



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DA DENSIDADE BÁSICA DE *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* CULTIVADOS NO OESTE PARAENSE

Saulo Coelho¹

Sávio Dill¹

Bruno Rafael Silva de Almeida¹

FERNANDO WALLASE CARVALHO ANDRADE²

¹ LTM (Laboratório de Tecnologia da Madeira) / IBEF (Instituto de Biodiversidade e Florestas) / UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará)

² Departamento de Ciências Florestais / Faculdade de Ciências Agrônômicas / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DA DENSIDADE BÁSICA DE *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* CULTIVADOS NO OESTE PARAENSE

Resumo: Nos últimos anos o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* vem sendo amplamente utilizados em reflorestamentos no Brasil devido a sua alta produtividade e qualidade de sua madeira. No entanto sabe-se que suas propriedades são bastante variáveis quanto a sua localização geográfica, tratamentos silviculturais, dentre outros fatores, podendo uma mesma espécie apresentar diferentes características para uma mesma propriedade, diante disso, a densidade básica vem sendo utilizada como um importante parâmetro de seleção para expressar a qualidade da madeira e preconizar sua devida utilização. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo caracterizar a variação da densidade básica no sentido longitudinal (base-topo) e radial (medula-casca) de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* cultivado no município de Monte Alegre no oeste do estado do Pará. Para tal, foram retiradas amostras em forma de discos em diferentes alturas do fuste comercial (Base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100%) de cinco árvores de clones de *E. urophylla* x *E. grandis* em povoamento com 8 anos de idade. A densidade básica da madeira do híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* foi de 0,623 g.cm³ e esta apresenta variação em ambos os sentidos estudados. A variação da densidade básica no sentido longitudinal é caracterizada pelo aumento da base até a posição de 50%. A variação da densidade básica no sentido radial é caracterizada pelo aumento da densidade básica da medula para a casca.

Palavras-Chave: *Eucalyptus*; Madeira; Densidade Básica; Amazônia.

VARIATION INTRAESPECIFIC OF THE BASIC DENSITY OF *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* CULTIVATED IN THE WEST PARAENSE

Abstract: In recent years the hybrid *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* has been widely used in reforestation in Brazil due to its high productivity and quality of its wood. However, it is known that its properties are quite variable in terms of geographic location, silvicultural treatments, among other factors, and the same species may present different characteristics for the same property. In view of this, basic density has been used as an important parameter Selection to express the quality of the wood and to recommend its proper use. In this context, the objective of this work was to characterize the basic density variation in the longitudinal (base-top) and radial (marrow-shell) directions of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* clones grown in the municipality of Monte Alegre in the western state of Pará (DAP, 25%, 50%, 75% and 100%) from five trees of clones of *E. urophylla* x *E. grandis* in stands with 8 years old. The basic wood density of the *E. urophylla* x *E. grandis* hybrid was 0.623 g.cm³, and this variation varies in both directions. The variation of the basic density in the longitudinal direction is characterized by increasing the base to the 50% position. The variation of the basic density in the radial direction is characterized by increasing the basic density of the marrow to the shell.

Key words: *Eucalyptus*; Wood; Basic Density; Amazon.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as inúmeras espécies arbóreas existentes, o *Eucalyptus*, devido às características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e por ter aplicação para diferentes finalidades, tem sido extensivamente utilizado em plantios florestais (MORA & GARCIA, 2000).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Em 2012, a área de florestas plantadas com este gênero totalizou cerca de 5mil ha, as quais estão concentradas em sua maioria (72,3%), nas regiões Sul e Sudeste do país, que se justifica em função da localização das principais unidades industriais dos segmentos de celulose e papel, painéis de madeira industrializada, siderurgia a carvão vegetal e madeira mecanicamente processada (ABRAF, 2013).

Atualmente o *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* é um dos híbridos mais amplamente usados em reflorestamentos no Brasil, visto que este apresenta madeira de boa qualidade, sendo utilizado para os mais variados fins (SANTAROSA et al. 2014). No entanto sabe-se que as propriedades da madeira são bastante variáveis em função de sua localização geográfica, tratos silviculturais dentre outros fatores, sendo necessários estudos que possam caracterizar a madeira deste híbrido, quanto a sua qualidade e utilização.

Dentre as propriedades da madeira, a densidade básica é a mais utilizada como parâmetro de seleção, pois esta afeta outras propriedades da madeira, visto que é uma característica complexa, variando entre espécies, entre árvores da mesma espécie, radial e longitudinalmente em uma mesma árvore, ao longo da idade, com o espaçamento e local dos plantios (MOKFIENSKI et al., 2003).

Sob o ponto de vista da utilização tecnológica da madeira, torna-se extremamente importante o estudo da variação individual e o diagnóstico da variabilidade dentro da árvore, tanto no sentido radial (medula-casca) quanto no sentido longitudinal (base-topo). Estas informações não só serão úteis às indústrias, mas, também, aos fabricantes de máquinas e equipamentos, que poderão otimizar seus produtos (GONÇALEZ et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a variação da densidade básica no sentido longitudinal (base-topo) e radial (medula-casca) de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* cultivado no município de Monte Alegre no oeste do estado do Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e preparo do material

Foram coletadas para amostragem cinco árvores de clones *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em povoamento com 8 anos de idade cultivados na área da empresa Caltarem Exploração de Jazida e Comércio de Calcário, na Rodovia PA-423 km 29, Serra do Tajuri, Gleba Mulata nas coordenadas 1°45'38" S e 54°1'43" O, município de Monte Alegre – PA.

De cada árvore, foram retiradas amostras ao longo do fuste na forma de discos com aproximadamente 10 cm de espessura em seis posições (Base (0%), DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial considerando para esta última um diâmetro mínimo de 6 cm). Os discos foram então divididos perpendicularmente em quatro cunhas, sendo utilizada uma destas de cada disco para a determinação da densidade básica. Para se avaliar a variação da densidade das regiões próximo à medula e próximo à casca, cada cunha foi então dividida ao meio, com exceção da posição 100% devido ao seu diâmetro limitado (Figura 1). As demais cunhas foram utilizadas em outros projetos.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



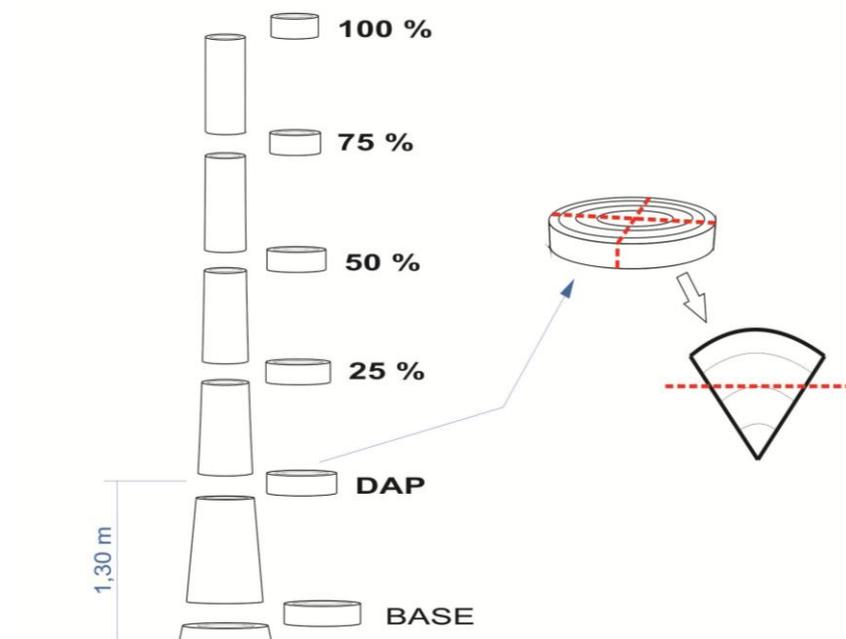


Figura 1: Esquema de amostragem dos discos, divisão dos discos em cunhas e separação da região da medula e casca.

2.2 Processamento do material

Após a obtenção das cunhas as mesmas foram imersas em água até se obter massa constante, quando se espera que a madeira esteja completamente saturada. Determinaram-se então suas respectivas massa e volume em condição de 100% de umidade.

Em seguida as amostras foram inseridas em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ sendo feito o acompanhamento de suas massas. Após a obtenção de massa constante entre diferentes pesagens, foi obtida a massa de cada amostra na condição de 0% de umidade.

A densidade básica da madeira foi obtida através do método de imersão em água, seguindo a norma NBR 11941 (ABNT, 2003) de acordo com a equação 1.

$$Db = \frac{m3}{(m2-m1)} \quad (1)$$

Onde:

Db é a densidade básica da madeira, em g/cm^3 ;

$m3$ é a massa da amostra seca em estufa a $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$, em gramas;

$m2$ é a massa do recipiente com água e cunha imersa, em gramas;

$m1$ é a massa do recipiente com água, em gramas.

Após a obtenção dos dados inerentes à densidade média em cada árvore, foi feita a ponderação dos valores pelo volume de acordo com a equação 2 (TRUGILHO, 2009).

$$DBmP = \frac{(DBm_{(0-25\%)} \times V_{(0-25\%)}) + \dots + (DBm_{(75-100\%)} \times V_{(50-100\%)})}{V_{(0-25\%)} + V_{(25-50\%)} + V_{(50-75\%)} + V_{(75-100\%)}} \quad (2)$$



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Onde:

DBmP é a densidade básica média ponderada da árvore, em g/cm³;

DBm é a densidade básica média entre as posições da base (0%) e 25%, 25% e 50%, 50% e 75% e 75% e 100% da altura comercial, em g/cm³;

V é o volume das seções entre as posições da base (0%) e 25%, 25% e 50%, 50% e 75% e 75% e 100% da altura comercial, em cm³.

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância segundo o delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial com 2 fatores com 6 tratamentos cada (posições ao longo do fuste) e 2 blocos (medula e casca). Utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para verificar diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos com o auxílio do software ASSISTAT versão 7.7 pt (SILVA & AZEVEDO 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica média ponderada da madeira do clone de *E. urophylla* x *E. grandis* foi de 0,623 g.cm³. Esse valor de densidade básica foi superior ao encontrado por Alzate (2005), que encontrou valores de densidade básica para o híbrido variando de 0,460 a 0,520 g.cm³. Segundo Foelkel et al., (1992) a densidade básica para madeiras de *Eucalyptus*, pode variar de 0,300 a 0,800 g.cm³. Os valores médios de densidade básica no sentido longitudinal são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios da densidade básica ponderada no sentido longitudinal (base-topo) nas diferentes árvores dos clones de *E. urophylla* x *E. grandis*.

Árvore	Densidade básica média ao longo do fuste (g.cm ³)					
	Base (0%)	DAP	25%	50%	75%	100%
1	0,641aA	0,628aA	0,650aA	0,673aA	0,653aA	0,624aA
2	0,562abA	0,606aA	0,644aA	0,673aA	0,667aA	0,640aA
3	0,626aA	0,635aA	0,626aA	0,681aA	0,641aA	0,656aA
4	0,646aA	0,597aA	0,589aA	0,645aA	0,640aA	0,610aA
5	0,569bB	0,598aA	0,645aA	0,628aA	0,664aA	0,661aA
Média	0,609 B	0,613 AB	0,631 AB	0,660 A	0,653 A	0,638 AB
Desvio Padrão	0,0402	0,0176	0,0252	0,0223	0,0126	0,0215
CV%	6,60	2,87	4,00	3,38	1,92	3,37

*Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas em uma mesma coluna e maiúsculas em uma mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Tukey.

A variação média da densidade básica no sentido longitudinal apresenta uma tendência de aumento da densidade da base até a posição de 50% da altura com um pequeno decréscimo a partir desta até a posição de 100% (Figura 2).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



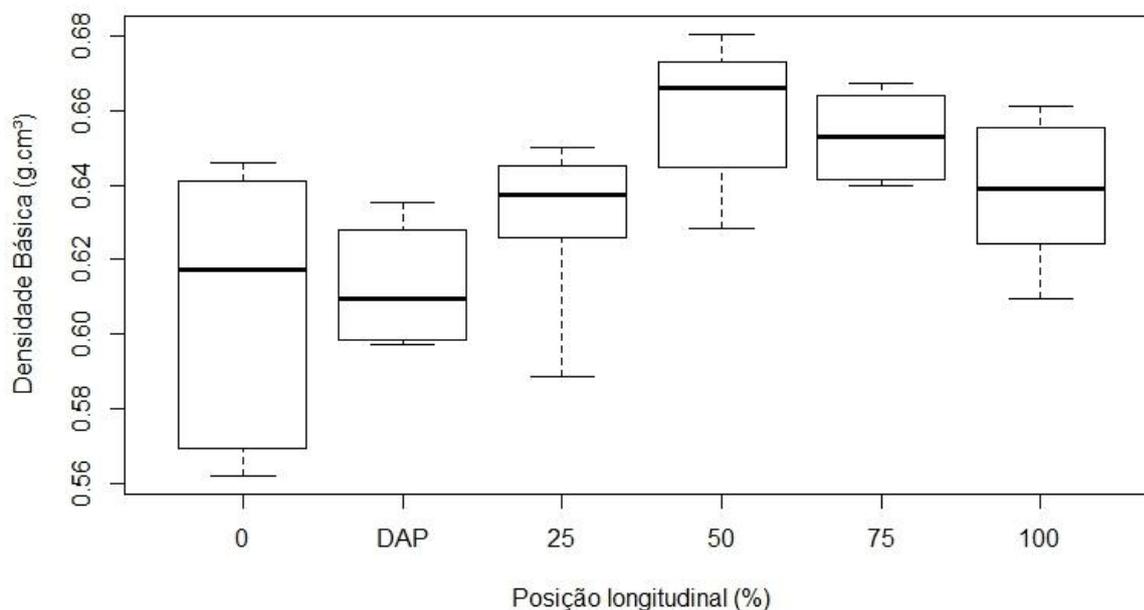


Figura 2: Variação longitudinal da densidade básica dos clones de *E. urophylla* x *E. grandis*.

Esse modelo de variação apresentado pelo clone estudado está de acordo com um dos modelos propostos por Panshin e De Zeeuw (1980), no qual a madeira apresenta aumento da densidade da base para o topo, embora desuniforme.

O mesmo padrão de variação foi encontrado por Alzate (2005) ao estudar esta mesma propriedade em híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis* também aos 8 anos de idade. Está tendência de variação difere da encontrada por Carvalho (2000) que encontrou um modelo de variação para este híbrido aos 7 anos de idade, caracterizado por um decréscimo da densidade básica média até o DAP e crescente a partir desse ponto.

Os valores médios de densidade básica no sentido radial (medula-casca) são apresentados na tabela (2). Quando comparadas as médias entre as árvores, estas não apresentaram diferenças estatísticas, indicando homogeneidade desta característica para o clone estudado, o que é desejável no uso da madeira.

Tabela 2: Valores médios da densidade básica no sentido radial (medula-casca) nas diferentes árvores dos clones de *E. urophylla* x *E. grandis*.

Árvore	Densidade básica média ponderada(g.cm³)	
	Medula	Casca
1	0,561aB	0,729aA
2	0,561aB	0,681aA
3	0,579aB	0,698aA
4	0,545aB	0,685aA
5	0,539aB	0,654aA
Média	0,557 B	0,689 A



Desvio padrão	0,016	0,027
CV%	2,83	3,94

*Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas em uma mesma coluna e maiúsculas em uma mesma linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Tukey.

Quando comparadas as posições (medula-casca) dentro de cada árvore as mesmas apresentaram diferenças estatísticas significativas, com aumento característico da densidade básica da medula para a casca, variação esta encontrada também por Barrichelo & Brito (1984) e Oliveira et al. (2005) ao estudarem estas propriedades em espécies de *Eucalyptus*.

Quando se avalia a variação radial ao longo das diferentes alturas do fuste, estas apresentam uma tendência de aproximação dos valores de densidade básica quando estão mais próximos ao topo da árvore (Figura 3). Segundo Barrichelo & Brito (1984) isso se explica porque as regiões inferiores da árvore possuem madeira formada a diferentes estágios da vida da árvore e conforme as amostras vão sendo retiradas de regiões mais altas, maiores serão as quantidades de madeira formada nos últimos anos.

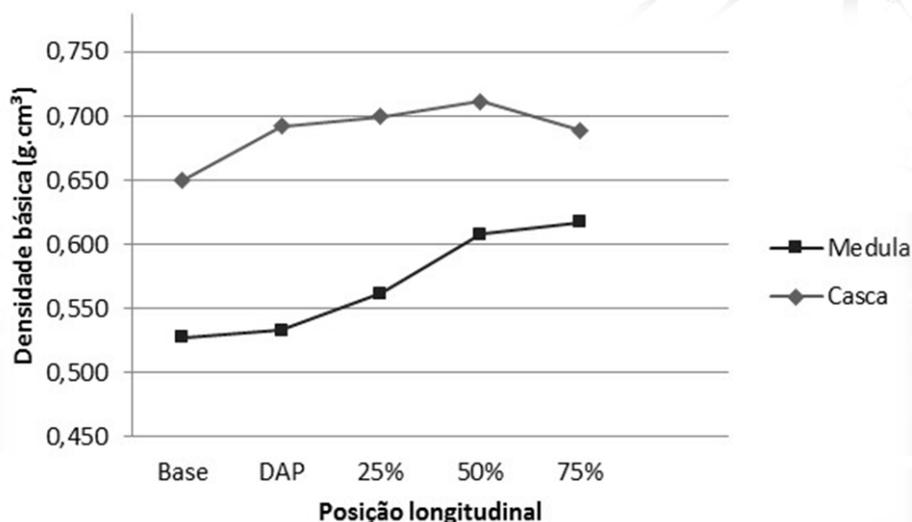


Figura 3: Variação da densidade básica no sentido radial ao longo do fuste nas diferentes árvores dos clones de *E. urophylla* x *E. grandis*..

De acordo com Moutinho (2013) estas variações em espécies e híbridos de *Eucalyptus* decorre basicamente da variação da estrutura anatômica da madeira, como a espessura da parede celular das células de fibras e a porcentagem do lume das células de vasos, parênquima e de fibras.

4. CONCLUSÕES

A densidade básica da madeira do híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* apresenta variação tanto no sentido longitudinal (base-topo) quanto radial (medula-casca).

A variação da densidade básica no sentido longitudinal é caracterizada pelo aumento da base até a posição de 50% da altura quando então há um pequeno decréscimo até a posição de 100%.



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

A variação da densidade básica no sentido radial é caracterizada pelo aumento da densidade básica da medula para a casca havendo uma aproximação dos valores de densidade básica quando estão mais próximas do topo.

5. BIBLIOGRAFIA

ALZATE, S. B. A.; TOMAZELLO FILHO, M.; PIEDADE, S. M. S.; Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* urophylla. Scientia Forestalis, nº 68, p. 87-95, ago. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 6 p. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2012. Brasília, 2013. 148p.

BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Variabilidade longitudinal e radial da madeira de *Eucalyptus grandis*. Congresso anual da ABTCP, 10, São Paulo, S.P., 1984.

CARVALHO, A. M. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. 2000. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

FOELKEL, C.E.B.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: Sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para a produção de celulose. O papel, São Paulo, v.53, n.5, p. 35-40, Mai. 1992.

GONÇALEZ, J. C.; SANTOS, G. L.; SILVA JUNIOR, F. G.; MARTINS, I. S.; COSTA, J. A.; Relações entre dimensões de fibras e de densidade da madeira ao longo do tronco de *Eucalyptus urograndis*. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 81-89, mar. 2014.

MOKFIENSKI, A. et al. Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibra. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO, 2003, Viçosa. Anais... Viçosa: 2003. p. 15-28.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo: SBS, 2000. 112p.

MOUTINHO, V.H.P. Influência da variabilidade dimensional e da densidade da madeira de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. na qualidade do carvão. 2013. 164p. Tese. ESALQ/USP, Piracicaba.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M.; Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.115-127, 2005.

PANSHIN, A. J.; de ZEEUW, C. Text book of wood technology. 4th ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722p.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R.; Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Embrapa, Brasília, DF. 138 p. 2014.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The AssistatSoftware Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

TRUGILHO, P. F.; Densidade básica e estimativa de massa seca e de lignina na Madeira em espécies de *Eucalyptus*. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 5, p. 1228-1239, set./out., 2009.



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

