

Sustentabilidade agroflorestal: Avaliação das propriedades físicas da madeira de *Hevea brasiliensis* clone SIAL 1005

Murilo Pereira da Silva¹; Mara Lucia Agostini Valle¹.

¹ Centro de Formação em Ciências Agroflorestais (CFCAF), Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), Itabuna/BA, Brasil. – maraagostini@ufsb.edu.br

Resumo: A *Hevea brasiliensis* é uma espécie nativa pertencente à família *Euphorbiaceae*, fornece o látex, matéria-prima para borracha natural. Suas áreas de cultivo possuem viabilidade econômica de 30 a 35 anos, resultando na renovação do plantio, tornando sua madeira o novo produto explorado. No Brasil, essa madeira é geralmente destinada à queima, contrariando os princípios sustentáveis. Uma das formas de reverter esse quadro é investigando suas propriedades tecnológicas, através de avaliações técnicas e estudos específicos. Portanto, o objetivo deste estudo é a avaliação das propriedades físicas da madeira de *H. brasiliensis* clone SIAL 1005 com idades entre 10 e 12 anos. Para isso, se seguiram as normas NBR 11941, NBR 7190 e NBR 14660. O espécime apresentou densidade básica de (0,49 g/cm³), contração radial (1,798%) tangencial (3,658%) e contração volumétrica (6,10%), coeficiente de anisotropia (2,13%). Os resultados apontam um potencial da espécie na indústria madeireira, apresentando características semelhantes às comerciais.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Seringueira, Densidade básica.

Agroforestry sustainability: Assessment of the physical properties of *Hevea brasiliensis* wood from clone SIAL 1005

Abstract: *Hevea brasiliensis* is a native species belonging to the Euphorbiaceae family, providing latex, the raw material for natural rubber. Its cultivation areas have economic viability for 30 to 35 years, resulting in the renewal of plantations, making its wood the new product explored. In Brazil, this wood is generally destined for burning, contrary to sustainable principles. One of the ways to reverse this situation is by investigating its technological properties, through technical assessments and specific studies. Therefore, the objective of this study is to evaluate the physical properties of *H. brasiliensis* clone SIAL 1005 wood aged between 10 and 12 years. For this, standards NBR 11941, NBR 7190 and NBR 14660 were followed. The specimen presented a basic density of (0.49 g/cm³), radial contraction (1.798%), tangential (3.658%) and volumetric contraction (6.10%), anisotropy coefficient (2.13%). The results point to the potential of the species in the timber industry, presenting characteristics similar to commercial ones.

Keywords: Sustainability, Rubber Tree, Basic density.

1. INTRODUÇÃO



Engenharia
Industrial
UFPEL
Madeireira



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA

O Brasil é líder global em diversidade botânica, abrigando um total de 56.200 espécies catalogadas, das quais impressionantes 43% são exclusivas do território

nacional (Instituto Brasil Florestal, 2024). Entre essas espécies está a *Hevea brasiliensis*, uma árvore nativa da floresta amazônica integrante da família *Euphorbiaceae* (Lorenzi, 2016), que desempenha um papel importante na economia brasileira, sendo responsável pelo fornecimento do látex, matéria-prima fundamental para a fabricação de borracha natural.

No Brasil, a área total de plantio de seringueiras é de 182.006 hectares, com cerca de 97.048 exemplares (IBGE, 2022). Após 30 a 35 anos de extração do látex, as áreas de cultivo da *H. brasiliensis* são restauradas, envolvendo o corte das árvores antigas e o plantio de novos indivíduos, transformando a madeira dessa espécie no novo recurso explorado. No entanto, no Brasil, há uma cultura arraigada de utilização dessa madeira para a produção de lenha e carvão (Lima *et al.*, 2023), prática que contraria os princípios da sustentabilidade ao desvalorizar o potencial valor comercial deste recurso. Por outro lado, países asiáticos produtores de borracha natural usam essa madeira na fabricação de móveis e artefatos madeireiros, demonstrando sua viabilidade em outras aplicações (Ramos; Latorraca, 2014).

A madeira possui um sistema complexo, devido a seu comportamento higroscópico e anisotrópico. Além disso, sua heterogeneidade a torna um material de extrema variabilidade. Suas propriedades variam significativamente entre espécies distintas e até mesmo de forma intraespecífica, com a possibilidade de oscilar, inclusive, entre diferentes partes de uma única árvore (Júnior *et al.*, 2016).

Compreender as propriedades físicas da madeira é crucial para determinar suas aplicações e dimensionar com precisão as partes de uma estrutura feita desse material (Faria *et al.*, 2018). Entre essas propriedades, destacam-se a retratibilidade e densidade básica, sendo esses indiscutivelmente os principais parâmetros de qualidade da madeira. Diante desse panorama, este estudo tem como objetivo caracterizar as propriedades físicas da madeira de *H. brasiliensis* clone SIAL 1005, com o propósito de incentivar seu uso sustentável ao aumentar seu potencial de aplicações.

2. MATERIAL E MÉTODOS



Engenharia
Industrial
Madeireira



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA

2.1 Seleção do material

Para o estudo, foram selecionados três indivíduos do clone SIAL 1005, com idade de plantio entre 10 e 12 anos, provenientes da região Sul do estado da Bahia, em uma área experimental em associação com plantio de cacau, na Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC, situada nas coordenadas 14° 45' S e 39° 13' O, no km 22 da BR 415, Ilhéus-BA. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Af, caracterizado por ser tropical úmido, com temperaturas elevadas durante todo o ano e precipitação significativa, apresentando uma estação chuvosa bem definida no verão (Kottek *et al.*, 2006). As árvores se encontravam em uma parcela de um hectare com sinais de atividades de extração do látex.

2.2 Confeção dos corpos de prova

Para cada indivíduo foram obtidas as medidas de CAP (Circunferência à Altura do Peito), sendo designadas, respectivamente ao seu CAP, árvore 1 (75 cm), árvore 2 (59 cm) e árvore 3 (73 cm). Posteriormente, de cada exemplar, conforme a NBR 11941 (ABNT, 2003), foram retirados dois toretes com 40 cm de comprimento e um disco em DAP (diâmetro a altura do peito) com 5 cm de espessura, sendo atribuídas, respectivamente ao seu DAP, árvore 1 (23,88 cm), árvore 2 (18,78 cm) e árvore 3 (23,24 cm). As amostras foram devidamente identificadas e levadas a serraria da CEPLAC para confecção dos corpos de provas.

Conforme a NBR 7190 (ABNT, 1997), os corpos de prova destinados aos ensaios de retratibilidade devem ter seção transversal retangular, com dimensões nominais de 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento, ao longo das fibras, de 5,0 cm, seguindo as direções tangencial, radial e axial, respectivamente. No total foram confeccionados trinta e nove corpos de prova para esse tipo de ensaio, obtidas das toras próxima ao DAP.

Para determinação da densidade básica da madeira, se seguiu a norma NBR 14660 (ABNT, 2004) que estabelece a retirada da casca da madeira e o corte dos discos em cunhas. Obteve-se duas cunhas de lados opostos do DAP para cada árvore, totalizando seis cunhas destinadas a essa avaliação.

2.3 Ensaios físicos

O material foi encaminhado para o Laboratório Central de Tecnologia de Produtos Florestais-LCTPF, localizado no Centro de Formação em Ciências Agroflorestais-CFCAF da Universidade Federal Do Sul Da Bahia-UFSB, onde, de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997), foram secos em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após secos, os corpos de prova destinados aos ensaios de retratibilidade passaram por processo de lixamento com lixas de granulometrias (120, 180, 220, 280, 320, 360, 500) visando uma superfície regular.

Posteriormente foram submersos em um béquer com água onde permaneceram por 15 dias até atingirem o ponto de saturação. Após a saturação, com o uso de um paquímetro digital retiraram-se suas dimensões lineares, em seguida foram levados à estufa de secagem a temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após 31 horas foram removidos da estufa e novamente determinadas suas dimensões. As variáveis da retratibilidade examinadas incluíram: contração volumétrica, retratibilidade linear e coeficiente de anisotropia.

Na determinação da densidade básica foram utilizadas as normas NBR 11941 (ABNT, 2003) e NBR 14660 (ABNT, 2004). As cunhas foram colocadas para saturar em um béquer preenchido com água onde ficaram submersas por 21 dias. Após a saturação, com auxílio de uma balança de precisão, foram obtidos os valores do volume saturado pelo método de imersão (Vital, 1984). Posteriormente, as amostras foram levadas a estufa de secagem a temperatura de $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ até secagem do material, obtendo-se, em seguida, os valores da massa seca.

Para obtenção da contração volumétrica, retratibilidade linear, coeficiente de anisotropia e densidade básica referentes, respectivamente às Equações 1 a 4.

(1)

Onde:

(%) = Contração volumétrica;

= Volume do corpo de prova no estado saturado;

= Volume do corpo de prova no estado seco em estufa



(2)

Onde:

(%) = Retratibilidade linear;

= Dimensão no sentido linear (tangencial, radial e axial) do corpo de prova saturado;

= Dimensão no sentido linear (tangencial, radial e axial) do corpo de prova seco.

(3)

Onde:

= Coeficiente de anisotropia;

= Retratibilidade no sentido tangencial do corpo de prova;

= Retratibilidade no sentido radial do corpo de prova.

(4)

Onde:

= Densidade básica (g/cm³);

= Massa (g);

= Volume (cm³).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos referente à caracterização física da madeira de *H. brasiliensis* clone SIAL 1005 estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da densidade básica, coeficiente de anisotropia, contração volumétrica e retratibilidades lineares: tangencial (Tan), radial (Rad) e axial (Axi) da madeira de *H. brasiliensis* clone SIAL 1005.

Variáveis	Unidade	Árvores			Média
		1	2	3	
Densidade básica	(g/cm ³)	0,497	0,503	0,472	0,491
Coeficiente de anisotropia	(%)	2,14	1,80	2,47	2,13
Contração volumétrica	(%)	6,56	5,95	4,79	6,10
Retratibilidade linear	(%)	4,280	3,504	3,190	3,658
		2,130	1,938	1,326	1,798
		0,179	0,360	0,339	0,289

Fonte: (Autor)

A densidade básica da madeira está atrelada a relação entre a massa e o volume do material (Moreschi, 2014). É uma das propriedades tecnológicas mais importantes, servindo como base para classificação de sua qualidade. O valor de densidade encontrado na madeira estudada foi de $0,49 \text{ g/cm}^3$, sendo considerada leve (Farias e Melo, 2020).

Vilela *et al.*, (2017) encontraram valores médios de densidade em torno de $0,57 \text{ g/cm}^3$ para *H. brasiliensis* aos 35 anos de idade. Faria *et al.*, (2018), ao analisarem a densidade aparente do clone de seringueira Pb 235 encontraram valores entre $0,624$ e $0,654 \text{ g/cm}^3$. Raia *et al.*, (2018) avaliaram a densidade básica ao longo do fuste de árvores de *H. brasiliensis* (Clone RRIM600) aos 27 anos, obtendo os seguintes valores: $0,61 \text{ g/cm}^3$ na base, $0,52 \text{ g/cm}^3$ a 1,5 m de altura, $0,58 \text{ g/cm}^3$ a 3,0 m de altura e $0,62 \text{ g/cm}^3$ na altura da primeira bifurcação. Pode-se notar um padrão nos valores de densidade encontrados na literatura para a madeira de *H. brasiliensis*, que divergem levemente do encontrado neste estudo, o que seria explicado pela diferença genética dos híbridos estudados associado as idades, local Geográfico, e altura das árvores em relação a retirada das amostras, por terem um lenho mais maduro.

O valor médio de contração volumétrica encontrado para a *H. brasiliensis* (clone SIAL 1005) neste estudo foi de 6,10%, assim ela é classificada como de baixa contração, segundo o IPT (1985). O resultado encontrado está próximo aos identificados na literatura, como no trabalho de Pace et al (2017) em que foi avaliada a contração volumétrica da madeira de *H. brasiliensis* (clone PB311 - MDF180) submetida a impregnação com nanopartículas de prata, com resultados variando de 7,54% a 10,02%.

A espécie estudada apresentou contração radial de 1,798% e tangencial de 3,658%, o que se aproxima a valores encontrados na literatura. Ballarin *et al.*, (2012) caracterizaram tecnologicamente a madeira dos clones RRIM600 e GT1 de seringueira, onde a contração radial apresentou variação de 2,31% a 3,13%, e contração tangencial variando de 4,71% a 6,69%. Assim, a madeira de seringueira analisada neste estudo possui bom desempenho para contrações lineares com grande potencial para o mercado madeireiro.

Referente ao coeficiente de anisotropia o valor encontrado foi de 2,13% classificando a madeira como de alta instabilidade (Amorim *et al.*, 2021). Viela *et al.*,

(2017) e Raia *et al.*, (2018) obtiveram resultados semelhantes para a madeira de seringueira, com 2,14% e 2,12% respectivamente, sendo o segundo resultado referente ao Clone RRIM600. No entanto valores similares são encontrados para algumas espécies do gênero *Eucalyptus*. Oliveira *et al.*, (2010) determinaram valores em torno de 2,2% para *E. pilularis* e 2,1% para *E. grandis*. Ambas as espécies possuem potencial de uso na construção civil, fabricação de assoalhos, indústria moveleira, entre outros (IPT 1989).

4. CONCLUSÃO

A madeira de *H. brasiliensis* (clone SIAL 1005) utilizada demonstrou densidade básica baixa, baixa contração volumétrica e alta instabilidade. Os resultados indicam que o híbrido estudado desta espécie tem grande potencialidade na indústria madeireira, considerando suas propriedades físicas, que apresentaram características semelhantes às das espécies madeireiras comerciais. No entanto, maiores investigações precisam ser feitas para determinar a adequação para cada tipo de uso deste material.

5. REFERÊNCIAS

AMORIM, EP; PAES, JB; NICÁCIO, MA ANISOTROPIA DA CONTRAÇÃO E INCHAMENTO DA MADEIRA: UMA ABORDAGEM TECNOLÓGICA. Em: **Madeiras Nativas e Plantadas do Brasil: Qualidade, Pesquisas e Atualidades - Volume 2**. [s] Editora Científica Digital, 2021. p. 81–100.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14660. **Madeira-Amostragem e preparação para análise** 7 p. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: **Madeira: Determinação da Densidade Básica**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. **Projeto de estruturas de madeira**. 107 p. 1997.

BALLARIN, AW et al. POTENCIAL TECNOLÓGICO DA MADEIRA DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*). **XIII EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**, 2012.

DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IB Produção Agropecuária**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/borracha-latex-coagulado/br>>. Acesso em: 3 jul. 2024.

MAINIERI, C. & CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo, IPT, 1989. 418p.

FARIA, D. et al. ESTUDO DA POROSIDADE E DUREZA DA MADEIRA DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Academia Agrária**, v. 5, n. 9, 2018.

FARIAS, DT DE; MELO, RR Propriedades físicas da madeira de cinco espécies nativas da caatinga. **Avanços na Ciência Florestal**, v. 7, n. 3, pág. 1147–1152, 2020.

FLORESTAL, IB **Brasil tem a maior diversidade de plantas do mundo. Brasil Florestal » Promovendo a conscientização sobre as florestas brasileiras** brasilflorestal.org, 6 fev. 2024. Disponível em: <<https://brasilflorestal.org/brasil-tem-a-maior-diversidade-de-plantas-do-mundo/>>. Acesso em: 3 jul. 2024

JUNIOR, J. B., CANGUSSU, J. T., LISBOA, F., & GUIMARÃES, ÍNGRID. (2016). CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Myracrodruon urundeuva* EM DIFERENTES CLASSES DIAMÉTRICAS. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, 13(24). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1013>

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada**. São Paulo: 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36).

KOTTEK, M. e outros. Mapa mundial da classificação climática de Köppen-Geiger atualizado. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, pág. 259–263, 2006.

LIMA, IL DE et al. Propriedades físicas e anatômicas de clones de *Hevea brasiliensis*. **Maderas Ciencia y tecnología**, v. 25, 2023.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. 5ª edição. [sl] Instituto Plantarum, 2016. v. 2

MORESCHI, J. C. **PROPRIEDADES DA MADEIRA**. 4. ed. Curitiba-PR: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, 2014.

OLIVEIRA, J. T. DA S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 929–936, 2010.

PACE, J. et al. AVALIAÇÃO DA CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA DA MADEIRA DE SERINGUEIRA SUBMETIDA A IMPREGNAÇÃO COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA. In: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2017., **Anais** eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbctem/trabalhos/avaliacao-da-contracao-volumetrica-da-madeira-de-seringueira-submetida-a-impregn?lang=pt-br>> Acesso em: 20 Mai. 2024.

RAIA, RZ et al. Influência do isolamento do látex nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis*. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 3, 2018.

RAMOS, LMA; LATORRACA, JVF Variação do diâmetro tangencial de poros no comprimento de tensão e oposto em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais. **Anais ...Recife, Pernambuco, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco**, 2014.

VILELA, P. et al. Propriedades Físicas da Madeira de *Hevea brasiliensis* aos 35 anos. In: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2017., **Anais** eletrônicos. Campinas, Galoá, 2017. Disponível em:

<<https://proceedings.science/cbctem/trabalhos/propriedades-fisicas-da-madeira-de-hevea-brasiliensis-aos-35-anos?lang=pt-br>> Acesso em: 20 Mai. 2024.

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