

Propriedades físicas da madeira de três espécies tropicais

Rodrigo Lemos Gil^{1,3}; Aylson Costa Oliveira²; Maria Aparecida Pereira Pierangeli³, Luciano Rodrigo Lansanova¹; Ricardo Moraes Shiptoski¹; Wesley Nilton Ferreira da Silva²

¹Instituto Federal de Mato Grosso – *campus* Juina; ²Universidade Federal de Mato Grosso;

³Universidade do Estado de Mato Grosso.

Resumo: O conhecimento das propriedades físicas da madeira é importante para determinação de sua qualidade e uso. O objetivo deste trabalho foi determinar as propriedades físicas das espécies florestais *Castilla ulei* (Caucho), *Erismia uncinatum* (Cedrinho) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá). Foram utilizadas 6 toras de cada espécie e confeccionados 216 corpos de prova de dimensão 3x2x5cm e analisados as variáveis Densidade Aparente (DA), Densidade Básica (DB), Inchamento (INC) e Retração (RET). O jatobá apresentou os maiores valores médios para as quatro variáveis analisadas, enquanto o caucho os menores. O jatobá e cedrinho demonstraram baixa variabilidade para DA e DB. Não houve diferença significativa entre as três espécies para INC e RET. Através do teste de Tukey, as variáveis DA e DB demonstraram diferenças significativas para as três espécies. Em relação a DB o caucho e cedrinho foram classificadas como leve, enquanto o jatobá, como pesado.

Palavras-chave: Densidade; Retração; *Castilla ulei*; *Erismia uncinatum*; *Hymenaea courbaril*.

Physical properties of wood of three tropical species

Abstract: Knowledge of the physical properties of wood is important to determine its quality and use. The aim of this work was to determine the physical properties of forest species *Castilla ulei* (Rubber), *Erismia uncinatum* (Cedrinho) and *Hymenaea courbaril* (Jatobá). Six trunks of each species were used and 216 sample of 3x2x5cm size were made and the variables: Apparent Density (AD), Basic Density (DB), Swelling (INC) and Retraction (RET) were analyzed. The Jatobá presented the highest mean values for the four variables analyzed, while the caucho obtained the smallest. Jatobá and cedrinho showed low variability for AD and DB. There was no significant difference between the three species for INC and RET. Through Tukey test, the variables DA and DB showed significant differences for the three species. Regarding DB, caucho and cedrinho were classified as light, while jatoba as heavy.

Keywords: Density; Retraction; *Castilla ulei*; *Erismia uncinatum*; *Hymenaea courbaril*.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a madeira esteve diretamente ligada a diversas situações do cotidiano e atividades econômicas do ser humano, que vão desde robustas construções civis à produção de delicados instrumentos musicais. Segundo Motta et al. (2014), o conhecimento das relações existentes entre a estrutura anatômica da madeira com suas propriedades físicas ou mecânicas é determinante para sua correta utilização, seleção de material e qualidade do

produto final.

De acordo com Melo (2013), uma das características mais problemáticas da madeira, sob o ponto de vista prático, é a sua capacidade de contrair e inchar quando exposta a variações ambientais. Chamada de retração/inchamento, esta propriedade da madeira deve ser considerada quando se recomenda madeira para usos que exijam boa estabilidade dimensional, evitando o aparecimento de fendas e empenos (Braz et al., 2013).

Outras importantes propriedades para a avaliação da qualidade da madeira são as densidades básica e aparente, sendo estas complexas, pois resultam da combinação de diversos fatores como dimensão das fibras, volume dos vasos e parênquimas, espessura da parede celular, proporção cerne/alburno, e arranjo dos elementos anatômicos (Foelkel et al., 1971).

Com isso o conhecimento sobre as características físicas da madeira de espécies florestais se faz importante, principalmente para espécies nativas, no qual existem pouco conhecimento levando em consideração a variação de resultados em diferentes localidades, havendo, então, a necessidade de uma ampliação do banco de dados que servirão como base comparativa para trabalhos futuros.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo determinar as propriedades físicas: inchamento, retração, densidade básica e densidade aparente, das espécies florestais *Castilla ulei* Warb (Caucho), *Erismia uncinatum* Warm (Cedrinho) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada no estudo foi proveniente de plano de manejo florestal sustentável da região de Juína, noroeste de Mato Grosso. As espécies empregadas para análise foram o Caucho, o Cedrinho, e o Jatobá, na qual foram utilizados 6 toras para cada espécie, totalizando 18 toras.

Com o intuito de analisar as características físicas da madeira (densidade básica, densidade aparente e estabilidade dimensional), as toras foram desdobradas em serraria com a finalidade de obter a parte central da peça. Destas, foram confeccionados, em marcenaria conforme NBR 7190, 12 corpos de prova de 3x2x5cm, nas direções radial, tangencial e longitudinal, consecutivamente, totalizando 216 corpos de prova.

2.1 Procedimentos metodológicos

Inicialmente, as amostras foram submersas em água até atingir a saturação, posteriormente, foram medidas, com um paquímetro digital, as dimensões radial, longitudinal

e tangencial para determinação do volume saturado, e posteriormente, foram pesadas com balança de precisão para determinação da massa úmida.

Em seguida, os corpos de prova foram colocados em sala climatizada [$T = (20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e $UR = (65 \pm 5) \%$] até apresentarem massa constante, com a finalidade de estabilização com o ambiente até atingirem umidade próximo a 12% (NBR 7190, 1997).

Em seguida, as amostras foram levadas à estufa para secagem a $103 ^\circ\text{C} (\pm 2^\circ\text{C})$, até atingirem massa constante. Posteriormente, as amostras foram medidas e pesadas novamente.

A Densidade Aparente da madeira foi determinada pela razão entre a massa da madeira e o volume, ambas com a umidade estabilizada com o ambiente, expressa pela Equação (1):

$$(1)$$

Onde: ρ_a é a densidade aparente da madeira estabilizada com o ambiente, em g/cm^3 ; m é a massa da madeira estabilizada com o ambiente, em kg; e V é o volume da madeira estabilizada com o ambiente, em cm^3 .

A densidade básica da madeira foi determinada divisão da massa da madeira seca em estufa pelo seu volume saturado, expressa pela Equação (2):

$$(2)$$

Onde ρ_b é a densidade básica da madeira, em g/cm^3 ; m_s é a massa mínima da madeira, ou seja, a massa (kg) da madeira seca; e V_s é o volume da madeira saturada ou o volume máximo da madeira, em cm^3 .

O cálculo do inchamento e retração volumétricos são expressos pelas Equações (3) e (4), respectivamente:

$$(3)$$

$$(4)$$

Onde I_v é o Inchamento Volumétrico, em %; V_s é o volume da madeira seca em estufa ou o volume mínimo da madeira, em cm^3 ; V_{sat} é o volume da madeira saturada; R_v é a Retração Volumétrica, em %.

2.2 *Análise estatística*

Realizou-se a análise descritiva dos dados e o teste de Bartlett para verificar a homogeneidade das variâncias entre os tratamentos, em sequência, os dados foram submetidos à análise de variância para se identificar a existência, ou não, de diferenças significativas entre os tratamentos.

O delineamento utilizado para análise de dados em cada variável de interesse (Densidade Básica e Aparente, Inchamento e retração), foi o inteiramente casualizado, onde cada espécie compõe um tratamento, totalizando três tratamentos. Posteriormente, foi

aplicado o teste de comparação múltipla, através do teste de *Tukey*, ao nível de 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS

A análise descritiva dos dados, com as medidas de tendência central e de variabilidade podem ser observadas na Tabela 1. As espécies Jatobá e Caucho demonstraram os maiores menores valores médios, respectivamente, para as quatro variáveis analisadas.

Tabela 1 – Análise descritiva da Densidade Aparente (DA), Densidade Básica (DB), Inchamento (INC) e Retração (RET), das espécies analisadas.

Espécie	Variáveis	Análise Descritiva				
		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV%
Caucho	DA (kg.m ⁻³)	495,87	80,49	355,17	623,85	16,23
	DB (kg.m ⁻³)	408,08	64,89	296,44	510,44	15,90
	INC (%)	13,91	2,41	7,91	19,98	17,34
	RET (%)	12,17	1,86	7,33	16,65	15,27
Cedrinho	DA (kg.m ⁻³)	604,06	39,16	533,71	669,16	6,48
	DB (kg.m ⁻³)	493,22	31,12	437,05	555,87	6,31
	INC (%)	14,22	2,03	11,23	20,83	14,25
	RET (%)	12,42	1,52	10,09	17,24	12,23
Jatobá	DA (kg.m ⁻³)	1056,56	31,29	982,95	1092,05	2,96
	DB (kg.m ⁻³)	881,73	28,69	812,11	919,79	3,25
	INC (%)	14,55	2,10	8,81	19,27	14,44
	RET (%)	12,68	1,60	8,09	16,15	12,62

A partir das Tabelas 2 e 3 verificam-se a análise de variância para as quatro variáveis avaliadas, bem como o procedimento de comparação múltipla entre as médias para as variáveis que se diferiram significativamente pelo teste F.

Tabela 2 – Análise de variância da Densidade Aparente (DA), Densidade Básica (DB), Inchamento (INC) e Retração (RET)

Variável	ANOVA	GL	SQ	QM	<i>F calc</i>	<i>P valor</i>
DA (kg.m ⁻³)	Tratamento (Espécies)	2	22,82	11,41	997,27	7,02E-109
	Resíduos	213	2,44	0,01		
	Total	215	25,26			
DB (kg.m ⁻³)	Tratamento (Espécies)	2	23,82	11,91	1095,70	7,87E-113
	Resíduos	213	2,32	0,01		
	Total	215	26,14			
INC (%)	Tratamento (Espécies)	2	15,05	7,52	1,57	0,209
	Resíduos	213	1018,04	4,78		
	Total	215	1033,09			
RET (%)	Tratamento (Espécies)	2	9,19	4,59	1,66	0,193
	Resíduos	213	590,70	2,77		
	Total	215	599,89			

Tabela 3 – Teste de comparação múltipla entre as médias de Densidade Aparente (DA) e Densidade Básica (DB)

Espécie	Médias	
	DA (kg.m ⁻³)	DB (kg.m ⁻³)
Jatobá	1056,56 a	881,73 a

Cedrinho	604,06	b	493,22	b
Caucho	495,87	c	408,08	c

4. DISCUSSÃO

Oliveira et al. (2003), ressaltou que espécies com maiores densidades, tendem a absorver mais água por unidade de volume, por terem maior concentração de células de paredes mais espessas, e conseqüentemente tendem a expandir ou contrair mais do que aquelas de menor densidade. Isso pode ser observado no presente trabalho uma vez que o jatobá, que foi a espécie mais densa, obteve, também, os maiores valores médios para inchamento e retração volumétrico, porém, a partir da análise de variância, foi possível observar, que não houve diferença ao nível de 5% de significância entre as três espécies estudadas para as variáveis inchaço e retração (Tabela 2).

As variáveis densidade aparente e densidade básica demonstram diferenças significativas para as três espécies analisadas na avaliação (Tabela 2) e, ao proceder com o teste de comparação entre as médias para as variáveis densidade aparente e densidade básica (Tabela 3), nota-se que as três espécies avaliadas se diferiram estatisticamente ao nível de 5% de significância. A espécie jatobá demonstrou os maiores valores médios para as duas variáveis analisadas, seguido das espécies cedrinho e caucho, respectivamente.

A partir de uma classificação proposta por Melo et al. (1990), em relação as densidades básicas, o caucho e o cedrinho foram classificados como “leve” enquanto o jatobá foi classificado como “pesado”.

A partir da Tabela 1, é possível verificar que dentre as três espécies em estudo, o jatobá apresentou os maiores valores médios para as quatro variáveis analisadas, ao passo que o caucho obteve os menores valores médios. As densidade básica e aparente demonstraram uma baixa variabilidade para as espécies Jatobá e cedrinho, com valores abaixo 7%.

Araújo (2007) ao avaliar as relações funcionais das propriedades físico mecânicas da madeira (PFMM) de 163 espécies tropicais brasileiras, encontrou para o caucho e jatobá as densidade básicas de 390 kg.m⁻³ e 760 kg.m⁻³, respectivamente, enquanto nesse trabalho foram encontrados valores superiores correspondentes a 408,08 kg.m⁻³ e 881,73 kg.m⁻³, para o caucho e jatobá respectivamente.

Lahr et al. (2016) ao determinar as propriedades físicas da madeira de cedrinho (*Erisma uncinatum* Warm.), encontrou os valores de 680 kg.m⁻³ para a densidade aparente, valor um pouco mais elevado que o encontrado nesse trabalho (604,06 kg.m⁻³). Segundo Jankowsky (1990), o cedrinho possui características médias quando à massa específicas e à retratilidade volumétrica, além de baixa resistência mecânica e reduzida resistência natural ao

apodrecimento.

5. CONCLUSÕES

As propriedades inchamento e retração volumétrica não variaram significativamente entre as espécies, enquanto a densidade básica e aparente variaram.

O caucho e o cedrinho foram classificados como leve, enquanto o jatobá foi classificado como pesado.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CIPEM e SIMNO, pelo incentivo financeiro. Agradecemos, também, ao IFMT (Instituto Federal de Mato Grosso), UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso), UNEMAT (Universidade Estadual de Mato Grosso) e CNPQ pelo apoio concedido.

7. REFERÊNCIAS

Araújo HJB. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. *Floresta* 2007, Curitiba-PR, 37(3): 399-416.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-7190: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 2011.

Braz RL, Oliveira JTS, Arantes MDC, Rodrigues BP. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. *Revista Floresta* 2013, 43(4): 663-670.

Foelkel CEB, Brasil MAM, Barrichelo LEG. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*. 1971, 2(3): 67-74.

Jankowsky IP. Fundamentos de secagem de madeiras. *Documentos florestais*. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1990. 9p.

Lahr FAR, Arroyo FN, de Almeida TH, de Almeida Filho FM, Mendes IS, Christoforo AL. Full characterization of *Erismia uncinatum* Warm wood specie. *International Journal of Materials Engineering* 2016, 6(5): 147-150.

Melo JE, Coradin VTR, Mendes JC. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 695-699.

Melo RR. Estabilidade dimensional de compostos de madeira. *Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)* 2013, 4(2): 152-175.

Motta JP, Oliveira JTS, Braz RL, Duarte APC, Alves RC. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. *Ciência Rural* 2014, 44(12): 2186-2192.

Oliveira, JTS, Tomazello Filho, M, Fiedler, NC. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. *Revista Árvore* 2010, Viçosa-MG, 34(5): 929-

936.