

## Caracterização dos lenhos de cerne, alburno e transição de jatobá (*Hymenaea* sp.) visando ao agrupamento para fins de secagem convencional

Characterization of heartwood, sapwood and transition wood of jatoba wood (*Hymenaea* sp) aiming at its grouping in conventional kiln drying

Ricardo Jorge Klitzke<sup>1</sup>, Daniel Lourenço Savioli<sup>2</sup>,  
Graciela Inês Bolzon de Muñiz<sup>1</sup> e Djeison Cesar Batista<sup>3</sup>

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os lenhos de alburno, cerne e transição da madeira de jatobá (*Hymenaea* sp.), a partir de algumas características das fibras e propriedades físico-químicas, visando à possibilidade do agrupamento destes diferentes tipos de lenho para secagem convencional. Para tal, mediram-se o comprimento, diâmetro total, diâmetro do lume e espessura das fibras, segundo o método de maceração. As características químicas compreenderam os teores de holocelulose, lignina de Klason, extrativos totais e cinzas. As propriedades físicas compreenderam as análises das massas específicas básica, aparente (12%) e anidra (0%), teor de umidade, contração linear total (radial, tangencial e volumétrica), fator de anisotropia e coeficiente de retratibilidade (radial, tangencial e volumétrico). De acordo com os resultados conclui-se que somente é possível o agrupamento dos lenhos de cerne e transição em uma mesma carga para secagem convencional.

**Palavras-chave:** *Hymenaea*, Agrupamento para secagem, Cerne, Alburno, Lenho de transição

### Abstract

The aim of this work was to characterize the sapwood, heartwood and transition wood of jatobá wood (*Hymenaea* sp.), according to some fiber characteristics and physic-chemical properties, aiming at the possibility of grouping these different kinds of wood in the same load for conventional kiln drying. For this length, diameter and wall thickness of the fibers were measured. The chemical properties were contents of holocellulose, Klason lignin, total extractives and ash. The physical properties were specific gravity, moisture content and total shrinkage. According to the results it is only possible to group together in conventional kiln drying transition wood and heartwood.

**Keywords:** *Hymenaea*, Grouping for kiln drying, Heartwood, Sapwood, Transition wood

## INTRODUÇÃO

A secagem é uma etapa fundamental no processamento da madeira, pois influencia diretamente no processo produtivo e qualidade do produto final. A secagem melhora a trabalhabilidade e estabilidade dimensional, aumenta a resistência mecânica e, ainda, reduz a ação de organismos xilófagos, como fungos e insetos.

Klitzke (2007) descreve como fatores inerentes à madeira no processo de secagem, os aspectos anatômicos, massa específica e a instabilidade dimensional. Ponce e Watai (1985) relatam a importância da microestrutura da

madeira (proporção e tipos de células) e da composição da sua macroestrutura (alburno, cerne e medula).

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o gênero *Hymenaea* é representado por treze espécies, ocorrendo em todo o território brasileiro, tanto em matas pluviais como em matas secas, sendo a maioria das espécies de valor comercial. Industrialmente, a diferenciação entre espécies não existe, sendo todas conhecidas pelo nome vulgar de jatobá.

A madeira tem muitas aplicações, tanto de uso interno, como ripas, caibros, vigas, marcos de porta, tacos, pisos e assoalhos, móveis, arti-

<sup>1</sup>Professor Doutor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná – Av. Prefeito Lothário Meissner, 632 – Jardim Botânico – Curitiba, PR – 80210-170 – E-mail: [rkklitzke@ufpr.br](mailto:rkklitzke@ufpr.br), [gbmunize@ufpr.com](mailto:gbmunize@ufpr.com)

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal do Paraná - Bolsista de Iniciação Científica Voluntária do CNPQ – E-mail: [saviolidl@msn.com](mailto:saviolidl@msn.com)

<sup>3</sup>Mestrando em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal do Paraná - Bolsista do CNPQ - E-mail: [djeison1984@gmail.com](mailto:djeison1984@gmail.com)

gos de esporte, cabos de ferramentas etc., como de uso externo, em cercas, dormentes, cruzetas, esquadrias, lâminas decorativas, peças torneadas, móveis de jardim, carrocerias, vagões etc. (MAINIERI E CHIMELO, 1989). A madeira de jatobá apresenta elevadas massa específica e propriedades mecânicas, média a alta durabilidade natural e baixos valores de contração (radial, tangencial, volumétrica). Ressalta-se ainda, a sua aplicação em pisos maciços e engenheirados, com elevado valor agregado.

Atualmente, as toras de jatobá utilizadas pela indústria tem apresentado grande volume de alburno, representando até 30% do volume serrado. A perspectiva é que este cenário não mude no curto prazo, uma vez que a escassez de toras de maior diâmetro (onde a relação alburno/cerne é menor) obriga a utilização de toras de diâmetros cada vez menores.

Burger e Richter (1991) afirmam que a proporção de cerne e alburno varia dentro da própria espécie, idade, sítio, solo e clima. O alburno pode variar em espessura e número de anéis de crescimento, com 4 a 6 cm de espessura radial. Pode exceder, no entanto, a 15 cm de espessura radial (MILLER, 1999).

De acordo com Mainieri e Chimelo (1989), o alburno de jatobá é nitidamente diferenciado, variando da cor branca a ligeiramente amarelada, enquanto o cerne varia do castanho-claro-rosado ao castanho-avermelhado. Peças de madeira com cores diferentes podem influenciar positiva ou negativamente no aspecto estético do produto final, de acordo com a sua aplicação e preferência do consumidor.

Em consequência das diferenças de propriedades, o alburno e peças de transição (com cerne e alburno) de jatobá são descartados pelas indústrias, sendo empregadas geralmente na produção de energia.

Cada espécie, ou tipo de madeira, apresenta comportamento particular durante a secagem. Existem espécies, no entanto, com características similares que, a princípio, poderão ser agrupadas em um único programa de secagem, tornando-se uma alternativa para as indústrias (LOUZADA *et al.*, 2002).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os lenhos de alburno, transição e cerne da madeira de jatobá (*Hymenaea* sp.), a partir de algumas características das fibras e propriedades físico-químicas, visando à possibilidade do agrupamento destes diferentes tipos de lenho para secagem convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta do material e tratamentos

Neste estudo, utilizou-se a madeira de jatobá (*Hymenaea* sp), sem defeitos e de idade desconhecida, coletada de pilhas de madeira serrada numa indústria de pisos, no município de Araucária, no estado do Paraná.

O trabalho foi constituído por três tratamentos, de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos.

**Table 1.** Treatments.

Tratamento	Descrição
1	Madeira de Alburno
2	Madeira de Cerne
3	Transição: Cerne + Alburno

O tratamento três, denominado “transição”, foi composto por amostras com a madeira de lenho de transição entre alburno e cerne (metade de madeira de alburno e metade de madeira de cerne).

### Caracterização do material

Utilizaram-se algumas amostras de madeira, para fins de identificação macroscópica do material. As amostras foram preparadas e analisadas de acordo com a metodologia proposta por Coradin e Muñiz (1991) e comparadas a uma chave anatômica (LOUREIRO *et al.*, 1994).

Para a confecção de lâminas histológicas, as amostras foram cozidas em água, para fins de amolecimento. Com o auxílio de um microtomo de deslize, realizaram-se cortes com 10 µm de espessura, orientados nos planos longitudinal (tangencial e radial) e transversal. As lâminas encontram-se depositadas na xiloteca do Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná.

O comprimento, diâmetro total, diâmetro do lume e espessura da parede celular foram obtidos por maceração, segundo o método proposto por Franklin (1945). O material macerado foi corado com solução aquosa de safranina a 1%, desidratado em série alcoólica e conservado em acetato de n-butila. Em seguida, o material foi montado em lâminas e analisado em um estereomicroscópio acoplado a um sistema de câmera e televisor. Para a mensuração das fibras foi utilizado o software *Microsuite Basic*. Para cada tratamento mediram-se 50 fibras íntegras.

Toda a caracterização química foi feita de acordo com a norma TAPPI (2004/2005), envol-

vendo o teor de holocelulose, lignina de Klason (T222 om-02), extrativos totais (T204 cm-97) e cinzas (T413). O teor de holocelulose foi obtido por diferença. Para tal procedimento, as amostras de madeira foram transformadas em serragem, com o uso de um moinho, utilizando-se o material que passou na peneira de 60 *mesh* e ficou retida na de 40 *mesh* (T264).

Utilizaram-se quinze corpos de prova, sem defeitos e devidamente orientados para cada tratamento, segundo a norma COPANT (1972). Avaliaram-se a massa específica básica, aparente (12%) e anidra (0%), teor de umidade, contração linear total (radial, tangencial e volumétrica), fator de anisotropia e coeficiente de retratibilidade (radial, tangencial e volumétrico).

### Análise estatística

O teste de Bartlett foi aplicado com o objetivo de se observar a homogeneidade das variâncias dos tratamentos. Comprovada a homogeneidade, seguiu-se a análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado (DIC): a 5% de significância. O teste de Tukey (5% de significância) foi aplicado para a diferenciação das médias, todas as vezes que a hipótese da nulidade foi rejeitada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características das fibras

Na Tabela 2 encontram-se as médias por tratamento das características das fibras.

O comprimento médio das fibras foi de 1,46 mm, e encontra-se dentro do intervalo proposto por Mattos *et al.* (2003), que obtiveram valores entre 0,73 e 1,62 mm para a espécie *Hymenaea stigonocarpa*, e Paula (1999), que obteve valores de comprimento de fibras do jatobá variando entre 1,07 a 1,55 mm.

A média geral do diâmetro das fibras foi de 21,97  $\mu\text{m}$ , superior aos valores encontrados por Mainieri e Chimelo (1989) para a espécie *Hymenaea stilbocarpa* e Paula (1999), que foram de 21  $\mu\text{m}$  e 19  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

A média geral da espessura da parede celular das fibras foi de 7,10  $\mu\text{m}$ , sendo caracterizada qualitativamente, de acordo com Paula (1999), como "muito espessa". Essa média foi superior ao intervalo de 6 a 7  $\mu\text{m}$  obtido por Mattos *et al.* (2003).

As médias de todas as características das fibras do cerne foram superiores às do alburno, com diferenças estatísticas entre elas. O alburno ainda apresentou as menores médias absolutas.

A média dos diâmetros das fibras do lenho de transição não diferiu estatisticamente do cerne. A média do comprimento de fibra do lenho de transição não diferiu estatisticamente do alburno. No entanto, a média da espessura da parede celular não diferiu estatisticamente nem do cerne nem do alburno. Assim, o lenho de transição apresentou características intermediárias entre cerne e alburno.

A princípio, a madeira de cerne teria uma secagem mais fácil da água capilar, por causa do maior diâmetro médio do lume das fibras. No entanto, este fator não pode ser analisado separadamente, uma vez que o cerne de jatobá é obstruído por tilose, gomas e outros depósitos (IAWA, 2008), o que dificulta a movimentação capilar da água na madeira. Por outro lado, a secagem da água higroscópica na madeira (difusão) de cerne seria mais difícil, por causa da maior espessura das fibras deste tecido.

Analisando-se somente as características das fibras, a secagem da madeira de alburno seria mais fácil (embora tenha lumes menores), devido à menor espessura das paredes das fibras e pela ausência das substâncias impeditivas da movimentação capilar, presentes no cerne.

### Caracterização química

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das características químicas avaliadas neste trabalho.

As médias gerais dos teores de holocelulose (61,23%) e lignina (29,66%) deste trabalho foram superiores àquelas obtidas por Mori *et al.* (2003), que foram de 59,78% e 28,7%, respectivamente. As médias gerais dos teores de extrativos (8,77%) e cinzas (0,34%), no entanto, foram inferiores àquelas obtidas por esses mesmos autores, que foram de 13,32% e 0,48%, respectivamente.

**Tabela 2.** Médias das características das fibras.

**Table 2.** Mean values of fiber characteristics.

Tratamentos	Comprimento de Fibra ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)	Diâmetro Total ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)	Diâmetro do Lume ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)	Espessura da Parede Celular ( $\mu\text{m}$ )	CV (%)
Alburno	1,37 b	7,0	19,96 b	14,0	6,60 b	22,0	6,68 b	18,0
Cerne	1,52 a	4,0	24,13 a	19,0	9,19 a	27,0	7,47 a	24,0
Transição	1,50 a	2,8	21,66 b	14,0	7,26 b	21,0	7,20 ab	23,0
<b>Média Geral</b>	<b>1,46</b>	<b>7,0</b>	<b>21,97</b>	<b>18,6</b>	<b>7,76</b>	<b>26,5</b>	<b>7,10</b>	<b>22,1</b>

Médias com a mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de acordo com o teste de Tukey.

CV= coeficiente de variação.

**Tabela 3.** Resultados das características químicas.  
**Table 3.** Result of chemical characteristics.

Tratamento	Holocelulose	Lignina	Extrativos Totais	Cinzas
	(% )			
Alburno	64,01	28,69	6,97	0,32
Cerne	58,53	30,39	10,76	0,32
Transição	61,14	29,90	8,57	0,39
Média Geral	61,23	29,66	8,77	0,34

O maior teor de holocelulose foi encontrado na madeira de alburno, seguido do lenho de transição e, finalmente, do cerne. Os maiores teores de lignina e extrativos foram encontrados no cerne, seguido do lenho de transição e do alburno.

O lenho de transição apresentou o maior teor de cinzas, enquanto o cerne e alburno apresentaram o mesmo teor de cinzas.

Quanto maior o teor de holocelulose, maior a higroscopicidade da madeira, uma vez que a celulose e a hemicelulose são as maiores responsáveis por essa propriedade (SKAAR, 1972), onde a lignina representa um papel secundário.

O alburno, seguido por transição e cerne, mostrou-se o tratamento mais higroscópico. A maior higroscopicidade do alburno é reforçada pelo fato desta madeira ter o menor teor de extrativos, uma vez que a presença de extrativos reduz a higroscopicidade da madeira (Jankowsky e Galvão, 1979). Desta maneira, o alburno apresentará um maior teor de umidade.

Apesar de ter menor espessura da parede celular das fibras (Tabela 2), é possível que o alburno tenha maior quantidade de água higroscópica adsorvida nas paredes celulares.

A retirada da água higroscópica da madeira requer mais energia e, durante o processo, ocorrem os defeitos relacionados à retratibilidade; nesse caso, o lenho presente no alburno apresentaria mais problemas nessa fase da secagem do que os lenhos encontrados no cerne e transição, que são menos higroscópicos.

### Propriedades físicas

Nas Tabelas 4, 5 e 6 encontram-se os resultados das propriedades físicas da madeira de jatobá que foram avaliadas neste trabalho.

A média geral da massa específica básica foi de 0,71 g/cm<sup>3</sup>, abaixo dos valores de 0,76 g/cm<sup>3</sup>, 0,85 g/cm<sup>3</sup> e 0,88 g/cm<sup>3</sup>, relatados, respectivamente, por IBDF (1988), Paula (1999) e Mori *et al.* (2003). As maiores médias absolutas de massa específica foram encontradas no lenho de transição, não diferindo estatisticamente do cerne. Os valores encontrados no alburno foram estatisticamente menores que os encontrados nos demais tratamentos.

O teor de umidade inicial foi maior na madeira de alburno (59,66%), diferindo estatisticamente do lenho de transição (41,97%) e cerne (38,48%). Estes dois últimos não diferiram estatisticamente.

As madeiras de cerne e transição poderiam ser agrupadas em uma mesma carga de secagem, por apresentar massa específica e umidade inicial estatisticamente iguais e pouca diferença entre as médias absolutas.

Analisando-se somente estas propriedades físicas, não seria possível secar a madeira de alburno juntamente com as madeiras de transição e cerne, uma vez que a massa específica e a umidade inicial são as propriedades que mais influenciam na taxa de secagem da madeira (RESCH E ECKLUND, 1964, citados por MUÑIZ, 1993). No entanto, Andrade *et al.* (2001) afirmam que a massa específica, isoladamente, não é um bom parâmetro para a indicação de agrupamento de madeiras para secagem. Para a minimização da diferença de umidade inicial entre os três tipos de lenho, a vaporização das peças durante a etapa inicial de aquecimento poderia ser uma técnica viável, conferindo ainda uma secagem mais rápida (SEVERO, 1998; KLITZKE, 2007).

Na Tabela 5 encontram-se os resultados de contração total (desde a condição verde até 0% de umidade) da madeira de jatobá.

**Tabela 4.** Médias de umidade inicial e das diferentes massas específicas.  
**Table 4.** Average of initial moisture content and different specific gravities.

Tratamentos	MEB	CV (%)	ME12%	CV (%)	ME0%	CV (%)	UI	CV (%)
	(g/cm <sup>3</sup> )		(g/cm <sup>3</sup> )		(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
Alburno	0,61 b	1,6	0,74 b	1,31	0,67 b	1,5	59,66a	4,3
Cerne	0,75 a	5,3	0,88 a	5,7	0,81 a	6,2	38,48b	7,5
Transição	0,78 a	7,7	0,92 a	7,6	0,85 a	7,0	41,97b	12,0
<b>Média Geral</b>	<b>0,71</b>	<b>11,4</b>	<b>0,85</b>	<b>10,8</b>	<b>0,78</b>	<b>11,1</b>	<b>45,73</b>	<b>21,3</b>

Médias com a mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de acordo com o teste de Tukey. MEB= massa específica básica; ME12%= massa específica aparente a 12% de umidade; ME0%= massa específica anidra, UI%= umidade inicial, CV= coeficiente de variação.

**Tabela 5.** Valores médios de anisotropia de contração.  
**Table 5.** Mean values of shrinkage anisotropy.

Tratamentos	(%)							
	$\beta$ radial	CV	$\beta$ tangencial	CV	$\beta$ volumétrica	CV	FA	CV
Alburno	3,5 a	1,6	6,1 a	1,31	9,7 a	7,9	1,74 <sup>a</sup>	12,5
Cerne	2,7 b	5,3	5,4 b	5,7	8,1 b	11,2	2,00a	17,1
Transição	3,2ab	7,7	6,0ab	7,6	9,2 a	8,0	1,87 <sup>a</sup>	15,6
<b>Média Geral</b>	<b>3,1</b>	<b>19,4</b>	<b>5,8</b>	<b>11,2</b>	<b>8,9</b>	<b>11,5</b>	<b>1,90</b>	<b>16,5</b>

Médias com a mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de acordo com o teste de Tukey.  $\beta$ = contração; CV=coeficiente de variação; FA= fator de anisotropia de contração.

A média geral da contração radial foi de 3,1%, igual a descrita por Mainieri e Chimelo (1989). As médias gerais das contrações tangencial (5,8%) e volumétrica (8,9%) ficaram abaixo das faixas propostas por IBDF (1988), de respectivamente 7,7-9,7% e 11,4-13,4%.

Embora a madeira de alburno tenha menores massas específicas (Tabela 4), apresentou os maiores valores de contração radial, tangencial e volumétrica, porém, sem diferir estatisticamente do lenho de transição. Este resultado está em desacordo com o proposto por Kollmann e Côté Jr. (1968), onde uma maior massa específica implica em maior contração. Tal resultado foi influenciado diretamente pelas propriedades químicas (Tabela 3), principalmente teor de extrativos e holocelulose, o que corrobora com o fato de a massa específica não ser o único fator que possa explicar a instabilidade dimensional da madeira.

De um modo geral, os três tratamentos apresentaram baixos valores de contração, inclusive volumétrica. Os fatores de anisotropia do cerne, lenho de transição e alburno foram, respectivamente, 2,00, 1,87 e 1,74, não diferindo estatisticamente entre si. De acordo com Klitzke (2007), os fatores de anisotropia dos três tratamentos os classificam como "madeira de média estabilidade dimensional".

É importante ressaltar que, apesar de menores coeficientes de anisotropia, o alburno e o lenho de transição apresentaram as maiores médias absolutas de contração total, significando que estas madeiras são menos estáveis que a do cerne e, portanto, mais propensas a defeitos causados pela retratibilidade durante a secagem.

A análise de variância (95% de probabilidade) não detectou diferença significativa entre as médias dos diferentes tratamentos para as propriedades de retratibilidade da madeira de jatobá. Os valores médios podem ser observados na Tabela 6.

A média geral do coeficiente de retratibilidade volumétrico foi inferior à descrita por INDUSTRIALTECO (1976) e Mainieri e Chimelo (1989), que encontraram os valores de 0,55% e 0,54%,

respectivamente. As médias gerais dos coeficientes de retratibilidade radial e tangencial encontram-se próximas às propostas por Lelis (2003), onde são propostos para madeiras de "alta densidade" os intervalos de 0,30-0,40% para o coeficiente de retratibilidade tangencial e 0,15-0,20% para o coeficiente de retratibilidade radial.

**Tabela 6.** Coeficientes médios de retratibilidade.  
**Table 6.** Mean retractibility coefficients.

Tratamentos	Coeficiente de Retrabilidade (%/%)		
	Radial	Tangencial	Volumétrico
Alburno	0,15	0,27	0,42
Cerne	0,14	0,28	0,41
Transição	0,15	0,28	0,42
<b>Média Geral</b>	<b>0,15</b>	<b>0,28</b>	<b>0,42</b>

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos para a madeira de *Hymenaea* sp., conclui-se:

- As características avaliadas não podem ser analisadas separadamente para a definição de critérios de agrupamento de secagem, nem mesmo a massa específica;
- Não poderá ser feito agrupamento dos lenhos de alburno com os de transição e cerne, em virtude das diferentes características das fibras e químicas, que refletem diretamente na massa específica e umidade inicial deste tipo de lenho;
- É possível o agrupamento dos lenhos de transição e cerne em uma mesma carga, de acordo com as características avaliadas;
- A madeira de jatobá apresentou baixos valores de contração e fator de anisotropia, indicando que os defeitos relacionados à anisotropia da madeira não serão tão pronunciados em condições práticas de secagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A.; JANKOWSKY, I.P.; DUCATTI, M.A. Grupamento de madeiras para secagem convencional. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.59, p.89-99, 2001.

- BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- COPANT - COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Maderas: método de determinación de la contracción**. Buenos Aires, 1972. 5p. (Norma 462).
- COPANT - COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Maderas: método de determinación de la humedad**. Buenos Aires, 1972. 5p. (Norma 460)
- COPANT - COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Maderas: método de determinación de peso específico aparente**. Buenos Aires, 1972. 5p. (Norma 461).
- CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia da madeira: 1- Angiospermae, 2- Gimnospermae**. Brasília: LPE, 1991. 19p.
- FRANKLIN, G. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resins composites and new macerating methods for wood. *Nature*, London, v.155, n.39, p.51, 1945.
- IAWA - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. Disponível em <http://bio.kuleuven.be/sys/iawa/>. Acesso em: 7 jul. 2008.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia: características e utilização**. Estação Experimental de Curuá-Una. Brasília: IBDF, 1988. v.2, 336p.
- INDUSTRIAL TECO. **As madeiras brasileiras: suas características e aplicações industriais**. 2.ed. São Paulo: Industrial Teco, 1976. 143p.
- JANKOWSKY, I.P.; GALVÃO, A.P.M. Influência do teor de extrativos na umidade de equilíbrio da madeira. *IPEF*, Piracicaba, n.18, p.1-33, 1979.
- KLITZKE, R.J. Secagem da madeira. In: OLIVEIRA, J.T.S.; FIEDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, 2007. p.271-342.
- KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÉ JUNIOR, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. 592p.
- LELIS, R.C.C. **Notas de aulas da disciplina Tecnologia da Madeira (IF-310)**. Seropédica: UFRRJ, 2003. (Graduação em Engenharia Florestal).
- LOUREIRO, A.A; FREITAS, J.A.; SILVA, A.C. **Chave para identificação macroscópica de 77 madeiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA/CPPE, 1994. 71p.
- LOUZADA, J.L.P.C.; MARCOS, S.M.R.; SILVA, M.E.C.M. Avaliação do comportamento de secagem da madeira em estufa, para 14 espécies florestais. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS, 2, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2002. 12p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas características das madeiras do Brasil**. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
- MATTOS, P.P.; TEIXEIRA, L.L.; SEITZ, R.A.; SALIS, S.M.; BOTOSSO, P.C. **Anatomia de madeiras do Pantanal Mato-Grossense: características microscópicas**. Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 182p.
- MILLER, R.B. Structure of wood. In: USDA/FPL. **Wood handbook**. Madison, 1999. p.2-1-2-4.
- MORI, F.A.; MENDES, L.M.; TRUGILHO, P.F.; CARDOSO, M.G. Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.396-400, 2003.
- MUÑIZ, G.I.B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.** 1993. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) –Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- PAULA, J.E. Caracterização anatômica de madeiras nativas do cerrado com vistas à produção de energia. **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.26-40, 1999.
- PONCE, R.H.; WATAI, L.T. **Secagem da madeira**. Brasília: STI/IPT, 1985. 70p.
- SEVERO, E.T.D. **Estudo sobre o efeito da vaporização nas propriedades e comportamento de secagem da madeira de *Eucalyptus dunnii* Maid.** 1998. 200p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- SKAAR, C. **Water in wood**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. 218p.
- TAPPI – TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Standard test methods: 2004-2005**. Atlanta, 2005. CD-ROM.

Recebido em 23/01/2008  
Aceito para publicação em 07/01/2009