

Classes de Resistência de Algumas Madeiras de Mato Grosso Strength classes of resistance of some timbers from Mato Grosso

José Manoel Henriques de Jesus¹ (jmhenriques@terra.com.br)

Norman Barros Logsdon² (logsdon@terra.com.br)

Zenesio Finger³ (fingerz@terra.com.br)

¹ Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
^{2e 3} Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Engenharia Florestal

Recebido em: fevereiro 2015 Revisado e aceito em: abril 2015 Publicado em: junho 2015

RESUMO: Atualmente o cálculo de estruturas de madeira é direcionado para a utilização de classes de resistência, mas o comércio de madeiras, no Brasil, não classifica a madeira em classes de resistência e, no máximo, fornece o nome vulgar da espécie arbórea da madeira em negociação. Para associar o nome vulgar da espécie à classe de resistência é necessário caracterizar mecanicamente a madeira em questão. O objetivo deste trabalho é relacionar ao nome vulgar de algumas espécies mato-grossenses à sua classe de resistência, a fim de subsidiar os engenheiros da região em seus projetos de estruturas de madeira. Para isto, foram caracterizadas 26 espécies nativas de Mato Grosso, utilizando os atuais métodos da norma brasileira, e estes resultados foram associados às classes de resistência destas espécies.

Palavras-chave: madeira, caracterização mecânica, classes de resistência

ABSTRACT: Currently the timber structures design is directed to the use of strength classes, but the timber trade, in Brazil, not sorts wood into strength classes and, at most, provides the common name of the arboreal species of wood in negotiation. To associate the common name of the species to the strength class is necessary to characterize mechanically the wood in question. The objective of this work is to relate to the common name of some species, which grows in Mato Grosso, to your strength class in order to subsidize local engineers in your timbers structures designs. For this, were characterized 26 native species from Mato Grosso, using the current methods of Brazilian Code, and these results were associated to strength classes by these species.

Keywords: wood, mechanical characterization, strength classes

Introdução

Atualmente o cálculo de estruturas de madeira é direcionado para a utilização de classes de resistência. Por outro lado, o comércio de madeiras, no Brasil, não classifica a madeira em classes de resistência e, no máximo, fornece o nome vulgar da espécie arbórea da madeira em negociação.

Para associar o nome vulgar da espécie à classe de resistência é necessário caracterizar mecanicamente a madeira em questão. As classes de resistências definidas a partir da resistência característica, obtida a partir de ensaios de corpos-de-prova pequenos e isentos de defeito submetidos à compressão na direção paralela às fibras da madeira, cujos resultados devem ser reportados ao teor de umidade de referência de 12%.

O objetivo deste trabalho é relacionar ao nome vulgar de algumas espécies mato-

grossenses à sua classe de resistência, a fim de subsidiar os engenheiros da região em seus projetos de estruturas de madeira.

As principais características mecânicas da madeira, foco deste trabalho podem ser obtidas, segundo a NBR 7190, da ABNT (1997), com a caracterização mínima de resistência e a simplificada de rigidez. Estas características, utilizadas na definição das classes de resistência (Tabela 1), são as resistências características à compressão o paralela às fibras ($f_{c0, k}$), à tração paralela às fibras ($f_{t0, k}$), ao cisalhamento paralelo às fibras ($f_{v0, k}$) e o módulo de elasticidade longitudinal, obtido do ensaio de compressão paralela, médio ($E_{c0, m}$). Para estimar o peso próprio da estrutura é necessário obter também a densidade aparente (ρ_{ap}). O projeto de revisão da NBR 7190, da ABNT (2011), acrescenta às anteriores o módulo de elasticidade longitudinal característico ($E_{c0, k}$ ou $E_{0,05}$), utilizado nas verificações

de estabilidade. Segundo a NBR 7190, da ABNT (1997), considera-se como valor

característico o quantil de 5% da distribuição correspondente.

Tabela 1 – Classes de resistência (ao teor de umidade de referência de 12%)

Classes de resistência		$f_{c0,k}$ (MPa)	$f_{v0,k}$ (MPa)	$E_{c0,m}$ (MPa)	ρ_{ap} (kg/m ³)
Coníferas	C20	20	4	3500	500
	C25	25	5	8500	550
	C30	30	6	14500	600
Folhosas	D20	20	4	9500	650
	D30	30	5	14500	800
	D40	40	6	19500	950
	D50	50	7	22000	970
	D60	60	8	24500	1000

Fonte: Projeto de revisão da NBR 7190, da ABNT (2011)

A norma brasileira para o projeto de estruturas de madeira, NBR 7190 (ABNT, 1997), adota a umidade de referência de 12%. Assim, todos os resultados de ensaio devem ser reportados a essa umidade. Para isto, deve-se obter o teor de umidade no instante do ensaio, definido na Equação 1, e, em seguida, fazer a correção, do resultado do ensaio em questão, para o teor de umidade de referência.

$$U = \frac{M_U - M_0}{M_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

Onde: U é o teor de umidade da madeira no instante do ensaio; M_U e M_0 são as massas do corpo-de-prova, respectivamente, no instante do ensaio e seco em estufa (U=0%).

A densidade aparente é a relação entre o volume e a massa medidos com a madeira a um teor de umidade de 12% (ABNT, 1997). Logsdon (1998) relata que é impraticável condicionar a madeira exatamente a 12% de umidade e sugere que se obtenha a densidade da madeira seca ao ar (umidade próxima de 12%), utilizando a Equação 2, e em seguida corrija os resultados para a umidade de referência. Soares (2014) recomenda, para esta correção, a aplicação da Equação 3.

$$\rho_u = \frac{M_u}{V_u} \quad (2)$$

$$\rho_{12} = \rho_u \cdot \frac{1 + \left(\frac{12}{100}\right)}{1 + \left(\frac{U}{100}\right)} \quad (3)$$

Nas quais: ρ_u é a densidade aparente à umidade no instante do ensaio; M_u é a massa da madeira no instante do ensaio; V_u é o volume de madeira no instante do ensaio; ρ_{12} é a densidade aparente ao teor de umidade de 12%; U é o teor de umidade no instante do ensaio.

Segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997), os valores de resistência correspondem à tensão no instante de ruptura à solicitação aplicada e a rigidez, ou módulo de elasticidade longitudinal, corresponde ao coeficiente angular da reta obtida no trecho elástico linear do diagrama “tensão x deformação”. Para reportar estes resultados ao teor de umidade de referência, a NBR 7190 (ABNT, 1997) apresenta formulário, válido para um intervalo de umidade entre 10% e 20%, transcrito nas Equações 4 e 5. O projeto de revisão da NBR 7190, da ABNT (2011), mantém essa postura.

$$f_{12} = f_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{3 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (4)$$

$$E_{12} = E_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (5)$$

Nas quais: f_{12} e $f_{U\%}$ são as resistências, à determinada solicitação,

respectivamente, aos teores de umidade de 12% e $U\%$; E_{12} e $E_{U\%}$ são os módulos de elasticidade longitudinal, respectivamente, aos teores de umidade de 12% e $U\%$.

Materiais e métodos

A NBR 7190, da ABNT (1997), define a amostragem para um lote homogêneo de até 12 m³ de madeira, abandonando a caracterização da madeira pela espécie. Entretanto, a exploração e o comércio de madeira no Brasil ainda tomam por base a espécie. Assim, para caracterização de cada espécie, adotou-se, neste trabalho, um lote composto por três árvores da espécie, que corresponde a aproximadamente 12 m³ e por ser considerada a amostra mínima para obter médias das características por espécie. A referida norma prevê, para os ensaios de caracterização físico-mecânica, uma amostra de 12 corpos-de-prova, para cada tipo de ensaio. Assim, tomou-se um lote formado por três árvores sendo retirados quatro corpos-de-prova de cada árvore, para cada tipo de ensaio. A coleta de material procurou manter a representatividade da ocorrência de cada espécie a uma região do Estado de Mato Grosso. Na Tabela 2 apresentam-se as espécies estudadas e o município onde cada espécie foi coletada.

De cada espécie foram coletadas três árvores, cada árvore foi desdobrada em pequenos toros, na altura do DAP (diâmetro à altura do peito, ou seja, a 1,30 m da linha de afloramento junto ao solo), com diâmetro superior a 30 cm e comprimento não inferior a 90 cm, os quais foram acondicionados e encaminhados para a retirada dos corpos-de-prova. Quatro corpos-de-prova, para cada tipo de ensaio, foram retirados de uma prancha diametral, de cada uma das três árvores coletadas, totalizando 12

corpos-de-prova para cada tipo de ensaio. Na Figura 1 apresentam-se o esquema de desdobro, de cada árvore, e as dimensões dos corpos-de-prova, para cada tipo de ensaio.

Os ensaios de densidade aparente foram realizados com base na NBR 7190, da ABNT (1997), passando antes por uma fase de secagem prévia em sala de climatização com temperatura de $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ e $(65\pm 5)\%$ de umidade relativa do ar. Esta fase tinha o objetivo de estabilizar a madeira a um teor de umidade próximo de 12% ($U = U_{\text{início}} \cong 12\%$), diminuindo a possibilidade de erro ao reportar resultados para o teor de umidade de referência de 12%. Os corpos-de-prova foram considerados climatizados quando a variação da massa dos corpos de prova começou a oscilar em torno de zero. O equipamento utilizado consistiu de: uma balança analítica Marte modelo A1000, com capacidade de 1,0 kg (quilograma) e sensibilidade de 0,01 g (gramas), para avaliação de massas; um paquímetro digital Mitutoyo, com capacidade de 10 cm (centímetros) e sensibilidade de 0,01 mm (milímetros), para avaliação de dimensões lineares; uma estufa de esterilização e secagem Olidef CZ (Linea), que mantinha a temperatura em $(103\pm 2)^{\circ}\text{C}$, para a secagem dos corpos-de-prova; e uma sala de climatização com um condicionador de ar provido de termostato (Ar condicionado Westinghouse, modelo 2500) e um conjunto composto por um reservatório com água, por um desumidificador e por um umidostato (Umidostato Arsec e Desumidificador Arsec, modelo 200 M3-U), para manter um clima padrão com temperatura de $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ e $(65\pm 5)\%$ de umidade relativa do ar. Destes ensaios, para cada corpo-de-prova, foi obtida a densidade aparente (Equação 2), reportada à umidade de referência pela Equação 3.

Tabela 2 – Espécies estudadas e correspondente localidade de coleta

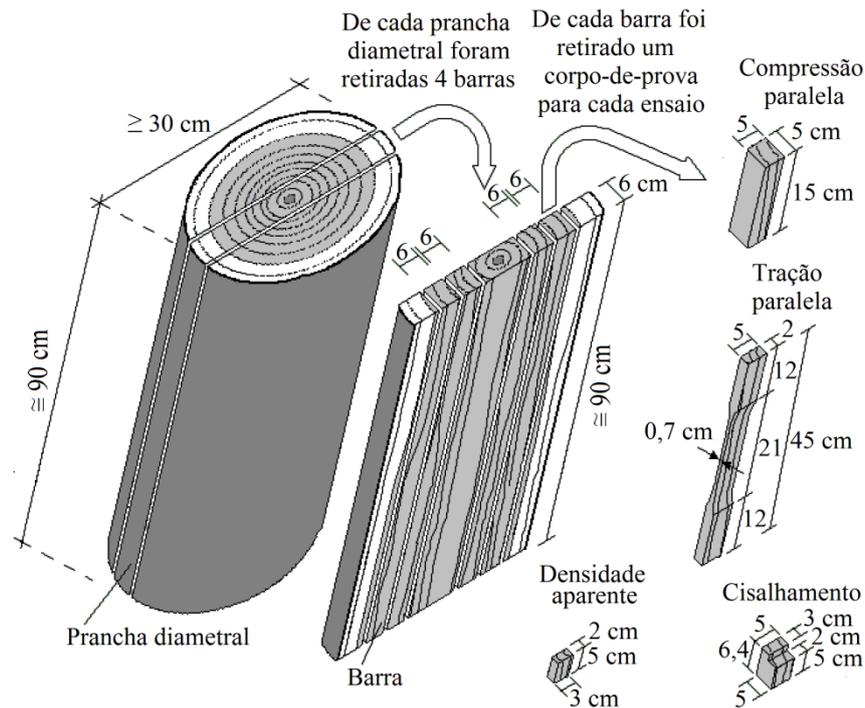
Espécies		Localidade de coleta em Mato Grosso
Nome vulgar	Nome científico	
Amescla-Aroeira	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	Cotriguaçu
Angelim-Amargoso	<i>Vataireopsis speciosa</i> Ducke.	Cotriguaçu
Angelim-Pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke.	Cotriguaçu
Cambará	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	Sorriso
Canelão	<i>Nectandra</i> sp.	Matupá
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> H. B. K.	Cotriguaçu
Cedro-Marinheiro	<i>Quarea trichilioides</i> L.	Cotriguaçu
Cedro-Rosa	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cotriguaçu
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Brasnorte
Garapa	<i>Apuleia molaris</i> Spruce et Benth.	Cotriguaçu
Guarita	<i>Astronium lecointei</i> Ducke.	Cotriguaçu
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Nova Monte Verde
Inharé	<i>Helicostylis podogyne</i> Ducke	Nova Monte Verde
Ipê-Amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Cotriguaçu
Ipê-Roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	Cotriguaçu
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez.	Sorriso
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Cheval.	Cotriguaçu
Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Cotriguaçu
Murapixi	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	Nova Monte Verde
Pau-D'Óleo	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Chapada dos Guimarães
Peroba-Mica	<i>Aspidosmerma populifolium</i> A. DC.	Cotriguaçu
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Nova Monte Verde
Tamarindo	<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	Cotriguaçu
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Cotriguaçu
Tauari-Rosa	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	Cotriguaçu
Tauari-Vermelho	<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	Cotriguaçu

Os ensaios de caracterização mecânica foram realizados conforme a NBR 7190, da ABNT (1997), passando antes por uma fase de secagem prévia de forma análoga e com os mesmos objetivos descritos para a densidade aparente. Os ensaios de caracterização mecânica utilizaram: uma máquina universal de ensaio hidráulica, Amsbler, Modelo Testa 200, com capacidade de carga de 200 kN, comandada por controle de velocidade de carregamento, para aplicação da carga; extensômetros, digitais, eletrônicos, da Dinateste, com sensibilidade de 0,5 μ m (micrometro), fixados ao corpo-de-prova, com distância nominal de 10 cm, para

avaliação das deformações; um paquímetro digital Mitutoyo, com capacidade de 10 cm (centímetros) e sensibilidade de 0,01 mm (milímetros), para avaliação das dimensões.

Para todos os ensaios realizados (compressão, cisalhamento e tração), além das dimensões necessárias, foram avaliadas as massas dos corpos-de-prova, no instante do ensaio (M_U) e após a completa secagem em estufa (M_0), a fim de obter o teor de umidade no instante do ensaio (Equação 1). Assim, foi possível reportar os ensaios ao teor de umidade de referência de 12%, utilizando-se a Equação 4.

Figura 1 – Esquema de retirada e dimensões de cada corpo-de-prova



Destes ensaios, utilizando-se as Equações 6 a 9, foram obtidos: a resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0}); o módulo de elasticidade longitudinal (E_{c0}); a resistência ao cisalhamento paralelo às fibras (f_{v0}) e a resistência à tração paralela às fibras (f_{t0}).

$$f_{c0} = \frac{F_{c0,max}}{A} \quad (6)$$

$$E_{c0} = \frac{\sigma_{50\%} - \sigma_{10\%}}{\varepsilon_{50\%} - \varepsilon_{10\%}} \quad (7)$$

$$f_{v0} = \frac{F_{v0,max}}{A_{v0}} \quad (8)$$

$$f_{t0} = \frac{F_{t0,max}}{A} \quad (9)$$

Nas quais: f_{c0} é a resistência à compressão paralela às fibras; $F_{c0,max}$ é a máxima força de compressão aplicada ao corpo-de-prova durante o ensaio, no instante da ruptura; A é a área inicial da seção transversal do corpo-de-prova; E_{c0} é o módulo de elasticidade longitudinal, obtido no ensaio de compressão paralela às fibras; $\sigma_{50\%}$ e $\sigma_{10\%}$ são as tensões normais no corpo-de-prova, respectivamente, para 50% e 10% da resistência estimada; $\varepsilon_{50\%}$ e

$\varepsilon_{10\%}$ são as deformações específicas, respectivamente, para 50% e 10% da resistência estimada; f_{v0} é a resistência ao cisalhamento paralelo às fibras; $F_{v0,max}$ é a máxima força de cisalhamento aplicada ao corpo-de-prova durante o ensaio, no instante da ruptura; A_{v0} é a área inicial da seção cisalhante do corpo-de-prova; f_{t0} é a resistência à tração paralela às fibras; $F_{t0,max}$ é a máxima força de tração aplicada ao corpo-de-prova durante o ensaio, no instante da ruptura.

As propriedades físicas da madeira são caracterizadas, segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997), por seu valor médio. O mesmo acontece para o módulo de elasticidade longitudinal. Já as propriedades de resistência são caracterizadas por seu valor característico. O projeto de revisão da NBR 7190, da ABNT (2011), prevê a utilização do valor característico do módulo de elasticidade longitudinal nas verificações de estabilidade.

Para obtenção do valor característico, segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997), os resultados são colocados em ordem crescente $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ desprezando-se

o valor mais alto se o número de corpos-de-prova for ímpar, não se tomando para x_{wk} valor inferior a x_1 , nem a 0,7 do valor médio (x_{wm}). Os valores médios e característicos são obtidos pelas Equações 10 e 11.

$$x_{wm} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (10)$$

$$x_{wk} = \left(2 \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{\frac{n}{2}-1}}{\frac{n}{2}-1} - x_{\frac{n}{2}} \right) 1,1 \quad (11)$$

Nas quais: x_{wm} é o valor médio da característica considerada; x_i é o valor da

característica considerada do elemento “i”; n é o número de elementos da amostra; x_{wk} é o valor característico da característica estudada.

Resultados e discussão

Na Tabela 3 apresentam-se os valores característicos, correspondentes a 12 corpos-de-prova (4 por árvore), das principais características mecânicas das espécies estudadas. Para a densidade aparente e para o módulo de elasticidade longitudinal também se apresenta o valor médio.

Tabela 3 – Principais características físico-mecânicas de algumas espécies de Mato Grosso

Espécie	Resistência característica ⁽¹⁾ , na direção paralela às fibras, a esforços de:			Módulo de elasticidade longitudinal ⁽¹⁾		Densidade aparente ⁽¹⁾
	Compressão	Tração	Cisalhamento	Característico ⁽²⁾	Médio ⁽³⁾	
	$f_{c0,k}$ (MPa)	$f_{t0,k}$ (MPa)	$f_{v0,k}$ (MPa)	$E_{c0,k}$ (MPa)	$E_{c0,m}$ (MPa)	
Amescla-Aroeira	56,01	51,44	13,71	12303	15277	800
Angelim-Amargoso	46,46	85,62	9,34	13997	16712	667
Angelim-Pedra	37,30	48,13	11,06	9745	13922	682
Cambará	54,57	32,13	13,19	10879	13703	773
Canelão	58,44	91,42	10,31	16137	23053	683
Castanheira	42,92	68,65	8,82	13348	14881	769
Cedro-Marinheiro	57,01	83,47	10,53	16330	18241	760
Cedro-Rosa	30,53	44,61	6,21	8841	10261	501
Cupiúba	38,39	43,71	6,74	10031	13882	817
Garapa	57,50	74,31	11,62	14768	16139	829
Guarita	54,39	68,53	9,44	13131	16700	859
Guariúba	59,14	53,72	8,69	13013	17512	696
Inharé	58,14	43,85	9,04	13746	15455	646
Ipê-Amarelo	76,42	107,68	13,77	16117	21084	1133
Ipê-Roxo	63,63	68,30	16,31	12031	17187	927
Itaúba	61,71	96,62	8,86	15666	16673	814
Maçaranduba	67,57	82,48	11,77	15605	18620	1019
Marupá	27,30	34,15	6,75	6836	8851	396
Murapixi	50,41	61,74	8,26	13193	16577	774
Pau-D'Óleo	47,64	53,48	12,83	8568	12143	796
Peroba-Mica	64,98	61,34	10,35	14650	16263	726
Piquiá	47,22	65,31	11,73	12488	16848	839
Tamarindo	71,90	60,13	14,01	13943	16739	917
Tatajuba	64,62	86,88	10,16	17451	19771	809
Tuari-Rosa	42,64	81,40	5,89	10893	12748	551
Tuari-Vermelho	66,59	102,51	11,43	16047	16825	738

⁽¹⁾ Valores já reportados ao teor de umidade de referência de 12%; ⁽²⁾ Indicado para verificações de instabilidade;
⁽³⁾ Indicado para avaliações de deslocamentos ou deformações

A definição da classe de resistência é feita pelo valor característico da resistência

à compressão paralela ($f_{c0,k}$). Na tabela 4 são apresentadas as classes de resistência

das espécies estudadas neste trabalho.

Tabela 4 – Classes de resistência de algumas espécies de Mato Grosso

Espécies		$f_{c0,k}^{(1)}$	Classe de resistência
Nome vulgar	Nome científico	(MPa)	
Amescla-Aroeira	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	56,01	D50
Angelim-Amargoso	<i>Vataireopsis speciosa</i> Ducke.	46,46	D40
Angelim-Pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke.	37,30	D30
Cambará	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	54,57	D50
Canelão	<i>Nectandra sp.</i>	58,44	D50
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> H. B. K.	42,92	D40
Cedro-Marinheiro	<i>Quarea trichilioides</i> L.	57,01	D50
Cedro-Rosa	<i>Cedrela odorata</i> L.	30,53	D30
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	38,39	D30
Garapa	<i>Apuleia molaris</i> Spruce et Benth.	57,50	D50
Guarita	<i>Astronium lecointei</i> Ducke.	54,39	D50
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	59,14	D50
Inharé	<i>Helicostylis podogyne</i> Ducke	58,14	D50
Ipê-Amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	76,42	D60
Ipê-Roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	63,63	D60
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez.	61,71	D60
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Cheval.	67,57	D60
Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	27,30	D20
Murapixi	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	50,41	D50
Pau-D'Óleo	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	47,64	D40
Peroba-Mica	<i>Aspidosmerma populifolium</i> A. DC.	64,98	D60
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	47,22	D40
Tamarindo	<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	71,90	D60
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	64,62	D60
Tauari-Rosa	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	42,64	D40
Tauari-Vermelho	<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	66,59	D60

⁽¹⁾ Resistência característica à compressão paralela às fibras, já reportada ao teor de umidade de 12%

O IPT (2013) apresenta as fichas de características físicas e mecânicas de diversas espécies brasileiras, entre elas encontram-se: Angelim-vermelho (Angelim-pedra neste trabalho), Cupiúba, Oiticica-amarela (Guariúba neste trabalho), Tauari (Tauari-rosa neste trabalho) e Tatajuba. O IPT (2013) apresenta também as características do Angelim-amargoso, da Garapa e do Tauari-vermelho, que, embora de mesmo nome vulgar, correspondem a espécies diferentes das avaliadas neste trabalho. Os métodos de ensaio utilizados pelo IPT (2013) são os mesmos da ABNT (1940), portanto, poucos resultados são passíveis de comparação com os obtidos neste trabalho. Os resultados que puderam ser comparados podem ser considerados semelhantes aos do IPT (2013) e as eventuais diferenças atribuídas aos diferentes locais de coleta.

A NBR 7190, da ABNT (1997), em seu Anexo E, apresenta os resultados de algumas espécies, entre elas encontram-se: Angelim-pedra-verdadeiro (Angelim-pedra neste trabalho), Cedro-amargo (Cedro-rosa neste trabalho), Cupiúba, Oiticica-amarela (Guariúba neste trabalho), Ipê (Ipê-amarelo neste trabalho) e Tatajuba. Embora a NBR 7190 explicita que as resistências devam ser informadas em valor característico, em seu anexo E, as apresenta em valor médio. O valor médio permite obter apenas um dos estimadores da resistência característica ($0,70 \cdot x_{wm}$), possibilitando apenas relativa comparação com os resultados deste trabalho. Os resultados que puderam ser comparados podem ser considerados semelhantes aos da ABNT (1997) e as eventuais diferenças atribuídas aos diferentes locais de coleta.

Outros trabalhos, envolvendo individualmente uma das espécies estudadas neste trabalho, foram encontrados na literatura, mas sempre com as mesmas limitações dos apresentados nesta discussão. Por isto foram omitidos.

Conclusões

Os resultados apresentados na Tabela 3 podem ser utilizados na escolha de madeiras mato-grossenses para diversas aplicações, inclusive para obter a classe de resistência, como apresentado na Tabela 4, e utilizá-la no cálculo de estruturas de madeira. Também se pode utilizar os valores característicos e médios, fornecidos na Tabela 3, para o cálculo de estruturas de madeira.

Atualmente os valores de resistência das madeiras devem ser reportados pelo valor característico, ao teor de umidade de 12%, mas a maioria dos resultados é apresentada na literatura pelo valor médio e muitas vezes com umidade de 15%. O valor médio não permite obter adequadamente o valor característico, apenas um de seus estimadores ($0,7 \cdot x_{w,m}$), portanto, a caracterização mecânica destas espécies precisa ser refeita.

A ideia de que a resistência da madeira à tração paralela às fibras é maior que a resistência da madeira à compressão paralela às fibras, também deve ser repensada quando se refere a valores característicos, pois neste trabalho algumas espécies (Cambará, Guariúba e Inharé), contrariam essa ideia.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo financiamento do projeto “Descrição

dendrológica e caracterização físico-mecânica de espécies arbóreas florestais de Mato Grosso”, do qual o presente trabalho é subproduto.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **MB 26**: Ensaios Físicos e Mecânicos de Madeiras. Rio de Janeiro, 1940.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de revisão NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil. São Paulo. 2013.

LOGSDON, N. B. **Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira**. São Carlos, 1998. 174 f. Tese (Doutor em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 1998.

SOARES, R. da C. **Reportando as propriedades da madeira ao teor de umidade de referência**. Cuiabá, 2014. 164 f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2014.