

Determinação do teor de umidade e densidade básica para madeira de *Cariniana micrantha* Ducke baseado na norma da ABNT NBR 7190-3/2022

Determination of moisture content and basic density for *Cariniana micrantha* Ducke wood based on ABNT NBR 7190-3/2022

Eric Augusto Costa de Lima^{1*}, Andreina de Barros Sattler¹, Letícia Karem Barbosa Santos¹, Daniela Camata Jansen¹, Viviane Maia Corrêa¹

RESUMO

A madeira está presente nos diversos setores da economia, sendo mais utilizada na construção civil para fabricação de forros, esquadrias e peças serradas. Contudo, é necessário conhecer suas propriedades físicas para melhor utilização de sua madeira. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o teor de umidade e a densidade básica para a madeira da espécie tauari vermelho (*Cariniana micrantha* Ducke) baseado na norma da ABNT NBR 7190-3/2022. O estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia da Madeira do IFRO - Campus Ji-Paraná. Foram confeccionados 36 corpos de prova, a partir de balaustres de madeira com dimensões lineares de 2 x 3 x 5 cm, de acordo com as especificações da norma da ABNT NBR 7190-3/2022. Encontrou-se para a umidade média dos corpos de prova, o valor de 15,56%. A densidade básica foi determinada por dois métodos: o método na variação do peso do líquido onde foi determinado o valor médio de 0,514 g/cm³ e o método de medição direta do volume por paquímetro que também foi encontrado o mesmo valor anterior. Conclui-se que, de acordo com os valores atestados para o teor de umidade e densidade básica, os mesmos encontram-se próximos aos apresentados pelas literaturas. Portanto, a madeira de (*Cariniana micrantha* Ducke), pode ser caracterizada como sendo uma madeira de média densidade.

Palavras-chave: Tauari vermelho; propriedades físicas; corpos de prova.

ABSTRACT

Wood is present in various sectors of the economy, being more used in civil construction for the manufacture of ceilings, frames and sawed parts. However, it is necessary to know its physical properties for better use of it. In this sense, the objective of this work was to determine the moisture content and the basic density for the wood of the Red Tauari species (*Cariniana micrantha* Ducke), based on the ABNT NBR 7190-3/2022 norm. The study was carried out at the Wood Anatomy Laboratory at IFRO - Campus Ji-Paraná. 36 specimens were made from wooden balusters with linear dimensions of 2 x 3 x 5 cm, according to the specifications of the ABNT NBR 7190-3/2022 norm. It was found for the average moisture of the specimens, the value of 15.56%. The basic density was determined by two methods: the method in the variation of the weight of the liquid, where the average value of 0.514 g/cm³ was determined and the method of direct measurement of the volume by caliper, which also found the same value as before. It is concluded that the values attested for the moisture content and basic density are close to those presented in the literature. Therefore, the Red Tauari wood (*Cariniana micrantha* Ducke) can be characterized as being

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ji-Paraná.

*E-mail: ericaugustocostadelima@gmail.com

a wood of medium density.

Keywords: Red Tauari; physical properties; proof bodies.

INTRODUÇÃO

A madeira está presente em vários setores da economia, tais como: a construção rural, na indústria de papel e celulose, fabricação de instrumentos musicais e principalmente na construção cíveis para fabricação de forros, esquadrias e peças de madeiras serradas, dentre outros (DIAS; LAHR, 2004).

Ela é considerada um material higroscópico, ou seja, possui propriedades capazes de atrair ou não a umidade da atmosfera ao seu entorno na forma de água líquida e/ou vapor, dependendo de como se encontra no meio ambiente (TSOUMIS, 1991).

Uma característica considerada de pouca importância na madeira, é a sua instabilidade dimensional, pois, quando a umidade está abaixo de 30% da saturação do ar, a madeira varia proporcionalmente a quantidade de água ganha ou perdida para o ambiente, sendo que a variação dimensional é maior quando a umidade varia de 30% a 0%, podendo atingir mais de 15% do valor original (GALVÃO, 1975).

Portanto, o teor de umidade é proporcional com a densidade da madeira, isso significa que, quanto mais água estiver presente na madeira, menor será a quantidade de outros elementos químicos nessa mesma madeira (FOELKEL et al. 1971).

A espécie em estudo é o tauari vermelho (*Cariniana micrantha* Ducke), é uma árvore nativa da floresta amazônica que ocorre em grande dispersão no norte do Brasil, nos estados do Acre, Amazonas e Rondônia (SMITH et. al, 2015). Segundo o Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia (2007), o tauari vermelho (*Cariniana micrantha* Ducke) é popularmente conhecido como castanha-de-macaco, castanha-vermelha, cachimbeira, ceru, jequitibá, tauari, tauari-cachimbo e tauari-coco. É pertencente à família Lecythidaceae, o gênero *Cariniana* e possuindo espécies muito parecidas fisicamente, por este fato, é comum serem comercializadas sem distinção de sua madeira.

O principal produto é a sua madeira, sendo a mesma considerada de média densidade por possuir densidade básica variando de 0,55 a 0,60 g/cm³. Apresenta cerne castanho amarelado, alburno mais claro com grã direita regular, textura média, brilho moderado, cheiro e gosto indistinto, sendo fácil de ser trabalhada, podendo receber um bom acabamento (LOUREIRO et al., 1979).

Sua madeira possui grande utilização, sendo usada para construção de embarcações, cabos de ferramentas, miolo de chapas compensadas (IPT, 2013), também presente na construção de artigos de escritório, na parte de uso interno com a fabricação de móveis finos, instrumentos musicais, brinquedos, caixas e quadros (AMATA, 2013).

Dentre os parâmetros mais importantes para determinar a qualidade da madeira, a densidade básica é reconhecida como uma das mais importantes avaliações, pelo fato de ser um método de fácil determinação, baixo custo e ainda se correlaciona com as características físicas e mecânicas da madeira (EMBRAPA, 2017). Além disso, a densidade é considerada um dos parâmetros tecnológicos pelo fato de ser um ótimo indicativo das propriedades presentes na madeira (TRAUTENMÜLLER et al., 2014).

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o teor de umidade e a densidade básica para madeira da espécie tauari vermelho (*Cariniana micrantha* Ducke) baseado nas especificações da norma ABNT NBR 7190-3/2022.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no laboratório de Anatomia da Madeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - *Campus* Ji-Paraná, situado no município de Ji-Paraná/RO. De acordo com Köppen, o clima da região é quente e úmido, com temperatura variando entre 21° a 38°, a precipitação média anual oscila entre 1800 mm e 2000 mm, com umidade relativa do ar de média de 85%.

A madeira utilizada para o estudo foi oriunda de um manejo florestal do município de Espigão D'Oeste/RO, sendo que a mesma foi comercializada e estocada no pátio de uma madeireira no município de Ji-Paraná/RO (Figura 1). A partir dela, foram confeccionados 36 corpos de prova extraídos de balaustres de madeira com dimensões lineares de 2 x 3 x 5 cm, de acordo com as especificações da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 7190-3: “Projetos de Estruturas de Madeira”, de 2022 (ABNT NBR 7190-3: 2022), conforme a Figura 2. Os corpos de prova foram cortados na marcenaria do IFRO - *Campus* Ji-Paraná.

Figura 1 - Lotes de madeiras de *Cariniana micrantha* Ducke (à esquerda).



Fonte: Autores (2022).

Figura 2 - Confeção dos corpos de prova de *Cariniana micrantha* Ducke.



Fonte: Autores (2022).

Teor de Umidade

Para a execução do ensaio do teor de umidade foram utilizados os corpos de prova confeccionados nas dimensões 2 x 3 x 5 cm (Figura 2). Logo, foi feita a determinação da massa inicial (m_i) dos corpos de prova (Figura 3). Em seguida, foram identificados e colocados em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura inicial de 30°C até atingir a temperatura máxima de 103°C \pm 2°C (Figura 4).

Figura 3 - Determinação da massa inicial dos corpos de prova em balança semi-analítica



Fonte: Autores (2022).

Figura 4 - Corpos de prova de *Cariniana micrantha* Ducke em estufa de secagem.



Fonte: Autores (2022).

Durante o monitoramento de secagem, os corpos de prova foram pesados periodicamente para encontrar a massa seca (m_s) de cada um, em uma balança de precisão semi-analítica. O intervalo entre as medições foi de seis horas. A etapa de secagem seria considerada finalizada quando houvesse uma variação de duas pesagens consecutivas com uma variação menor ou igual a 0,5% em relação à última pesagem da massa. Nesse sentido, foi entre a terceira e a quarta pesagem que alguns dos corpos de prova foram retirados e acondicionados em um dessecador com sílica. Quando atendidas as condições acima mencionadas, esta então foi considerada como sendo a massa seca (m_s), e desta forma determinou-se o teor de umidade dos corpos de prova ($U\%$), conforme a Equação 1:

$$U(\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

U(%) = Teor de umidade da madeira;

mi = Massa inicial;

ms = Massa seca.

Densidade Básica

Para a determinação da densidade básica, foram utilizados corpos de prova com dimensões de 2 x 3 x 5 cm, os mesmos usados para determinar o teor de umidade (Figura 4). Então, foram colocados em um recipiente com material de plástico (becker) contendo água, até a completa saturação.

Método de imersão baseado na variação do peso do líquido

Este método baseia-se no princípio de Arquimedes, onde afirma que a perda aparente de peso de um corpo imerso em um líquido é igual ao peso do líquido deslocado. Ele consiste em imergir os corpos de prova em água e determinar a massa do volume de água deslocado por meio do empuxo (VITAL, 1984).

Neste método, a massa foi determinada por meio de pesagem com auxílio de uma balança semi-analítica de precisão. Para isso, é necessário que a balança esteja zerada com o recipiente (becker) contendo água. Como os corpos de prova possuíam densidade menor que a água, foi necessário a utilização de uma haste (Figura 5). A partir da obtenção do peso seco e volume saturado, foi feito o cálculo da densidade básica (ρ_{bas}), conforme a Equação 2:

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (2)$$

Onde:

ρ_{bas} = Densidade básica (g/cm³) ou (kg/m³);

M_s = Massa seca (g) ou (kg);

V_{sat} = Volume saturado (cm³) ou (m³).

Figura 5 - Haste utilizada para a pesagem dos corpos de prova.



Fonte: Autores (2022).

Método de medição direta do volume por paquímetro

Este método consistiu em determinar os corpos de prova com faces formando um ângulo de 90° entre si. Para isso foi necessário utilizar um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. As medidas foram feitas nas arestas que formam a altura, a largura e o comprimento de cada corpo de prova completamente saturado (Figura 6). Assim, a densidade básica foi calculada na relação entre a massa seca e o volume saturado conforme a Equação 3:

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (3)$$

Onde:

ρ_{bas} = Densidade básica (g/cm³) ou (kg/m³);

M_s = Massa seca (g) ou (kg);

V_{sat} = Volume saturado (cm³) ou (m³).

Figura 6 - Determinação das medidas dos corpos de prova pelo paquímetro.



Fonte: Autores (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de Umidade

Avaliou-se os valores encontrados nos 36 corpos de prova, os quais se encontram na tabela 1, o valor médio para a espécie foi de 15,56% de umidade. A madeira de Marupá (*Simarouba amara*), de acordo com IBAMA (2011), é considerada de baixa densidade (abaixo de 0,500 g/cm³), logo apresenta maior quantidade de água livre, e esta água pode ser retirada com mais facilidade durante o processo de secagem, ou seja, o período de até a secagem completa é menor do que em espécies mais densas. Segundo REMADE (2003) a madeira de (*Cariniana micrantha* Ducke), possui umidade de 15%. De acordo com as informações do IPT (2017), foi encontrado a umidade média de 12% para a mesma espécie.

Tabela 1 - Teor de umidade dos corpos de prova de *Cariniana micrantha* Ducke.

CP	m _i (g)	m _s (g)	U(%)
1	24,53	21,58	13,67
2	24,85	21,52	15,47
3	24,87	21,80	14,08
4	25,43	22,13	14,91
5	25,10	21,52	16,64
6	25,55	21,96	16,35
7	25,33	22,16	14,31
8	25,12	21,75	15,49
9	26,08	22,58	15,50
10	25,55	22,02	16,03
11	25,04	21,76	15,07
12	25,50	21,89	16,49
13	24,12	20,82	15,85
14	25,31	22,17	14,16
15	25,98	22,25	16,76
16	24,58	21,40	14,86

17	24,88	21,45	15,99
18	24,57	21,56	13,96
19	24,32	21,01	15,75
20	24,26	21,30	13,90
21	25,61	21,89	16,99
22	25,23	21,58	16,91
23	25,23	21,76	15,95
24	24,88	21,35	16,53
25	25,01	21,79	14,78
26	25,59	22,06	16,00
27	25,38	22,08	14,95
28	25,74	22,22	15,84
29	25,05	21,54	16,30
30	25,25	21,78	15,93
31	25,90	22,14	16,98
32	24,93	21,50	15,95
33	25,46	22,15	14,94
34	25,25	22,05	14,51
35	25,06	21,58	16,13
36	25,31	21,79	16,15
Média			15,56

Fonte: Autores (2022).

Densidade Básica

Encontrou-se o valor médio de 0,514 g/cm³ para densidade básica do tauari vermelho utilizando o método de variação do peso do líquido, estando caracterizado o valor individual de cada corpo de prova avaliado na tabela 2. De acordo com informações publicadas pelo IBAMA/LPF (1991), encontrou-se o valor médio de 0,580 g/cm³ para a densidade básica da mesma espécie. GARCIA (2009), encontrou em sua pesquisa sobre a variação radial da densidade básica da espécie (*Cariana legalis*), o valor médio de 0,497 g/cm³. Segundo o IPT (2017), a densidade básica encontrada para a espécie do tauari vermelho é de (500 kg/m³ ou 0,500 g/cm³). Portanto, isto significa que o valor médio de

densidade básica encontrado não possui grande discrepância em relação ao valor encontrado para a madeira de (*Cariniana micrantha* Ducke).

Tabela 2 - Densidade básica dos corpos de prova de *Cariniana micrantha* Ducke utilizando o método de imersão baseado na variação do peso do líquido.

CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)
1	0,520	13	0,500	25	0,510
2	0,519	14	0,525	26	0,511
3	0,520	15	0,515	27	0,522
4	0,530	16	0,517	28	0,513
5	0,511	17	0,511	29	0,508
6	0,505	18	0,530	30	0,513
7	0,523	19	0,497	31	0,505
8	0,515	20	0,512	32	0,510
9	0,525	21	0,514	33	0,516
10	0,519	22	0,504	34	0,520
11	0,509	23	0,504	35	0,514
12	0,508	24	0,515	36	0,517
Média					0,514

Fonte: Autores (2022).

Os valores de densidade básica dos corpos de prova pelo método de medição direta do volume por paquímetro se encontram na tabela 3, o valor médio encontrado foi de 0,514. Sendo o mesmo valor médio encontrado para o método de variação do peso do líquido, conforme a tabela 2.

Tabela 3 - Densidade básica dos corpos de prova de *Cariniana micrantha* Ducke utilizando o método de medição direta do volume por paquímetro.

CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)
1	0,536	13	0,501	25	0,509
2	0,519	14	0,537	26	0,519
3	0,524	15	0,502	27	0,508
4	0,514	16	0,521	28	0,513

5	0,504	17	0,505	29	0,515
6	0,495	18	0,522	30	0,513
7	0,534	19	0,509	31	0,496
8	0,519	20	0,510	32	0,515
9	0,515	21	0,503	33	0,519
10	0,522	22	0,500	34	0,532
11	0,518	23	0,514	35	0,513
12	0,514	24	0,496	36	0,525
Média					0,514

Fonte: Autores (2022).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos para a madeira da espécie tauari vermelho, observou-se que, em relação ao teor de umidade, a mesma possuiu valores que variaram de 12 % a 15 % de acordo com as literaturas citadas que tratam de informações a respeito da mesma espécie.

Além disso, o valor médio encontrado para a densidade básica a partir dos dois métodos avaliados foi de 0,514 g/cm³. Portanto, conclui-se que a madeira de *Cariniana micrantha* Ducke apresentou valores que a caracterizam uma madeira de média densidade, assim, ambos os métodos são eficazes por não apresentarem diferenças entre seus resultados.

REFERÊNCIAS

AMATA. Guia de madeiras, 2013. Disponível em: <<http://www.amatabrasil.com.br/conteudo/xiloteca/jequitiba>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190 - 3: *Projeto de estruturas de madeira. Parte 3: Métodos de ensaio para corpos de prova isentos de defeitos para madeiras de florestas nativas*. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

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, 2004.

FERREIRA, O. P. *Madeira: uso sustentável na construção civil*. São Paulo: IPT, 2003.

GALVÃO, M. P. A. Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil. IPEF, n.11, p.53-65, 1975.

GARCIA, M. F. Variação radial da densidade básica e comprimento de fibras de diferentes procedências de *Cariniana legalis* – Lecythidaceae. São Paulo, n. 40, p. 75-80, jul. 2009.

INFORMATIVO TÉCNICO REDE DE SEMENTES DA AMAZÔNIA. Castanha de macaco: *Cariniana micrantha* Ducke. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331683023_Informativo_Tecnico_Rede_de_Sementes_da_Amazonia_Castanha-de-macaco>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>>. Acesso em: 11 de outubro de 2022.

IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS). **Catálogo de Madeiras Brasileiras Para a Construção Civil**. NAHUZ, Augusto Rabelo (Coord.). São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Informações sobre madeiras**. IPT, 2017. Disponível em: http://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira. Data de acesso: 26 de outubro de 2022.

LANINI, Tamiris Luiza Soares. **Relação entre módulos de peças estruturais e de corpos de prova de madeira tropical**. 2018.

LOUREIRO, A.; SILVA, M.F; ALENCAR, J.C. 1979. **Essências madeireiras da Amazônia**. INPA. V.2. Manaus. 169p.

MATOSKI, Selma Lúcia Schmidlin; DA ROCHA, Márcio Pereira. **Influência do fotoperíodo no ataque de *Dinoderus minutus* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) em lâminas torneadas de espécies tropicais**. Floresta, v. 36, n. 3, 2006.

REMADE Portal da Madeira. **Madeiras**. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/>>. Acesso em: 26 de outubro de 2022.

SCANAVACA, L. Júnior; GARCIA J.N. Densidade Básica da Madeira de Eucalipto. Embrapa, Meio Ambiente, Jaguariúna - SP, 2017.

SMITH, N. P.; MORI, S. A.; PRANCE, G.T. Lecythidaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB23427>> . Acesso em: 29 de setembro de 2022.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras – Brazilian tropical woods**. Brasília: IBAMA. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratório de Produtos Florestais, 152 p., 1997.

TRAUTENMÜLLER, Jonathan William et al. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. **Ciência Rural**, v. 44, p. 817-821, 2014.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21 p.

Recebido em: 03/12/2022

Aprovado em: 05/12/2022

Publicado em: 09/12/2022