

Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.).

Radial and longitudinal evaluation of mechanical properties and of the specific gravity of the wood of angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.)

Brígida Maria dos Reis Teixeira¹, Wesley Viana Evangelista²,
José de Castro Silva³ e Ricardo Marius Della Lucia⁴

Resumo

O objetivo desse trabalho foi determinar as propriedades mecânicas e a massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), na direção radial e longitudinal do tronco. Dessa forma, foram avaliadas as propriedades de flexão estática, compressão paralela às fibras e dureza Janka, além da massa específica básica, sendo os testes realizados conforme prescritos na norma NBR 7190 (ABNT, 1997). A metodologia envolveu sete árvores provenientes de uma área de floresta nativa, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. As árvores foram derrubadas e seccionadas em toras de três metros de comprimento, utilizando-se as três primeiras toras de cada árvore. As amostras foram retiradas da prancha central de cada tora, tomadas a cada um quarto da extensão do raio, sentido medula-casca. A variação radial foi avaliada entre as quatro posições radiais e a variação longitudinal, entre as três primeiras toras. Os efeitos da direção radial e longitudinal foram avaliados através da análise de variância e, quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de significância. Todas as propriedades mecânicas e a massa específica básica apresentaram aumento na direção radial e diminuição na direção longitudinal, com exceção da dureza Janka, no plano tangencial, onde houve aumento da segunda para a terceira tora. Todas as propriedades mecânicas apresentaram correlações positivas e significativas entre si e, também, com a massa específica básica.

Palavras-chave: *Anadenanthera peregrina*, angico-vermelho, propriedades mecânicas da madeira, massa específica básica, variação radial, variação longitudinal.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the mechanical properties of the wood of angico-vermelho, both along the tree height and also in the pith-to-bark direction of the logs. The properties measured were specific gravity, crushing and shearing strength along the grain, modulus of rupture and stiffness in static bending and Janka hardness in the three anatomical planes. All tests were conducted using the procedures of the NBR 7190. Seven trees were chosen in an area of native forest located in the campus of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. These trees were felled and sectioned into three three-meter long logs; only the three first logs of the stem were sampled. These samples were taken from a central board, at every quarter-point of the pith-to-bark distance. The radial variability was therefore estimated from these four positions and the longitudinal variability, from the three first logs. The effect of the direction on the mechanical properties was evaluated using analysis of variance and, when necessary, Tukey's test at the 5% level. All the mechanical properties showed an increase in mean values in the radial direction and a decrease in values with an increase in tree height, except for hardness in the tangential plane, which increased from the second to the third log. All the mechanical properties showed significant and positive correlations between themselves and also with specific gravity.

Keywords: *Anadenanthera peregrina*, angico-vermelho, wood mechanical properties, specific gravity, pith-to-bark variation, longitudinal variability.

¹Engenheira Florestal M.Sc. Coordenadora Pesquisa e Desenvolvimento Florestal Arcelor Mittal BioFlorestas. Av. Carandaí, 1.115 - 10º andar - Funcionários 30130-915 - Belo Horizonte - MG - Brasil - E-mail: brigida.teixeira@arcelormittal.com.br

²Engenheiro Florestal, D.Sc. em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/nº. 36570-000, Viçosa, MG - E-mail: wesleyviana@yahoo.com.br

³Engenheiro Florestal D.S. Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/nº. 36570-000, Viçosa, MG - E-mail: jcastro@ufv.br

⁴Engenheiro Florestal Ph.D. Professor Titular, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/nº. 36570-000, Viçosa, MG - E-mail: rdlucia@ufv.br

INTRODUÇÃO

No Brasil, até o ano de 2011, os maiores avanços na área de silvicultura estavam relacionados, principalmente, à formação de plantios florestais com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, através da produção de madeira a partir de plantios jovens, de rápido crescimento e rotações curtas. Consequentemente, os estudos relacionados às propriedades tecnológicas da madeira estavam preferencialmente voltados para estas espécies. As florestas nativas, no entanto, são extremamente ricas em biodiversidade e apenas um pequeno número de espécies já passou por estudos científicos de caracterização tecnológica da madeira e definição de usos. O mercado madeireiro nacional e internacional possui poucas espécies comercialmente aceitas e tal restrição se deve ao pouco conhecimento das características de outras madeiras, que poderiam vir a ser importantes, também, como, por exemplo, para a indústria de móveis e construção civil.

A espécie *Anadenanthera peregrina*, também conhecida como angico-vermelho, pertence à Família Fabaceae Mimosoideae e apresenta uma grande dispersão em todo o território brasileiro, ocorrendo desde o estado do Maranhão até toda a região Nordeste, estendendo-se até São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 1992). A espécie ocorre nos biomas do Cerrado e Mata Ciliar do Centro-Oeste, Caatinga, Mata Atlântica e Serra da Mantiqueira, além de outros países, como o Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina (PAULA; ALVES, 1997). As árvores apresentam altura variando de treze a vinte metros, tronco de 40 a 60 cm de diâmetro, copa ampla, casca marrom-clara, quase lisa e rica em taninos (LORENZI, 1992; PAULA; ALVES, 1997).

A madeira de angico-vermelho apresenta o lenho com textura média, superfície com brilho e anéis de crescimento visíveis, demarcados por zonas fibrosas mais escuras, o que lhe confere aspecto decorativo (MARCATI, 1992). A madeira é também moderadamente pesada, compacta, de grande durabilidade, sob condições naturais (LORENZI, 1992). Marcati (1992) observou que não ocorrem problemas de empenamento e fendilhamento nas tábuas após o desdobro, embora ocorressem rachaduras como consequência de possíveis tensões de crescimento. Marcati (1992) e Mori *et al.* (2003) afirmaram que a espécie apresenta boa trabalhabilidade, ao ser processada e manufaturada para a confecção de móveis, com boa aceitação do verniz e demais acabamentos. Paula e Alves (1997), Mori *et al.*

(2003) afirmaram, ainda, que o angico pode produzir lenha e carvão de qualidade, já que apresenta um alto teor de lignina.

Devido a sua vasta distribuição por todo o território brasileiro (LORENZI, 1992), pelas características de beleza e trabalhabilidade da madeira (MARCATI, 1992), pelas dimensões das árvores etc., o angico-vermelho apresenta-se com grande potencial para compor o grupo das madeiras alternativas, necessitando, no entanto, de maiores informações das suas propriedades. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades mecânicas da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), na direção radial e longitudinal do tronco, bem como as correlações existentes entre elas e a massa específica básica.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se sete árvores de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), com idade desconhecida, procedentes de uma área de floresta nativa, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. As árvores, com base em diâmetros semelhantes à altura do peito (DAP), foram derrubadas e, posteriormente, seccionadas em toras de três metros de comprimento. Utilizaram-se as três primeiras toras de cada árvore, que foram identificadas e transportadas para o Laboratório de Propriedades da Madeira (LPM), do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. De cada tora foram medidos os diâmetros sem casca, de cada extremidade, com o auxílio de uma fita métrica, com precisão de 0,1 cm, para a estimativa do diâmetro médio, volume e conicidade. Foi medida, também, em cada extremidade das toras, a espessura do alburno e do cerne para a estimativa da porcentagem de alburno e cerne, bem como a relação entre eles.

Após essas medições, as toras foram desdobradas em uma serra fita simples, utilizando-se cortes paralelos; do centro, obteve-se a prancha diametral, com 3 metros de comprimento, 5 centímetros de espessura e largura correspondente ao diâmetro. Da prancha, retiraram-se corpos-de-prova do terço superior, correspondentes a quatro regiões: 1 (0% a 25%), 2 (26% a 50%), 3 (51% a 75%) e 4 (76% a 100%) da extensão do raio da tora, no sentido medula-casca, para a determinação da massa específica básica e, também, para as propriedades mecânicas da madeira, conforme pode ser visto na Figura 1.

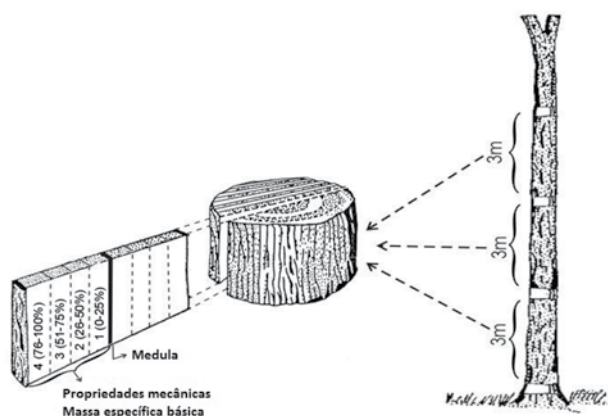


Figura 1. Esquema de retirada dos corpos-de-prova.
Figure 1. Scheme of the sample location.

Foram avaliadas as propriedades de resistência à compressão paralela às fibras, resistência ao cisalhamento, os módulos de ruptura e elasticidade em flexão estática e a dureza Janka, nos planos radial, tangencial e transversal. Foi avaliada, também, a massa específica básica. Os corpos-de-prova foram confeccionados segundo a norma NBR 7190 (ABNT, 1997), com pequenas adaptações nas dimensões, em função das características e disponibilidade do material. Os testes mecânicos foram realizados em uma máquina universal de ensaios, gerenciada por um computador.

Para a determinação da massa específica básica, os corpos-de-prova foram saturados em água até atingirem umidade superior ao ponto de saturação das fibras, para a determinação do volume saturado; em seguida, foram levadas à estufa de ventilação forçada e controle automático de temperatura a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, para secagem e até atingirem massa constante. Com a pesagem, foi registrada a massa absolutamente seca. A determinação da massa específica básica foi realizada de acordo com as recomendações da norma NBR 7190 (ABNT, 1997).

Para a análise dos dados, cada árvore foi considerada como repetição. Foi avaliado o efeito das direções radial e longitudinal, através da análise de variância; quando observadas as diferenças entre os efeitos em questão, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de significância. Para a análise das correlações entre as propriedades da madeira, procedeu-se à análise do coeficiente de correlação de Pearson, a 5% de significância. As análises estáticas foram feitas através do software SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios referentes ao diâmetro, volume e conicidade das toras e da porcentagem de cerne, alburno e relação cerne-alburno da madeira das sete árvores de angico-vermelho podem ser vistos na Tabela 1.

Os maiores valores médios do diâmetro, volume e conicidade das toras e da porcentagem de cerne e relação cerne-alburno da madeira foram observados na primeira tora; os menores valores foram observados na terceira tora, de maneira geral.

Os valores médios da massa específica básica e das propriedades mecânicas da madeira de angico-vermelho, nas direções radial e longitudinal, podem ser vistos na Tabela 2.

Observou-se, de modo geral, um aumento de todas as propriedades mecânicas avaliadas na direção radial e a sua diminuição na direção longitudinal. Exceção à regra foi observada, na direção longitudinal, para a dureza Janka, no plano tangencial, onde houve aumento da segunda para a terceira tora. Possivelmente, tal situação se deve a erro experimental, pois não há explicação para esse fenômeno. Na direção radial, as propriedades mecânicas estudadas apre-

Tabela 1. Valores médios do diâmetro, volume e conicidade das toras e da porcentagem de cerne, alburno e relação cerne-alburno da madeira de angico-vermelho.

Table 1. Mean values of diameter, volume and taper of the logs and percentages of heartwood, sapwood and heartwood/sapwood ratio of the stem of angico-vermelho.

Posição longitudinal	N ¹	Toras			Madeira		
		Diâmetro (cm)	Volume (m ³)	Conicidade (cm/m)	Cerne (%)	Alburno (%)	Relação Cerne/alburno
Valor médio	21	44,20 (6,09) (14)	0,16 (0,04) (27)	1,27 (1,05) (82)	64,47 (9,24) (14)	35,53 (9,24) (26)	2,02 (0,82) (40)
Primeira tora	7	49,59 (5,33) (11)	0,20 (0,04) (22)	2,19 (1,08) (49)	65,94 (6,83) (10)	34,06 (6,83) (20)	2,07 (0,75) (36)
Segunda tora	7	43,08 (3,39) (8)	0,15 (0,02) (14)	0,78 (0,81) (105)	64,69 (6,69) (10)	35,31 (6,69) (19)	1,94 (0,62) (32)
Terceira tora	7	39,95 (5,23) (13)	0,13 (0,03) (25)	0,84 (0,56) (67)	62,77 (13,69) (22)	37,23 (13,69) (37)	2,04 (1,13) (55)

¹. Número de observações.

². Valores entre parênteses, à esquerda e a direita, abaixo do valor médio, correspondem ao desvio padrão e ao coeficiente de variação, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios e nas direções radial e longitudinal do tronco das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho.

Table 2. Mean values and values along the radius and along the length of the mechanical properties and of the specific gravity of the wood of angico-vermelho.

Valor médio	Massa Específica Básica (g/cm ³)	Propriedades Mecânicas						
		Compressão paralela (kgf/cm ²)	Cisalhamento (kgf/cm ²)	Flexão estática		Dureza Janka		
				Módulo de ruptura (kgf/cm ²)	Módulo de elasticidade (kgf/cm ²)	Plano radial (kgf)	Plano tangencial (kgf)	Plano transversal (kgf)
	0,56 (0,103) (18) ¹	560 (120) (21)	141 (39) (28)	1.101 (331) (30)	90.344 (21.641) (24)	562 (267) (48)	586 (265) (45)	753 (254) (34)
Regiões		Direção radial (sentido medula-casca)						
1 (0-25%)	0,49 a ² (0,089) (18)	463 a (113) (24)	123 a (36) (29)	820 a (249) (30)	72.727 a (18.597) (26)	418 a ² (217) (52)	426 a (196) (46)	630 a (206) (33)
2 (26-50%)	0,56 ab (0,099) (18)	529 ab (80) (15)	133 ab (39) (29)	1.055 b (287) (27)	86.007 ab (19.098) (22)	497 ab (192) (39)	528 ab (193) (37)	690 ab (209) (30)
3 (51-75%)	0,59 b (0,096) (16)	610 bc (113) (19)	151 ab (40) (27)	1.203 bc (307) (25)	97.2802 bc (19.180) (20)	648 b (295) (46)	683 b (292) (43)	823 b (276) (34)
4 (76-100%)	0,62 b (0,090) (15)	636 c (92) (14)	159 b (33) (21)	1.327 c (260) (20)	105.363 c (15.235) (14)	683 b (275) (40)	707 b (272) (39)	868 b (256) (29)
Tora		Direção longitudinal						
Primeira	0,59 a (0,122) (21)	595 a (141) (24)	154 a (43) (28)	1205 a (317) (26)	96494 a (20.866) (22)	675 a (329) (49)	693 a (323) (47)	854 a (329) (39)
Segunda	0,56 a (0,100) (18)	550 a (110) (20)	137 a (36) (26)	1053 a (354) (34)	87812 a (22.802) (26)	513 b (217) (42)	526 b (210) (40)	710 ab (204) (29)
Terceira	0,54 a (0,080) (15)	534 a (102) (19)	132 a (36) (27)	1046 a (308) (29)	86724 a (20.613) (24)	497 b (208) (42)	540 b (222) (41)	694 b (178) (26)

¹. Valores entre parênteses, à esquerda e a direita, abaixo do valor médio, correspondem ao desvio padrão e ao coeficiente de variação, respectivamente.

². Médias seguidas da mesma letra, dentro de uma mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

sentaram diferenças estatísticas entre as quatro regiões avaliadas, na extensão do raio. Com relação à massa específica básica, foi observado um aumento crescente dos valores médios na direção radial e diminuição na direção longitudinal. Para essa propriedade, houve diferença estatística somente entre as regiões radiais, sentido medula-casca. Tendência de aumento da massa específica básica e das propriedades mecânicas da madeira na direção radial também já foi verificada em *Eucalyptus* spp por Cruz *et al.* (2003), Sousa Júnior (2004) e Gonçalves *et al.* (2009).

Considerando a variação radial, não foi observada diferença estatística entre as regiões 1 e 2, 2 e 3, e 3 e 4, no sentido medula-casca, para a resistência à compressão paralela às fibras e módulo de elasticidade em flexão estática. Quanto à resistência ao cisalhamento, não houve diferença significativa entre as regiões 1, 2 e 3, bem como entre as regiões 2, 3 e 4. No módulo de ruptura não foi verificada diferença estatística entre as regiões 2 e 3, bem como entre as regiões 3 e 4. Na dureza Janka não se observou diferença significativa entre as regiões 1 e 2 e entre as regiões de 2, 3 e 4, no sentido medula-casca, para os três planos avaliados.

Considerando a variação longitudinal, diferenças estatísticas significativas foram somente observadas na dureza Janka. A respeito dessa

propriedade, não se observou diferença nos planos radial e tangencial, entre a segunda e terceira tora, embora estas fossem diferentes significativamente da primeira tora. Na dureza Janka, avaliada no plano transversal, não se observaram diferenças entre a primeira e segunda tora e também entre a segunda e terceira toras, embora tais diferenças fossem observadas entre a primeira e a terceira toras.

Considerando-se as variações na direção radial e longitudinal, observou-se que as propriedades mecânicas apresentaram variações mais evidentes na direção radial, em comparação a longitudinal, conforme pode ser visto na Tabela 2. Isso pode ser verificado pelo maior aumento, em magnitude, da massa específica básica e das propriedades mecânicas entre as quatro regiões radiais, sentido medula-casca, quando comparadas entre as três posições longitudinais.

Os coeficientes de variação encontrados para o cisalhamento, módulo de ruptura em flexão estática, dureza Janka (nos três planos ortogonais) e massa específica básica (Tabelas 2) podem ser considerados altos, quando comparados com os valores observados por Kretschmann (2010), no estudo das propriedades mecânicas de cinquenta espécies florestais. O autor observou os seguintes valores de coeficientes de variação para as propriedades mecânicas: 16%

para módulo de ruptura, 22% para o módulo de elasticidade em flexão estática, 20% para dureza, 18% para compressão paralela as fibras, 14% para cisalhamento e 10% para a massa específica básica. Os valores de coeficientes de variação observados nesse trabalho, provavelmente, se justificam pela variabilidade individual entre as sete árvores de angico-vermelho avaliadas, considerando a limitada informação sobre a origem do material, idade, material genético, condições de crescimento, além de outros fatores.

As propriedades mecânicas da madeira de angico-vermelho, observadas nesse trabalho, estão em conformidade com aquelas observadas por Marcati e Della Lucia (1993). Os autores observaram as seguintes propriedades mecânicas médias, corrigidas para um teor de umidade de 12%, de acordo com a recomendação proposta pela NBR 7190: compressão paralela as fibras: 554 kgf/cm², cisalhamento: 116 kgf/cm², dureza no plano radial: 747 kgf, dureza no plano tangencial: 716 kgf, dureza no plano transversal: 791 kgf, módulo de ruptura: 1.170 kgf/cm² e módulo de elasticidade: 102.543 kgf/cm². Segundo Mainieri e Chimelo (1989), a madeira de angico-vermelho apresenta propriedades mecânicas semelhantes às madeiras de imbuia, peroba-rosa, mogno e andiroba.

As correlações entre as propriedades mecânicas e com a massa específica básica da madeira de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) podem ser vistas na Tabela 3.

Todas as propriedades mecânicas apresentaram correlações significativas e positivas entre si e também com a massa específica. As correlações mais fortes, com coeficientes de correlação de Pearson acima de 0,80, foram observadas entre a massa específica básica e a resistência à compressão paralela, ao cisalhamento, com o módulo de ruptura e com a dureza Janka, no plano transversal. Altos coeficientes de correlação

também foram observados entre os módulos de ruptura e elasticidade (0,87); entre a dureza Janka no plano tangencial e radial (0,97) e, também, na dureza Janka do plano transversal com as dos planos radial (0,95) e tangencial (0,94). A relação entre resistência à flexão e rigidez já é utilizada na prática para a avaliação das propriedades mecânicas; as correlações de dureza Janka com outras propriedades mecânicas poderão servir de subsídio para indicações de uso da madeira do angico-vermelho. Com isso, a partir da determinação de uma dessas propriedades, poder-se-á ter noção da magnitude da outra que apresentou forte correlação, dispensando a realização de testes adicionais.

Considerando as correlações positivas das propriedades mecânicas com a massa específica, os usos estruturais da madeira que requeiram menores esforços mecânicos podem ser obtidos com madeiras retiradas das regiões mais próximas da medula, devido a sua menor massa específica básica, enquanto aqueles usos que necessitem de maior resistência ou dureza podem ser feitos com madeiras de regiões mais externas ou próximas à casca, devido à maior massa específica básica.

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, pode-se sugerir o emprego da madeira de angico-vermelho nas áreas rurais e urbanas, como componentes estruturais que requeiram resistência mecânica. Por sua rigidez elevada, também se sugere o emprego dela em embarcações, pontes, móveis, janelas, marcos de portas etc.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que:

a) Todas as propriedades mecânicas avaliadas e a massa específica básica apresentaram aumento na direção radial.

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson entre as propriedades mecânicas e com a massa específica ($p > 0,05$).
Table 3. Pearson's correlation coefficients between mechanical properties and specific gravity ($p > 0,05$).

Propriedades da Madeira	Resistência				Dureza Janka		
	Compressão paralela	Cisalhamento	Flexão estática		Plano radial	Plano tangencial	Plano transversal
			Módulo de ruptura	Módulo de elasticidade			
Resistência a compressão		0,75	0,79	0,66	0,68	0,71	0,71
Resistência ao cisalhamento	0,75		0,66	0,56	0,65	0,68	0,71
Módulo de ruptura (MOR)	0,79	0,66		0,87	0,69	0,70	0,70
Módulo de elasticidade (MOE)	0,66	0,56	0,87		0,60	0,59	0,58
Dureza no plano radial	0,68	0,65	0,69	0,60		0,97	0,95
Dureza no plano tangencial	0,71	0,68	0,70	0,59	0,97		0,94
Dureza no plano transversal	0,71	0,71	0,70	0,58	0,95	0,94	
Massa específica básica	0,74	0,74	0,74	0,59	0,69	0,68	0,74

- b) Todas as propriedades mecânicas avaliadas e a massa específica básica apresentaram diminuição na direção longitudinal, à exceção da dureza Janka no plano tangencial, em que houve aumento da segunda para a terceira tora.
- c) As propriedades mecânicas apresentaram variações mais evidentes na direção radial do que no longitudinal.
- d) Na direção longitudinal somente as propriedades de dureza Janka apresentaram variações significativas.
- e) Todas as propriedades mecânicas da madeira de angico-vermelho apresentaram correlações positivas e significativas entre si. Correlações positivas e significativas também foram observadas entre a massa específica básica e as propriedades mecânicas avaliadas.
- f) Usos que requeiram maior resistência mecânica da madeira de angico-vermelho deverão utilizar regiões retiradas mais próximas da casca; por outro lado, aqueles usos que demandem menor resistência poderão utilizar-se de regiões mais próximas da medula.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas (FAPEMIG), pelo apoio financeiro a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

CRUZ, C.R.; LIMA, J.T.; MUNIZ, G.I.B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.64, p.33-47, 2003.

GONÇALVES, F.G.; OLIVEIRA, J.T.S.; DELLA LUCIA, R.M.; SARTÓRIO, R.C. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.33, n.3, p.501-509, 2009.

KRETSCHMANN, D.E. Mechanical properties of wood. In: FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood Handbook: wood as an engineering material**. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 2010. p.1-46.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. 2ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.

MAINIERI, C. CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 418p.

MARCATI, C.R. **Estudo da anatomia e das propriedades tecnológicas da madeira do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth)**. 1992. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

MARCATI, C.R.; DELLA LUCIA, R.M. Estudo das propriedades mecânicas da madeira do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth.). In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO/ CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1993. v.2, p.638-641.

MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; MENDES L.M.; SILVA, J.R.M. Caracterização da Madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (Benth) Speng) para Confecção de Móveis. **Brasil Florestal**, Brasília, n.77, p.29-36, 2003.

PAULA, J.E.; ALVES, J.L.H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okada - MOA, 1997. 543p.

SOUSA JÚNIOR, W.P. **Propriedades físicas, mecânicas e anatômicas das madeiras de *Eucalyptus cloeziana* e de *Eucalyptus urophylla* oriundas dos municípios de turmalina e de Paraopeba (MG)**. 2004. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

Recebido em 07/07/2010

Aceito para publicação em 01/11/2011