

Variabilidade radial e longitudinal das propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico-vermelho

Variation in the pith-to-bark and in the height directions of the physical and anatomical properties of the wood of angico-vermelho

Brígida Maria dos Reis Teixeira Valente¹, Wesley Viana Evangelista², José de Castro Silva³ e Ricardo Marius Della Lucia⁴**Resumo**

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a variação radial e longitudinal das propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). Foram utilizadas sete árvores provenientes de uma área de floresta nativa primária, com idade desconhecida, localizada na Universidade Federal de Viçosa, campus de Viçosa, Minas Gerais. As variáveis analisadas foram a massa específica (básica e aparente a 12% de umidade) e as contrações volumétrica e lineares, com base na NBR 7190:1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e as dimensões das fibras, com base na COPANT (1974). Foram também analisadas as aplicações da madeira para produção de papel por meio de índices de qualidade específicos. As árvores foram derrubadas e seccionadas em toras de comprimento de três metros, das quais foram utilizadas as três primeiras toras. As amostras foram retiradas da prancha diametral de cada tora, tomadas de quatro posições radiais equidistantes (0, 33, 66 e 100%) no sentido medula-casca. Os resultados mostraram uma tendência de aumento no sentido medula-casca da massa específica básica e aparente, contrações volumétrica, tangencial e radial, comprimento e espessura da parede de fibras, índice de enfeltamento, fração parede e índice de Runkel. Tendência de diminuição nesse mesmo sentido foi observada para a largura e diâmetro do lume das fibras e para o coeficiente de flexibilidade. A contração longitudinal e fator anisotrópico apresentaram outros padrões de variação. No sentido longitudinal não se observou grande variação das propriedades da madeira entre as três toras avaliadas. A maioria das propriedades da madeira avaliada apresentou correlações significativas entre si, com destaque para a massa específica básica e aparente, que tiveram correlações com todas as propriedades estudadas. Os valores dos índices de qualidade avaliados para produção de papel foram similares aos observados para a madeira de *Eucalyptus* spp.

Palavras-chave: *Anadenanthera peregrina*, propriedades da madeira, massa específica, retratibilidade, dimensões de fibras.

Abstract

This study had the objective of evaluating the properties in the radial direction and also along the trunk of the wood of angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). Seven trees were obtained from a primary forest located within the campus of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais State. Tree ages were unknown. The variables under study were specific gravity (basic and apparent at 12% moisture) and linear and volumetric shrinkages according to NBR 7190: 1997 standard of the Brazilian Associations of Standards; fiber dimensions were obtained as per COPANT (1974). The wood was analyzed for paper production using specific quality indexes. The trees were felled and cut into logs, of which the first three were used for sample preparation. The logs were taken to the mill and sawed; the center board was then selected for further processing. Samples were finally cut from these boards, at 0%, 33%, 66% and 100% of the pith-to-bark distance. Specific gravity, volumetric, tangential and radial shrinkage and fiber length, wall thickness, cell wall fraction, felting and Runkel indexes all showed a tendency to increase from the pith toward the bark, while fiber width, lumen diameter and flexibility coefficient decreased. The longitudinal shrinkage and the ratio tangential-to-radial coefficients showed other patterns of change. However, the

¹Engenheira Florestal M.Sc. Analista Florestal, ArcelorMittal BioEnergia Pesquisa e Desenvolvimento Florestal. Av. Carandaí, 1115, 10º andar, Funcionárias, 30.130-915, Belo Horizonte, MG. E-mail: brigida.teixeira@arcelormittal.com.br

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

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

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

average values did not show great change with tree height. Most of the properties were correlated to one another, especially specific gravity and density; these two showed a significant correlation to all the others. The indexes for paper production of angico-vermelho wood were similar to those found for *Eucalyptus* spp.

Keywords: *Anadenanthera peregrina*, wood properties, specific gravity, shrinkage, fiber dimensions.

INTRODUÇÃO

Até o ano de 2013, a grande experiência silvicultural brasileira se resume na produção de madeira oriunda de plantios florestais jovens, de ciclo curto e de rápido crescimento envolvendo espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Esses plantios são destinados basicamente para a produção de polpa celulósica, carvão e painéis, entretanto o uso dessas madeiras, em escala comercial, para outros fins como serraria, móveis, marcenaria, lâminas, compensados e construção civil é ainda pequeno (ABRAF, 2013). Quando se considera a madeira de outras espécies, principalmente a das espécies nativas, o conhecimento das suas propriedades ou as experiências de sua utilização em escala industrial são ainda pequenas.

O estudo das propriedades da madeira tem como objetivo oferecer subsídios para verificar se uma determinada espécie florestal é adequada para determinado uso, bem como o conhecimento de suas propriedades. Esse tipo de estudo também deve ser realizado considerando-se as variações internas, a partir da determinação das propriedades da madeira no sentido radial e longitudinal, possibilitando o seu melhor uso tecnológico, com a classificação da madeira serrada com propriedades semelhantes e homogeneização de lotes para sua comercialização. No Brasil esse tipo de estudo é, na maioria das vezes, voltado para as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, e com menor frequência para as madeiras das espécies nativas, embora a flora brasileira seja extremamente rica em biodiversidade florestal.

No Brasil apenas um pequeno número de espécies florestais possui maior volume de estudos de caracterização tecnológica das propriedades da madeira, bem como definição de usos (GONZAGA, 2006; ZENID et al., 2009). O mercado nacional e internacional de madeiras possui um número muito reduzido de espécies florestais que tem manejo sustentável e, ou disponível em escala comercial, principalmente através dos plantios florestais. Isto limita a produção industrial de produtos madeireiros oriundos da maioria das espécies florestais nativas.

O angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*

(L.) Speg), segundo Oliveira Filho (2006) e Lorenzi (2009), ocorre nos Estados de Tocantins, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na mata semidecídua e na sua transição para o Cerrado. A madeira é considerada muito pesada, dura, de textura média, grã reversa, de boa resistência mecânica e durável. Ainda, de acordo com Marcati (1992), a madeira de angico-vermelho tem a superfície com brilho e anéis de crescimento bem visualizados, demarcados por zonas fibrosas mais escuras, o que confere à madeira um valor decorativo pelos desenhos que forma. Do ponto de vista comercial, a autora verificou que não ocorrem problemas de empenamento e fendas na madeira durante a secagem, embora ocorressem rachaduras durante o desdobro das toras. A madeira apresenta boas condições de adesão, acabamento e durabilidade natural, além de boa aceitação a vernizes.

Os estudos de caracterização da madeira de angico-vermelho se justificam devido às poucas informações científicas sobre as suas propriedades tecnológicas, sobre a necessidade do maior conhecimento das madeiras nativas do Brasil e devido a sua variação estrutural nos sentidos radial e longitudinal. O objetivo desse trabalho foi avaliar as suas propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico-vermelho, bem como suas correlações, visando o melhor conhecimento das suas propriedades tecnológicas e sua variação interna nos sentidos radial e longitudinal.

MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada nesse trabalho foi oriunda de sete árvores de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), com idade desconhecida, procedentes de uma área de mata nativa, localizada na Universidade Federal de Viçosa, campus de Viçosa, Estado de Minas Gerais. O local de coleta situava-se nas coordenadas 20° 45' S e 42° 55' W, com altitude entre 600 e 800 m (MEIRA-NETO, 1997). Segundo a classificação de Köpen, o clima era do tipo Cwb, mesotérmico, com verões chuvosos e invernos frios e secos. A precipitação média era de aproximadamente 1.200 mm. (MARANGON, 1999). As árvores selecionadas para esse trabalho fo-

ram devidamente identificadas e seis exsicatas referentes ao material de estudo foram incluídas no Herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, campus de Viçosa, com os números de registro 19.674 até 19.679.

As árvores foram selecionadas tomando-se como referência indivíduos com diâmetros semelhantes a 1,30 m de altura. Após seleção, as árvores foram abatidas e seccionadas em toras com três metros de comprimento. Nesse estudo foram utilizadas somente as três primeiras toras tomadas a partir da base de cada árvore. Em seguida as toras foram medidas, identificadas e depois transportadas para o Laboratório de Propriedades da Madeira (LPM), do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, campus de Viçosa, Minas Gerais.

Para a caracterização das três primeiras toras de angico-vermelho, estimou-se o diâmetro, volume e a conicidade das toras e a porcentagem de cerne, alburno e relação cerne-alburno da madeira. O diâmetro médio foi obtido a partir da medição da circunferência nas extremidades, sendo estimado através da fórmula:

$$D_m = \frac{\left(\frac{C_1}{\pi} + \frac{C_2}{\pi}\right)}{2}$$

em que D_m = diâmetro médio, em cm; C_1 = circunferência da extremidade inferior, em cm e C_2 = circunferência da extremidade superior da tora, em cm.

O volume foi calculado através de cubagem rigorosa pelo método de Smallian, conforme metodologia descrita por Husch et al. (1993).

A conicidade foi avaliada através da fórmula:

$$C = \frac{D_1 - D_2}{L}$$

em que C = conicidade, em cm/m; D_1 = diâmetro da extremidade inferior da tora, em cm; D_2 = diâmetro da extremidade superior da tora, em cm; e L = comprimento da tora.

Na determinação das porcentagens de cerne e alburno, mediu-se a espessura desses tecidos lenhosos nas extremidades das toras e estimou-se a área ocupada por eles. A porcentagem de cerne e alburno e a relação cerne-alburno foram estimadas pelas seguintes fórmulas:

$$\%ALB = \frac{ALB}{AS_m} \times 100$$

em que $\%ALB$ = porcentagem de alburno, em %; ALB = área ocupada por alburno, em m^2 ; e AS_m = área seccional média da seção, em m^2 .

$$\%CRN = 100 - \%ALB$$

em que $\%CRN$ = porcentagem de cerne, em %, e $\%ALB$ = porcentagem de alburno, em %.

$$C/A = \frac{\%CRN}{\%ALB}$$

em que C/A = relação cerne-alburno; $\%CRN$ = porcentagem de cerne, em %; e $\%ALB$ = porcentagem de alburno, em %.

Em seguida, as toras foram desdobradas em um engenho de serra fita simples, utilizando-se cortes paralelos entre si, obtendo-se tábuas de 3 metros de comprimento, 3 centímetros de espessura e largura variável. Do centro de cada tora, obteve-se uma prancha diametral com 5 centímetros de espessura. Da prancha central foram retirados do terço superior corpos de prova, provenientes de quatro regiões radiais (0, 33, 66 e 100% de distância no sentido medula-casca), para a determinação da massa específica básica e aparente (12% de umidade), retratibilidade e dimensões de fibras, conforme pode ser visto na Figura 1. Para a determinação dessas propriedades foram confeccionados corpos de prova de formato retangular, com dimensões de 2,0 x 2,0 x 3,0 cm, sendo a última no sentido longitudinal.

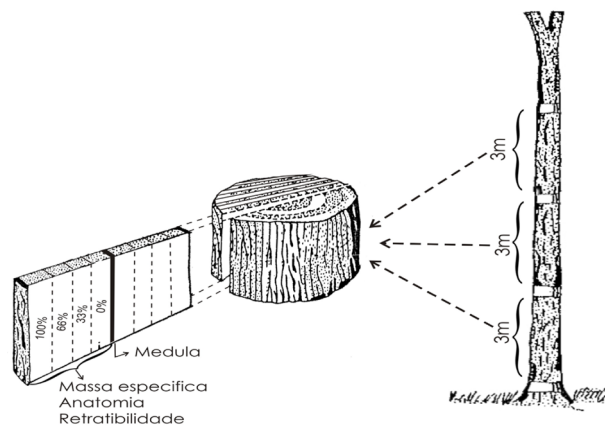


Figura 1. Esquema de retirada dos corpos de prova.
Figure 1. Scheme of the sample location.

A determinação da massa específica, contração (volumétrica, tangencial, radial, longitudinal) e o fator anisotrópico (correspondendo a relação entre as contrações tangencial e radial) foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na norma NBR 7190 (ABNT, 1997). A avaliação das dimensões das fibras foi realizada de acordo com os procedimentos descritos pela

norma da COPANT (1974). Para isto, das amostras retangulares da madeira retirou-se pequenos fragmentos de madeiras para a medição das fibras, segundo método de maceração preconizado por Dadswell (1972). Posteriormente, foram montadas lâminas temporárias e medidas trinta fibras, individualmente, determinando-lhes o comprimento, largura e o diâmetro do lume. A espessura da parede foi estimada pela metade da diferença entre a largura e o diâmetro do lume. Para a medição das dimensões das fibras utilizou-se um microscópio ótico, com um sistema de aquisição de imagens acoplado a um computador, sendo as medições das fibras realizadas através do software Axio-Vision.

Foram avaliados também quatro índices de qualidade da madeira para a produção de papel com base nas dimensões das fibras. Os índices avaliados e suas respectivas fórmulas foram:

Índice de Enfeltramento (IE)

$$IE = \frac{C}{L}$$

Coefficiente de Flexibilidade (CF)

$$CF = \frac{DL}{L} \times 100$$

Fração Parede (FP)

$$FP = \frac{2 \times EP}{L} \times 100$$

Índice de Runkel (IR)

$$IR = \frac{2 \times EP}{DL}$$

em que: C = comprimento, L = largura, DL = diâmetro do lume e EP = espessura da parede das fibras.

Para a descrição anatômica qualitativa foram montadas lâminas permanentes com cortes histológicos dos três planos fundamentais: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial. Os cortes foram confeccionados com a espessura de 16 μm , através de um micrótomo de deslize horizontal, sendo posteriormente desidratados em série alcoólica, corados com solução de safranina aquosa 1% e as lâminas montadas com Entelan. Após a secagem, as lâminas foram levadas a um microscópio ótico de luz onde foi realizada a descrição dos anatômica quantitativa, com base na norma da COPANT (1974).

Para a análise estatística, cada árvore de angico-vermelho foi considerada como repetição. Avaliou-se o efeito das direções radial e longitudinal, através da análise de variância com aplicação do teste F, em 5% de probabilidade de erro, e quando observado os efeitos significativos pelo teste F, foi aplicado o teste Tukey, em 5% de probabilidade de erro. Para a análise das correlações entre as propriedades da madeira, procedeu-se a determinação do coeficiente de correlação de Pearson, em 5% de probabilidade de erro. As análises estáticas foram feitas por meio do software SAEG - Sistema para Análises Estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dendrométrica das toras

Como esperado, os maiores valores de diâmetro, conicidade e volume de madeira das toras de angico-vermelho foram observados nas toras mais basais, enquanto os menores valores foram observados nas regiões mais apicais (Tabela 1). Com relação à conicidade, foram observadas diferentes tendências de variação nas três primeiras toras nas sete árvores. Nas árvores 1, 2, 3 e 5 a menor conicidade foi observada na segunda tora, enquanto na árvore 4 foi nessa tora que foi observada a maior conicidade. Aparentemente não há uma razão específica para explicar essa tendência de variação da conicidade.

As maiores porcentagem de cerne e relação cerne-alburno foram observadas na primeira tora da árvore 3, na segunda tora das árvores 1, 2 e 6; e na terceira tora das árvores 4, 5 e 7. As maiores porcentagens de alburno foram observadas na primeira tora das árvores 1, 5 e 7; na segunda tora da árvore 4 e na terceira tora das árvores 2, 3 e 6. Considerando as sete árvores, destaque pode ser dado a árvore 4, que apresentou às maiores porcentagens de cerne nas três toras e consequentemente as menores porcentagens de alburno. De acordo com Oliveira et al. (1999), a quantificação do cerne e do alburno é muito importante para um melhor uso da madeira. Por exemplo, madeiras com maior porcentagem de alburno são mais permeáveis e menos susceptível ao aparecimento de defeitos de secagem, como fendilhamento e empenamento, decorrentes de colapso, além de tornar possível e mais fácil a absorção de preservativos. Além disso, madeiras com maior porcentagem de alburno e submetidas a usos em contato direto com o solo e umidade devem receber tratamento preservativo, de maneira a evitar o ataque de fungos e insetos xilófagos.

Tabela 1. Caracterização dendrométrica das toras das sete árvores de angico-vermelho.**Table 1.** Size characterization of the logs of seven trees of angico-vermelho.

Árvore	Tora	Diâmetro (cm)	Conicidade (cm/m)	Volume (m ³)	Cerne (%)	Alburno (%)	Relação cerne-alburno
1	Primeira	52,60	1,62	0,22	64,26	35,74	1,8
	Segunda	44,95	0,02	0,16	66,18	33,82	2,0
	Terceira	39,95	1,22	0,13	65,21	34,79	1,9
2	Primeira	45,50	2,43	0,16	57,58	42,42	1,4
	Segunda	37,00	0,29	0,11	58,51	41,49	1,4
	Terceira	32,90	0,70	0,09	52,58	47,42	1,1
3	Primeira	59,25	3,83	0,28	66,24	33,76	2,0
	Segunda	44,10	0,38	0,15	56,24	43,76	1,3
	Terceira	36,88	1,50	0,11	40,07	59,93	0,7
4	Primeira	51,20	1,15	0,21	78,42	21,58	3,6
	Segunda	42,90	2,36	0,15	74,94	25,06	3,0
	Terceira	44,35	0,07	0,16	80,05	19,95	4,0
5	Primeira	44,60	3,49	0,16	64,01	35,99	1,8
	Segunda	43,25	0,44	0,15	64,28	35,72	1,8
	Terceira	41,25	1,02	0,14	70,42	29,58	2,4
6	Primeira	44,75	1,41	0,16	60,67	39,33	1,5
	Segunda	41,35	1,37	0,14	61,55	38,45	1,6
	Terceira	36,05	1,23	0,10	57,56	42,44	1,4
7	Primeira	49,20	1,43	0,19	70,43	29,57	2,4
	Segunda	48,00	0,57	0,18	71,15	28,85	2,5
	Terceira	48,25	0,13	0,18	73,47	26,53	2,8
Média por tora	Primeira	49,59 (5,33) ¹	2,19 (1,08)	0,20 (0,04)	65,94 (6,83)	34,06 (6,83)	2,1 (0,7)
	Segunda	43,08 (3,39)	0,78 (0,81)	0,15 (0,02)	64,69 (6,69)	35,31 (6,69)	1,9 (0,6)
	Terceira	39,95 (5,23)	0,84 (0,56)	0,13 (0,03)	62,77 (13,69)	37,23 (13,69)	2,0 (1,1)
Média Geral		44,20 (6,09)	1,27 (1,05)	0,16 (0,04)	64,47 (9,24)	35,53 (9,24)	2,0 (0,8)

I. Valores entre parênteses abaixo do valor médio correspondem ao desvio padrão.

Para os parâmetros relacionados às toras e a porcentagem de cerne e alburno não foi observada a mesma tendência de variação longitudinal para todas as sete árvores, verificando-se ainda uma grande variabilidade entre elas. Isso pode ser possivelmente justificado pela diferença genética entre indivíduos, condições de crescimento, entre outros fatores. As porcentagens médias de cerne e de alburno seguiram um padrão de variação na direção longitudinal, sentido base-topo, semelhantes aos observados para *Eucalyptus* spp, em que as maiores porcentagens de cerne e alburno tendem a se localizar na parte mais basal e apical das árvores (OLIVEIRA et al., 1999; SILVA, 2002).

Massa específica e retratibilidade

Os valores médios da massa específica básica e aparente a 12% de umidade (Tabela 2) foram de 0,56 g/cm³ e 0,66 g/cm³, respectivamente. Houve aumento crescente no sentido radial e diminuição no sentido longitudinal, sendo essa redução mais evidente para a massa específica

aparente. O aumento da massa específica no sentido medula-casca já foi observado em muitas específicas florestais enquanto no sentido longitudinal não se observa um padrão característico de variação. Tendência igual à observada nesse trabalho foi também verificada por Marcati (1992) e por Melo et al. (2007); Suckow et al. (2009) para a madeira de *Anadenanthera colubrina*. Houve diferença estatística entre as posições ao longo do sentido medula-casca para a massa específica básica e aparente enquanto na direção longitudinal essa diferença foi observada somente para a massa específica aparente.

Os valores médios da contração volumétrica, tangencial, radial, longitudinal e fator anisotrópico foram 9,64%, 6,25%, 3,19%, 0,44% e 2,09, respectivamente. Observou-se um aumento crescente da contração volumétrica, tangencial e radial no sentido radial. Isto se deve, provavelmente, ao aumento da massa específica nesse mesmo sentido, considerando-se que a magnitude da variação dimensional é proporcional à quantidade de madeira por volume analisado, conforme re-

Tabela 2. Valores médios da massa específica e da retratibilidade da madeira de angico-vermelho nos sentidos radial e longitudinal

Table 2. Mean values of specific gravity and coefficients of shrinkage of the wood of angico-vermelho in the pith-to-bark direction and along the stem

Valor médio	Massa Específica		Retratibilidade				
	Básica (g/cm ³)	Aparente (g/cm ³)	Contração Volumétrica (%)	Contração tangencial (%)	Contração radial (%)	Contração longitudinal (%)	Fator anisotrópico
	0,56 (0,10) ¹	0,66 (0,14)	9,64 (1,55)	6,25 (1,21)	3,19 (0,83)	0,44 (0,31)	2,09 (0,70)
Posição	Sentido radial (%)						
0	0,49 b ² (0,09)	0,57 c (0,14)	8,44 c (1,06)	5,36 c (0,96)	2,81 b (0,78)	0,45 a (0,34)	2,09 a (0,84)
33	0,56 ab (0,10)	0,63 bc (0,12)	9,23 bc (1,05)	6,02 bc (1,05)	2,96 b (0,75)	0,47 a (0,30)	2,23 a (0,95)
66	0,59 a (0,10)	0,72 ab (0,15)	9,96 ab (1,60)	6,46 ab (1,04)	3,34 ab (0,80)	0,43 a (0,26)	2,01 a (0,44)
100	0,62 a (0,09)	0,74 a (0,11)	10,91 a (1,31)	7,16 a (1,06)	3,66 a (0,78)	0,40 a (0,35)	2,04 a (0,48)
Tora	Sentido longitudinal						
Primeira	0,59 a (0,12)	0,72 a (0,17)	10,30 a (2,01)	6,57 a (1,54)	3,55 a (0,94)	0,47 a (0,30)	1,99 a (0,77)
Segunda	0,56 a (0,10)	0,64 ab (0,14)	9,15 b (1,06)	5,93 a (0,93)	2,96 b (0,81)	0,48 a (0,36)	2,18 a (0,78)
Terceira	0,54 a (0,08)	0,63 b (0,11)	9,45 b (1,22)	6,25 a (1,02)	3,07 ab (0,61)	0,36 a (0,25)	2,11 a (0,55)

1. Valores entre parênteses abaixo do valor médio correspondem ao desvio padrão.

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

latado por Tsoumis (1991). O aumento crescente da contração volumétrica, tangencial e radial na direção radial também foi verificado por Marcatti (1992). A contração longitudinal aumentou até a posição 33% e diminuiu até a posição mais próxima a casca enquanto o fator anisotrópico também aumentou até a posição 33%, diminuiu até 66% e teve um pequeno aumento até a região mais próxima a casca.

Com relação ao sentido longitudinal observou-se uma diminuição da contração volumétrica, tangencial e radial da primeira para a segunda tora, seguido de aumento até a terceira tora, sendo os maiores valores dessas contrações sempre observados na primeira tora. A contração longitudinal e o fator anisotrópico aumentaram da primeira para a segunda tora e diminuíram até a terceira tora. Foram observadas diferenças significativas entre as posições radiais para as contrações volumétrica, tangencial e radial, enquanto tais diferenças não foram observadas na contração longitudinal e fator anisotrópico. Já para a direção longitudinal foi observada diferença significativa entre as três toras avaliadas apenas para a contração volumétrica e radial.

Dimensões das fibras e índices de qualidade para produção de papel

Os valores médios do comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede (Tabela 3) foram 1,21 mm, 17,77 µm, 9,82 µm e 3,97 µm,

respectivamente. Observou-se um aumento crescente do comprimento e da espessura da parede e uma diminuição da largura e diâmetro do lume das fibras no sentido radial, enquanto no sentido longitudinal, os valores observados nas três toras estudadas foram similares entre si. O mesmo padrão de variação radial verificado para o comprimento e espessura de parede das fibras foi também observado por SUCKOW et al. (2009) em *Anandenanthera colubrina* e por Silva et al. (2005) e Evangelista et al. (2010) em *Eucalyptus* spp. Observou-se diferenças significativas entre as posições somente na direção radial, sentido medula-casca, para o comprimento, diâmetro do lume e espessura da parede. No sentido longitudinal também não se observaram diferenças significativas das dimensões das fibras entre as três toras estudadas.

Os índices de qualidade da madeira de angico-vermelho observados (Tabela 4) foram de 68,45 para o índice de enfiamento; 55,03% para o coeficiente de flexibilidade; 44,99% para a fração parede e 0,84 para o índice de Runkel. No sentido radial observou-se o aumento de todos esses índices, exceto para o coeficiente de flexibilidade que apresentou diminuição nesse sentido. Foram observadas diferenças significativas entre as regiões radiais, ao longo do sentido medula-casca. No sentido longitudinal não foi observado um padrão nítido de variação na direção base-topo e também não foi observada diferença significativa desses índices entre as três toras.

Tabela 3. Valores médios das dimensões das fibras da madeira de angico-vermelho nos sentidos radial e longitudinal
Table 3. Mean values of fiber dimensions of the wood of angico-vermelho in the pith-to-bark direction and along the stem

	Comprimento (mm)	Largura (µm)	Diâmetro do lume (µm)	Espessura da parede (µm)
Valor Médio	1,21 (0,16) ¹	17,77 (1,29)	9,82 (1,69)	3,97 (0,49)
Posição	Sentido radial (%)			
0	1,01 d ² (0,16)	18,25 a (1,60)	10,97 c (1,69)	3,64 c (0,41)
33	1,13 c (0,07)	17,90 a (1,34)	10,27 bc (1,86)	3,81 bc (0,45)
66	1,30 b (0,06)	17,50 a (1,23)	9,28 ab (1,27)	4,12 ab (0,33)
100	1,37 a (0,06)	17,43 a (0,80)	8,75 a (0,95)	4,34 a (0,47)
Tora	Sentido longitudinal			
Primeira	1,19 a (0,14)	17,84 a (1,36)	9,59 a (1,74)	4,12 a (0,44)
Segunda	1,23 a (0,17)	17,72 a (1,27)	9,94 a (1,84)	3,89 a (0,53)
Terceira	1,20 a (0,18)	17,75 a (1,31)	9,93 a (1,53)	3,91 a (0,49)

1. Valores entre parênteses abaixo do valor médio correspondem ao desvio padrão.

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

Nisgoski (2005), Rodrigues (2010), e Nisgoski et al. (2011, 2012), citando vários autores, relataram que o índice de enfeltramento está relacionado a resistência ao rasgo, arrebatamento e a formação de dobras duplas, sendo que quanto maiores esse índice, melhor será a formação da folha. Para o índice de enfeltramento, valores acima de 50 são desejáveis, pois há melhor formação da folha e das propriedades de resistência ao rasgo e dobras duplas. O coeficiente de flexibilidade indica a capacidade das fibras em fazerem ligações entre si e quanto maior o seu valor, maiores as resistências a tração e ao arrebatamento e menor a resistência a rasgo e opacidade. Para que ocorra uma boa interligação entre as fibras, é ideal que o coeficiente de flexibilidade seja acima de 50%. A fração parede indica a facilidade de colapso e flexibilidade para ligação das fibras e valores acima de 40% não são muito desejáveis para alguns usos, pois demonstra que as fibras são extremamente rígidas, pouco flexíveis e com dificuldades nas interligações das mesmas. Essa relação mantém proporcionalidade positiva com a resistência ao rasgo e negativa com a resistência à tração, ao arrebatamento e com o peso específico. O índice de Runkel indica a flexibilidade da fibra, fornecendo informações sobre a sua capacidade de união, relacionado com a resistência à tração e ao arrebatamento, sendo desaconselháveis valores acima de 1,50. A madeira de angico-vermelho apresentou os índices de qualidade satisfatórios e similares aos observados para a

madeira de *Eucalyptus* spp (TRUGILHO et al., 2005; RESQUIN et al., 2006; FLORSHEIM et al., 2009; RODRIGUES, 2010).

Descrição anatômica qualitativa

A madeira de angico-vermelho apresenta anéis de crescimento pouco distintos; os vasos são visíveis apenas sob lente, com porosidade difusa, numerosos com formato arredondado (ovalado a circular). Os vasos têm também agrupamento solitário e múltiplos de dois (gemínicos) e a maioria dos vasos apresenta tilos. As fibras são do tipo libriformes. O parênquima axial predominante é do tipo paratraqueal vasicêntrico e confluyente. Há ocorrência de cristais prismáticos em série. Os raios são multisseriados e homogêneos, sendo formados apenas por células de formato procumbentes (Figura 2). A constituição anatômica qualitativa da madeira de angico-vermelho avaliada nesse trabalho foi muito similar à estudada por Marcati (1992) e Mori et al. (2003).

O estudo anatômico qualitativo fornece informações sobre a organização das células lenhosas e constituição anatômica na madeira, sendo importante para a identificação botânica de espécies além de fornecer subsídios em estudos taxonômicos, paleontológicos, arqueológicos, filogenéticos e para anatomia ecológica. Nesse trabalho, o estudo anatômico qualitativo foi realizado apenas para descrever a madeira das árvores de angico-vermelho que crescem na Universidade Federal de Viçosa, campus de Viçosa, Minas Gerais.

Tabela 4. Valores médios dos índices de qualidade para a produção de papel da madeira de angico-vermelho nos sentidos radial e longitudinal.

Table 4. Mean value of the quality indexes for production paper of the wood of angico-vermelho in the pith-to-bark direction and along the stem.

Estatísticas	Parâmetros anatômicos			
	Índice de enfieltramento	Coefficiente de flexibilidade (%)	Fração parede (%)	Índice de Runkel
Valor Médio	68,45 (11,51) ¹	55,03 (6,45)	44,99 (6,47)	0,84 (0,21)
Posição	Sentido radial (%)			
0	56,15 c ² (9,52)	59,93 a (5,19)	40,07 c (5,19)	0,68 c (0,15)
33	63,77 b (7,02)	57,08 ab (6,73)	42,92 bc (6,73)	0,78 bc (0,22)
66	74,84 a (6,68)	52,88 bc (4,28)	47,21 ab (4,39)	0,90 ab (0,15)
100	79,03 a (4,83)	50,22 c (4,82)	49,75 a (4,86)	1,01 a (0,18)
Tora	Sentido longitudinal			
Primeira	67,48 a (10,39)	53,46 a (6,28)	46,52 a (6,28)	0,89 a (0,22)
Segunda	69,77 a (12,30)	55,83 a (7,09)	44,23 a (7,16)	0,82 a (0,23)
Terceira	68,10 a (12,05)	55,79 a (5,86)	44,21 a (5,86)	0,81 a (0,19)

1. Valores entre parênteses abaixo do valor médio correspondem ao desvio padrão.

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

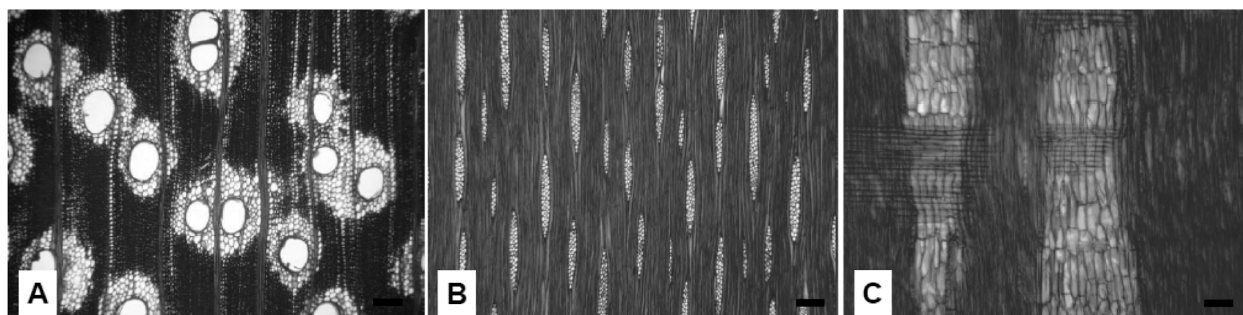


Figura 2. Seção transversal (A), tangencial (B) e radial (C) da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*). A barra preta corresponde a 100 μ m.

Figure 2. Transversal (A), tangential (B) and radial (C) sections of the wood of angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*). The black bar corresponds to 100 μ m.

Correlações

A maioria das características dendrométricas das toras e as porcentagens de cerne e albarno não apresentaram correlações significativas com as propriedades da madeira e quando apresentaram, essas não se mostraram lógicas (Tabela 5). Observaram correlações significativas entre as porcentagens de cerne e albarno com o diâmetro e volume de madeira das toras.

De um modo geral, todas as propriedades da madeira apresentaram correlações significativas entre si, exceto para a contração longitudinal, que apresentou apenas correlação significativa com a massa específica básica e aparente. Estas, por sua vez, apresentaram correlações positivas e significativas com a maioria das propriedades estudadas, à exceção do fator anisotrópico, largura e diâmetro de lume das fibras, que

se correlacionaram significativamente, mas de forma negativa.

As contrações volumétrica, tangencial e radial apresentaram correlações significativas entre si e também com o comprimento, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras. As contrações tangencial e radial também apresentaram correlações com o fator anisotrópico. Este, por sua vez, apresentou correlação negativa com a espessura da parede. As dimensões das fibras também apresentaram correlações significativas entre si, exceto entre a largura e a espessura da parede das fibras, onde não foi observada correlação significativa.

As correlações significativas observadas entre as propriedades da madeira de angico-vermelho não se mostraram fortes, estando abaixo de 0,7 na grande maioria dos casos. Correlações signi-

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson entre as propriedades avaliadas.
Table 5. Pearson's correlation coefficients among evaluated properties.

Propriedades da Madeira e das Toras	Propriedades das toras			Relação cerne-alburno			Massa Específica		Retratibilidade					Dimensões das Fibras			
	DM ¹	VOL	CON	CRN	ALB	C/A	MEA	MEB	CV	CT	CR	CL	FA	CF	LF	DLF	EPF
DM		1,00	n.s. ²	0,50	-0,50	0,44	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
VOL	1,00		n.s.	0,50	-0,50	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CON	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	0,54	n.s.	0,69	0,53	0,46	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,49
CRN	0,53	0,49	n.s.		-1,00	0,94	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ALB	-0,53	-0,49	n.s.	-1,00		0,94	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C/A	0,44	n.s.	n.s.	0,90	-0,90		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MEA	n.s.	n.s.	0,54	n.s.	n.s.	n.s.		0,83	0,69	0,43	0,64	0,23	-0,27	0,44	-0,37	-0,58	0,51
MEB	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,83		0,57	0,32	0,56	0,24	-0,27	0,38	-0,40	-0,56	0,44
CV	n.s.	n.s.	0,69	n.s.	n.s.	n.s.	0,69	0,57		0,86	0,67	n.s.	n.s.	0,45	n.s.	-0,38	0,46
CT	n.s.	n.s.	0,53	n.s.	n.s.	n.s.	0,43	0,32	0,86		0,23	n.s.	0,37	0,45	n.s.	-0,26	0,30
CR	n.s.	n.s.	0,46	n.s.	n.s.	n.s.	0,64	0,56	0,67	0,23		n.s.	-0,75	0,26	n.s.	-0,37	0,50
CL	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,23	0,24	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,27	-0,27	n.s.	0,37	-0,75	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	-0,26
CF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,44	0,38	0,45	0,45	0,26	n.s.	n.s.		-0,34	-0,55	0,51
LF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,37	-0,40	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,34		0,82	n.s.
DLF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,58	-0,56	-0,38	-0,26	-0,37	n.s.	n.s.	-0,55	0,82		-0,65
EPF	n.s.	n.s.	0,49	n.s.	n.s.	n.s.	0,51	0,44	0,46	0,30	0,50	n.s.	-0,26	0,51	n.s.		-0,65

¹ DM = diâmetro, VOL = volume de madeira, CON = conicidade, CRN = porcentagem de cerne, ALB = porcentagem de alburno, C/A = relação cerne-alburno, MEA = massa específica aparente 12% umidade, MEB = massa específica básica, CV = contração volumétrica, CT = contração tangencial, CR = contração radial, CL = contração longitudinal, FA = fator anisotrópico, CF = comprimento das fibras; LF = largura das fibras; DLF = diâmetro do lume das fibras e EPF = espessura da parede das fibras.

² n.s. = não significativo

ficativas e positivas importantes foram aquelas entre as massas específicas básica e aparente e as propriedades de contração e comprimento e espessura de parede das fibras, indicando que quanto maior a massa específica maior serão essas propriedades. Essa relação pode ser observada principalmente para essas propriedades na direção radial (Tabelas 2 e 3). Silva (2002), citando outros autores, relatou muitas correlações significativas iguais as observadas nesse trabalho para a madeira de *Eucalyptus* spp.

Considerações sobre a madeira de angico-vermelho

Nesse trabalho observou-se que o angico-vermelho apresentou toras de fácil desdobro no engenho de serra fita, sendo registradas apenas rachaduras de topo nas tábuas recém-produzidas. Esse mesmo defeito foi observado por Marcati (1992), o que segundo a autora é resultado da liberação de tensões de crescimento.

A madeira de angico-vermelho avaliada nesse trabalho apresentou massa específica básica e aparente média e baixos valores de contração volumétrica e linear. O estudo da massa específica básica ou aparente é de extrema importância principalmente pelas suas relações intrínsecas com outras propriedades da madeira. Os valores de massa específica observados apresentaram correlação significativa com as demais proprie-

dades, além de estarem em conformidade com os valores verificados por Mori et al. (2003) e abaixo daqueles verificados por Marcati (1992).

O estudo das contrações é importante, pois está relacionado à estabilidade dimensional da madeira e seus efeitos sobre o uso da madeira. Os valores de contração estão de acordo com os observados na literatura (MARCATI, 1992; MORI et al., 2003), podendo ser considerados baixos. O fator anisotrópico médio observado foi de 2,09, podendo ser considerado alto segundo a classificação de Durlo e Marchiori (1992); segundo estes autores, fatores anisotrópicos altos, quase sempre revelam uma madeira com alta instabilidade dimensional, apresentando problemas nas fases de secagem e processamento. O fator anisotrópico, entretanto quando avaliado de forma isolada, não caracteriza uma madeira como sendo estável, causando, ao contrário, uma falsa sensação de estabilidade. Fatores anisotrópicos baixos, oriundos de contrações tangencial e radial elevadas, revelam uma madeira com alta instabilidade dimensional, conforme relatado por Rocha (2000) e Silva (2002). Marcati (1992) observou um fator anisotrópico de 2,27 e, apesar desse valor também ser considerado alto pela classificação anteriormente citada, a autora não observou problemas de empenamento e fendilhamento nas tábuas durante a secagem da madeira. Os valores de

contração tangencial e radial observados nesse trabalho foram menores que os observados para a madeira de eucalipto (ROCHA, 2000; SILVA, 2002; GONÇALVES et al., 2009; EVANGELISTA et al., 2010), que por sua vez apresenta um menor fator anisotrópico que a madeira de angico-vermelho. Mori et al. (2003) observaram um fator anisotrópico de 1,74, classificando a madeira como moderadamente estável e também não observaram problemas significativos durante a sua usinagem.

Para a madeira de angico, os valores das dimensões das fibras observados nesse trabalho estão em conformidade com aqueles observados por Marcati (1992) e Suckow et al. (2009) e próximos dos valores médios observados por Guimarães (2009) para *Anadenanthera colubrina*. As dimensões das fibras exercem influência sobre a usinagem da madeira e a produção de papel. Silva et al. (2005) observaram diferentes comportamentos da usinagem da madeira de *Eucalyptus grandis* em amostras retiradas da região central, intermediária e mais externa das toras, e também que o comprimento, diâmetro do lume e a espessura da parede das fibras foram diferentes significativamente entre essas regiões, influenciando as operações de moldura, perfilagem axial, rasgo horizontal e furação dobradiça.

A avaliação dos índices de qualidade das fibras da madeira para produção do papel é importante, sendo muito estudado para a madeira de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp (NISGOSKI, 2005; TRUGILHO et al., 2005; RESQUIN et al., 2006; FLORSHEIM et al., 2009; RODRIGUES, 2010) e para a avaliação da madeira de espécies potenciais (NISGOSKI et al., 2011; NISGOSKI et al., 2012). Com base nos índices de qualidade estudados, a madeira de angico-vermelho avaliada nesse trabalho apresentou índices de qualidade em conformidade com aqueles observados para a madeira de *Eucalyptus* spp. Entretanto, para a recomendação da madeira de angico-vermelho para a produção de papéis é necessário um maior número de estudos, desde a produção industrial de mudas com qualidade adequada, avaliação da qualidade e das propriedades da celulose e do papel produzido, viabilidade técnica-econômica do uso dessa espécie para esse fim, entre outros fatores.

Teixeira et al. (2011) avaliaram as propriedades mecânicas da madeira de angico-vermelho, oriunda das mesmas árvores utilizadas na realização desse trabalho. Os autores observaram os valores médios de 560 kgf/cm² na compressão

paralelas às fibras, 141 kgf/cm² no cisalhamento, 1.101 e 90.344 kgf/cm² para os módulos de ruptura e elasticidade em flexão estática, respectivamente; e 562, 586 e 753 kgf/cm² para as durezas Jankas avaliadas nos planos radial, tangencial e axial, respectivamente. Os autores também observaram o aumento das propriedades mecânicas no sentido radial, medula-casca, e a sua diminuição no sentido longitudinal, base topo. Foi também verificada uma correlação significativa e positiva das propriedades mecânicas com massa específica básica. Com isso, pode se concluir que o aumento da massa específica da madeira de angico-vermelho ocasiona aumento das propriedades físicas, mecânicas e anatômicas, com exceção da largura e diâmetro do lume das fibras, que tendem a diminuir.

O aumento de algumas propriedades físicas e anatômicas da madeira no sentido radial é um padrão comum de variação e já registrado em muitas espécies (TSOUMIS, 1991), inclusive para a madeira de *Anadenanthera colubrina* (SUCKOW et al., 2009) e de *Eucalyptus* spp no Brasil (SILVA, 2002; GONÇALVES et al., 2009; FLORSHEIM et al., 2009; EVANGELISTA et al., 2010).

Com base nas análises realizadas nesse trabalho, pode-se sugerir a utilização dessa espécie para produção de madeira serrada e móveis. Silva (2002), citando vários autores, relata que para a produção de madeira serrada e móveis é desejável toras com diâmetro superior a 30 cm, baixa conicidade, oriunda de longas rotações ou ciclos de corte. Com relação à madeira é desejável a maior proporção de madeira adulta, maior porcentagem de cerne, média a alta massa específica, baixa contração, baixos níveis de tensões de crescimento e facilidade em operações de desdobro em serraria, usinagem, colagem, união com pregos e parafusos e acabamento. Os resultados obtidos nesse trabalho estão em conformidade com as propriedades desejáveis, conforme relatado por Silva (2002).

Na literatura, existem trabalhos indicando a madeira de angico-vermelho como aptas para a produção de móveis e também apresentando bons resultados em testes de usinagem. Marcati (1992) verificou que a madeira de angico-vermelho apresentou-se boa para a confecção de móveis, apresentando boa trabalhabilidade, aceitação de pregos e colas e acabamentos superficiais com vernizes. A autora, confeccionando alguns móveis de angico-vermelho, confirmou a sua potencialidade na obtenção desses produtos, a partir dos bons resultados obtidos na avaliação do

comportamento da madeira ao corte, ao torno, a furadeira, a lixadeira e às superfícies aplainadas; à penetração de pregos; a formação de juntas coladas e pregadas e à aceitação de vernizes. Mori et al. (2003) também observaram um bom desempenho da madeira de angico-vermelho em operações de usinagem e na confecção de móveis. Os autores ainda concluíram que a madeira tem boa trabalhabilidade ao ser processada e manufaturada para a confecção de móveis, devido, segundo os autores, a sua grã, massa específica média a relativamente alta e pela boa aceitação de verniz e outros acabamentos superficiais.

CONCLUSÃO

Em geral as propriedades da madeira de angico-vermelho não apresentaram padrão definido de variação no sentido longitudinal e também não há diferença significativa dessas propriedades entre as três primeiras toras. Os padrões de variação foram mais evidentes foram apenas observados no sentido radial, com o aumento da maioria das propriedades estudadas nesse sentido. A maioria das propriedades da madeira avaliadas também apresentou correlações significativas entre si, com destaque para a massa específica básica e aparente, que tiveram correlações significativas com todas as propriedades estudadas. A medida que se aumenta a massa específica básica e aparente ocorre o aumento das demais propriedades físicas e anatômicas, com exceção da largura e diâmetro do lume das fibras, que tendem a diminuir. Em geral, as características dendrométricas das toras não apresentaram correlações significativas e lógicas com a maioria das propriedades da madeira. Com base nas propriedades avaliadas nesse trabalho, a madeira de angico-vermelho pode ser indicada para a produção de madeira serrada e móveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: 1997. 107p.
- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, 2013. 148 p.
- COPANT – Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas. Informe COPANT, La Paz, v. 30, p. 1-19, 1974.
- DADSWELL, H. E. The anatomy of eucalypt wood. *Division of applied chemistry technological paper*, Melbourne. n. 66, p. 1-28. 1972.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33 p. (Série Técnica, 10).
- EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; DELLA LUCIA, R. M.; LOBO, L. M.; SOUZA, M. O. A. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal. *Ciência da Madeira*, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 1-19, 2010.
- FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L. Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 79-91, 2009.
- GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T.; DELLA LUCIA, R. M.; NAPPO, M. E.; SARTORIO, R. C. Densidade básica e variação dimensional de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 277-288, 2009.
- GONZAGA, A. L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246 p. (Cadernos técnicos, 6).
- GUIMARÃES, R. C. **Anatomia do lenho de Anadenanthera colubrina de diferentes fitofisionomias da floresta atlântica no Estado do Rio de Janeiro: Ilha Grande e Itatiaia**. 2009. 31 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW JUNIOR, J. A. **Forest mensuration**. 3.ed. Malabar: Krieger Publishing Company. 1993. 402 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. v. 2, 384 p.
- MARANGON, L. C. **Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa-MG**. 1999. 139 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

- MARCATI, C. R. **Estudo da anatomia e das propriedades tecnológicas da madeira do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth)**. 1992, 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- MEIRA-NETO, J. A. A. **Estudos florísticos, estruturais e ambientais nos estratos arbóreos e herbáceo-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG**. 1997. 154 p. Tese (Doutorado em Biologia – Universidade Estadual de Campinas), 1997.
- MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; MÜLLER, M. T.; TREVISAN, R.; GATTO, D. A. Variação radial da massa específica básica das madeiras de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*), aroeira (*Miracrodruon urundeuva*) e cumarú (*Amburana cearensis*). In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO da UFPel, 9., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: PRPPG-UFPel, 2007. 1 CD-ROOM.
- 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, v. 23, n. 77, p. 29-36, 2003.
- NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** 2005. 160 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; VENSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.
- NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M.; BATISTA, F. R. R. Anatomia da madeira de *Toona ciliata* características das fibras para produção de papel. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 717-728, 2011.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFPA, 2006. 423 p.
- OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1- avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 113-124, 1999.
- RESQUIN, F.; BARRICHELO, L. E. G.; SILVA JÚNIOR, F. G.; BRITO, J. O.; SANSIGOLO, C. A. Wood quality for kraft pulping of *Eucalyptus globulus* origins planted in Uruguay. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 72, p. 57-66, 2006.
- ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias**. 2000. 157 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- RODRIGUES, B. P. **Utilização de parâmetros anatômicos da madeira de dois clones de híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* como índices de qualidade para a produção de papel**. 2010. 36 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.
- SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- SILVA, J. R. M.; MUÑIZ, G. I. B.; LIMA, J. T.; BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 479-487, 2005.
- SUCKOW, I. M. S.; LONGUI, E. L.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; AGUIAR, O. T. Anatomia da madeira e densidade básica de angico-branco *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **IF Série Registros**, São Paulo, v. 40, p. 131-135, 2009.
- TEIXEIRA, B. M. R.; EVANGELISTA, W. E.; SILVA, J. C.; DELLA LUCIA, R. M. Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 463-468, 2011.
- TRUGILHO, P. F.; BIANCHI, M. L.; GOMIDE, J. L.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; GOMES, D. F. F. Clones de *Eucalyptus* versus a produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 145-155, 2005.
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: Structure, properties and utilization**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991, 494 p.
- ZENID, G. J. (Coord.) **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2.ed. São Paulo: IPT:SVMA, 2009. 99 p.

Recebido em 18/12/2012

Aceito para publicação em 17/09/2013