

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

SABRINA GALDINO ALVES

**CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE
Eriotheca candolleana (K. Schum.) A. Robyns.)**

**Ji-Paraná,
2023**

SABRINA GALDINO ALVES

**CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE
Eriotheca candolleana (K. Schum.) A. Robyns.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientador: Dr. Paulo Roberto Magistrali

Ji-Paraná,

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Alves, Sabrina Galdino.

Caracterização das propriedades físicas da madeira de *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.) / Sabrina Galdino Alves, Ji-Paraná-RO, 2023.
22 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Magistrali.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ji-Paraná-RO, 2023.

1. Catuaba branca. 2. Propriedade física da madeira. 3. Tecnologia da madeira. 4. Madeira serrada. I. Magistrali, Paulo Roberto (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

SABRINA GALDINO ALVES

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE
***Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *Campus Ji-Paraná*, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em 29 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Paulo Roberto Magistrali
Instituto Federal de Rondônia - Campus Ji-paraná

Regina Geralda de Figueiredo
Instituto Federal de Rondônia - Campus Ji-paraná

Giordano Bruno da Silva Oliveira
Instituto Federal de Rondônia - Campus Ji-paraná

Ji-Paraná - RO, 29 de novembro de 2023

**CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE
(*Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.)**

**CHARACTERIZATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE WOOD
(*Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.)**

RESUMO

A *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) popularmente conhecida como catuaba - branca é uma espécie florestal com madeira macia, empregada em revestimentos internos para construção civil. Neste sentido, o estudo teve como objetivo determinar as características físicas da madeira de *Eriotheca candolleana*. Os ensaios foram realizados em laboratório através da análise de 36 corpos de prova com dimensões de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm. A madeira da espécie apresentou teor de umidade de 39,21% acima do ponto de saturação das fibras. Além disso, apresentou média densidade (0,56 g/cm³) com variação volumétrica de 13,31%. Assim, recomenda-se que a madeira seja indicada para produção de peças que aceitam pequenas alterações dimensionais como brinquedos, caixotarias, painéis e forros internos.

Palavras-chave: Catuaba-branca, Propriedade Física da Madeira, Tecnologia da Madeira, Madeira Serrada.

ABSTRACT

Eriotheca candolleana (K. Schum.), popularly known as catuaba - white, is a forest species with soft wood, used for internal coverings in civil construction. In this sense, the study aimed to determine physical characteristics of the wood of *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.. The tests were carried out in the laboratory through the analysis of 36 specimens with dimensions of 2.0 x 3.0 x 5.0 cm. The wood of the species presented a moisture content above the saturation point of the fibers. Furthermore, it presented a medium density (0.56 g/cm³) with a volumetric variation of 13.31%. Due to the physical properties of wood, it is recommended that this species be recommended for the production of parts that accept small dimensional changes, such as toys, boxes, panels and internal linings.

Keywords: White Catuaba, Physical Properties of Wood, Wood Technology, Lumber.

1 INTRODUÇÃO

Conhecida popularmente por catuaba, catuaba - branca e embiruçu, a espécie *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyn é uma árvore pertencente à família Bombacaceae, com altura entre 12 a 24 m, tronco liso de 40 a 50 cm de diâmetro, com folhas compostas digitadas e floração nos meses de julho a agosto (Lorenzi, 1998). A espécie apresenta copa estreita e delicada sendo utilizada para o paisagismo e também para a recuperação de áreas degradadas devido seu rápido crescimento (Flosi 2015).

É uma espécie endêmica do Brasil com distribuição geográfica na região Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) com predomínio no Cerrado *lato sensu* e na Mata Atlântica com Floresta Estacional Semidecidual (Duarte, 2020).

Em relação a madeira, é considerada leve, macia, com grã direita e de baixa durabilidade natural, sendo empregada principalmente para a produção de caixotes, brinquedos, forros e miolos de portas (Lorenzi 2002) carecendo de informações atuais sobre as propriedades tecnológicas de sua madeira.

Segundo Bonduelle et al. (2015) e Silva (2015a) inúmeros parâmetros tecnológicos podem ser utilizados para determinar a qualidade de uma madeira, tais como as propriedades físicas, químicas, mecânicas e anatômicas (Castro et al. 2023) além destes fatores como a contração, higroscopicidade, inchamento, propriedades térmicas, acústicas, elétricas também influenciam a qualidade dos produtos processados industrialmente (Juttel, 2018a).

Em relação às propriedades físicas da madeira, a caracterização do teor de umidade, da densidade básica e da variação volumétrica tem sido amplamente utilizada para otimizar a utilização deste material para a indústria de papel e celulose, da bioenergia, da fabricação de instrumentos musicais bem como para construção civil (Dias e Lahr, 2004a).

Por ser um material higroscópico, a madeira possui propriedades capazes de atrair ou perder a umidade presente em seu entorno, seja ela na forma líquida e/ou vapor, dependendo de como se encontra no meio ambiente (Lima et al. 2022). Neste sentido, determinar o teor de umidade da madeira é de extrema importância, uma vez que elevados gradientes de umidade constituem uma das causas de defeitos de secagem que podem levar a empenamentos e fendilhamento (Oliveira et al., 2005). Em situações que exigem a estabilidade da madeira, o teor de umidade auxilia na predição e controle do custo de produção uma vez que interfere na determinação da massa específica aparente básica (Moreschi, 2010), ou seja, isso significa que, quanto mais água estiver presente na madeira, menor será a quantidade de outros elementos

químicos (Lima et al. 2022).

A densidade básica é outra característica fundamental que serve para categorizar a utilização das espécies florestais refletindo a compactação das fibras e a quantidade de substâncias sólidas presentes na madeira (Ribeiro et al., 1993). De acordo com Moreschi (2014a) a densidade básica da madeira varia entre espécies, em uma mesma espécie ou até mesmo dentro de uma árvore, podendo ser no sentido base/toco ou no sentido casca/medula. Na prática, quanto maior a densidade básica, geralmente, mais dura e mais resistente a madeira se torna (Ribeiro et al., 1993).

Outro ponto importante a ser lembrado é a secagem da madeira que é muito importante para garantir a qualidade de qualquer produto feito desta matéria-prima (Gonzaga, 2007). A secagem feita de forma correta nos proporciona melhoria de diversas propriedades da madeira, conferindo-lhe qualidade, agregando valor ao produto final e aumentando sua vida útil (Henn 2017).

A estabilidade das dimensões da madeira se contrai à medida que vai secando e se expande quando sua umidade aumenta (Machado, 2007). Quando a madeira seca até o teor de umidade final apropriado, a maior parte da contração já ocorreu, dessa forma, quando a madeira estiver em uso, haverá menos movimento dimensional e conseqüentemente, redução na ocorrência de empenos, rachaduras ou qualquer outra alteração devido à secagem, (Marques et al., 2002).

Segundo os autores, o ponto de saturação das fibras (PSF), teor de umidade no qual a madeira começa ter variações volumétricas significativas, normalmente ocorre para umidades em torno de 28%. O (PSF) pode variar no geral entre 20% a 30% sendo submisso a cada espécie de madeira (Jankowsky, 1990). Assim, a variação volumétrica está diretamente ligada à estabilidade dimensional da madeira, sendo de grande importância para aplicação em que as peças e estruturas não podem apresentar inchaço e contrações excessivas durante a sua utilização (Mello, 2018).

Martins (1988) relata que a retratibilidade da madeira é usualmente referida por alguns autores como contração, o termo retratibilidade volumétrica total se refere a perda de água desde a amostra total saturada até a secagem por completa em estufa $\pm 103^{\circ}$ C. Segundo Dufal (2009) a retratibilidade radial refere-se à variação nas dimensões da madeira em relação ao raio do tronco da árvore, em geral, a madeira tende a contrair mais na direção radial do que na direção tangencial e longitudinal quando perde umidade, a retratibilidade tangencial refere-se à variação nas dimensões da madeira em relação à circunferência do tronco, a retratibilidade tangencial é menor do que a retratibilidade radial, já a retratibilidade longitudinal é a variação

nas dimensões da madeira ao longo do comprimento da peça, e geralmente a retratibilidade longitudinal é pequena em comparação com as direções radial e tangencial.

Sabendo da importância das características tecnológicas da madeira para o desenvolvimento diversos setores da economia nacional, torna-se oportuno estudar o teor da umidade, a densidade e a variação volumétrica da catuaba para elucidar tais características e valorizar economicamente a espécie perante ao mercado consumidor. Neste sentido, o estudo teve como objetivo determinar características físicas da madeira de *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A madeira utilizada no estudo foi oriunda de um manejo florestal do município de Rondolândia, MT, sendo obtida no ano de 2022 e estocada no pátio da empresa Damata Madeiras, com sede no município de Ji-Paraná, RO, para a comercialização. Segundo (Alvares et al., 2013) o clima da região de estocagem da madeira é do tipo Am (tropical-quente e úmido), com temperatura média anual de 25 °C e precipitação pluviométrica de 2.500 mm.

A madeira foi encaminhada para a marcenaria do Instituto Federal de Rondônia (IFRO) Campus Ji-Paraná, onde foram confeccionados 36 corpos de prova (2,0 x 3,0 x 5,0 cm) segundo a NBR 7190 (2022). As amostras foram transportadas ao laboratório de Anatomia da Madeira, numeradas com pincel a prova d'água e analisadas quanto ao teor de umidade, a densidade básica e a variação dimensional.

Para determinar o teor de umidade, os corpos de prova foram pesados com o auxílio de uma balança semi-analítica com precisão de 0,01g para determinar a massa inicial da madeira em gramas.

Em seguida realizou-se a secagem artificial das amostras a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ em câmara de secagem forçada. Durante a secagem dos corpos de prova as suas respectivas massas foram verificadas a cada seis horas, até que ocorresse uma variação, entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% em relação à última pesagem. Quando atendidas as condições mencionadas, foram então consideradas como sendo a massa seca em (g), e desta forma determinou-se o teor de umidade (U%) dos corpos de prova, através da equação 1, conforme NBR 7190 (1997):

$$\text{Equação (1)} \quad U\% = \frac{M_i - M_s}{M_s} * 100$$

Onde:

M_i = massa inicial da madeira em gramas (g);

M_s = massa da madeira seca em gramas (g).

Para mensurar a densidade básica (P_{bsa}) dos corpos de prova, os mesmos foram dispostos em um becker contendo água, permanecendo imersos durante duas semanas até atingirem o ponto de saturação das fibras. Após saturar as amostras, realizou-se a medição direta do volume com o auxílio de um paquímetro de precisão (0,1 mm).

As medidas foram feitas nas arestas que formam a altura ($L_{1, sat}$), a largura ($L_{2, sat}$) e no comprimento ($L_{3, sat}$), ou seja, no sentido radial, tangencial e longitudinal das amostras, e o volume saturado dos corpos de prova foi calculado através da multiplicação das respectivas medidas. Uma vez calculado, mensura-se a densidade básica (g/cm^3) das amostras através do quociente da massa seca pelo volume saturado de acordo com a equação 2, conforme NBR 7190 (2022).

$$\text{Equação (2)} \quad \rho_{bas} = \frac{M_s}{V_{sat}}$$

Onde:

M_s = massa seca da amostra em (g/cm^3);

V_{sat} = volume da amostra saturada em metro cúbico (m^3).

Por fim, dimensionou-se a variação volumétrica ΔV das amostras secas em relação às amostras saturadas com paquímetro digital de precisão (0,1mm). Para tanto, previamente realizou-se a medição da altura ($L_{1, seca}$), da largura ($L_{2, seca}$) e do comprimento ($L_{3, seca}$) dos corpos de prova secos a $103^\circ C \pm 2^\circ C$ e para as amostras saturadas por duas semanas em água. Para ambas as situações, a volumetria das amostras foi dimensionada através da multiplicação dos respectivos lados dos corpos de prova. Para o cálculo da variação volumétrica, utilizou a equação 3, conforme NBR 7190 (1997):

$$\text{Equação (3): } \Delta V = \frac{V_{\text{sat}} - V_{\text{seca}}}{V_{\text{seca}}} * 100$$

Onde:

$$V_{\text{sat}} = L_{1, \text{sat}} \times L_{2, \text{sat}} \times L_{3, \text{sat}};$$

$$V_{\text{sec}} = L_{1, \text{seca}} \times L_{2\text{seca}} \times L_{3, \text{seca}}.$$

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel®, sendo realizada a estatística descritiva relativa às propriedades físicas da madeira no *Eriotheca candolleana*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os corpos de prova apresentaram teor de umidade com valor médio de 39,21%, com máximo de 50,05% e mínimo de 28,17% (Tabela 1). Tal propriedade física da madeira ainda não havia sido relatada na literatura, desta forma, o presente estudo traz o primeiro registro relativo ao teor de umidade da madeira de catuaba.

Tabela 1: Estatística descritiva do teor de umidade U (%) dos corpos de prova da madeira de (*Eriotheca candolleana*)

Parâmetros avaliados	Teor de umidade U (%)
Média	39,21
Desvio padrão	5,02
Variância das amostras	25,20
Mínimo	28,17
Máximo	50,05

Por apresentar teor de umidade acima de 30%, nota-se que as amostras de madeira da *E. candolleana* estavam acima do ponto de saturação das fibras, isto é, estavam saturadas. Segundo Moreschi (2014b) o PSF varia de espécie para espécie, situando-se em aproximadamente 32 a 35% de teor de umidade para as coníferas e folhosas com porosidade difusa e sem cerne distinto, e para folhosas com porosidade em anel, ambas com cerne distinto, em aproximadamente 22 a 24% de teor de umidade.

O ponto de saturação das fibras (PSF) pode ser definido como o teor de umidade da madeira no momento em que esta já perdeu toda a sua água livre, estando a água contida nos lumens e espaços intercelulares, porém ainda com paredes celulares saturadas (ABNT, 2003).

Segundo Corrêa et al., (2020) o teor de umidade afeta a resistência da madeira, isto é, a robustez do material, influenciando na trabalhabilidade, na estabilidade dimensional, na durabilidade natural e na colagem das peças de madeira (Silva, 2022). Desta forma, para que a madeira de *Eriotheca candolleana* seja utilizada de maneira mais eficiente, recomenda-se que a mesma seja seca para que reduza massa e estabilize as suas dimensões antes da utilização para a comercialização.

Em relação a densidade básica da madeira de catuaba (Pbsa) entrou-se um valor médio de 0,56 g/cm³, com valores de 0,70 e 0,46 g/cm³, de máxima e mínima, respectivamente (Tabelas 2).

Tabela 2: Estatística descritiva da densidade básica dos corpos de prova da madeira de catuaba (*Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.).

Parâmetros avaliados	Densidade básica (g/cm³)
Média	0,56
Desvio padrão	0,04
Variância das amostras	0,00
Mínimo	0,46
Máximo	0,70

A escala de densidade básica da madeira varia geralmente de menos de 0,3 g/cm³ para madeiras mais leves a mais de 1 g/cm³ para madeiras mais densas segundo (Embrapa, 2014). Madeiras com valores abaixo de 0,550 g/cm³ são classificadas como de baixa densidade, de 0,550 a 0,720 g/cm³ são de média densidade, e valores superiores a 0,730 g/cm³ são considerados de alta densidade (Melo et al. 1990; Vale et al.; 2005; Coradin et al., 2010; Silveira et al., 2013). De acordo com Oliveira (2003a) a densidade aparente da madeira no gênero *Eucalyptus* varia de 0,40 a 1,20 g/cm³, sendo considerada como leve, média e pesada em função do valor obtido.

Neste sentido, caracterizar a densidade básica da madeira em uma escala tem sido uma ferramenta valiosa para a selecionar materiais florestais específicos para programas de secagem ou para diferentes usos na indústria de base florestal, de construção civil, entre outras (Hill, 2006). Segundo Bortoletto (2003) espécies adequadas para laminação tendem apresentar densidade básica entre 0,39 e 0,70 g/cm³, com preferência para as com densidade próxima de 0,5 g/cm³. Sendo assim, a madeira da catuaba pode ser indicada para este e outros usos.

Além disso, ao considerar o gradiente de densidade básica, pode-se constatar que a madeira de catuaba apresenta média densidade ($0,56 \text{ g/cm}^3$), assim como é o caso da *Ruizterania albiflora* (IPT, 1989), da *Cariniana micrantha* (Lima, 2022), da *Hymenaea courbaril* Nahuz (2013), da *Vochysia thyrsoidea* (Jati et al., 2014), *Cedrelinga catenaeformis*, *Eremanthus erythropappus* (Lobão et al., 2010), *Cedrela odorata* (Dias e Lahr, 2004b), e a maioria das espécies madeireiras do gênero *Eriotheca* estudadas pela literatura (Conde et al., 2023).

Segundo Bufolo (2011) e (Oliveira, 2003b) as variações na densidade aparente são atribuídas a diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, além disso, aspectos como a idade da árvore, o genótipo, o índice de sítio, o clima, a localização geográfica e as práticas silviculturais podem influenciar neste parâmetro físico da madeira. Neste contexto, geralmente, árvores mais jovens tendem a ter madeira de menor densidade, enquanto árvores mais velhas podem ter madeira mais densa devido ao acúmulo de material lignificado ao longo do tempo (Lima, 2005).

É importante ressaltar que a densidade da madeira não é o único fator a ser considerado na escolha do material para determinada aplicação. Outras características, como resistência, durabilidade, aparência e disponibilidade, também devem ser levadas em conta (Gonzaga, 2006) principalmente quando se busca verificar se a madeira de determinada espécie pode ou não sofrer influências bióticas e abióticas (Silva, 2015b).

Por fim, após analisar a retratibilidade volumétrica ΔV dos corpos de prova da madeira de catuaba, encontrou-se um valor médio de variação de 13,31%, com máxima de 34,55% e mínima de 8,24% (Tabela 03).

Tabela 3: Estatística descritiva da variação volumétrica ΔV dos corpos de prova da madeira de catuaba (*Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns.).

Parâmetros avaliados	ΔV (%)
Média	13,31
Desvio padrão	5,60
Variância da amostra	31,37
Mínimo	8,24
Máximo	34,55

Assim como as demais propriedades tecnológicas avaliadas anteriormente, a retratibilidade é considerada uma propriedade física importante, podendo afetar o uso da madeira para produtos internos e externos. Devido à anisotropia da madeira, ocorrem alterações dimensionais em diferentes direções radial, tangencial e longitudinal. Portanto, se faz necessário determinar a retratibilidade volumétrica total e as variações dimensionais lineares, (Dias et al., 2018).

As deformações específicas de retração e de inchamento são consideradas como índices de estabilidade dimensional e são determinadas para cada uma das direções preferenciais, em função das respectivas dimensões da madeira saturada e da madeira seca. As deformações de retração e inchaço são determinadas a partir de ensaios que avaliam a estabilidade dimensional da madeira (Botelho, 2011a).

Quanto à retratibilidade, refere-se à condição relacionada à mudança da madeira até atingir sua forma devido à troca de umidade entre o material e o ambiente circundante, que é chamada de umidade de equilíbrio higroscópico. De acordo com Logsdon et al. (2017b), o encolhimento refere-se à diminuição do tamanho da madeira devido à diminuição do teor de umidade, enquanto o inchaço se refere ao aumento do tamanho devido ao aumento do teor de umidade.

A classificação das madeiras quanto à retratibilidade volumétrica pode variar de fraca a forte. Segundo Sallenave (1955) e Guiscafre (1978) apud Gonzalez (1993), espécies com retratibilidade volumétrica forte apresentam valores de 14,1 a 19%, espécies com retratibilidade volumétrica média apresentam valores de 9,1 a 14% e espécies com retratibilidade volumétrica fraca apresentam valores de 4 a 9%. Observando a classificação com o resultado obtido, a catuaba pertence ao grupo das madeiras com retratibilidade volumétrica média.

No entanto podemos caracterizar a retração e inchamento da madeira são denominados parcial quando se comparam as situações de madeira seca ao ar e madeira verde. Quando se compara a madeira verde com a madeira seca forçada em estufa, a retração total e inchamento total determina o uso estrutural da madeira, além do conhecimento de características físicas, como densidade e retratibilidade, há a necessidade também do conhecimento de algumas características mecânicas como resistência aos esforços mecânicos e rigidez, Botelho (2011b).

Valores semelhantes foram encontrados para *Cedrela odorata* com 11,08% de retratibilidade volumétrica, sendo a mesma tendo uma densidade básica de 0,540 g/cm³, (IBAMA, 2011), mostrando muita semelhança entre essas duas espécies. Por tanto a madeira de catuaba está no grupo das madeiras de variação volumétrica média de 13,31%.

Segundo Gonzalez (1993), indicam que os valores de contração volumétrica variam de 4 e 9%, onde são consideradas madeiras de baixa contração volumétrica aquelas que possuem valores entre 4 e 9%, média contração aquelas cujos valores encontram-se entre 9 e 14%, e madeiras de alta contração as que apresentam valores entre 14 e 18%. Sendo assim, a madeira da catuaba apresentou contração volumétrica média, o que pode indicar uma madeira com média chances de acontecer empenamentos e fendilhamento, sendo indicada para produtos madeireiros que toleram pequenas alterações dimensionais.

3 CONCLUSÃO

A madeira de catuaba deve ser parcialmente seca antes de sua utilização, visto que apresenta teores de umidade acima do ponto de saturação das fibras (PSF), a densidade básica da madeira de catuaba é considerada média e sua retratibilidade volumétrica apresentou valores médios. Por apresentar média densidade e retratibilidade volumétrica recomenda-se que a madeira de a *Eriotheca candolleana* possa ser utilizada para produtos que aceitam pequenas alterações dimensionais e em ambientes internos.

4 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7190: **Projetos de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997abcd.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's **climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: madeira: **determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro. p. 6, 2003.

BONDUELLE, GM et al. Análise da massa específica e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. **Floresta** , v. 4, p. 671, 29 mar. 2015.

BORTOLETTO, J. Produção de compensados de 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação de suas propriedades físico-mecânicas e indicações de utilização. IPEF - **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2003.

BOTELHO, M. N. **Caracterização das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr.** rima.ufrj.br, 2 dez. 2011.

BUFOLO; BIBINI ; LIMA, P. Variabilidade da densidade básica e das dimensões de fibra, em diferentes espécies de plantadas em ITATINGA/SP *Eucalyptus*. v. 40, p. 63–68, 2011.

CALDERON, C. M. A. et al. **Avaliação das propriedades físicas da madeira de *Cedrela odorata* L.** No município de Cruzeiro do Sul-AC, 2017.

CASTRO, M. C. M., Fernandes, A. A., Barbosa, A. V. X., da Costa, L. G., Mafra, E. de S., & Brocco, V. F. **Propriedades tecnológicas das madeiras de *Diploptropis purpurea* (Rich.) Amshoff e *Andira parviflora* Ducke.** DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE, 2023.

CONDE, L. G. et al. **Densidade básica e teor de umidade de *Vochysia guianensis* Aubl,** 2023.

CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A.; PASTORE, T. C. M.; CHRISTO, A. G. **Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos.** 2010.

CORRÊA, C. et al. Realização: **Influência do teor de umidade na resistência e rigidez da madeira de *Pinus patula* Schltdl. & Cham,** 2020.

DIAS, A. C. C. et al. Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Revista Ciência da Madeira,** 2018.

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente. **Scientia Forestalis,** Piracicaba, n. 65, p. 102-113, jun. 2004.

DUARTE, M.C., Yoshikawa, V.N. ***Eriotheca* in Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB27557>.

DUFAU, GATTO. et al. **Correlação entre massa específica e retratibilidade da madeira de três coníferas da região sul do Brasil,** 2009.

EMBRAPA. Estudo analisa densidade básica da madeira de eucalipto. estudo-analisa-densidade-basica-da-madeira-de-eucalipto, 2014.

FLOSI. Plano de Arborização Municipal prevê plantio de 35 espécies diferentes. Disponível em: <https://www.praia grande.sp.gov.br/pgnoticias/noticias/noticia_01.asp?cod=36131>.

2015.

FOELKEL, C. E. B. **Madeira de eucalipto**: da floresta ao digestor. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 11., São Paulo, 1978. , Piracicaba, v. 6, n. 20, p. E1-E25, 1978.

GONÇALEZ, J. C. Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la forêt Amazonienne: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. Thèse Doctorat – Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Nancy, Nancy: Ministère de l’Agriculture et de la Pêche, 1993, 446p.

GONZAGA, A. L. Madeira: **Uso e Conservação**. Brasília: IPHAN/Monumenta, 2006. (Cadernos técnicos, 6)

GONZAGA. **Madeira; uso e conservação**. Brasília: 246p., 28cm. (Caderno técnico v. 6). Bibliografia: p. 63 - 67. ISBN.978-85-7334-035-8, 2007.

HENN, M. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, p.43, **Estufa automática para secagem de madeira**, 2017.

HILL, C. A. S. **Modificação térmica nas propriedades físicas da madeira**, 2006.

JOAQUIM CARLOS, G. et al. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira.. **Ciência Florestal**, 2006.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – **IBAMA**. Banco de dados de madeiras brasileiras. 2011.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de secagem de madeiras**.

www.bibliotecaflorestal.ufv.br, 1 jun. 1990.

JATI, S. R.; FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. **Densidade da madeira de árvores em savanas do norte da Amazônia brasileira**, 2014.

JUTTEL. **Influência do desbaste nas propriedades tecnológicas da madeira de *Pinus taeda* L.** Trabalho de Conclusão de Curso, Curitiba. Universidade Federal de Santa

Catarina Centro de Ciências Rurais Curso de Engenharia Florestal, 2018. p. 14 - 21.

LIMA, AC DE et al. Determinação do teor de umidade e densidade básica para madeira de *Cariniana micrantha Ducke* com base na norma da **ABNT NBR 7190-3/2022**. **Conjecturas**, v. 18, pág. 324–336, 9 dez. 2022.

LIMA, I. L. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LOGSDON, Norman. **Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira**, (2017ab).

LORENZI H. Árvores brasileiras. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. vol.1, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum. vol. 2. 1998.

LUTZ, John F. "Wood Veneer: Log Selection, Cutting, and Drying," Technical Bulletins 157864, **United States Department of Agriculture, Economic Research Service**, 2023.

MACHADO, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. **Variação dimensional da madeira** devida ao seu comportamento higroscópico, 2007.

MARQUES, and Martins. Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Diretoria de Florestas Laboratório de Produtos Florestais **secagem da madeira**, 2002.

MARTINS, Varlone Alves. **Presidente da República Federativa do Brasil** Presidente: José Sarney Ministro Da Agricultura: Iris Rezende Machado Presidente do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal diretor do departamento de pesquisa, 1988.

MELLO CALINE , D. Trabalho de Conclusão de Curso **Caracterização da madeira de quatro espécies nativas de ocorrência no planalto serrano catarinense**, 2018.

MELO, J. E.; CORADIN, V. R.; MENDES, J. C. **Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do

Jordão. Campos do Jordão, 1990. v. 3. p. 695-705.

MORESCHI. **Propriedades da madeira**. Ministério da Educação e do Desporto Setor de Ciências Agrárias da UFPR Centro de Ciências Florestais e da Madeira Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2014ab.

NAHUZ, A. R. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo.IPT, 2013.

NBR 7190 de Junho de 2022. **Projeto de Estruturas de Madeira Parte 1 Critérios de Dimensionamento**, 2022ab.

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.1, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S. O potencial do *eucalipto* para a produção de madeira sólida. , Curitiba, n. 75, p. 1-8, 2003ab.

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n.3, p. 381-385, 2003.

REZENDE, et al. **Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade**, 1988.

RIBEIRO, F.; ASSIS; FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus spp*. **IPEF**, v. 46, p. 76–85, 1993.

SILVA, C. J. DA; VALE, A. T. DO; MIGUEL, E. P. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 63, 30 jun. 2014.

SILVA, M. J. B. DA et al. Silvicultura urbana do município de Ji-Paraná: um diagnóstico ambiental na Amazônia Ocidental Brasileira: Urban forestry in the municipality of Ji-Paraná: an environmental diagnosis in the Brazilian Western Amazon. **Brazilian Journal of Development**, 2022.

SILVEIRA LOBÃO, M. et al. **Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das**

características físico-anatômicas e usos da madeira, 2010.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. **Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas.** Acta Amazônica, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000200007.

STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R. de; GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P. H. G. de. Propriedades de flexão estática da madeira de *Carya illinoensis* em duas condições de umidade. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 70-79, nov. 2010.

VALE, A. T.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília - DF. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 15, n. 4, p. 411-420, 2005.

ANEXO

Anexo 1. Tabela contendo os dados utilizados para obter o teor de umidade dos corpos de prova da madeira de *Eriotheca candolleana*.

Corpos de prova	Mi (g)	Ms (g)	U (%)
1	26,07	20,34	28,17
2	27,77	20,03	38,64
3	27,49	20,24	35,82
4	29,06	20,04	45,01
5	27,35	20,29	34,80
6	27,47	20,21	35,92
7	32,97	23,24	41,87
8	27,82	20,33	36,84
9	27,65	20,42	35,41
10	28,66	19,35	48,11
11	28,32	20,43	38,62
12	27,34	19,94	37,11
13	29,29	19,52	50,05
14	27,19	20,02	35,81
15	27,08	20,04	35,13
16	27,36	20,17	35,65
17	26,58	19,68	35,06
18	28,92	20,68	39,85
19	29,06	20,01	45,23
20	35,56	25,26	40,78
21	29,99	21,23	41,26
22	27,32	19,98	36,74

23	26,67	20,06	32,95
24	28,09	19,57	43,54
25	28,49	20,64	38,03
26	27,87	19,14	45,61
27	27,08	19,21	40,97
28	28,53	19,69	44,90
29	28,24	20,74	36,16
30	26,83	19,89	34,89
31	27,96	20,78	34,55
32	28,44	20,02	42,06
33	28,04	20,84	34,55
34	28,41	19,38	46,59
35	28,44	20,74	37,13
36	27,48	18,59	47,82

Onde: Mi - Massa inicial; Ms - Massa seca; U% - Teor de umidade dos corpos de prova.

Anexo 2. Tabela contendo os dados utilizados para obter a densidade básica dos corpos de prova da madeira de *Eriotheca candolleana*.

Corpo de prova	Ms (g)	L_{1, Sat} (cm)	L_{2, Sat} (cm)	L_{3, Sat} (cm)	Volume saturado (cm³)	Densidade básica (g/cm³)
1	20,34	2,37	3,02	4,94	35,40	0,57
2	20,03	2,44	2,98	5,01	36,47	0,55
3	20,24	2,40	2,95	5,10	36,00	0,56
4	20,04	2,41	2,93	5,11	36,11	0,56
5	20,29	2,40	3,01	5,00	36,12	0,56
6	20,21	2,39	2,95	5,02	35,41	0,57
7	23,24	2,35	3,00	5,11	36,06	0,64
9	20,42	2,44	2,99	5,01	36,58	0,56
10	19,35	2,37	2,87	5,11	34,76	0,56
11	20,43	2,43	2,99	5,01	36,39	0,56
12	19,94	2,33	2,98	5,11	35,40	0,56
13	19,52	2,32	2,98	5,13	35,51	0,55
14	20,02	2,41	2,94	5,01	35,41	0,57

15	20,04	2,42	3,01	5,00	36,46	0,55
16	20,17	2,42	2,97	5,00	35,93	0,56
17	19,68	2,39	2,96	5,03	35,52	0,55
18	20,68	2,35	2,91	5,11	34,95	0,59
19	20,01	2,40	2,95	5,11	36,20	0,55
20	25,26	2,35	2,99	5,10	35,93	0,70
21	21,23	2,34	3,00	5,10	35,71	0,59
22	19,98	2,43	2,94	5,01	35,77	0,56
23	20,06	2,33	3,03	5,01	35,32	0,57
24	19,57	2,40	2,91	5,12	35,71	0,55
25	20,64	2,48	3,00	5,00	37,10	0,56
26	19,14	2,33	2,90	5,10	34,44	0,56
27	19,21	2,35	2,96	5,11	35,58	0,54
28	19,69	2,41	2,93	5,10	36,06	0,55
29	20,74	2,43	2,97	5,02	36,28	0,57
30	19,89	2,38	2,94	5,02	35,17	0,57

31	20,78	2,93	2,95	5,01	43,28	0,48
32	20,02	2,41	2,93	5,10	35,99	0,56
33	20,84	2,43	2,95	5,00	35,77	0,58
34	19,38	2,37	2,80	5,11	33,99	0,57
35	20,74	2,90	2,83	5,00	41,07	0,51
36	18,59	2,34	2,97	5,80	40,42	0,46

Onde: Massa seca (Ms); Medida radial ($L_{1, \text{Sat}}$); tangencial ($L_{2, \text{Sat}}$) e longitudinal ($L_{3, \text{Sat}}$) dos corpos de prova saturados.

Anexo 3. Tabela contendo os dados utilizados para obter a variação volumétrica dos corpos de prova da madeira de *Eriotheca Candolleana*.

Corpos de prova	L_{1 Sat} (cm)	L_{2 Sat} (cm)	L_{3 Sat} (cm)	Volume Saturado (cm)	L_{1 Seco} (cm)	L_{2 Seco}(cm)	L_{3 Seco}(cm)	Volume seco (cm)	Variação volumétrica
1	2,37	3,02	4,94	35,40	4,90	2,90	2,21	31,40	12,75
2	2,44	2,98	5,01	36,47	5,00	2,85	2,25	32,06	13,76
3	2,40	2,95	5,10	36,00	5,08	2,81	2,21	31,55	14,11
4	2,41	2,93	5,11	36,11	5,10	2,80	2,25	32,13	12,37
5	2,40	3,01	5,00	36,12	5,00	2,85	2,25	32,06	12,65
6	2,39	2,95	5,02	35,41	5,01	2,80	2,25	31,56	12,21
7	2,35	3,00	5,11	36,06	5,10	2,92	2,15	32,02	12,63
8	2,43	2,99	5,00	36,35	5,00	2,80	2,29	32,06	13,39
9	2,44	2,99	5,01	36,58	5,00	2,85	2,25	32,06	14,10
10	2,37	2,87	5,11	34,76	5,10	2,80	2,20	31,42	10,61
11	2,43	2,99	5,01	36,39	5,00	2,85	2,29	32,63	11,51
12	2,33	2,98	5,11	35,40	5,10	2,90	2,20	32,54	8,79

13	2,32	2,98	5,13	35,51	5,10	2,92	2,20	32,76	8,41
14	2,41	2,94	5,01	35,41	5,00	2,80	2,25	31,50	12,40
15	2,42	3,01	5,00	36,46	5,00	2,89	2,25	32,51	12,16
16	2,42	2,97	5,00	35,93	5,00	2,80	2,25	31,50	14,06
17	2,39	2,96	5,03	35,52	5,00	2,80	2,20	30,80	15,34
18	2,35	2,91	5,11	34,95	5,10	2,85	2,20	31,98	9,30
19	2,40	2,95	5,11	36,20	5,10	2,81	2,21	31,67	14,29
20	2,35	2,99	5,10	35,93	5,09	2,95	2,21	33,18	8,28
21	2,34	3,00	5,10	35,71	5,05	2,92	2,20	32,44	10,08
22	2,43	2,94	5,01	35,77	5,00	2,80	2,25	31,50	13,56
23	2,33	3,03	5,01	35,32	5,00	2,90	2,25	32,63	8,24
24	2,40	2,91	5,12	35,71	5,10	2,80	2,20	31,42	13,65
25	2,48	3,00	5,00	37,10	5,00	2,85	2,24	31,92	16,24
26	2,33	2,90	5,10	34,44	5,09	2,78	2,20	31,13	10,64
27	2,35	2,96	5,11	35,58	5,10	2,90	2,15	31,80	11,88
28	2,41	2,93	5,10	36,06	5,10	2,80	2,20	31,42	14,78

29	2,43	2,97	5,02	36,28	5,00	2,85	2,30	32,78	10,68
30	2,38	2,94	5,02	35,17	5,00	2,80	2,25	31,50	11,64
31	2,93	2,95	5,01	43,28	5,00	2,81	2,29	32,17	34,55
32	2,41	2,93	5,10	35,99	5,09	2,80	2,20	31,35	14,80
33	2,43	2,95	5,00	35,77	5,00	2,80	2,25	31,50	13,56
34	2,37	2,80	5,11	33,99	5,10	2,79	2,20	31,28	8,65
35	2,90	2,83	5,00	41,07	5,00	2,50	2,45	30,64	34,03
36	2,34	2,97	5,80	40,42	5,80	2,92	2,19	37,09	8,97

Onde: Medida radial ($L_{1, Sat}$); tangencial ($L_{2, Sat}$) e longitudinal ($L_{3, Sat}$) dos corpos de prova saturados. Medida radial ($L_{1, Seco}$); tangencial ($L_{2, Seco}$) e longitudinal ($L_{3, Seco}$) dos corpos de prova secos.