

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

DÉBORA CLAMERICK DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE (TACHI-PRETO) *TACHIGALI*
MYRMECOPHILA (DUCKE)**

Ji-Paraná, RO

2023

DÉBORA CLAMERICK DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE (TACHI-PRETO) *TACHIGALI*
MYRMECOPHILA (DUCKE)**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Orientador(a): Prof(a). Lorena de Souza Tavares Bressiani

Coorientador(a): Viviane Maia Corrêa

Ji-Paraná, RO

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Costa, Débora Clamerick da.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE (TACHI-PRETO)
TACHIGALI MYRMECOPHILA (DUCKE) / Débora Clamerick da Costa,
Ji-Paraná-RO, 2023.

32 f.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Lorena de Souza Tavares Bressiani.

Coorientador(a): Viviane Maia Corrêa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Ji-Paraná-RO, 2023.

1. Madeiras amazônicas. 2. densidade básica. 3. retratibilidade. I.
Bressiani, Lorena de Souza Tavares (orient.). II. Corrêa, Viviane Maia
(coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864 (Campus Ji-Paraná)

DÉBORA CLAMERICK DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE (TACHI-PRETO) TACHIGALI
MYRMECOPHILA (DUCKE)**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, *campus* Ji-Paraná, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Aprovado pela Banca Examinadora em: 29/11/2023.

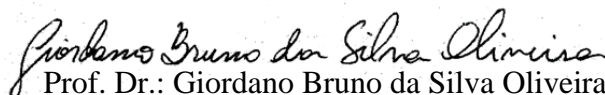
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra.: Lorena de Souza Tavares Bressiani
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Documento assinado digitalmente
gov.br VIVIANE MAIA CORREA
Data: 11/12/2023 18:47:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Ma.: Viviane Maia Correa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia


Prof. Dr.: Giordano Bruno da Silva Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Ji-Paraná - RO, 11 de Dezembro de 2023.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por me proporcionar força e coragem para alcançar mais essa etapa da minha vida profissional.

Aos meus pais, Davi da Costa e Nilza Clamerick da Costa, pela confiança, amor, carinho e apoio.

A minha orientadora, Prof^a Lorena de Souza Tavares Bressiani pela orientação, aprendizagem, e por todo o suporte necessário para que essa pesquisa fosse realizada.

À minha coorientadora, Viviane Maia Corrêa, pela paciência e por todos os ensinamentos.

À Banca Examinadora, por todos os conselhos e sugestões e pela disponibilidade de avaliação deste trabalho.

Aos grandes amigos adquiridos durante a graduação, em especial ao Calebe, Luan, Maria Clara e Rafaela, obrigada pela amizade, paciência e pela convivência, e não menos importante a Andreina, Letícia e Eric, pela amizade e paciência e ajuda em várias etapas do trabalho. E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

As madeiras têm sido utilizadas para diversos fins ao longo dos séculos por ser um material com propriedades únicas, e consequentemente a busca por conhecimento das propriedades das madeiras se tornam mais necessárias. O desenvolvimento de tecnologias no setor florestal tem possibilitado a maior utilização da madeira como elemento estrutural devido a melhorias nas suas características físicas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterização de algumas das propriedades físicas como o teor de umidade, densidade básica e a retratibilidade da espécie Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)). A determinação da umidade, densidade básica e retratibilidade volumétrica seguiram as especificações da ABNT NBR 7190/2022, em peças padronizadas. Para a umidade média das peças foi encontrado o valor de 28,03%, para a densidade básica 0,675 g/cm³ e para a retratibilidade volumétrica 12,65%. Os valores atestados encontram-se próximos aos apresentados pela literatura.

Palavras-chave: Madeiras amazônicas; densidade básica; retratibilidade.

ABSTRACT

Wood has been used for various purposes over the centuries because it is a material with unique properties, and consequently the search for knowledge of the properties of wood has become increasingly necessary. The development of technologies in the forestry sector has enabled greater use of wood as a structural element due to improvements in its physical characteristics. In this sense, the objective of this work was to characterize some physical properties such as moisture content, basic density and retractability of the species Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)). The determination of humidity, basic density and volumetric retractability followed the specifications of ABNT NBR 7190/2022, in standardized parts. For the average humidity of the pieces, a value of 28.03% was found, for the basic density 0.675 g/cm³ and for the volumetric retractability 12.65%. The attested values are close to those presented in the literature.

Keywords: Amazonian wood; basic density; retractable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização.	16
Figura 2 - Lotes de madeiras do depósito comercial/ Ji-Paraná.	16
Figura 3 - Corpos de prova confeccionados e pesados antes de serem submetidos à secagem em estufa.	17
Figura 4 - Determinação da massa inicial dos corpos de prova em balança semi analítica. ...	17
Figura 5 - Corpos de prova em estufa de secagem.	18
Figura 6 - A: Monitoramento do processo de secagem; B: Corpos de prova em processo de secagem em estufa.	18
Figura 7 - A: Início da Saturação; B: Corpos de prova em processo de saturação.	19
Figura 8 - Medição das dimensões da madeira saturada com paquímetro digital para determinação da densidade.	19
Figura 9 - A: Corpos de Prova no processo de secagem em estufa B: Medição das dimensões da madeira seca com paquímetro digital para determinação da retratibilidade.	21
Figura 10 - A: Corpos de Prova no processo de saturação; B: Medição das dimensões da madeira saturada com paquímetro digital para determinação da retratibilidade.	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Justificativa	12
1.2. Objetivos	12
1.2.1. Objetivo Geral	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Caracterização da Espécie	12
2.2 Caracterização Física	13
2.2.1 Umidade da Madeira	14
2.2.2 Densidade Básica.....	14
2.2.3 Retratibilidade	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Teor de Umidade	17
3.2. Densidade Básica.....	19
3.3 Retratibilidade	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
4.1 Teor de Umidade	22
4.2 Densidade Básica.....	24
4.3 Retratibilidade	26
5. CONCLUSÃO.....	28
6. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies madeireiras, o *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto) é uma espécie arbórea pioneira nativa da região Amazônica com características ecológicas, silviculturais e tecnológicas permitindo a interação desta espécie em plantações para fins energéticos (Ceretta et al., 2021).

Trata-se de uma espécie com múltiplos usos, destacando-se por rápido crescimento e ampla utilização de sua madeira nas propriedades rurais como na confecção de esteios, mourões, embalagens e caibros, construção civil e para uso como lenha e carvão (Pires e Marcati, 2005).

Mediante a crescente utilização da madeira industrialmente e busca de materiais mais ecológicos, as madeiras têm sido utilizadas para diversos fins ao longo dos séculos por ser um material com propriedades únicas, e conseqüentemente a busca por conhecimento das propriedades das madeiras se tornam mais necessárias.

Nesse sentido Macedo, et. al (2012) enfatiza sobre os desenvolvimentos na tecnologia florestal levando a uma maior utilização da madeira como elemento estrutural, devido às melhorias nas suas características físicas, bem como nos processos de seu beneficiamento e no desenvolvimento de conservantes químicos que permitem sua maior durabilidade.

Conforme Araújo (2007), destaca que o conhecimento das propriedades físicas, tanto as mecânicas da madeira, encontra características de uma etapa importante na determinação da sua utilização adequada, como exemplo na construção civil ou movelaria.

Araújo (2002) afirma que as propriedades físicas mais importantes da madeira são a densidade básica e a retratibilidade onde ocorre o encolhimento e expansão dependendo do teor de umidade da madeira. Vale ressaltar que as propriedades físicas dependem do teor de umidade e variam com alterações nas condições, particularmente com a umidade (Logsdon e Calil Junior 2002).

Segundo Shioyama (1990), a densidade básica é considerada uma das densidades mais importantes porque é facilmente determinada e está diretamente relacionada as propriedades para produção e confecções dos produtos florestais, sendo que o conhecimento desta propriedade é de grande importância para várias outras áreas do setor florestal.

Segundo Autran e Gonzalez (2006) essas características são determinadas por testes laboratoriais realizados de acordo com normas que especificam os métodos e procedimentos para a realização de testes em corpos de prova de tamanhos específicos com as dimensões estabelecidas.

1.1. Justificativa

Há uma grande necessidade de estudos que comprovem a funcionalidade da madeira e consequentemente sua destinação adequada. Essa funcionalidade pode ser obtida através de testes, como por exemplo densidade básica, teor de umidade e estabilidade dimensional. Com essas informações é possível verificar se a madeira está apta para seu uso final a ser destinada, usando assim as características a seu favor da melhor forma possível.

Mediante a busca por uma espécie para a realização do estudo e dentre as espécies disponíveis para o comércio está inserido o *Tachigali myrmecophila* (Ducke), apesar de não ser uma espécie conhecida para a população e consequentemente seus usos, o trabalho tem como um norte fornecendo conhecimento sobre a espécie, assim visualizando futuramente alguns meios de utilização para sua madeira além dos quais se utilizam, como no setor moveleiro e na produção de laminados, onde na região se utilizam apenas algumas espécies para este mercado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Caracterizar fisicamente a madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto), baseado nas especificações da norma ABNT NBR 7190/2022.

1.2.2. Objetivos Específicos

Determinar o teor de umidade da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke);

Avaliar a densidade básica da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke);

Avaliar a retratibilidade da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da Espécie

A espécie *Tachigali myrmecophila* (Ducke), pertencente à família das Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae, na região norte é conhecida por seus nomes vulgares de Tachi-preto, Tachi, Tachi-pitomba e Tachizeiro (Ribeiro, 1999; Saldanha, 2009) e faz parte do grupo ecológico das espécies que são intolerantes a sombra (Carvalho et al., 2004).

É considerada uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica com maior concentração no Hemisfério Norte (Lorenzi, 2002), ocorrendo em toda a região amazônica, comumente nas matas de terra firme (Santos et al., 2007). De rápido crescimento, é muito utilizada para recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 2002). É uma espécie mirmecófita, sendo assim, considerada uma planta que apresenta uma relação mutualística obrigatória com formigas (Lapola et al., 2004).

A espécie chega a uma altitude comercial de 21 metros, com até 70 centímetros de diâmetro. Seu tronco costuma ser torcido e rugoso, apresentando sapopemas de até 3 metros. Quanto à sua trabalhabilidade, a madeira é facilmente processada e permite um acabamento simples e descomplicado (Bem, 2014).

Conforme Zerbini (2008), sua madeira é de densidade média, com cerne amarelo a castanho-amarelado-claro e indistinto do alburno. Possui camadas de crescimento distintas, a grã é reversa, de textura média, com figura em faixas destacadas, brilho acentuado e sem cheiro. Ademais, é considerada moderadamente resistente ao ataque de fungos e possui baixa permeabilidade às soluções preservativas quando submetida à impregnação sob pressão (IPT, 2017).

Em relação aos poros da madeira desta espécie são visíveis a olho nu, difusos, solitários, médios a grandes e pouco numerosos. O parênquima axial visível sob lente de 10x de aumento é do tipo paratraqueal Vasicêntrico e às vezes unilateral. Os raios são visíveis sob lente de 10x nos planos transversal e tangencial, não contrastados na face radial, são médios, poucos, baixos e não estratificados (Zerbini, 2008).

Trata-se de uma espécie pioneira de uso múltiplo que tem se destacado pelo rápido crescimento e pela ampla utilização de sua madeira nas propriedades rurais na confecção de esteios, mourões, embalagens e caibros, na construção civil e na utilização como lenha e carvão (Pires e Marcati, 2005). Também com potencial para ser utilizada nos segmentos industriais de móveis, produção de lâminas, construções leves, utensílios, embalagens e revestimentos internos (Carvalho, 2003; Orelhana, 2015).

Gonçalves et al. (2009) afirmaram que até o momento poucos são os trabalhos que relacionam todas as características exigidas pelo mercado consumidor às propriedades inerentes à madeira, como densidade. Esta, por ser a mais importante é a que melhor se relaciona com as demais propriedades da madeira, é a característica mais utilizada em pesquisas relacionadas à qualidade da madeira, podendo limitar seu uso (Cruz et al., 2003; Trugilho et al., 1996; Vale et al., 1992).

2.2 Caracterização Física

As propriedades físicas da madeira são de suma importância onde se encontram características que se devem levar em consideração, pois auxiliam no uso adequado da madeira (Marques et al., 2012; Oliveira, 2005; Shimoyama e Barrichelo, 1991).

As propriedades físicas da madeira, tendo como destaque o teor de umidade, densidade e a retratibilidade, são uma das mais estudadas pela facilidade e rapidez de seus resultados e a

relação com outras propriedades e características tecnológicas da madeira (Marques et al., 2012).

2.2.1 Umidade da Madeira

É de extrema importância saber o teor de umidade da madeira para o seu desempenho e utilização. Os elevados gradientes de umidade da madeira constituem-se em uma das causas de defeitos de secagem, notadamente os caracterizados por empenamentos e fendilhamentos (Oliveira; Hellmeister; Filho, 2005).

Assim, o controle do teor de umidade da madeira é indispensável para que possamos utilizá-la de forma adequada, evitando o desenvolvimento de defeitos como empenamentos, arqueamentos, torções etc. Estes defeitos são comumente observados em artigos de madeira confeccionados antes da madeira entrar em equilíbrio higroscópico com as variáveis do ambiente (temperatura e umidade relativa do ar) em que estes artigos serão mantidos em uso (Moreschi, 2012).

As informações relativas à distribuição da umidade no interior da madeira são de grande importância na segregação das peças em teores de umidade mais uniformes, de modo a facilitar a secagem tanto no que diz respeito à minimização de defeitos quanto à obtenção de menor variabilidade em torno do teor de umidade médio pretendido (Oliveira; Hellmeister; Filho, 2005).

O teor de umidade da madeira também está relacionado com as propriedades de resistência da madeira (propriedades mecânicas), com a maior ou menor facilidade em trabalhar com este material (trabalhabilidade), com seu poder calorífico, sua suscetibilidade a fungos, entre outras propriedades de importância (Moreschi, 2012). A umidade da madeira na árvore pode variar de 31 a 249% no cerne e de 40-213% no alburno (FPL, 1987).

2.2.2 Densidade Básica

Conforme Macedo (1976) e Aguiar (1980), a densidade de um corpo é definida como sendo uma relação entre sua massa específica e a massa específica da água pura. A massa específica de um corpo é a relação entre sua massa e seu volume. Onde a densidade está relacionada a massa da madeira completamente seca em estufa, com o seu respectivo volume saturado, ou seja, acima do ponto de saturação das fibras (PSF) (Dias; Lahr, 2004).

Segundo Logsdon (1998), apesar da densidade da madeira poder ser determinada a qualquer porcentagem de umidade, os resultados obtidos são tão variáveis que a padronização é necessária para fins de comparação.

A densidade básica da madeira é reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para avaliação da sua qualidade, por ser de fácil determinação e estar relacionada às suas demais características (Shimoyama e Barrichello, 1991).

Na caracterização da madeira, a determinação de sua densidade e principalmente de sua variação dentro da árvore, tanto na direção radial, da medula para a casca, quanto no sentido base-topo, é fundamental como subsídio ao entendimento de sua qualidade (Oliveira; Hellmeister; Filho, 2005).

Em regra geral, madeiras pesadas são mais resistentes, elásticas e duras que as leves. Porém, em paralelo a estas vantagens, são de mais difícil trabalhabilidade e apresentam maior variabilidade. O conhecimento da massa específica serve como uma informação útil sobre a sua qualidade, e para a classificação de uma madeira (Moreschi, 2012).

2.2.3 Retratabilidade

A retratabilidade é, de acordo com Oliveira (1998), definida como uma forma de variação dimensional da madeira quando há alteração no seu teor de umidade, resultando na movimentação (inchamento e contração) pela perda de água abaixo do ponto de saturação das fibras.

O fator de anisotropia é o resultado da razão entre as contrações tangencial e radial, que representam o comportamento da madeira em relação à secagem, indicando maior ou menor propensão das peças em empenar ou rachar. Verifica-se que a retratabilidade tangencial é maior que a radial, enquanto a retratabilidade longitudinal é praticamente desprezível (Oliveira, 1998).

O princípio da retratabilidade se deve ao fato de as moléculas de água estarem ligadas por ligações de hidrogênio às moléculas de celulose que forma as micro fibrilas da madeira, e quando estas são forçadas a sair, deixam um espaço, e as forças de coesão tendem a aproximá-las, causando, portanto, contração da madeira como um todo (Josino, 2016).

O fenômeno da expansão é o inverso, ou seja, quando a água absorvida pela madeira, tende a penetrar entre as micro fibrilas, causando, portanto, o afastamento delas e o consequente inchamento da peça de madeira como um todo (Oliveira et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Botânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO *Campus* Ji-Paraná. No Município de Ji-Paraná, situado no Estado de Rondônia (Figura 1). De acordo com Köppen o clima da região é quente

e úmido, com temperatura variando entre 21° a 38°C. A precipitação média anual oscila entre 1800 mm e 2000 mm, com umidade relativa do ar de média de 85% (Lima et al., 2022).

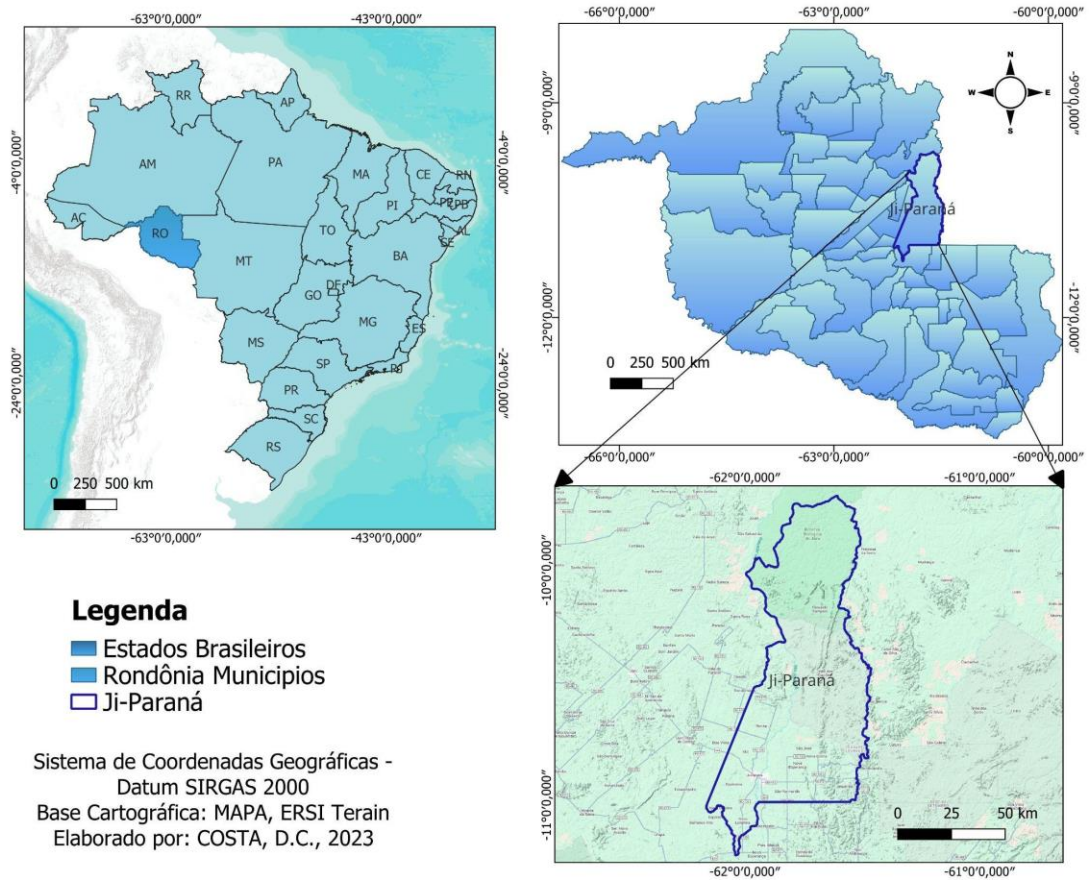


Figura 1- Mapa de Localização.

A madeira de Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)) utilizada no estudo foi adquirida em um depósito comercial (Figura 2) de madeiras localizado no município de Ji-Paraná/RO.



Figura 2 - Lotes de madeiras do depósito comercial/ Ji-Paraná.

Na marcenaria do IFRO - *Campus Ji-Paraná*, utilizando uma serra circular com afiação suficientes para se evitar a queima de suas faces, que pode provocar a perda imediata de água, foram confeccionados 36 corpos de prova com dimensões de largura (L) x altura (A) x comprimento (C), sendo 2 x 3 x 5 cm (Figura 3); extraídos de balaústres de madeira com 3 metros de comprimento, desconsiderando 60 cm das duas extremidades, com intuito de retiradas de defeitos e possível perda de matéria-prima, seguindo as especificações da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 7190-3/2022: “Projeto de estruturas de madeira”.



Figura 3 - Corpos de prova confeccionados e pesados antes de serem submetidos à secagem em estufa.

3.1 Teor de Umidade

Para a determinação de teor de umidade, foram utilizados os 36 corpos de prova (CP) identificados no qual determinou-se a massa inicial (m_i) de cada corpo de prova, utilizando uma balança semi analítica com precisão de 0,01g (Figura 4).



Figura 4 - Determinação da massa inicial dos corpos de prova em balança semi analítica.

Em seguida os corpos de prova foram encaminhados para uma câmara de secagem de circulação forçada, com temperatura inicial de 30°C até atingir a temperatura máxima de 103°C \pm 2°C (Figura 5).



Figura 5 – Corpos de prova em estufa de secagem.

Para fins de monitoramento do processo de secagem, a massa do corpo de prova foi medida a cada 6 horas (Figura 6), até que houvesse uma variação, entre duas medidas consecutivas menor ou igual a 0,5%, que ocorreu durante o período de secagem de seis dias. Então, esta última massa foi considerada como a massa seca (m_s), e assim foi possível determinar o teor de umidade da madeira ($U\%$).



Figura 6 - A: Monitoramento do processo de secagem; **B:** Corpos de prova em processo de secagem em estufa.

Segundo a ABNT NBR 7190/2022 o teor de umidade da madeira (TU) corresponde à relação entre a massa da água nela contida e a massa da madeira seca. A Equação 1 fornece a relação para determinação do teor de umidade da madeira.

(1)

$$U\% = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Onde:

$U\%$ = Teor de umidade da madeira;

m_i = Massa inicial (g);

m_s = Massa seca (g).

3.2. Densidade Básica

A ABNT NBR 7190/2022 também fornece as diretrizes para realização dos ensaios para determinação da densidade básica da madeira utilizando corpos de prova padronizados. Após secagem e determinação da massa seca dos 36 corpos de prova passaram por um período de saturação, então foram colocados em um Becker contendo água (Figura 7 A), até a completa saturação (Figura 7 B).

A saturação foi monitorada realizando medição dos corpos de prova com o auxílio da balança analítica, até se obter massa constante, para que fosse possível realizar o teste de densidade básica. Os corpos de prova levaram um período de três meses para entrarem em completa saturação, logo estarem aptos a realização do teste.



Figura 7 - A: Início da Saturação; **B:** Corpos de prova em processo de saturação.

Para a densidade foi realizado o método de medição direta do volume por meio de paquímetro digital (Figura 8) realizando medições da seção transversal, tangencial axial e radial dos corpos de prova saturados, utilizando um paquímetro de precisão de 0,1 mm, para descobrir o volume multiplicando os valores das dimensões encontradas, resultando no valor do volume. Assim, a densidade básica (ρ_{bas}) foi calculada pela Equação 2.



Figura 8 - Medição das dimensões da madeira saturada com paquímetro digital para determinação da densidade.

(2)

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}}$$

Onde:

ρ_{bas} = Densidade básica (g/cm^3);

m_s = Massa seca (g);

V_{sat} = Volume saturado (cm^3).

3.3 Retratibilidade

Para a determinação da retração volumétrica (retratibilidade), utilizou-se um aqüímetro com precisão de 0,1 mm. As dimensões das amostras foram medidas nas condições saturadas e secas em estufa ($103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Mediram-se as dimensões das amostras nas direções transversal, tangencial e radial, foi realizado através do mesmo procedimento utilizado no item 3.2, passando pelo processo de secagem conforme Figura 9A, onde no teor de umidade encontrado o volume seco (Figura 9 B), e o processo de saturação Figura 10 A, sendo que na densidade básica o volume saturado (Figura 10 B), e determinada a retração volumétrica através da equação 3.

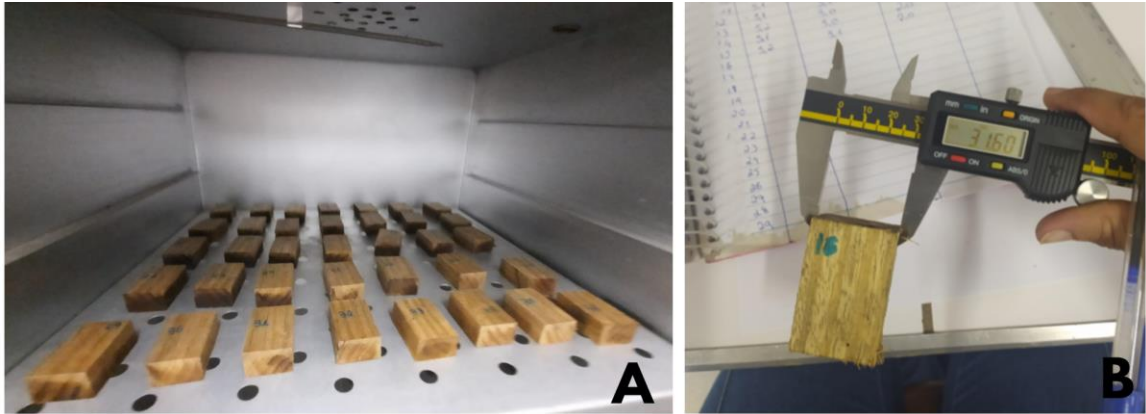


Figura 9 - A: Corpos de Prova no processo de secagem em estufa **B:** Medição das dimensões da madeira seca com paquímetro digital para determinação da retratibilidade.



Figura 10 - A: Corpos de Prova no processo de saturação; **B:** Medição das dimensões da madeira saturada com paquímetro digital para determinação da retratibilidade.

(3)

$$\Delta V = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} \times 100$$

Onde:

ΔV : Retração volumétrica (%);

V_{sat} : Volume saturado (cm³);

V_{seca} : Volume seco (cm³).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Teor de Umidade

Os valores encontrados para a umidade dos 36 corpos de prova avaliados encontram-se na Tabela 1, onde o valor médio correspondente ao teor de umidade para a espécie foi de 28,03%.

Nos estudos de Cunha (2012), sobre a análise das propriedades físicas, mecânicas e energéticas, feito a partir de árvores pertencentes a um povoamento de *Prosopis juliflora* plantado em 1990 no CEBATSA (Centro de Base Tecnológica do Semiárido), localizado no município de Jussara / Bahia, com corpos de prova confeccionados nas dimensões tangencial, radial e longitudinal sendo de 2 cm x 2 cm x 10 cm respectivamente, com base na norma NBR 7190/1997 para realização de teste, e foi encontrado o valor para a espécie do Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)) de 31,87% de teor de umidade da madeira, e também mencionada a espécie próxima do Tachi-preto, como o Tachi-branco (*Tachigali vulgaris*) de 11,76% de umidade.

Silva (2018), em seu trabalho sobre crescimento e qualidade da madeira da espécie *Tachigali vulgaris* cultivada em diferentes espaçamentos para uso bioenergético, menciona que a importância do teor de umidade é uma condição física da madeira em função do meio em que a madeira se encontra.

Tabela 1 - Teor de umidade dos corpos de prova de Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)), Ji-Paraná/RO.

CP	m_i (g)	ms (g)	U (%)
1	29,21	21,94	33,14
2	29,04	22,31	30,17
3	28,32	21,07	34,41
4	28,96	22,59	28,20
5	26,38	20,04	31,64
6	27,69	20,82	33,00
7	26,62	20,69	28,66
8	29,56	22,90	29,08
9	27,18	20,68	31,43
10	26,89	20,65	30,22
11	26,86	21,45	25,22
12	27,31	20,97	30,23
13	24,69	20,48	20,56

14	26,42	21,03	25,63
15	26,29	21,72	21,04
16	28,98	22,30	29,96
17	26,67	21,00	27,00
18	29,16	22,70	28,46
19	28,21	21,32	32,32
20	26,72	21,07	26,82
21	27,05	21,07	28,38
22	29,09	23,20	25,39
23	27,60	22,51	22,61
24	28,38	21,20	33,87
25	27,15	20,68	31,29
26	30,38	23,45	29,55
27	26,35	20,78	26,80
28	25,54	21,22	20,36
29	29,22	22,88	27,71
30	27,38	20,62	32,78
31	26,64	20,40	30,59
32	27,15	20,50	32,44
33	27,96	21,31	31,21
34	26,87	23,04	16,62
35	23,79	19,79	20,21
36	28,70	23,53	21,97
Média			28,03

CP= Corpo de prova; mi= Massa inicial; ms= Massa seca; U%= Teor de umidade.

A madeira de Tachi-preto (*Tachigali myrmecophila* (Ducke)), é considerada de média densidade (acima de 0,500 g/cm³), logo apresenta menor quantidade de água livre, onde espécies mais leves apresentam maior quantidade e está água pode ser retirada mais facilmente durante o processo de secagem, ou seja, o período de secagem completa é menor do que em espécies mais densas (Silveira, 2013).

No entanto, sobre a umidade da madeira, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2017) em informações sobre madeiras, menciona que sobre o processo de secagem que é moderadamente difícil em estufa, com tendência a rachaduras moderadas a fortes.

Logo o estudo da umidade da madeira é importante, pois ela afeta diversas características do material como a trabalhabilidade, estabilidade dimensional, resistência

mecânica e durabilidade natural (Josino, 2014). O autor afirma que a resistência da madeira varia com o teor de umidade, diminuindo à medida que aumenta a umidade.

De acordo com Silva e Oliveira, (2003), as madeiras devem apresentar uma umidade próxima à de equilíbrio quando em uso, pois uma vez atingida essa condição os problemas relativos à retratibilidade serão amenizados. O estado em que a madeira está em equilíbrio com o meio ambiente é denominado umidade de equilíbrio.

Nesse sentido, a umidade da madeira interage com a atmosfera, absorvendo ou perdendo umidade na forma de vapor até atingir o equilíbrio com a umidade do ar, momento que estabiliza suas alterações dimensionais, conforme Mendes e Arce (2003) e Souza et al. (2016). Essa condição é chamada de Umidade de Equilíbrio da Madeira (UEM), sendo um parâmetro dependente das variações de temperatura e umidade relativa do ar de cada região e/ou época do ano (Alvares et al., 2017; Souza et al., 2016).

Portanto, segundo Mendes e Arce (2003), a umidade de equilíbrio deve ser determinada determinando-se a umidade do local onde a madeira será utilizada, por meio da determinação da umidade das peças ou amostras de madeira expostas às condições ambientais de temperatura e umidade relativa ou estimadas por meio de equações.

4.2 Densidade Básica

Ao analisar os dados foi encontrado o valor médio de $0,675 \text{ g/cm}^3$ para a densidade básica da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) o (Tachi-preto), conforme os valores individuais descritos de cada corpo de prova na Tabela 2.

De acordo com IPT (2017), o valor médio de densidade básica encontrado para a espécie *Tachigali myrmecophila* (Ducke), foi de $0,570 \text{ g/cm}^3$. Valores encontrados próximo dos estudos realizados por Oliveira et al. (2008); Moraes et al. (2012) e Silva (2018) e encontraram a densidade básica para a espécie próxima do Tachi, como o Tachi-branco (*Tachigali vulgaris*) de $0,530$; $0,499$ e $0,520 \text{ g/cm}^3$ aos 18, 13 e 7 anos, respectivamente.

O ambiente natural pode também ser um fator que influencia na determinação da densidade básica e as variações da densidade básica ocasionadas pelas diferenças entre ambientes podem estar associadas ao ritmo de crescimento das árvores (Orellana, 2015).

Conforme Silva et al. (2004) estudando a influência da idade na massa específica aparente da madeira entre quatro anos de diferença, verificaram que a madeira mais jovem apresentou os menores valores de densidade básica. No entanto, os maiores valores de densidade encontrados foram nas madeiras adultas de elevada idade.

Visto que a madeira do estudo foi adquirida em um depósito comercial oriunda de um manejo florestal de floresta nativa, inferimos que a mesma se trata de uma espécie adulta por estar sendo comercializada, ou seja, DAP acima de 50 cm de diâmetro, conforme preconiza a resolução do CONAMA 406/2009 para espécies nativas serem comercializadas.

TABELA 2. Densidade básica dos corpos-de-prova da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto), Ji-Paraná/RO.

CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)	CP	ρ_{bas} (g/cm ³)
1	0,695	13	0,655	25	0,653
2	0,692	14	0,685	26	0,727
3	0,666	15	0,685	27	0,678
4	0,699	16	0,690	28	0,670
5	0,621	17	0,684	29	0,720
6	0,670	18	0,716	30	0,651
7	0,653	19	0,685	31	0,644
8	0,700	20	0,665	32	0,646
9	0,652	21	0,664	33	0,672
10	0,665	22	0,732	34	0,726
11	0,689	23	0,695	35	0,613
12	0,661	24	0,669	36	0,728
Média					0,675

CP= Corpo de prova; ρ_{bas} = Densidade básica

Orellana (2015), encontrou em sua pesquisa sobre a valorização tecnológica da madeira do Tachi-branco (*Tachigali vulgaris*) em plantio de Cerrado e Terra firme, localizada no Vale do Jari, distrito de Monte Dourado, município de Almeirim – PA, onde foram confeccionados os corpos-de-prova nas dimensões de 2 x 2 x 10cm para determinação das propriedades físicas: densidade básica e retratibilidade volumétrica. O teste foi feito conforme determina a norma COPANT (1972) adotada pelo Laboratório de Produtos Florestais – LPF e encontrou valores médios de densidade básica de 0,611 g/cm³ e 0,625 g/cm³ para os dois plantios respectivamente.

Nos estudos de Surdi (2015), avaliando o aproveitamento de resíduos do processamento mecânico de madeiras amazônicas para a produção de painéis aglomerados de alta densificação, realizado no Vale do Jari, distrito de Monte Dourado, município de Almeirim – PA, os testes foram feitos com as dimensões dos corpos-de-prova, a condução dos ensaios e o cálculo dos valores das propriedades foram realizados em conformidade com as prescrições da norma NBR

14810-3 (ABNT, 2006b), e encontrou o valor médio de densidade básica determinado para a madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) o (Tachi-preto) foi de 0,557 g/cm³.

Fujiwara et al. (1991) e Silva et al. (2011) observaram que a densidade da madeira está diretamente relacionada à espessura da parede fibrosa, ao percentual de material da parede e ao tipo de parede encontrada na espécie. Orellana (2015) e Bowyer et al. (2003) relatam que a densidade da madeira, é um forte indicador de qualidade e uma característica complexa resultante da combinação de diversos fatores, entre os quais: condição do solo, localização geográfica e fonte genética.

Conforme Chauhan et al. (2006), a densidade varia entre as espécies, dentro de uma mesma espécie e até dentro de uma mesma árvore nos sentidos radial e axial, sendo influenciada por fatores internos sendo a posição no tronco, proporção de madeira adulta e juvenil, proporção de cerne e alburno, e externos como o local de crescimento, condições climáticas e métodos silviculturais.

Considerando a classificação das madeiras em leve, média e pesada baseada nos limites de intervalo de $\leq 0,500$ g/cm³, $0,500 - 0,720$ g/cm³ e $\geq 0,720$ g/cm³, respectivamente, proposta por Melo et al. (1992) para madeiras da Amazônia Brasileira, observa-se que a madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto) pode ser classificada como de média densidade.

O segmento madeireiro procura trabalhar com madeiras de baixa a média densidade, pois esse tipo de matéria-prima apresenta melhor performance perante equipamentos e produtos de acabamentos (Zerbini, 2008).

4.3 Retratibilidade

Foi observada no estudo uma média da retratibilidade volumétrica de 12,65% para o Tachi-preto (Tabela 3). Segundo o IPT (2017), a retratibilidade volumétrica encontrada para a espécie do Tachi-preto é de 11,9%. Portanto, isto significa que o valor médio encontrado não possui grande discrepância em relação ao valor encontrado para a madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) neste estudo.

Estudos realizados por Zerbini (2008), sobre madeiras tropicais com potencial comercial da região do rio Xingu (Pará, Brasil), propriedades tecnológicas e cadeia produtiva, com base na norma COPANT 461, utilizando-se corpos de prova na dimensão de 10 x 2 x 2 cm (comprimento x altura x largura), seguindo os mesmos procedimentos desta propriedade, tendo encontrado uma média de retratibilidade volumétrica de 13,28%.

TABELA 3. Retratabilidade dos corpos-de-prova da madeira de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto), Ji-Paraná/RO.

CP	Retratabilidade (%)	CP	Retratabilidade (%)	CP	Retratabilidade (%)
1	18,77	13	11,03	25	21,15
2	12,52	14	8,89	26	21,10
3	12,52	15	12,52	27	8,89
4	14,73	16	14,73	28	12,52
5	10,90	17	12,78	29	12,52
6	12,52	18	18,77	30	21,15
7	18,77	19	12,52	31	14,81
8	18,52	20	12,52	32	21,15
9	14,77	21	12,52	33	12,52
10	12,52	22	14,81	34	12,52
11	12,52	23	21,10	35	21,10
12	21,15	24	12,52	36	21,10
Média				12,65	

CP= Corpo de prova.

Este valor encontra-se bastante próximo ao de espécies nativas de *Tachigali vulgaris* de plantios homogêneos conforme o estudo realizado por Maciel (2019), sobre as propriedades da madeira de duas espécies nativas *Tachigali vulgaris* e *Dalbergia nigra* de plantios homogêneos, onde encontraram uma retração volumétrica para o Tachi-branco (*Tachigali vulgaris*) de 14,59%.

Resultados semelhantes foram reportados por Santos (2008), para a espécie de Tachi-branco, analisando a retração volumétrica de *Tachigali vulgaris*, em vegetação nativa no centro-oeste encontrou média de 12,24%.

Dentre as características da madeira de *Tachigali vulgaris* em comparação ao *Tachigali myrmecophila*, tem uma superfície irregularmente lustrosa, com textura média e grã reversa. A madeira possui baixa resistência natural ao apodrecimento (Carvalho, 2005). Madeira moderadamente densa de 0,65 a 0,81 g/cm³ (Paula, 1980). O alburno é de coloração bege-

amarelo-claro, pouco distinto do cerne. O cerne tem cor amarelo-claro-oliváceo, irregular (Carvalho, 2005).

A classificação das madeiras quanto à retratibilidade volumétrica pode variar de fraca a forte. Segundo Sallenave (1955) e Guiscafre (1978) apud González (1993), espécies com retratibilidade volumétrica forte apresentam valores de 14,1 – 19%, espécies com retratibilidade volumétrica média apresentam valores de 9,1 – 14% e espécies com retratibilidade volumétrica fraca apresentam valores de 4 – 9%. Observando a classificação com o resultado obtido, a espécie pertence ao grupo das madeiras com retratibilidade volumétrica média.

Segundo González e Gonçalves (2001), as espécies que possuem retratibilidade volumétrica média devem ser serradas após a umidade delas entrarem em equilíbrio com o ambiente. Enquanto as que possuem retratibilidade forte merecem maiores cuidados, devendo ser preferencialmente secas individualmente.

A retratibilidade é consequência de diversos fatores que aparecem quando a umidade varia abaixo do ponto de saturação das fibras. É um parâmetro que desenvolve um papel fundamental na apreciação da qualidade da madeira e, por consequência, em sua utilização (González, 2006).

A importância desse índice, é que, quanto maior for o seu distanciamento da umidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica (Oliveira, Filho e Fiedler, 2010).

5. CONCLUSÃO

A madeira da espécie *Tachigali myrmecophila* (Ducke) (Tachi-preto) apresenta um valor médio de 28,03% de teor de umidade.

O Tachi-preto classifica-se como madeira de média densidade, com o valor de 0,675 g/cm³; e retratibilidade volumétrica média com valor de 12,65%.

6. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; et al., Zoneamento da umidade de equilíbrio mensal de painéis e madeira maciça no Brasil. Piracicaba, **IPEF**, 13p .2017
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, ABNT, 2022.
- AGUIAR, O. Determinação da umidade em madeira por atenuação da radiação gama do ²⁴¹Am. Piracicaba, 1980. 84p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- ARAÚJO, H. J. B. Relações Funcionais Entre Propriedades Físicas e Mecânicas De Madeiras Tropicais Brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v.37, n.3, 2007.
- ARAÚJO, H. J. B. de. Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas. 2002. (**Dissertação**): Mestrado em Recursos Florestais - Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002, 184p.
- AUTRAN, C. S.; GONÇALEZ, J. C. Caracterização colorimétrica das madeiras de muirapiranga (*Brosimum rubescens*Taub.) e de seringueira (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) visando à utilização em interiores. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 445-451, 2006.
- BEM, P. P. de. Determinação do teor de umidade em função da constante dielétrica de seis espécies de madeira. 2014. 36 f., il. **Monografia** (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- BOWYER, J. L. et al. Forest products and wood science: an introduction. **Ames**: Blackwell, 2003. 554p.
- CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. Growth rate of a terra firme rain forest in Brazilian amazonia over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 34, n. 2, p. 209- 217, 2004.
- CARVALHO, P. E. R. Taxi-Branco – Taxonomia e nomenclatura. **Embrapa Florestas**, Circular Técnica, n.111, 2005.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: **Embrapa Florestas**, 2003. 627 p.
- CERETTA, R. P. S. et al. Influência do espaçamento, posição radial e tipo de fuste na anatomia do lenho do tachi branco (*Tachigali vulgaris*) em plantações experimentais na Amazônia. (**Dissertação**): Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 79 f. 2021.
- CHAUHAN S. S, DONNELLY R, HUANG C-L, NAKADA R, YAFANG Y, WALKER J. Wood Quality: in Context. In: Walker JCF. Primary Wood Processing Principles and Practice. 2nd ed. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand: Springer; 2006.
- CUNHA, A. B. Análise das propriedades físicas, mecânicas e energéticas da parte aérea e tronco de algaroba (*Prosopis juliflora*). 2012. 40 f., il. (**Monografia**) (Bacharelado em Engenharia Florestal) —Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUNIZ, G. I. B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n.64, p.33-37, 2003.
- 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.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY – FPL. Wood handbook: Wood as an engineering material. Washington: U.S.D.A., 1987. 466p. (**Agriculture Handbook**, 72).
- FUJIWARA, S. et al. Anatomy and properties of Japanese hardwoods I. Variation of fibre dimensions and tissue proportions and their relation to basic density. **IAWA journal**, v. 12, n. 4, p. 419-424, 1991.

GONÇALEZ, J. C. Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la forêt Amazonienne: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. Thèse Doctorat – Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Nancy, **Nancy: Ministère de l’Agriculture et de la Pêche**, 1993, 446p.

GONÇALEZ, J. C.; GONÇALVES, D. M. Valorização de duas espécies de madeira Cedrelinga catenaeformis e Enterolobium shomburgkii para a indústria madeireira. **Revista Brasil Florestal**, Nº 70, junho de 2001.

GONÇALEZ, J. C. et al. Características tecnológicas das madeiras de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden e Eucalyptus cloeziana F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 329-341, 2006.

GONÇALVES, F. G. et al. Densidade básica e variação dimensional de um híbrido clonal de Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis. **Árvore**, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). Informações sobre madeiras. IPT, 2017. Disponível em: <https://www.ipt.br/informacoes_madeiras/77.htm>. Data de acesso: 20 de junho de 2023.

JOSINO, M. N. **Relação da resistência com a umidade e com a densidade da madeira de um clone de Eucalyptus urophylla**. 2016. viii, 40 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de Pinus maximinoi** H. E. More. 2000. 291f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

LAPOLA, D. M.; BRUNA, E. M.; VASCONCELOS, H. L. Amizade, mutualismo entre plantas. **Ciência Hoje**, v. 34, n.204, p.28-33, 2004.

LIMA, E. A. C. et al. Determinação do teor de umidade e densidade básica para madeira de Cariniana micrantha Ducke baseado na norma da ABNT NBR 7190-3/2022. **Conjecturas**, v. 22, n. 18, p. 324-336, 2022.

LOGSDON, N. B.; CALIL JÚNIOR, C. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, v. 18, p. 77-107, 2002.

LOGSDON, N. B. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. São Carlos, 1998. 174p. Tese (**Doutorado**). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Nova Odessa, 2002, 386p.

MACEDO, H. Dicionário de física. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1976. 367p.v

MACEDO, L. B. et al. Caracterização de algumas propriedades físicas da madeira de Paricá (Schizolobium amazonicum Herb). In: **Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Metalúrgica E Industrial-CONEMI**. 2012.

MACIEL, N. D. S. R. et al. Propriedades da madeira de duas espécies nativas Tachigali vulgaris e Dalbergia nigra de plantios homogêneos para produção de pisos. 2019. 45 f. . (**Dissertação**): Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

MARQUES, S. S. et al., Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (caesalpinia echinata lam.) nativa e de reflorestamento 1. **Revista Árvore**, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2012.

MELO, J. E de; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: **Anais do Congresso Florestal Brasileiro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo, v. 12 n. 42, p. 695-699, 1990.

MENDES, L. M; ARCE, J. E. Análise comparativa das equações utilizadas para estimar a umidade de equilíbrio da madeira. **Cerne**, v. 9, n. 2, p. 141-152, 2003.

MORAES, R. et al. Avaliação da adaptabilidade e produtividade de plantios de Taxi Branco (Sclerolobium paniculatum) na região de Manaus e Iranduba, Amazonas. In: **anais da IX**

jornada de iniciação científica da Embrapa Amazônia ocidental. Manaus: Embrapa Amazônia ocidental, 2012.

MORESCHI, J. C. Propriedades da madeira. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal-UFPR. Paraná, v. 4, p. 01-208, 2012.

OLIVEIRA, I. et al. Biomassa e características da madeira de *Sclerolobium paniculatum* cultivado em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 351 - 357, 2008.

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

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMMEISTER, J. C.; FILHO, M. T. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, p. 115-127, 2005.

OLIVEIRA, J. T. S. Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hill.). 1988. 106f. **(Dissertação)**: Mestrado em Ciências Florestais – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

ORELLANA, J. B. P. Valorização tecnológica da madeira de *Tachigali vulgaris* proveniente plantios de dois sítios distintos localizados no estado do Amapá. 2015. 2015. xi, 74 f., il. **(Dissertação)**: Mestrado em Ciências Florestais—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PAULA, J. E. de. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. **CNP - Atualidades**, Brasília, DF, n. 72, p. 31-45, 1980.

PIRES, I. P.; MARCATI, C. R. Anatomia e uso da madeira de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* Vogel do sul do Maranhão, Brasil. **Acta Botanica**, Brasilica. Vol. 19, n.4. p.669-678. São Paulo, 2005.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al., Flora da Reserva Ducke. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central, **DFID, INPA**. 391, Manaus, Brazil, 1999.

SALDANHA, E. B. Dinâmica da população de *Tachigali myrmecophila* (Ducke) Ducke em consequência da exploração de impacto reduzido na região de Paragominas, PA. 2009. 67f. **(Dissertação)**: Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.

SANTOS, E. C. S.; SOUZA, R. C. R.; BARBOSA, K. H. N.; VASCONCELOS, M. A. Caracterização energética de espécies lenhosas nativas da Amazônia. **XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Bonito - MS, 30-7 a 2-8-2007.

SANTOS, I. D. Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica, contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado. **(Dissertação)**: Mestrado em Engenharia Florestal – Universidade de Brasília, Brasília. 2008, 92p.

SHIMOYAMA, V. R. S.; BARRICHELLO, L. E. G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. In: Congresso anual de celulose e papel, 24., 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ABTCP, 1991. p.178-183.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp.** 1990. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.27, n.2, p.233-239, 2003.

SILVA, J. C. OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; KEINERT JÚNIOR, S.; MATOS, J. L. M. Influência da idade e da posição radial na massa específica aparente da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Floresta**, v.34, n.1, p.13-22, 2004.

SILVA, M. O. S. Crescimento e qualidade da madeira da espécie *Tachigali vulgaris* cultivada em diferentes espaçamentos para uso bioenergético. 2018. 66 f. (**Dissertação**): Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

SILVA, L. B. et al. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. **Acta Botanica Brasílica** (Impresso), v. 25, p. 301-314, 2011

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. M., content and basic wood density of nine commercial Amazonian tree species. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 179-184, 2013.

SOUZA, A. P. et al. Sazonalidade da umidade de equilíbrio da madeira para o Estado de Mato Grosso. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, 2016.

SURDI, P. G. Aproveitamento de resíduos do processamento mecânico de madeiras amazônicas para a produção de painéis aglomerados de alta densificação. 2015. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

TRUGILHO, F. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físicoquímicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, v.2, n.1, p.94-111, 1996.

VALE, A. T.; MARTINS, I. S.; ARAÚJO, W. O. Estudo da densidade básica de três espécies do cerrado. **Revista Árvore**, v.16, n.2, p.209-217, 1992.

ZERBINI, N. J. Madeiras tropicais com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): propriedades tecnológicas e cadeia produtiva. 2008. 212p. (**Tese**): Doutorado em Engenharia Florestal – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.