 years of age and implanted in five different spacings (1x1m, 2x2 m, 1.3x1.9m, 2x2m, e 5x2m) at the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Campus. The results obtained revealed that the different spacings analyzed did not influence, until this age, the average of specific gravity found to each treatment and its longitudinal variation along the tree. The variations presented distinct behaviors inside and between the different treatments (spacings). The tangential, radial e volumetric contraction found, showed values significantly different in the treatments analyzed. There was a tendency to a bigger linear and volumetric contraction in wood originating from the trees implanted on smaller spacing.

Key-words: eucalyptus, spacing, wood quality.

Introdução

A área de tecnologia da madeira e as atividades relacionadas à produção florestal vêm a alguns anos, buscando um equilíbrio que otimize os benefícios extraídos da matéria-prima madeira e seus derivados.

Com a escassez da madeira de florestas nativas como matéria-prima para madeira serrada, e também pelo aumento das pressões de ordem ambiental, a necessidade da busca de alternativas para suprir a demanda da indústria de serraria tornou-se cada vez mais importante; de acordo com Luz et al. (1993), a opção mais viável para substituição do uso das folhosas nativas é o eucalipto. Excelentes condições edafo-climáticas para o desenvolvimento dos povoamentos, elevadas produtividades em amplas áreas reflorestadas, pleno domínio da tecnologia de produção de sua madeira e a certeza de gerar grandes volumes, que atendem a várias utilizações, conferem aos povoamentos de eucalipto posição ímpar no setor (Lima, 1996).

A elevada implantação de clones de eucalipto para a formação de florestas foi um dos avanços que possibilitou maior produção e melhoria da qualidade da matéria-prima utilizada pela indústria. A idéia do uso múltiplo da madeira de reflorestamento corresponde a atuação em conjunto de diversas áreas da tecnologia da madeira, interligadas por meio da matéria-prima, ou seja, a partir de uma mesma fonte de material, vários tipos de materiais são produzidos, otimizando os ganhos finais com a sua colocação estratégica no mercado (Carvalho, 2000).

Assim, os tratamentos silviculturais, como espaçamento, continuam indispensáveis quando se trata de obter plantios com fins comerciais, já que podem influenciar a taxa de crescimento das árvores e a qualidade da madeira. Com isso, devem-se fazer estudos para analisar a influência dos tratamentos silviculturais nos comportamentos físicos, químicos e anatômicos da madeira de clones e híbridos de eucalipto, gerando informações que possam dar respostas para a indicação das aplicações mais adequadas. De um modo geral, pode-se melhorar, modificar, controlar ou minimizar os fatores que afetam a qualidade da madeira por meio de tratamentos silviculturais. As práticas silviculturais são uma forma de melhorar ainda mais a performance das florestas e adequá-las aos objetivos dos produtos finais (Goulart, 2003). As mais empregadas na cultura de *Eucalyptus*, no Brasil, com o intuito de alterar a qualidade da madeira são

o espaçamento, fertilização, controle de pragas e plantas invasoras, desbastes e podas. O espaçamento pode afetar as características da madeira, para Berger (2000) em florestas de ciclo curto, o espaçamento pode afetar direta e rapidamente a qualidade da madeira produzida. A escolha do espaçamento de plantio fundamenta-se no uso final da madeira.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar as variações das propriedades físicas entre os espaçamentos e a correlação entre essas propriedades.

Material e métodos

Coleta do Material

O material utilizado foi o híbrido entre o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla*, coletado no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em plantio experimental com 2 anos de idade pertencente ao Departamento de Silvicultura, localizado em latitude de 22° 46' S, e longitude de 43° 41' W. O tipo de relevo é plano, com predominância de solo Argissolo Vermelho-Amarelo. A temperatura média anual é de 22,7°C, e a precipitação anual em torno de 1200 mm. O plantio não sofreu nenhum tipo de trato cultural.

Amostragem

Foram amostradas três árvores por tratamento, sendo cinco tratamentos de diferentes espaçamentos (Tabela 1). De cada tratamento foram eleitas, ao acaso, três árvores, estas foram previamente selecionadas de forma a apresentar um DAP com casca superior a 8 cm e capazes de fornecer sarrafos de diâmetro de topo mínimo de 6 cm. As árvores de bordadura, por serem árvores que se destacam das demais em termos de DAP, não foram consideradas neste estudo, evitando-se assim seu efeito. As árvores foram abatidas e seccionadas em cinco posições, de tamanho à porcentagem de sua altura (base, 25, 50, 75% e topo), das quais foram retirados discos e uma tora de 1,45m de comprimento a partir da amostra base. Foram em seguida identificadas com números seqüenciais, onde cada disco e tora receberam uma identificação

de acordo com o tratamento, árvore e posição a que pertence. Das toras foram retirados sarrafos que foram cortados paralelamente ao eixo principal da árvore, com orientação segundo os planos anatômicos da madeira, dos quais foram retiradas amostras de tamanho 2 x 2 x 3 cm para determinação da contração volumétrica e contração linear.

As propriedades físicas foram determinadas para a madeira dos cinco tratamentos. No entanto, os diferentes diâmetros das árvores dos cinco tratamentos, fizeram com que os números de corpos de prova fossem diferentes para cada tratamento.

Tabela 1. Tratamentos para determinação das propriedades físicas da madeira do *E. grandis* x *E. urophylla*

| Tratamento | Idade (anos) | Média dos Diâmetros a 1,30 m | Média das Alturas (m) | Espaçamento (m x m) | Híbrido |
|------------|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| I | 2 | 8,43 | 12,67 | 1,0 x 1,0 | urograndis |
| II | 2 | 8,43 | 9,76 | 2,0 x 1,0 | urograndis |
| III | 2 | 9,36 | 11,60 | 1,3 x 1,9 | urograndis |
| IV | 2 | 9,20 | 10,40 | 2,0 x 2,0 | urograndis |
| V | 2 | 9,37 | 11,60 | 5,0 x 2,0 | urograndis |

Determinação de propriedades físicas da madeira

Densidade Básica

A densidade básica foi determinada com os discos usando o método de imersão em água e foi obtida de acordo com a norma ASTM D-2395/93. O método de imersão é um método comumente empregado na determinação da densidade da madeira. Nele a massa é determinada com auxílio de uma balança, e o volume é determinado pela variação de peso ocasionada quando a madeira é submersa em um líquido (água). O peso foi obtido pela pesagem das amostras em uma balança analítica, antes da determinação do volume. Posteriormente um suporte com uma ponta fina foi utilizado para fixar as amostras, o que permitia que estas ficassem submersas em uma cuba com água na balança para a determinação do volume.

Contração Linear e Volumétrica

Foram medidas as contrações tangencial, radial e volumétrica, descartando a contração no sentido longitudinal na determinação das contrações lineares. As dimensões lineares, nos sentidos tangenciais e radiais foram obtidas com auxílio de paquímetro digital com sensibilidade de $\pm 0,01\text{mm}$. Foram feitos medições com os corpos de prova a umidade acima do ponto de saturação das fibras e a 0%.

A contração volumétrica total foi obtida através do volume determinado pelo método de imersão em mercúrio. Os corpos de prova foram medidos a umidade acima do ponto de saturação das fibras e a 0%.

As determinações lineares e volumétricas foram obtidas segundo a norma NBR 7190.

Análise estatística dos dados

A avaliação dos resultados foi feita através da estatística descritiva, ou seja, análise das médias, desvios, coeficientes de variação e análises de variância ao nível de 95% de probabilidade, seguida de testes de comparação de médias (teste de Tukey).

Foram utilizados os softwares Statgraphics Plus 4.1 para sistema operacional Windows e o pacote Sanest –Sistema de Análise Estatística, desenvolvido pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”– ESALQ/USP, como ferramenta para elaboração dos cálculos estatísticos.

Resultados e discussão

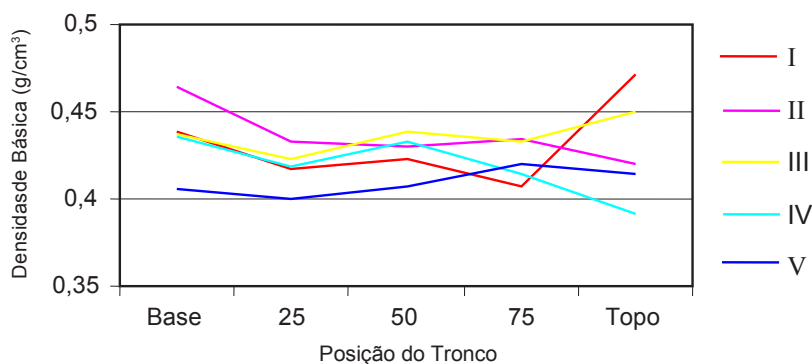
Densidade Básica

A Tabela 2 apresenta os valores médios obtidos para densidade básica nas diferentes posições em relação à altura das árvores e nos diferentes tratamentos.

Tabela 2. Densidade básica (g/cm^3), nas diferentes posições de amostragem para os diferentes tratamentos

| Tratamento | Posição de Amostragem em Relação à Altura | | | | | Média do Tratamento |
|------------|---|---------|---------|---------|----------|---------------------|
| | A (base) | B (25%) | C (50%) | E (75%) | F (100%) | |
| I | 0,439 | 0,418 | 0,422 | 0,408 | 0,472 | 0,432 |
| II | 0,464 | 0,433 | 0,429 | 0,434 | 0,419 | 0,436 |
| III | 0,437 | 0,423 | 0,438 | 0,433 | 0,449 | 0,436 |
| IV | 0,435 | 0,419 | 0,432 | 0,415 | 0,392 | 0,419 |
| V | 0,406 | 0,400 | 0,407 | 0,420 | 0,414 | 0,409 |
| \bar{X} | 0,436 | 0,419 | 0,426 | 0,422 | 0,429 | 0,426 |
| S | 0,0206 | 0,0120 | 0,0119 | 0,0113 | 0,0314 | 0,0118 |
| CV(%) | 4,72 | 2,86 | 2,79 | 2,69 | 7,31 | 2,77 |

A Figura 1 mostra os valores médios de densidade básica para cada posição e tratamento. Nela verificamos que de maneira geral os tratamentos demonstraram uma densidade elevada na região da base, tendendo a um decréscimo na região de 25% da altura, voltando a aumentar até 50 e 75%; a partir de então os tratamentos demonstraram comportamento distinto. O tratamento I (1,00 x 1,00 m), e o tratamento III (1,30 x 1,90 m), apresentaram uma nítida elevação a partir de 75% da altura total da árvore. O tratamento IV (2,0 x 2,0 m) teve uma queda acentuada nos valores de densidade básica a partir da metade da altura.

**Figura 1.** Densidade básica nos diferentes espaçamentos a diferentes posições no tronco

Os tratamentos II e V, de maneira contrária aos demais, apresentaram uma queda a partir da altura de 75%, que está de acordo com os resultados obtidos por Dadswell (1931) para *E. sideroxylum* e Susmel (1953, 1954) para *E. camaldulensis*, onde verificaram que a densidade diminuiu em função da altura.

A literatura mostra dados contrastantes em relação à variação da densidade básica ao longo do eixo longitudinal da árvore, não tendo um comportamento definido para o gênero *Eucalyptus*, ocorrendo variações de espécie para espécie e dentro das próprias espécies.

Curro (1957a, 1957b) estudando o *E. camaldulensis* Dehn, Carvalho (1960) o *E. globulus*, e Ferreira (1968, 1970) com *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis* evidenciaram que a densidade cresce linearmente com a altura das árvores.

Brasil (1972) trabalhando com *E. propinqua*, concluiu que a densidade cresce até um ponto de máximo próximo ao meio da altura da árvore, quando começa a decrescer em direção à copa. Oliveira (1997) mostrou a variação da densidade ao longo da altura da árvore de sete espécies de *Eucalyptus*, onde se observou comportamento distinto para cada espécie estudada, ou seja, não foi observado um padrão entre as espécies.

As diferenças entre as médias da porção final (topo) observada na Tabela 1 acarretaram um valor mais elevado no coeficiente de variação da densidade básica das amostras desta posição (7,31%).

Apesar das tendências observadas na Figura 1, não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 95% de probabilidade entre as médias entre os tratamentos, posição e para a interação tratamento x posição.

Contração Tangencial, Radial e Volumétrica

As Tabelas 3, 4 e 5 respectivamente para cada contração mostram os valores médios encontrados para contração tangencial, radial e volumétrica. Após análise de variância verificou-se que houve diferenças significativas os tratamentos ao nível de 95% de probabilidade e com base no teste de Tukey realizado a partir da observação da existência de diferenças significativas entre médias.

Tabela 3. Teste de Tukey para os resultados médios de contração tangencial

| Fonte de Variação: Tratamento | Número de Repetições | Contração Tangencial (%) | | CV |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|----|-------|
| V | 7 | 5,507 | a | 14,08 |
| IV | 11 | 6,342 | ab | 18,90 |
| III | 13 | 6,478 | ab | 8,03 |
| II | 11 | 6,737 | b | 7,73 |
| I | 10 | 6,830 | b | 7,77 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância 95%. CV = Coeficiente de variação

Tabela 4. Teste de Tukey para os resultados médios de contração radial

| Fonte de Variação: Tratamento | Número de Repetições | Contração Radial (%) * | | CV |
|-------------------------------|----------------------|------------------------|----|-------|
| III | 13 | 3,098 | a | 13,95 |
| V | 7 | 3,151 | a | 19,43 |
| IV | 11 | 3,160 | a | 9,46 |
| I | 10 | 3,633 | ab | 7,77 |
| II | 11 | 4,006 | b | 12,35 |

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância 95%. CV = Coeficiente de variação

Tabela 5. Teste de Tukey para os resultados médios de contração volumétrica

| Fonte de Variação: Tratamento | Número de Repetições | Contração Volumétrica (%) * | | CV |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|----|------|
| V | 9 | 11,670 | a | 4,64 |
| III | 13 | 11,748 | a | 3,21 |
| II | 18 | 11,865 | a | 2,51 |
| IV | 11 | 12,152 | ab | 3,86 |
| I | 16 | 12,395 | b | 4,48 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância 95%. CV = Coeficiente de variação

Foi observado maior valor de contração tangencial para os tratamentos de menores espaçamentos I e II, diferindo do tratamento V de maior espaçamento o qual apresentou menor valor de contração tangencial. Na contração radial foram observados resultados inferiores para os tratamentos III, IV e V de

maiores espaçamentos, em relação ao tratamento II que obteve o maior valor para contração radial, diferindo dos demais tratamentos.

A contração volumétrica foi menor para os tratamentos II, III e V, e maior para o tratamento I (menor espaçamento). Analisando a variação média para a contração tangencial (5,5 a 6,8%), radial (3,1 a 4,0%) e volumétrica (11,7 a 12,4%), pode-se observar que se encontram abaixo da especificação encontrada no trabalho do IPT (1956), onde os coeficientes de contração de tais madeiras variam de 3,5 a 8,6% na direção radial, de 7,8 a 21,9% na direção tangencial e de 13,2 a 35,7% na contração volumétrica total.

Oliveira (1998) estudando madeira de sete espécies de eucalipto, com 16 anos de idade, encontrou valores de coeficientes de contração volumétrica variando de 15,9 até 27,2%, bem como valores de T/R variando de 1,4 até 2,1. Durlo & Marchiori (1992) classificaram valores de T/R de 1,5 a 2,0 como sendo normais para madeiras de Ipê, Pinus, Pinheiro-do-Paraná, Peroba-Rosa, Teca, entre outras espécies.

Carmo (1996) estudando o comportamento da madeira de *E. saligna*, com 21 anos de idade, encontrou valores de 23,5, 16,9 e 9,7%, respectivamente, para as contrações volumétrica, tangencial e radial. Tamanha heterogeneidade pode refletir de imediato na utilização dessa madeira em aplicações que irão exigir elevada estabilidade dimensional.

Conclusões

A partir dos resultados encontrados no presente trabalho foram possíveis as conclusões:

- Com bases nos resultados encontrados, pode-se concluir que os diferentes espaçamentos praticados no plantio, não influenciaram na densidade básica média encontrada para cada tratamento;
- A variação da densidade básica ao longo do eixo longitudinal das árvores dentro e entre os diferentes tratamentos (espaçamentos) apresentou comportamentos distintos;
- As contrações tangenciais, radiais e volumétricas encontradas no trabalho mostraram valores baixos em relação aos encontrados em outros

trabalhos citados acima. Ressalta-se que o material utilizado no presente estudo foi coletado aos 2 anos de idade e que as referências utilizadas para discussão foram sempre de espécies avaliadas com idade superior.

Referências bibliográficas

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. 1999. Annual book of ASTM Standards. Section 4-Construction. D-2395: Standard test methods for specific gravity of wood and wood based materials 04.10: 350-357.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1997. Projeto de estruturas de madeira (NBR 7190). Rio de Janeiro: ABNT: 107 p.
- BERGER, R. 2000. Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilidade. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 106 p.
- BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. 1971. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. *IPEF, Piracicaba* (2/3): 129-49.
- BRASIL, M. A. M., VEIGA, R. A. A. & MELLO, H.A. 1979. Densidade Básica de Madeira de *Eucalyptus Grandis* Hill Ex Maiden, aos 3 anos de Idade. *IPEF* 19: 63-76.
- CARMO, A. P. T. 1996. Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto. Dissertação de mestrado em Ciência Florestal – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 74 p.
- CARVALHO, A. M. 2000. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CRUZ, C. R., LIMA, J. T. & MUNIZ, J. I. T. 2003. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de eucalyptus. *Scientia Forestalis* 64: 33-47.
- DURLO, M. A. & MARCHIORI, J. N. C. 1992. Tecnologia da madeira: Retratibilidade. CEPEF/FATEC. Série Técnica 10: 33 p.

- GOULART, M., HASELEIN, C. R., HOPPE, J. M., FARIAS, J. A. & PAULESKI, D. T. 2003. Massa Específica Básica e Massa Seca de Madeira de *Eucalyptus grandis* sob o Efeito do Espaçamento de Plantio e da Posição Axial no Tronco. **Ciência Florestal** 13 (2): 167-175.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. 1956. Métodos de ensaios adotados no IPT para o estudo de madeiras nacionais: tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais, nomenclatura das madeiras nacionais. **Boletim Técnico** 31: 62.
- JUNIOR, L. S. & GARCIA, J. N. 2004. Determinação das Propriedades físicas e mecânicas da madeira de eucalyptus urophylla. **Scientia Forestalis** 65: 20-129.
- LIMA, D. G. 1996. Desenvolvimento e aplicação de um modelo de suporte à decisão sobre multiprodutos de povoamentos de eucalipto. Dissertação M.S. - Universidade Federal de Viçosa. 80 p.
- LUZ, H. F., MELZER, J. F., COUTINHO, C. J. & FERREIRA, M. C. 1993. Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos. In: Anais do 7º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO-Curitiba. SBS/SBEF 3: 283-290.
- OLIVEIRA, J. T. S. 1998. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. 429 p.
- RENSI COELHO, A. S., MELLO, H. A. & SIMÕES, J. W. 1970. Comportamento de Espécies de Eucaliptos Face ao Espaçamento. **IPEF** 1: 29-55.
- RODRIGUES, R. A. D. 2002. Variabilidade de Propriedades Físico Mecânicos em lotes de madeira serrada de Eucalipto para Produção a Construção Civil. Dissertação de mestrado em Ciência e tecnologia de madeiras - Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz" Universidade de São Paulo. 84 p.
- RUY, O. F. FERREIRA, F. FILHO, M. T. 2001. Variação da qualidade da madeira entre grupos fenotípicos de clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia. **Scientia Forestalis** 60: 21-27.