



Núcleo de Meio Ambiente
 Universidade Federal do Pará
 Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
 Belém, Pará, Brasil
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Lurdes Dadalto Bozi

Universidade Federal de Rondônia
 lu_ldb@hotmail.com

Adriano Reis Prazeres Mascarenhas

Universidade Federal de Rondônia
 adriano.mascarenhas@unir.br

Rafael Rodolfo de Melo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
 rafael.melo@ufersa.edu.br

VARIAÇÃO RADIAL DA DENSIDADE E ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE TAUARI (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.)

RESUMO: A madeira é utilizada para movelaria, confecção de painéis e construção civil. Contudo as espécies utilizadas restringem-se a um pequeno grupo que é intensamente explorado, isto oferece risco à disponibilidade dessas espécies nos maciços florestais. Dessa forma é necessária a realização de estudos em relação a espécies menos exploradas para a inclusão das mesmas no mercado. Objetivou-se caracterizar a variação radial das propriedades física da madeira de tauari. Foram utilizadas toras de árvores de tauari, a partir das quais confeccionou-se 120 corpos de prova, submetidos à saturação, secagem e aclimatação, para obtenção de dados para os cálculos de densidade aparente (ρ_a) e básica (ρ_b), porosidade (Φ), contrações lineares (β_l , β_t e β_r) e volumétrica (ΔV) e o coeficiente de anisotropia (T/R). A madeira foi caracterizada como moderadamente pesada ($\rho_b = 0,68 \text{ g cm}^{-3}$), com tendência moderada à empenamentos e baixo coeficiente de anisotropia ($<1,4$), indicando que o material tem boa estabilidade dimensional e pode apresentar-se como alternativa às espécies intensamente exploradas, pois é encontrada em grande parte da Amazônia.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade da madeira, Retratibilidade da madeira, Tecnologia da madeira.

RADIAL VARIATION OF DENSITY AND DIMENSIONAL STABILITY OF TAUARI (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.) WOOD

ABSTRACT: Wood is used for furniture, panel making and civil construction. However, the species used are restricted to a small group that is intensively exploited, which poses a risk to the availability of these species in the forest massifs. Thus, it is necessary to carry out studies

Recebido em: 2019-09-24
 Avaliado em: 2020-07-13
 Aceito em: 2021-08-24

in relation to less exploited species for their inclusion in the market. The objective was to characterize the radial variation of the physical properties of tauari wood. Logs from tauari trees were used, from which 120 specimens were made, subjected to saturation, drying and acclimatization, to obtain data for the calculation of apparent density (ρ_a) and basic (ρ_b), porosity (Φ), linear (β_l , β_t and β_r) and volumetric (ΔV) contractions and the anisotropy coefficient (T/R). The wood was characterized as moderately heavy ($\rho_b = 0,68 \text{ g cm}^{-3}$), with a moderate tendency to warping and a low anisotropy coefficient ($<1,4$), indicating that the material has good dimensional stability and can present itself as an alternative to intensely explored species, as it is found in a large part of the Amazonia.

KEYWORDS: Wood technology, Wood density, Wood shrinkage.

VARIACIÓN RADIAL DE LA DENSIDAD Y ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LA MADERA DE TAUARI (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.)

RESUMEN: La madera se utiliza para muebles, fabricación de paneles y construcción civil. Sin embargo, las especies utilizadas están restringidas a un pequeño grupo que se explota intensamente, lo que representa un riesgo para la disponibilidad de estas especies en bosques masivos. Por ello, es necesario realizar estudios en relación a las especies menos explotadas para su inclusión en el mercado. El objetivo fue caracterizar la variación radial de las propiedades físicas de la madera de tauari. Se utilizaron troncos de árboles de tauari, de los cuales se elaboraron 120 especímenes, sometidos a saturación, secado y aclimatación, para obtener datos para el cálculo de densidad aparente (ρ_a) y básica (ρ_b), porosidad (Φ), lineal (β_l , β_t y β_r) y contracciones volumétricas (ΔV) y el coeficiente de anisotropía (T/R). La madera se caracterizó por ser moderadamente pesada ($\rho_b = 0,68 \text{ g cm}^{-3}$), con moderada tendencia al alabeo y bajo coeficiente de anisotropía ($<1,4$), indicando que el material tiene buena estabilidad dimensional y puede presentarse como una alternativa a especies intensamente exploradas, ya que se encuentra en gran parte de la Amazonía.

PALABRAS CLAVES: Tecnología de la madera, Densidad de la madera, Retratibilidad de la madera.

INTRODUÇÃO

A madeira é um material intensamente explorado na Amazônia brasileira, por ser um produto utilizado em diversas finalidades (fabricação de

móveis, confecção de painéis e construção civil) (MELO SILVA et al., 2016). Pode-se destacar como espécies nobres para o mercado madeireiro a garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.K.

Macbr.), faveira (*Parkia paraensis* Ducke), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e cumaru-ferro (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.) (MELO et al., 2013a; SILVA et al., 2015; REIS et al., 2019).

Por outro lado, isso pode representar um problema, pois para atender a demanda comercial praticase a exploração seletiva e restrita a um número reduzido de espécies, acarretando na escassez ou extinção de algumas essências florestais (MELO SILVA et al., 2016).

Diante desta realidade, a utilização de espécies menos conhecidas no setor de base florestal torna-se evidente, pois nelas é possível encontrar características semelhantes àquelas madeiras tradicionalmente utilizadas, promovendo inovações e diversificação dos produtos florestais, contudo, informações a esse respeito são incipientes (REIS et al., 2019).

Mascarenhas et al. (2021a) mencionaram que as pesquisas relacionadas às propriedades físicas, químicas e mecânicas de madeiras tropicais de espécies nativas do Brasil podem ser ampliadas para subsidiar o

dimensionamento deste material de forma mais adequada. A madeira de tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.) enquadra-se nesse contexto, porque apresenta características adequadas para confecção de batentes, portas e lambris tem ganhado destaque nas indústrias madeireiras da Amazônia (COSTA et al., 2011; GARCIA et al., 2012).

Por outro lado, aspectos sobre as propriedades da madeira de tauari não são amplamente explorados e outras espécies também chamadas de tauari são agrupadas, dificultando a padronização dos resultados (SANTOS et al., 2020). Em função disso, poucos trabalhos reportam aspectos relacionados à variação das propriedades físicas e anatômicas do lenho das espécies de tauari (BERNAL et al., 2011; COIMBRA et al., 2018; CRUZ et al., 2019), sobretudo em relação à variação radial da madeira da espécie *Couratari oblongifolia*.

A madeira é um material heterogêneo com diferenças em suas propriedades, entre espécies e na mesma espécie, nos sentidos radial,

tangencial e longitudinal (TRUGILHO et al., 2015; CRUZ et al., 2021; MASCARENHAS et al., 2021b).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variação radial das propriedades físicas (densidade e retratibilidade) da madeira de tauari a fim de fornecer dados minimamente necessários para sua aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE PESQUISA

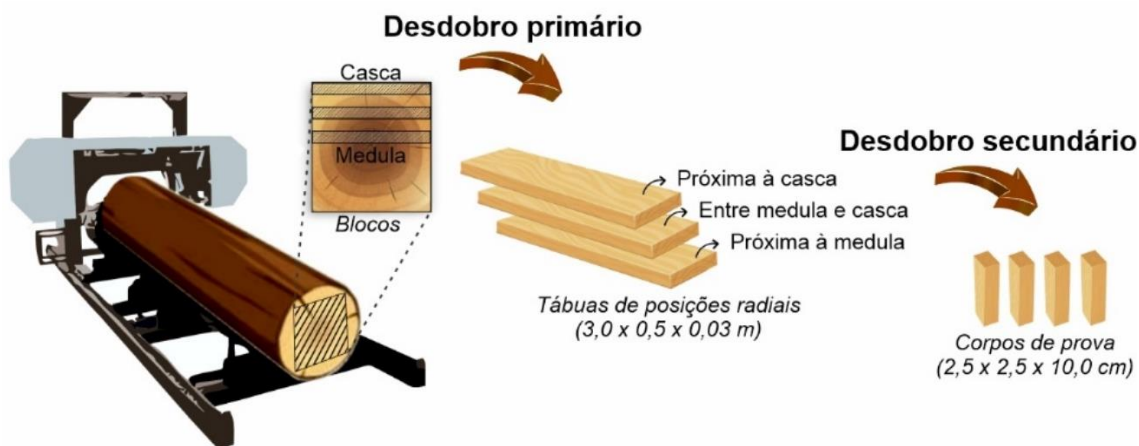
O presente estudo foi conduzido no estado de Rondônia, onde o clima, conforme classificação climática de Köppen-Geiger, é do tipo Am (ALVARES et al., 2013), a precipitação anual é de 2.300 mm, temperatura média anual de 26 °C. Entre os meses de novembro a maio, a umidade relativa do ar permanece entre 80 e 90% e entre os meses de julho e agosto é reduzida para 75% (MASCARENHAS et al., 2020).

OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DA MADEIRA

A madeira foi obtida em uma indústria madeireira na cidade de Nova Brasilândia do Oeste - RO, que atua nos termos legais de gestão sustentável da Amazônia. Duas toras de tauari foram submetidas ao desdobro primário por meio de cortes tangenciais para obtenção de tábuas com dimensões de 3,0 m × 0,5 m × 0,03 m (comprimento × largura × espessura). As tábuas foram retiradas em três posições radiais: próxima a casca, entre medula e casca e próxima à medula.

Após esta etapa, as tábuas foram submetidas ao desdobro secundário para produção de corpos de prova com dimensões de 2,5 cm × 2,5 cm × 10,0 cm (largura × espessura × comprimento), conforme as diretrizes da norma ASTM D 143-14 (ASTM, 2014), obtendo-se 20 corpos de prova para cada tábua selecionada. Todos os procedimentos de amostragem estão no esquema apresentado na Figura 1.

Figura 1. Esquema do desdobro primário das toras de tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.), confecção de blocos, obtenção de tábuas das diferentes posições radiais e produção dos corpos de prova após desdobro secundário.



Fonte: Elaborado pelos autores.

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Os corpos de prova foram saturados em água até observação de massa constante (ponto de saturação de fibras - PSF), nessa ocasião foram tomadas as dimensões das peças nos sentidos radial, tangencial e longitudinal, sendo o valor de cada dimensão resultante da média de três medidas em cada eixo. Para o sentido longitudinal foram tomadas duas medidas, por meio do uso de paquímetro digital.

Em seguida, os corpos de prova foram secos em estufa de circulação forçada de ar com ajustada em $105 \pm$

5 °C. Ao se observar massa constante na condição anidra a dimensões das peças foram medidas como descrito anteriormente e a massa dos corpos de prova, utilizando-se balança com precisão de 0,01 g. Posteriormente, os corpos de prova foram acondicionados em câmara climatizada (umidade relativa do ar de 65% e temperatura de 25 °C) (USDA, 2010), após as peças apresentarem massa constante as dimensões foram novamente medidas. Todos os procedimentos mencionados estão previstos na norma ASTM D 143-14 (ASTM, 2014).

De posse dos dados de volume nas condições saturada e em equilíbrio e a

massa nas condições de equilíbrio e anidra foi possível realizar a determinação da densidade aparente e

$$\rho_a = \frac{M_{12\%}}{V_{12\%}} \quad \text{Equação 1}$$

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_i} \quad \text{Equação 2}$$

Em que: ρ_a = Densidade aparente (g cm^{-3}); $M_{12\%}$ = Massa da amostra em umidade de equilíbrio (g); $V_{12\%}$ = Volume da amostra em umidade de equilíbrio (cm^3); ρ_b = densidade básica (g cm^{-3}); M_s = massa seca (g); V_i = volume inicial (cm^3).

Para o cálculo das contrações lineares aplicou-se os valores das dimensões longitudinal, radial e tangencial, na condição anidra e

básica, a partir das Equações 1 e 2, respectivamente.

saturada na Equação 3. O coeficiente de anisotropia (T/R) foi obtido a partir da razão entre a contração tangencial e contração radial.

$$\beta_{l,r} = \left(\frac{d_{l,r,t(28\%)} - d_{l,r,t(0\%)}}{d_{l,r,t(28\%)}} \right) \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

Em que: $\beta_{l,r}$ = contração longitudinal, radial ou tangencial (%); $d_{l,r,t(28\%)}$ = dimensão longitudinal, radial ou tangencial do corpo de prova em condição saturada (cm) e $d_{l,r,t(0\%)}$ = dimensão longitudinal, radial ou tangencial do corpo de prova em condição anidra (cm).

No cálculo da contração volumétrica (Equação 4), foram utilizadas as medidas do volume dos corpos de

prova, sendo elas na condição saturada em água e quando se encontraram na forma anidra.

$$\Delta v = \left(\frac{V_{28\%} - V_{0\%}}{V_{28\%}} \right) \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

Em que: Δv = contração volumétrica (%); $V_{28\%}$ = volume em condição saturada (cm^3); $V_{0\%}$ = Volume na condição anidra (cm^3).

Em seguida, de posse dos valores de densidade básica, foi possível

determinar a porosidade com a Equação 5.

$$\Phi = 1 - \left(\frac{\rho_b}{1,54} \right) \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

Em que: Φ = porosidade (%); ρ_b = densidade básica (g cm^{-3}); $\cong 1,54$ é a densidade da parede celular (g cm^{-3}).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos para os parâmetros físicos da madeira de tauari foram analisados por meio de estatística descritiva, indicando-se os valores de máximo, médio, mínimo e coeficiente de variação. Os resultados encontrados para as propriedades avaliadas nas diferentes posições radiais foram submetidos à correlação de Pearson ($p < 0,05$), indicando-se a existência de relações lineares entre as variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à p_a , foi observado que os valores não apresentaram grande variação entre as regiões próxima à casca e próxima à medula (Tabela 1). Já em relação à região entre medula e casca, os valores observados de p_a foram ligeiramente superiores aos encontrados nas demais posições radiais.

Este comportamento pode estar relacionado às maiores quantidades de lenho tardio na posição entre medula e casca, o que sugere a ocorrência de madeira de transição, delimitando-se a

madeira juvenil e madeira adulta (KNAPIC et al., 2007; HIETZ et al., 2013; SALVO et al., 2017). Espera-se que na região próxima à casca, por ser constituída majoritariamente de madeira adulta, se tenha maior densidade, mas isso não ocorreu.

As pesquisas realizadas por Costa et al. (2017) auxiliam no entendimento destes resultados. Os autores mencionam que o cerne contém grande quantidade de extrativos e lignina, fazendo com que esta parte do lenho seja de baixa permeabilidade, durabilidade natural mais alta que o alburno e densidade ligeiramente superior.

Em relação aos resultados obtidos para p_b , os valores encontrados para as regiões próxima à casca e entre medula e casca foram muito próximos, e para os valores da região próxima à medula observou-se decréscimo em relação aos anteriores, provavelmente, em função da maior quantidade de lenho juvenil. Melo et al. (2010) e Gonçalves et al. (2020) explicaram que o lenho juvenil difere do adulto por apresentar menor densidade, maior

ângulo microfibrilar, maior proporção de lenho de reação, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina,

menor conteúdo de celulose e menor resistência mecânica.

Tabela 1. Valores de densidade aparente (ρ_a), densidade básica (ρ_b) e porosidade (Φ) da madeira de tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.) em diferentes posições radiais.

Valores	ρ_a (g cm ⁻³)	ρ_b (g cm ⁻³)	Φ (%)
Região próxima à casca			
Mínimo	0,77	0,65	55,11
Média	0,79	0,67	56,61
Máximo	0,82	0,69	57,62
CV (%)	1,67	1,59	1,22
Região entre medula e casca			
Mínimo	0,78	0,65	55,00
Média	0,82	0,68	55,93
Máximo	0,85	0,69	58,00
CV (%)	2,89	1,79	1,41
Região próxima à medula			
Mínimo	0,70	0,58	58,92
Média	0,74	0,62	59,90
Máximo	0,76	0,63	62,37
CV (%)	2,09	1,95	1,31

De forma geral, os valores de ρ_a e ρ_b encontrados estão dentro do esperado para a espécie ($\geq 0,62$ g cm⁻³) (COSTA et al., 2011; SANTOS et al., 2013). Os resultados obtidos para Φ variaram em torno de 60% na região próxima à medula e em torno de 56% nas regiões próxima à casca e entre medula e casca. Esses resultados permitem classificar a madeira, independentemente da região

avaliada, como moderadamente pesada ou pesada (RUFFINATTO et al., 2015).

As maiores médias para β_I foram observadas, respectivamente, para a região entre medula e casca, região próxima à casca e região próxima à medula (Tabela 2). Em relação a β_r , a média da região próxima à casca foi ligeiramente menor do que a obtida para região próxima à medula.

Na região entre medula e casca foram obtidos os maiores valores para β_r . Tanto para β_t e ΔV , as maiores médias foram encontradas para a região entre medula e casca e os menores para região para região

próxima à casca. Os valores de β_t , β_r e ΔV permitem dizer que a madeira de tauari tende a apresentar contrações de média intensidade (PEREIRA, 2013; SARGENT, 2019; ELAIEB et al., 2020).

Tabela 2. Valores de contração linear longitudinal (β_l), tangencial (β_t), radial (β_r), contração volumétrica (ΔV) e coeficiente de anisotropia (T/R) da madeira de tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.) em diferentes posições radiais.

Valores	β_l (%)	β_r (%)	β_t (%)	ΔV (%)	T/R
Região próxima à casca					
Mínimo	0,09	4,30	6,15	10,98	1,08
Média	0,33	5,23	6,82	11,99	1,32
Máximo	0,49	6,02	7,35	12,88	1,56
CV (%)	31,81	8,34	5,06	4,33	10,00
Região entre medula e casca					
Mínimo	0,12	4,57	6,94	12,21	1,14
Média	0,36	5,61	7,41	12,92	1,34
Máximo	0,88	6,16	7,99	13,71	1,70
CV (%)	54,69	7,38	3,92	3,27	9,97
Região próxima à medula					
Mínimo	0,13	4,90	6,23	11,22	1,08
Média	0,31	5,65	6,97	12,50	1,24
Máximo	0,88	6,28	7,66	13,83	1,54
CV (%)	59,76	7,16	6,05	5,17	7,88

Na região próxima à medula, verificou-se a menor diferença entre β_t e β_r , resultando em menor coeficiente de anisotropia (1,24). Isto se justifica porque na região central da tora, as condições anatômicas dos anéis de crescimento favorecem maior percentual de cortes radiais, os quais proporcionam distribuição mais

equilibrada entre lenho juvenil e lenho tardio, tornando as contrações transversais da madeira menos intensas (MELO et al., 2010; MONTEIRO et al., 2021).

O coeficiente de anisotropia é o parâmetro que representa a variação na direção transversal, decorrente do balanço dimensional nos sentidos

radial e tangencial, sendo utilizado para classificar a qualidade do material (TOMASI et al., 2013). Assim, os valores de T/R encontrados para as regiões próxima à casca e entre medula e casca indicam que a madeira de tauari possui estabilidade dimensional moderada (MELO et al., 2013b; MASCARENHAS et al., 2021c).

As correlações observadas entre ρ_a , ρ_b e Φ (Tabela 3), podem indicar dificuldades na secagem da madeira devido à redução da taxa de fluxo da água na madeira para a atmosfera, pois a densidade é inversamente proporcional à porosidade (MONTEIRO et al., 2020; BARAUNA et al. 2021).

Tabela 3. Correlações entre as propriedades físicas da madeira de tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.) em diferentes posições radiais.

Fator	ρ_b	β_l	β_t	β_r	ΔV	Φ	T/R
ρ_a	0,95** ($<0,01$)	0,11 ^{ns} ($>0,05$)	0,44** ($<0,01$)	-0,003 ^{ns} ($>0,05$)	0,30* ($<0,05$)	-0,95** ($<0,01$)	0,27* ($<0,05$)
ρ_b		0,09 ^{ns} ($>0,05$)	0,29* ($<0,05$)	-0,15 ^{ns} ($>0,05$)	0,11 ^{ns} ($>0,05$)	-1** ($<0,01$)	0,31* ($<0,05$)
β_l			0,07 ^{ns} ($>0,05$)	-0,16 ^{ns} ($>0,05$)	0,16 ^{ns} ($>0,05$)	-0,09 ^{ns} ($>0,05$)	0,18 ^{ns} ($>0,05$)
β_t				0,22 ^{ns} ($>0,05$)	0,78** ($<0,01$)	-0,29* ($<0,05$)	0,45** ($<0,01$)
β_r					0,74** ($<0,01$)	0,15 ^{ns} ($>0,05$)	-0,77** ($<0,01$)
ΔV						-0,11 ^{ns} ($>0,05$)	-0,17 ^{ns} ($>0,05$)
Φ							-0,31* ($<0,05$)

Em que: ρ_a = densidade aparente (g m^{-3}); ρ_b = densidade básica (g m^{-3}); β_l = contração longitudinal (%); β_t = contração tangencial (%); β_r = contração radial (%); ΔV = contração volumétrica (%); Φ = porosidade (%); T/R = coeficiente de anisotropia.

Entre as contrações lineares, independentemente da posição radial, não foram observados coeficientes de correlação significativos. Observou-se correlação significativa inversamente proporcional entre β_r e T/R e

diretamente proporcional entre β_t e T/R, ou seja, quanto menor a diferença entre β_t e β_r menor será a relação T/R (ALMEIDA et al., 2015).

Assim, os parâmetros de estabilidade dimensional avaliados

enquadram a madeira de tauari às exigências mínimas para produção de móveis e aplicações que necessitam da realização de usinagem (LOPES et al., 2011; DIAS JÚNIOR et al., 2015). Com base nos estudos Ramage et al. (2017), é possível dizer que a este material pode ser utilizado na construção civil em aplicações leves externas e leve interna estrutural (esquadrias, caibros e ripas). Garcia et al. (2012) relataram que a madeira de tauari pode ser adequada diversas finalidades, pois apresenta baixa tendência a empenamento e rachaduras.

Nota-se que as propriedades da madeira estudada não se distanciam das características de outras madeiras tropicais, tais como a garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.K. Macbr.), faveira (*Parkia paraenses* Ducke), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e cumaru-ferro (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.) (MELO et al., 2013a; REIS et al., 2019).

Levando em conta os resultados experimentais (ρ_b , β_r , β_t e T/R), especialmente para a região entre a medula e casca, a madeira analisada

apresentou características adequadas para confecção de painéis laminados, peças estruturais (vigas, caibros e ripas), artefatos para acabamento de interiores (forros, portas, batentes e rodapés) e cabos de ferramentas.

CONCLUSÃO

A caracterização física da madeira de tauari, nas condições de estudo, possibilitou classificá-la como moderadamente pesada a pesada e de boa estabilidade dimensional, principalmente na região intermediária (entre medula e casca).

A aplicação da madeira em estudo se dá em diversas finalidades, sugerindo que pode apresentar-se como alternativa às espécies intensamente exploradas, tendo em vista que pode ser encontrada em grande parte da Amazônia.

A abrangência dos resultados obtidos limita-se à espécie em estudo e podem variar em função da origem da matéria-prima, pois a madeira de tauari é oriunda de planos de manejo de florestas nativas. Estudos sobre as propriedades de madeiras tropicais

menos conhecidas no mercado possibilitam a determinação de seu potencial de utilização, diversificando os produtos madeireiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Rondônia pela disponibilização de insumos, laboratórios e recursos humanos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; MARCOLIN, L. A.; GONÇALVES, D.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Correlation between Dry Density and Volumetric Shrinkage Coefficient of Three Brazilian Tropical Wood Species. **International Journal of Materials Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1-4, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASTM - American Society for Testing and Materials. **ASTM D 143-14: Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber**. West Conshohocken: ASTM, 2014, 31p.
- BARAUNA, E. E. P.; LIMA, J. T.; MONTEIRO, T. C.; SANTOS, V. B.; SANTOS, J. H. Permeability of *Parkia gigantocarpa* as affected by wood anatomy. **BioResources**, v. 16, n. 3, p. 4924-4933, 2021.
- BERNAL, R. A.; CORADIN, V.; CAMARGOS, J.; COSTA, C.; PISSARRA, J. Wood anatomy of lecythidaceae species called "tauari". **IAWA Journal**, v. 32, n. 1, p. 97-112, 2011.
- COIMBRA, P. R. S.; ALMEIDA, A. S.; ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; CHAHUD, E.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Stress distribution in tauari wood beam. **International Journal of Materials Engineering**, v.8, n. 1, p. 5-11, 2018.
- COSTA, J. A.; GONÇALEZ, J. C.; CAMARGOS, J. A. A.; GOMES, I. A. S. Fotodegradação de duas espécies de madeiras tropicais: jatobá (*Hymenaea courbaril*) e tauari (*Couratari oblongifolia*) submetidas à radiação ultravioleta. **Cerne**, v. 17, n. 1, p.133-139, 2011.
- COSTA, A. C. S.; LEAL, C. S.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência da Madeira**, v. 8, n. 1, p.10-20, 2017.
- CRUZ, G. K. A.; PIO, N. S.; IWAKIRI, S. Longitudinal and transverse variation in the physical properties of wood red tauari. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 3, e20170336, 2019.
- CRUZ, T. M.; FARIA, R. S.; DUARTE, P. J.; MASCARENHAS, A. R. P.; BORGES, C. C.; MENDES, L. M.; CRUZ, C. R. Propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla* em diferentes

locais de plantio no nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 2, p. 203-211, 2021.

DIAS JÚNIOR, A. F.; LANA, A. Q.; SANTOS, P. V.; CARVALHO, A. M.; SOUZA, N. D.; BRITO, J. O. Propriedades físicas e acabamento superficial da madeira de eucalipto termicamente tratada. **Revista de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 58, n. 3, p.270-276, 2015.

ELAIEB, M. T.; SHEL, F.; JALLELI, M.; LANGBOUR, P.; CANDELIER, K. Physical properties of four ring-porous hardwood species: influence of wood rays on tangential and radial wood shrinkage. **Madera y Bosques**, v. 25, n. 2, e12521695, 2019.

GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de Itaúba (*Mezilaurus itauba*) e Tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Floresta e Ambiente**, v. 49, n. 4, p. 468-474, 2012.

GONÇALVES, A. C. M.; MASCARENHAS, A. R. P.; MELO, R. R. Influência da classe diamétrica nas propriedades físicas da madeira de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke). **Revista Desafios**, v. 7, n. 3, p. 315-323, 2020.

HIETZ, P.; VALENCIA, R.; WRIGHT, S. J. Strong radial variation in wood density follows a uniform pattern in two neotropical rain forests. **Functional Ecology**, v. 27, n. 3, p. 684-692, 2013.

KNAPIC, S.; LOUZADA, J. L.; LEAL, S.; PEREIRA, H. Radial variation of wood density components and ring width in cork oak trees. **Annals of Forest Science**, v. 64, p. 211-218, 2007.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; SANTOS DIAS, C. T. D.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.

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 - UFRJ**, v. 43, n. 2, p. 119-127, 2020.

MASCARENHAS, A. R. P.; MELO, R. R.; PIMENTA, A. S.; STANGERLIN, D. M.; CORRÊA, F. L. O.; SCCOTI, M. S. V.; PAULA, E. A. O. Ultrasound to estimate the physical-mechanical properties of tropical wood species grown in an agroforestry system. **Holzforchung**, p. 1-13, 2021a.

MASCARENHAS, A. R. P.; SCCOTI, M. S.; MELO, R. R.; CORRÊA, F. L. O.; SOUZA, E. F. M.; PIMENTA, A. S. Wood quality of *Khaya senegalensis* trees from a multi-stratified agroforestry system established in an open ombrophilous forest zone. **Wood Material Science & Engineering**, p.1-10, 2021b.

MASCARENHAS, A. R. P., SCCOTI, M. S. V.; MELO, R. R.; CORRÊA, F. L. O.; SOUZA, E. F. M.; PIMNETA, A. S.

- Physico-mechanical properties of the wood of freijó, *Cordia goeldiana* (Boraginaceae), produced in a multi-stratified agroforestry system in the southwestern Amazon. **Acta Amazonica**, v. 51, n. 2, p. 171-180, 2021c.
- MELO SILVA, S. M.; WADT, L. H. O.; MESQUITA, A. G. G.; MARTINS, K. Impacto da exploração madeireira na diversidade genética e área basal de jatobá na Amazônia sul-ocidental. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 545-555, 2016.
- MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; DEL MENEZZI, C. H.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L. Caracterização física e mecânica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 67-73, 2010.
- MELO, R. R.; ARALDI, D. B.; STANGERLIN, D. M.; MÜLLER, M. T.; GATTO, D. A. Uso das características tecnológicas da madeira para o agrupamento de espécies florestais. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2013a.
- MELO, R. R.; MENEZZI, C. H. S.; SOUZA, M. R.; STANGERLIN, D. M. Avaliação das Propriedades Físicas, Químicas, Mecânicas e de Superfície de Lâminas de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 238-249, 2013b.
- MONTEIRO, T. C.; LIMA, J. T.; SILVA, J. R. M.; REZENDE, R. N.; KLITZKE, R. J. Water flow in different directions in *Corymbia citriodora* wood. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 385-394, 2020.
- MONTEIRO, T. C.; LIMA, J. T.; HEIN, P. R. G.; SILVA, J. R. M.; NETO, R. A.; ROSSI, L. Drying kinetics in *Eucalyptus urophylla* wood: analysis of anisotropy and region of the stem. **Drying Technology**, p. 1-12, 2021.
- PEREIRA, A. F. **Madeiras Brasileiras**. São Paulo: Editora Blucher, 2013. 132p.
- RAMAGE, M. H.; BURRIDGE, H.; BUSSEWICHER, M.; FEREDAY, G.; REYNOLDS, T.; SHAH, D. U.; WU, G.; YU, L.; FLEMING, P.; DENSLEY-TINGLEY, D.; ALLWOOD, J.; DUPREE, P.; LINDEN, P. F.; SCHERMAN, O. The wood from the trees: The use of timber in construction. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, n. 1, p. 333-359, 2017.
- REIS, P. C. M. R.; REIS, L. P.; SOUZA, A. L.; CARVALHO, A. M. M. L.; MAZZEI, L.; REIS, A. R. S.; TORRES, C. M. M. E. Agrupamento de espécies madeiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 336-346, 2019.
- RUFFINATTO, F., CRIVELLARO, A. WIEDENHOEFT, A. C. Review of macroscopic features for hardwood and softwood identification and a proposal for a new character list. **IAWA Journal**, v. 36, n. 2, p. 208-241, 2015.
- SALVO, L.; LEANDRO, L.; CONTRERAS, H.; CLOUTIER, A.; ELUSTONDO, D. M.; ANANÍAS, R. A. Radial variation of density and anatomical features of *Eucalyptus nitens* trees. **Wood and Fiber Science**, v. 49, n. 3, p. 1-11, 2017.
- SANTOS, W. L. F.; SILVA, A. J. P.; CABRAL JÚNIOR, A. A.; MERCURY, J. M.

R. Fabricação de painéis de partículas de madeira tauari (*Couratari oblongifolia*) utilizando resina poliuretana de mamona. **Scientia Agraria**, v. 14, n. 3, p. 95-101, 2013.

SANTOS, J. X.; VIEIRA, H. C.; SILVA, E. L.; MUÑIZ, G. I. B.; SOFFIATTI, P.; NISGOSKI, S. Near infrared spectroscopy for separation of tauari wood in brazilian amazon native forest. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 32, n. 3, p. 227-236, 2020.

SARGENT, R. Evaluating dimensional stability in solid wood: a review of current practice. **Journal of Wood Science**, v. 65, n. 36, p. 1-11, 2019.

SILVA, F. A. P. R. C.; ROBERT, R. C. G.; SANTOS, A. S.; MENDONÇA, S. D. Quantificação e Avaliação das Principais Espécies Florestais Licenciadas no Estado do Acre de 2005 a 2012. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 567-574, 2015.

TOMASI, J. C.; TRAMONTINA, J.; TRES, J.; CHECHI, L.; TREVISAN, R. Propriedades físicas da madeira de *Ateleia glazioviana* Baill. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1824-1832, 2013.

TRUGILHO, P. F.; GOULART, S. L.; ASSIS, C. O.; COUTO, F. B. S.; ALVES, I. C. N. A.; PROTÁSIO, T.P.; NAPOLI, A. Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 661-666, 2015.

USDA - United States Department of Agriculture. **Wood Handbook: Wood**

as an Engineering Material. Madison: USDA, 2010, 508p.