



ANÁLISE DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA ESPÉCIE MADEIREIRA GARAPA (APULEIA LEICOCARPA) ATRÁVES DO ENSAIO DE UMIDADE

Lucas Gabriel Andrade dos Santos¹, Yury Yashyn Fonseca Lopes Leite², Lourival Alves de Souza Neto², Lorena Greice Oliveira da Gama², Ronald Barbosa Lobo², Vitor Hugo Lopes Branco²

¹Discente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – PA, Belém/PA, Brasil (lucassantosbiel33@gmail.com)

²Discente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, Brasil

Resumo: O objetivo desse trabalho é analisar o teor de umidade da madeira Garapa, a contração linear e volumétrica da madeira, e o coeficiente de anisotropia seguindo o ensaio de umidade apresentado pela norma NBR 7190-3:2022. Os resultados mostram que o seu teor de umidade é de $7,23 \pm 0,09\%$, tendo um teor menor do que o ponto de equilíbrio. As contrações apresentaram um valor similar ao da literatura. O coeficiente de anisotropia mostrou um valor de 1,92, demonstrando uma qualidade média baixa.

Palavras-chave: Garapa; Ensaio de umidade; Contrações lineares; Contrações volumétricas; Anisotropia.

INTRODUÇÃO

A madeira pode ser definida como um material biológico, heterogêneo e complexo, tendo uma variabilidade em suas características e propriedades (Carvalho; Holanda; Pio, 2021). Essas características e propriedades são resultados da estrutura e qualidade da espécie madeireira. O objetivo de compreender essas qualidades são importantes pois permitem ser aplicados em indústria como construção civil como materiais alternativos aos convencionais, objetivando o seu uso por questões econômicas e sustentáveis (Guimarães, 2019). Devido a isso, houve um aumento em sua demanda mundial, gerando uma modificação nas industriais madeireiras, como as do Brasil, que segundo Araújo *et al.* (2024), utilizam madeiras de crescimento rápido como do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, e substituído de forma lenta o uso de madeira provida de florestas nativas por florestas plantadas, resultando no uso de conhecimentos tecnológico específico para esse processo, desde o plantio, até o produto na cadeia final de produção.

Entre as espécies de madeira aplicado está a *Apuleia leicocarpa*, também conhecida como garapa, grápia ou amarelinho, é da família Leguminosae-Caesalpinioideae, podendo atingir até 35 m de altura e 90 cm de diâmetro, sendo cultivado desde o nordeste brasileiro até o Uruguai, apresentando alta qualidade, peso moderado e longa durabilidade (Lorenzi, 2008; Lovatel, 2019; Andrade *et al.*, 2020). Andrade *et al.* (2008) cita que a espécie *A. leicocarpa* possui grande importância para o setor madeireiro, sendo usado na

confeção de móveis e esquadrias, carrocerias, tornearia em madeira, e na construção civil, como vigas, ripas, caibros, tábuas e tacos. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (2023) copilou as principais características da madeira *A. leicocarpa*, entre elas, as suas contrações no sentido radial e tangencial, e na contração volumétrica, podendo ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Dados da contração da *Apuleia leicocarpa* (IPT, 2023).

Radial (%)	Tangencial (%)	Volumétrica (%)
4,4	8,5	14

As condições da madeira podem ser influenciadas pelas suas condições, como o teor de umidade, onde, devido a madeira ser um material higroscópico e poroso, a distribuição e interações da água, afetam o processamento e durabilidade da madeira (Amorim; Paes; Nicácio, 2021). De acordo com Brischke e Alfredsen (2020), entender a influência do teor de umidade nas propriedades mecânicas da madeira e na estabilidade dimensional da madeira, permite compreender a sua aplicação e durabilidade.

O teor de umidade da madeira modifica as suas dimensões quando são alteradas. De acordo com Amorim, Paes e Nicácio (2021), quando a madeira é submetida a processo de secagem, ocorrerá na madeira uma contração ou retratibilidade volumétrica da madeira. Os autores anteriores citam que devido a madeira ser anisotrópica em relação as suas contrações

e inchamentos, sendo diferentes em relação ao seu eixo anatômico, onde a contração tangencial sofre maior variação e em seguida a contração radial, e na contração longitudinal ocorre a menor contração, com seu valor de variação sendo desprezível. Portanto, Nogueira (2019) cita que conhecer a retratibilidade da madeira é importante para indicação do seu uso, pois menores contrações indicam uma boa estabilidade dimensional, evitando o surgimento de defeitos que surgem durante o processo de secagem ou o uso. Estes fenômenos de contração linear e volumétrica é denominada estabilidade dimensional da madeira (Almeida, 2015).

O conhecimento dessas características da madeira são importantes, pois permite analisa várias propriedades, como a anisotropia, que segundo Araújo *et al.* (2024), é importante para o processo de secagem que está associado a defeitos, densidade básica, qualidade da madeira, e retratibilidade e colapso. O coeficiente de anisotropia da madeira pode ser obtido através da relação das contrações da madeira nas direções tangenciais e radiais. A Tabela 2 mostra a relação do coeficiente de anisotropia demonstrado por Klizke e Tomaselli (2000).

Tabela 2. Classificação da qualidade da madeira em relação ao seu coeficiente de anisotropia (Klizke; Tomaselli, 2000).

Coeficiente de anisotropia	Qualidade da madeira
< 1,5	Madeira muito estável
1,6 – 2,0	Média baixa
2,0 -2,5	Média alta
> 2,6	Madeira muito instável

Neste contexto, este trabalho objetivou a caracterização da madeira Garapa, processada pela empresa Lamapa, através do ensaio de umidade seguido a norma ABNT NBR 7190-3:2022, determinando o seu teor de umidade e a contração radial, tangencial, longitudinal e volumétrica. Utilizando os dados da contração radial e tangencial, determinar o coeficiente de anisotropia e a qualidade da madeira estudada.

MATERIAL E MÉTODOS

TEOR DE UMIDADE

Seguindo a norma ABNT NBR 7190-3 (ABNT, 2022), foi utilizado uma amostra da madeira Garapa, oferecida pela empresa Lamapa, e em seguida foi levada para serem cortadas com o auxílio de uma serra circular de bancada, onde foi feito três corpos de prova com as dimensões 2,0 x 3,0 x 5,0 cm no sentido radial, tangencial e longitudinal, respectivamente. Após isso, cada CP foi numerado para ser identificado. A mostra as dimensões do corpo de prova para o ensaio de

umidade seguindo o sistema de orientação para comprimento (L), radial (R) e tangencial (T).

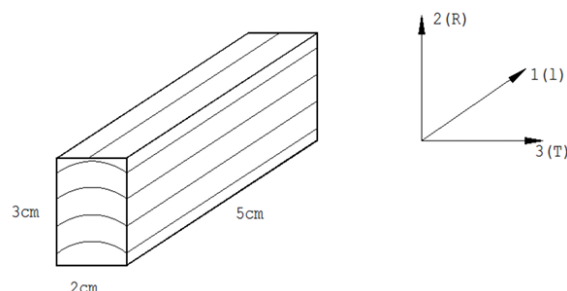


Figura 1. Dimensões do CP para o ensaio de umidade seguindo o sistema de orientação (ABNT, 2022)

Após isso, as amostras foram levadas para uma balança analítica para ser feita a primeira pesagem, e utilizando um paquímetro, foram realizadas as primeiras medidas. Em seguida, as amostras foram levadas a uma estufa, com a temperatura interna de 103 ± 2 °C, onde permaneceram por 6 horas. Após esse período, foram retiradas da estufa e feitas as medições e pesagem da amostra mais uma vez, depois, foram levadas mais uma vez a estufa por mais 6 horas. Esse processo foi repetido diversas vezes, até que o valor das massas medidas seja constante ou com uma diferença igual ou menor que 0,5% entre a medição da massa anterior e da nova medição. Depois, utilizando os dados da massa úmida e seca da madeira, determinou o teor de umidade utilizando a equação (1).

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

Onde: U é o teor de umidade (%), m_u é a massa úmida (g) e a m_s é a massa seca (g).

O fluxograma de todo esse processo pode ser visto na Figura 2.

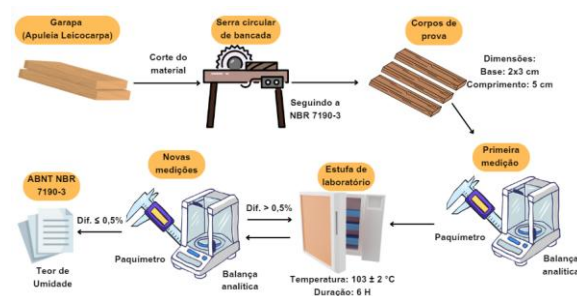


Figura 2. Fluxograma do ensaio de umidade.

VARIAÇÃO DIMENSIONAL

Seguindo a metodologia apresentado Araújo (2023), utilizou os dados das medições da madeira antes e depois do ensaio de umidade, determinou a contração máxima linear nas direções medidas e volumétrica da madeira usando a equação (2).

$$\beta(\%) = \frac{D; Vv - D; Vs}{D; Vv} \times 100 \quad (2)$$



Onde: β é a contração linear ou volumétrica máxima (%), D ; V_v é a dimensão inicial ou volume da madeira saturada (verde) (m ou m³) e D ; V_s é a dimensão linear ou volume da madeira seca (m ou m³).

Após isso, determinou o coeficiente de anisotropia da madeira utilizando a razão entre a contração máxima tangencial e radial, como apresentado na equação (3).

$$CA = \frac{\beta_t}{\beta_r} \quad (3)$$

Onde: CA é a coeficiente de anisotropia, β_t é a coeficiente de contração tangencial (%) e β_r é a coeficiente de contração radial (%).

Depois, seguindo a Tabela 2, classificou a qualidade da madeira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média e desvios padrões do teor de umidade, da contração linear e volumétrica máxima, e do coeficiente de anisotropia da amostra Garapa, junto com o coeficiente de variação, podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das medições obtidas no ensaio para madeira Garapa

Propriedade física	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Contração Radial (%)	4,43	0,06	1,35
Contração Tangencial (%)	8,5	0,18	2,12
Contração Longitudinal (%)	0,82	0,02	2,44
Contração Volumétrica (%)	14,24	0,13	0,91
Teor de Umidade	7,23	0,09	1,24

Os resultados do teor de umidade apresentado foi de $7,23 \pm 0,09\%$. Conforme o padrão de referência citado pela norma NBR 7190-3, especifica o valor de 12% de umidade como ponto de equilíbrio. Dessa forma os resultados mostras que a madeira oferecida pela empresa Lamapa para esse ensaio, sofreu um processo de secagem anterior a esse ensaio, com um objetivo de dar certas características físicas e mecânicas para essa madeira, como observado por Fraga *et al.* (2022).

Os resultados para a contração radial ($4,43 \pm 0,06\%$), a contração tangencial ($8,5 \pm 0,18\%$) e a contração volumétrica ($14,24 \pm 0,13\%$) foram similares com os resultados apresentados na Tabela 1 para a espécie madeireira Garapa. O comportamento do material apresentado está como esperado em trabalhos como de Carvalho, Holanda e Pio (2021), Vivian *et al.* (2023) e Appel *et al.* (2024), as contrações são maiores na

direção tangencial, e em seguida na direção radial e longitudinal, sendo esse último uma deformação praticamente desprezível.

Seguindo a classificação do coeficiente de variação apresentado por Medeiros *et al.* (2024), os dados obtidos para as propriedades físicas da madeira estudada apresentaram uma baixa variação, demonstrando que dados obtidos apresentaram homogeneidade em relação à média.

Utilizando a equação (3) com os dados da média obtida para as contrações radial e tangencial da garapa, determinou que o coeficiente de anisotropia da Garapa foi de 1,92, demonstrando que a qualidade da madeira apresentada foi de média baixa. De acordo com Amorim, Paes e Nicácio (2021), madeiras com coeficiente de anisotropia de 1,5 até 2,0, tem como uso recomendado a estantes, mesas, armários e usos que permitem pequenos empenamentos.

CONCLUSÃO

Os resultados do teor de umidade para amostra Garapa foi de $7,23 \pm 0,09\%$, demonstrando que a amostra ensaiada foi submetida a um processo de secagem anterior, para conferir as características físicas e mecânicas desejadas.

Os resultados obtidos para as contrações radial, tangencial e volumétrica da amostra ensaiada foram similares com os resultados apresentados para a espécie madeireira Garapa, como demonstrado na Tabela 1.

O coeficiente de variação das propriedades físicas da madeira estudada apresentou uma baixa variação, demonstrando que dados obtidos apresentaram homogeneidade em relação à média.

O coeficiente de anisotropia da amostra de Garapa foi de 1,92, demonstrando que a qualidade da madeira apresentada foi de média baixa, tornando recomendada para aplicações em estantes, mesas, armários e usos que permitem pequenos empenamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Lamapa por oferecer a amostra da espécie madeireira de Garapa para a realização desse ensaio.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. H. Estudo da estabilidade dimensional de madeiras tropicais brasileiras. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2015.
- AMORIM, E. P.; PAES, J. B.; NICÁCIO, M. A. Anisotropia da contração e inchamento da



- madeira: uma abordagem tecnológica. In: EVANGELISTA, W. V. (Org.). Madeiras nativas e plantadas do Brasil: Qualidade, pesquisas e atualidade. v. 2. Guarujá: Editora Científica Digital LTDA, 2021. Cap. 5. p. 83-100.
- ANDRADE, A. C. et al. Regeneração natural de *Apuleia leiocarpa* (Leguminosae-Caesalpinoideae) em áreas de florestas primária e secundária na região leste do acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 11., 2020, Vitória, anais... Bauru: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, 2020. p. 1-4.
- ARAÚJO, B. D. L. Avaliação da qualidade da madeira juvenil de *Tectona grandis* (Linn f.) e de juntas coladas para usos múltiplos. 2023. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireiro) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Jerônimo Monteiro, 2023.
- ARAÚJO, J. S. et al. Características físicas da madeira de *Muntingia calabura* L. In: GONÇALVES, F. G. et al. (Org.). Madeira de calabura: da ciência básica ao uso madeireiro. Guarujá: Editora Científica Digital LTDA, 2024. Cap. 2. p. 23-35.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7910-3: 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.
- APPEL, B. E. Propriedades físicas da madeira de *Mimosa scabrella* Benth aos 10 anos. Revista Ambientes em Movimento, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 53-57, dez. 2024.
- BRISCHKE, C.; ALFREDSEN, G. Wood-water relationship and their role for wood susceptibility to fungal decay. Applied Microbiology Biotechnology, Berlin/Heidelberg, v. 104, n. 9 p. 3781-3795, mar. 2020.
- CARVALHO, S. R.; HOLANDA, J. S.; PIO, N. S. Análise das propriedades físicas da madeira de Mogno (*Swietenia macrophylla* King) em floresta plantada na Amazônia Central. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 4, n.2, p. 2749-2763, abr./jun. 2021.
- FRAGA, I. F. Influência do teor de umidade em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Dipteryx odorata*. Revista Matéria, Rio de Janeiro, v. 27, n. 3, p. 1-8, 2022.
- GUIMARÃES, D. S. Análise do teor de umidade e da resistência mecânica da madeira da Carnaúba natural do município de Mossoró – RN. 2019. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Mossoró, 2019.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Garapa: Informações sobre madeiras. 2023. Disponível em: <https://madeiras.ipt.br/garapa/>. Acesso em: 06/01/2025.
- KLITZEKE, J. R.; TOMASELLI, I. Secagem da madeira. Canoinhas: Universidade do Contestado, 2000.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.
- LOVATEL, Q. C. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *apuleia Leiocarpa* (Vogel) J.F. MACBR. SANTOS, I. L. V. L. (Org.). Sementes: Ciência, Tecnologia e Inovação. Ponta Grossa: Editora Atena, 2019. Cap. 2. p. 16-26.
- MEDEIROS, G. F. et al. Estimativa e espacialização da erosividade no entorno do reservatório da UHE batalha (GO/MG) com base em dados pluviométricos. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 44, p. 1-28, 2024.
- NOGUEIRA, et al. Propriedades físicas inter e intra espécies da caatinga. Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 11, n. 1, p. 23-31, 2019.
- VIVIAN, M. A. et al. Propriedades físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Cryptomeria japonica*. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 43, p. 1-10, 2023.