

Simulação do dimensionamento de peças de móvel produzido com madeira de *Pouteria* sp. para diferentes locais do Brasil

Beatriz Aparecida Nunes Simão¹; Erleide Paula Santos Veríssimo¹; Thiago Cardoso Silva²;
Emmanoella Costa Guaraná Araujo²; Amanda Santos Ferreira³; Adriano Reis Prazeres
Mascarenhas³

¹ Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento Acadêmico de Engenharia Florestal (DAEF), Laboratório de Recuperação de Ecossistemas e Produção Florestal (REProFlor), Rolim de Moura/RO, Brasil; ² Universidade Federal de Rondônia (UNIR)/ Departamento Acadêmico de Engenharia Florestal (DAEF)/Grupo de Pesquisa em Socioeconomia, Ecologia e Carbono em Agroecossistemas (SECarbon), Rolim de Moura/RO, Brasil; ³ Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento Acadêmico de Engenharia Florestal (DAEF), Grupo de Pesquisa em Engenharia de Materiais Lignocelulósicos (GPEMLIG), Rolim de Moura/RO, Brasil – thiago.silva@unir.br

Resumo: Madeiras provenientes de florestas nativas brasileiras são amplamente utilizadas em construções e móveis, possuindo grande valor agregado e são comercializadas para diversos locais. Assim, é essencial programar o dimensionamento das peças, pois elas podem sofrer contração ou inchamento, acarretando defeitos e perdas financeiras para indústria. Objetivou-se simular sobremedidas de peças de madeira para transportar um móvel produzido em Rondônia considerando a madeira de pariri (*Pouteria* sp.) para Uberlândia – MG, Rio Grande – RS e Vitória – ES, regiões com condições ambientais distintas. As sobremedidas variaram substancialmente quanto à distribuição dos planos anatômicos, de acordo com os diferentes destinos. O plano longitudinal-tangencial demandou maiores sobremedidas, em relação à espessura das peças, devido a maior instabilidade dimensional. Entre as cidades, Uberlândia – MG, seria o local com maior necessidade de sobremedidas, devido as diferenças climáticas em relação ao local de origem do móvel.

Palavras-chave: Amazônia, Madeira tropical, Retratibilidade da madeira.

Simulation of the sizing of pieces of furniture made from *Pouteria* sp. wood for different locations in Brazil

Abstract: Wood from Brazilian native forests is widely used in construction and furniture, has great added value and is exported to various locations. It is therefore essential to program the sizing of the pieces, as they can shrink, causing defects and financial losses for the industry. The aim of this study was to simulate the oversizing of wooden parts to transport a piece of furniture produced in Rondônia using pariri wood (*Pouteria* sp.) to Uberlândia – MG, Rio Grande – RS, and Vitória – ES, regions with different environmental conditions. The overmeasurements varied substantially in terms of the distribution of anatomical planes, according to the different destinations. The longitudinal-tangential plane required greater overmeasurements in relation to the thickness of the pieces, due to greater dimensional instability. Among the cities,

Uberlândia – MG, would be the place with the greatest need for overmeasurements, due to the climatic differences in relation to the furniture's place of origin.

Keywords: Amazon, Tropical wood, Wood shrinkage.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é uma matéria-prima amplamente utilizada para diversas finalidades, incluindo estruturas, produção de móveis e utensílios, representando um importante segmento gerador de renda no setor florestal (Pacheco *et al.*, 2019). Dentre as espécies nativas utilizadas, tem-se a madeira de pariri (*Pouteria* sp.) que é muito aplicada em construção civil em formas de caibros e ripas, pelo fato de ser classificada como de alta densidade (805,21 kg.m⁻³) (Simão *et al.*, 2023). A madeira do pariri também é utilizada no setor moveleiro (Almeida *et al.*, 2015), pois apresenta coloração bege-amarelada a castanho avermelhado, não apresentando odor, sabor e brilho (Florheim, 2020).

No entanto, pelo fato de a madeira ser influenciada pela umidade do ambiente, é necessário tomar precauções ao fabricar móveis com dimensões exatas, principalmente quando são destinados para diferentes locais. Problemas como a retratibilidade da madeira, que causa variações dimensionais devido à umidade local, podem surgir resultando em defeitos como rachaduras e torções, principalmente nos encaixes do móvel (Schulz *et al.*, 2020).

Portanto, é essencial avaliar a umidade e as características das espécies do produto, bem como a tendência de perda e absorção de água, para aplicar sobremedidas adequadas. A falta dessa precaução pode resultar em perdas financeiras e rejeição das peças, gerando prejuízos nos custos de transporte e processamento da madeira. Assim, destaca-se a importância de um planejamento adequado das atividades relacionadas ao processamento e transporte das peças de madeira (Audy *et al.*, 2022).

Diante disso, objetivou-se realizar simulações de sobremedida considerando um móvel de madeira de pariri (*Pouteria* sp.) produzido na cidade de Vilhena – RO, com destino as cidades de Uberlândia – MG, Rio Grande – RS e Vitória – ES. Avaliando a diferença de climas nestes locais e a influência sobre o dimensionamento das peças do móvel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

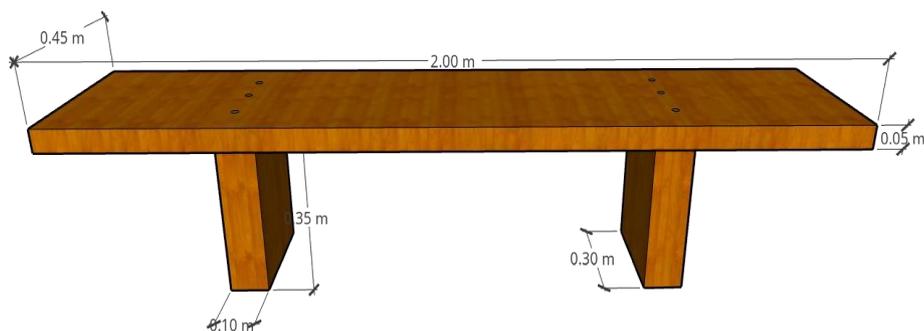
2.1 Escolha das áreas de estudo

Para a realização deste trabalho, considerou-se que o móvel sairia da cidade de Vilhena – RO e seguiria destino para demais cidades do país. Foram escolhidos três estados diferentes, abrangendo diferentes regiões do Brasil, selecionados de forma aleatória, sendo eles: Uberlândia – MG na região Sudeste, Rio Grande – RS região Sul e Vitória – ES na região Sudeste. Foram obtidos dados dos meses de setembro de 2022 a agosto de 2023, de temperatura e umidade, realizando uma média entre os doze meses, conforme informações disponibilizadas pelo INMET (2023).

2.2 Descrição do produto da madeira de pariri.

O produto de madeira de pariri, possui dimensões nos planos radial e tangencial de 200 mm x 450 mm x 50 mm (comprimento x largura x espessura) para a peça do assento, e 350 mm x 300 mm x 100 mm (comprimento x largura x espessura) para os pés do banco, e para fixação das peças, será utilizado parafuso francês 3/8 polegadas x 5 ½ de aço zincado com cabeça lenticulhada e sextavado.

Figura 1: Ilustração das dimensões do banco fabricado com a madeira de pariri (*Pouteria* sp.) para simulação das sobremedidas em função de diferentes cidades de destino.



Fonte: (Autor)

2.3 Cálculos de sobremedidas

Para a realização dos cálculos de coeficiente de retratibilidade dos planos longitudinal-radial e longitudinal-tangencial foi considerado o valor para o ponto de satu-

ração de fibras (PSF) de 31% (Gérard *et al.*, 2017). Os valores das contrações longitudinal-radial (6,25%) e longitudinal-tangencial (7,91%) foram obtidos a partir de ensaios laboratoriais realizados com a madeira de pariri, conforme a norma ASTM D143 (ASTM, 2014).

Os valores de coeficiente de retratibilidade da madeira de pariri para os planos longitudinal-radial e longitudinal-tangencial foram obtidos por meio da Equação 1 e da Equação 2, respectivamente.

$$\delta_r = \beta_r / \text{PSF} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\delta_t = \beta_t / \text{PSF} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: δ_r = coeficiente de retratibilidade longitudinal-radial; δ_t = coeficiente de retratibilidade longitudinal-tangencial; β_r = contração radial (%); β_t = contração tangencial (%); PSF = ponto de saturação das fibras (%).

Para estimar a umidade de equilíbrio da madeira nas diferentes cidades, utilizou-se a equação de Simpson (FPL, 2010). Assim, considerou-se para as cidades de Uberlândia – MG, Rio Grande – RS e Vitória – ES valores de 17,11%, 20,99% e 20,01%, respectivamente. Com essas informações, foram realizados os cálculos de sobremedidas e das dimensões finais com a Equação 3 e Equação 4, respectivamente.

$$SM = DN \times \delta_r / t \times \Delta u \quad (\text{Equação 3})$$

$$Df = DN + SM \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: SM = sobremedida (mm); δ_r / t = coeficiente de retratibilidade longitudinal-radial ou longitudinal-tangencial; DN = Dimensão nominal da peça (mm); Df = Dimensão final da peça (mm); Δu = variação de umidade entre PSF e umidade de equilíbrio da madeira.

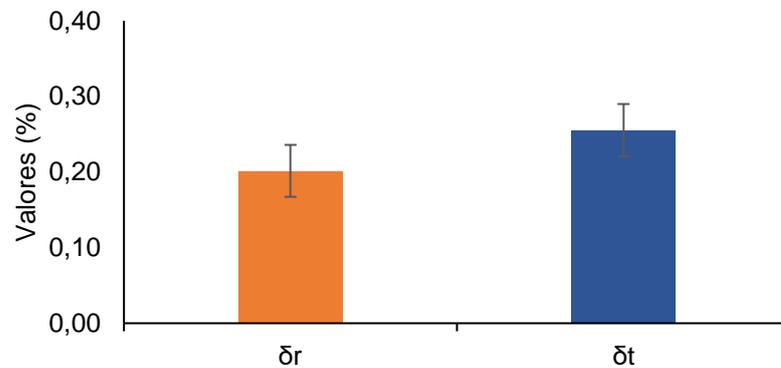
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Coeficiente de retratibilidade

Os coeficientes de retratibilidade dos planos longitudinal-radial e longitudinal-tangencial, os quais estão indicados na Figura 1. Os maiores valores observados para o plano longitudinal-tangencial se explicam pelo fato de seu paralelismo aos anéis de

crescimento o que leva a madeira ser mais retrátil neste sentido, com maior facilidade, comparado ao plano longitudinal-radial (Souza *et al.*, 2023).

Figura 1: Coeficiente de retratibilidade longitudinal-radial (δ_r) e longitudinal-tangencial (δ_t) para a madeira de pariri (*Pouteria* sp.).



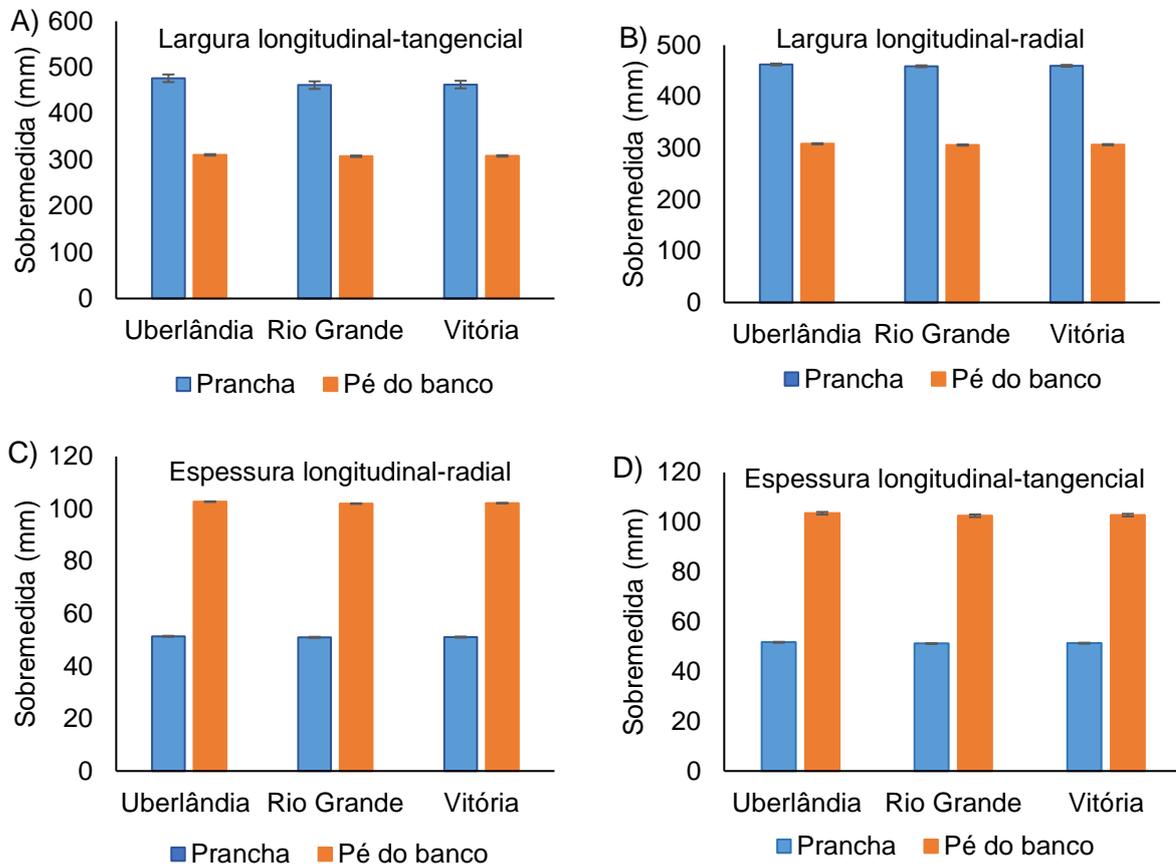
Além disso, deve-se considerar influência da constituição química das regiões da parede celular do plano longitudinal-radial, que contém maiores quantidades de substâncias higroscópicas na lamela média e maiores espessuras da parede celular, o que aumenta a retratibilidade no sentido longitudinal-tangencial (Sargent, 2019).

A variação das peças do móvel de pariri demonstrou ser maior em largura no plano longitudinal-tangencial, quando comparada com as demais larguras e espessuras no plano longitudinal-radial, tanto para o pé quanto para prancha (Figura 2A e 2B).

As variações observadas podem ter sido influenciadas pelo fato de o plano longitudinal-tangencial estar disposto de modo que ocupe maior área das peças. Esse fenômeno é ocasionado devido à instabilidade do plano longitudinal-tangencial, devido a facilidade de as fibras serem comprimidas ou inchadas a depender da variação de umidade (Souza *et al.*, 2023).

Percebe-se que o plano longitudinal-tangencial representado as peças em espessura as variações observadas são menores (Figura 2C e 2D). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2021), que avaliaram diferentes madeiras tropicais nativas, nas quais registrou-se menor contração no sentido radial em relação aos demais planos anatômicos.

Figura 2: Simulações de sobremedida de acordo com a cidade de destino das peças do móvel produzido com madeira de pariri (*Pouteria* sp.) considerando os planos anatômicos longitudinal-tangencial e longitudinal-radial para largura e espessura.



Os resultados também foram influenciados pelas diferenças entre o clima do local de origem e dos respectivos destinos. Assim, o local onde se demandou maiores sobremedidas foi Uberlândia – MG, por apresentar baixa umidade baixa relativa do ar (~59%) e maiores temperaturas (~25 °C) em relação à Vilhena – RO. Ou seja, para este caso, torna-se necessário dimensionar maiores sobremedidas no plano longitudinal-tangencial em largura da prancha, visando evitar defeitos e afrouxamento de peças afixadas por parafusos ou cavilhas, por exemplo.

Para as cidades de Vitória – ES e Rio Grande – RS, os valores obtidos para sobremedidas foram próximos. No entanto, para Rio Grande – RS os valores foram ligeiramente menores pelo fato da cidade situar-se no litoral sul do estado do Rio Grande do Sul. Esta condição geográfica faz com que a atmosfera apresente maiores umidades do ar (~90%) e menores temperaturas (~18 °C). Com isso, considerando este local, as adições de sobremedidas seriam irrisórias.

Mesmo assim, deve-se considerar que durante a dessorção de umidade da madeira ocorre liberação de tensões internas, o que pode ocasionar empenamento ou rachaduras internas na madeira, resultando movimentação das células, proporcionando uma aparência ondulada da superfície da peça serrada (Amorim *et al.*, 2021). Neste caso, é importante que além da sobremedida, seja considerado a adoção de programas de secagem para redução da umidade da madeira desde o local de origem (Mascarenhas *et al.*, 2020), visando atenuar a contração ou inchamento pelo efeito da histerese que é ocasionada pelas interações eletromagnéticas intramoleculares dos grupos -OH das regiões amorfas da celulose, responsável pela adsorção de umidade do ar.

A partir deste estudo também foi possível notar a falta de trabalhos voltados para esta área, o que mostra uma lacuna a ser preenchida. Portanto, fica como sugestão realizar pesquisas estudando outras espécies nativas que são utilizadas no setor moveleiro e construção civil.

4. CONCLUSÃO

Foi possível observar que o plano longitudinal-tangencial apresentou maior necessidade de sobremedidas devido a maior instabilidade dimensional, principalmente em relação a largura das peças. Entre as cidades, Uberlândia apresentou menor umidade de equilíbrio, o que demandaria maiores sobremedidas.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.H.D.; CHAHUD, E.; ALMEIDA, T.H.D.; CHRISTOFORO, A.L.; BRANCO, L.A.M.N.; LAHR, F.A.R. Determination of density, shear and compression parallel to the grain strengths of Pariri (*Pouteria* sp.), Brazilian native wood specie. **International Journal of Materials Engineering**, v. 5, n. 5, p. 109-112, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS -ASTM. **ASTM D143: Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber**. West Conshohocken: ASTM International, 2014.

AMORIM, E.P., PAES, J.B., NICÁCIO, M.A. Anisotropia da contração e inchamento da madeira: uma abordagem tecnológica. In: EVANGELISTA, W.V. **Madeiras nativas e plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades**. Guarujá: Científica Digital. 2021, 606p.

AUDY, J.F.; RÖNNQVIST, M.; D'AMOURS, S.; YAHIAOUI, A. E. Planning methods and decision support systems in vehicle routing problems for timber transportation: a review. **International Journal of Forest Engineering**, v. 34, n. 2, p. 143-167, 2023.

FLORSHEIM, S.M.B. **Identificação macroscópica de madeiras comerciais do estado de São Paulo**. São Paulo: Governo de São Paulo. 2020, 394 p.

FOREST PRODUCTS LABORATORY - FPL. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison: USDA, 2010, 509p.

GÉRARD, J.; CERRE, J.; C GUIBAL, D.; PARADIS, S. **Tropical timber atlas: technological characteristics and uses**. Paris: Quae, 2017, 1002 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática – Rio Grande, Uberlândia e Vitória – RS**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em 16 ago. 2023.

MASCARENHAS, A.R.P.; GHILARDI, D.S.; MELO, R.R. Geotecnologias Aplicadas ao Zoneamento Sazonal da Umidade de Equilíbrio da Madeira em Rondônia, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 2, p. 119-127, 2020.

PACHECO, B.; MENDOZA, Z.; BORGES, P.; ELIAS, M.; SANTOS, D. Madeira serrada comercializada em dois municípios do estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 30, p.394-407, 2019.

SARGENT, R. Evaluating dimensional stability in solid wood: a review of current practice. **Journal of Wood Science**, v. 65, 36, 2023.

SCHULZ, H. R.; GALLIO, E.; ACOSTA, A. P.; GATTO, D. A. Avaliação de propriedades físicas das madeiras de seis espécies florestais. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n. 03, e-12795, 2020.

SILVA, C.E.S.; MARTINS, B.C.; CARVALHO, P.C.L.; REIS, C.A.; MACIEL, N. S.R.; PEREIRA, M.G.; LATORRACA, J.V.F. Caracterização física, mecânica e de trabalhabilidade de madeiras de seis espécies da Mata Atlântica. In: EVANGELISTA, W.V. **Madeiras nativas e plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades**. Guarujá: Científica Digital. 2021, 606p.

SIMÃO, B. A. N.; VERÍSSIMO, E. P. S.; FAUSTINO, N. A.; MASCARENHAS, A. R. P. Densidade básica e corrente da madeira de *Pouteria* sp. comercializada em Rolim de Moura, Rondônia. In: Congresso de Ciência e Tecnologia do IFAC, 8., 2023, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Caderno de Ciência e Tecnologia, 2023. p. 89.

SOUZA M. T.; CANDATEN, L.; BANDERA, E.; ZANCHETTA, L. S.; FELIPPI, V.; TREVISAN, R.; TRAUTENMÜLLER, J. W. Densidade e teor de umidade da madeira de *Ocotea pulchella* (Nees) Mez. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, p. 259-263, 2020.

SOUZA M.T.; CANDATEN, L.; ELOY, E.; TREVISAN, R.; CARON, B. O. A modificação térmica influencia na estabilidade dimensional da madeira de espécies de um sistema agroflorestal. **Scientia Forestalis**. v. 51, e4006, 2023.