

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DO PECÍOLO DO INAJÁ (*Maximiliana Maripa*)

¹Fabiane da Conceição Almeida; ¹Ingrid Davila de Oliveira Coelho; ²Wayka Preston Leite Batista da Costa; ³Bruno Monteiro Balboni; ¹ Thiago Augusto de Sousa Moreira;

¹ Programa de Ciência e Tecnologia / Universidade Federal do Oeste do Pará; ² Instituto de Biodiversidade e florestas / Universidade Federal do Oeste do Pará; ³ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo;

Resumo: O pecíolo do Inajá (*Maximiliana maripa*) é oriundo de uma palmeira nativa do Brasil, que pode ser encontrada em toda Amazônia tanto brasileira como dos países vizinhos, tendo sua maior incidência no Estado do Pará e no estuário do Rio Amazonas, chegando até o Maranhão. O inajazeiro é utilizado em sua grande maioria por ribeirinhos da região como alimento, fonte de biocombustível e como matéria-prima para a indústria de cosméticos e medicamentos. Dada a abundância e o potencial desse recurso natural, atualmente, pouco se tem estudado sobre os pecíolos das palmeiras, em especial o pecíolo do Inajá. A literatura existente referente ao uso da palmeira na área de exploração tecnológica é insuficiente, havendo escassa referência bibliográfica que indiquem procedimentos de uso, métodos e técnicas para aplicação diversas em engenharia. Nesse sentido, com intuito de viabilizar o seu uso em aplicações tecnológicas de cunho sustentável e, conseqüentemente, potencializar um recurso natural e abundante na Amazônia, o presente trabalho objetivou a caracterização físico-mecânica do pecíolo Inajá. Os pecíolos utilizados nos ensaios mecânicos foram desdobrados, seccionados e ensaiados de acordo com o método secundário da norma americana ASTM D143-09. Para obtenção da densidade dos pecíolos, utilizou-se da relação massa e volume dos corpos de prova a 12% de umidade. O Inajá apresentou densidade aparente de 0,191 g/cm³. As correlações mostraram que independente do esforço aplicado, as propriedades de resistência e rigidez estarão relacionadas diretamente com a sua densidade.

Palavras-chave: Inajá, Recurso Natural, Amazônia.

PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERIZATION OF THE INAJA PETIOLE
(*Maximiliana Maripa*)

Abstract: The Inajá (*Maximiliana maripa*) petiole comes from a native palm tree from Brazil, which can be found throughout the Brazilian Amazon and neighboring countries, with its highest incidence in the state of Pará and the Amazon River estuary, reaching Maranhão. The inajazeiro is mostly used by local residents as food, biofuel source and as

raw material for the cosmetics and medicine industry. Given the abundance and potential of this natural resource, little has been studied about palm petioles, especially the Inajá petiole. The existing literature on the use of palm in the area of technological exploration is insufficient, and there is little bibliographic reference indicating procedures of use, methods and techniques for various application in engineering. In this sense, in order to enable its use in sustainable technological applications and, consequently, potentiate a natural and abundant resource in the Amazon, the present work aimed at the physical-mechanical characterization of the Inajá petiole. The petioles used in the mechanical tests were unfolded, sectioned and tested according to the American Standard Method ASTM D143-09. To obtain the density of the petioles, the mass and volume ratio of the specimens at 12% humidity was used. Inajá presented apparent density of 0.191 g / cm³. The correlations showed that regardless of the applied effort, the strength and stiffness properties will be directly related to its density.

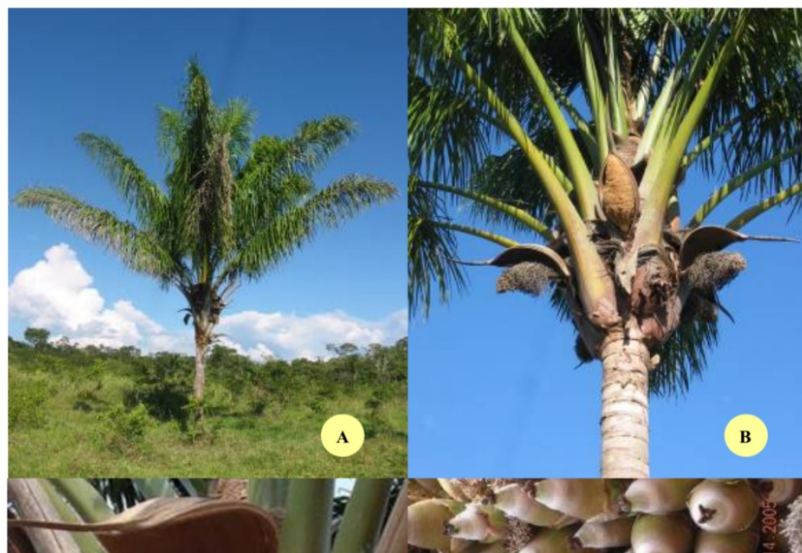
Keywords: Inajá, Natural Resource, Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A *Maximiliana Maripa*, vulgarmente conhecida por Inajá, é uma palmeira monocaule com até 25m de altura e estipe liso na parte inferior e com presença de bainhas senescentes na parte superior, medindo no máximo 40 cm de diâmetro (Fig. 1a). As folhas são do tipo pinadas, bainha aberta, pecíolo alongado com margens afiadas (Fig. 1b), medindo até 10m de comprimento, pinas agrupadas irregularmente dispostas em diferentes planos. Inflorescência interfoliar monóica ou predominantemente estaminada (que contém pólen) ou pistilada (que contém órgãos femininos) ou todas juntas na mesma planta; frutos oblongos elipsóides; epicarpo (casca) liso fibroso; mesocarpo (polpa) oleoso; endocarpo (tegumento) espesso-lenhoso. Medindo 5,5 x 3,0 cm de diâmetro com coloração marrom na maturidade. Tegumento das sementes composto de 1 a 3 amêndoas, endosperma homogêneo. Plântula com uma folha inteira em forma de lança (MIRANDA E RABELO, 2008).

Figura 1 - Palmeira de Inajá (Maximiliana Maripa).

230



Fonte: CARVALHO, 2007.

Legenda: (A)Palmeira de Inajá; (B) Pecíolo das Folhas de Inajá.

Atualmente, pouco se tem estudado sobre os pecíolos das palmeiras, em especial o pecíolo do Inajá. A literatura existente é insuficiente na área de exploração tecnológica, havendo escassa referência bibliográfica que indiquem procedimentos de uso, métodos e técnicas para aplicação diversas em engenharia. Dentre os trabalhos disponíveis na literatura, podemos destacar o trabalho realizado por Viana (2014), que estudou o uso do Inajá como matéria prima para produção de papel a partir de seu pecíolo (método de exploração sustentável).

Apesar da importância regional dessa palmeira na Amazônia, pouco se sabe sobre esta espécie, pôde-se observar que são poucos os trabalhos realizados com o pecíolo de Inajá. Nesse sentido, com intuito de viabilizar o seu uso em aplicações tecnológicas de cunho sustentável e, conseqüentemente, potencializar um recurso natural e abundante na Amazônia, o presente trabalho objetivou a caracterização físico-mecânica do pecíolo Inajá.

Batista, Klitzke e Santos (2010) mencionam que dentre as diversas propriedades da madeira, a densidade é a mais utilizada, pela facilidade da determinação e por correlacionar-se diretamente com as propriedades físicas e mecânicas da madeira e com a composição celular. Conforme Costa (2006), a densidade da madeira está intimamente ligada a sua umidade, devido às variações de massa e de volume.

Conseqüentemente, desconsiderando-se o teor de extrativos e de materiais estranhos à madeira, a

densidade é um reflexo fiel da quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume ou, de forma inversa, do volume de espaços vazios existentes na madeira, Moreschi (2005).

Segundo Moreschi (2005), para determinar a densidade aparente foram estabelecidos como referências os teores de umidade fixos de 0%, 12% e 15% de umidade, correspondendo o primeiro ao teor de umidade aproximado da madeira seca em estufa, o segundo ao teor de umidade de equilíbrio da madeira seca em condições climáticas padronizadas, a 20 °C e 65% de umidade relativa do ar, e o terceiro ao teor de umidade de equilíbrio.

Assim sendo, o teor de umidade nas condições de 1 ATM a 20 °C de temperatura e umidade relativa do ar de 65%, a umidade de equilíbrio para a madeira 12% definido como condição-padrão de referência especificado pelas normas NBR 7190, da ABNT (1997) e ASTM D143 (2009) para a caracterização das propriedades de resistência e rigidez da madeira, conforme a eq. (1):

$$\rho_{ap}^{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (1)$$

Onde:

m_{12} é a massa da madeira a 12% de umidade, em quilogramas;

V_{12} é o volume da madeira a 12% de umidade, em metros cúbicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 4.1 Descrição dos materiais

2.1.1 Identificação, procedência e tratamento do material

O material utilizado neste trabalho foi o pecíolo de Inajá, procedente da Fazenda Experimental da Ufopa, localizada na PA 370, Rodovia Santarém Curuá-Una, no quilômetro 37 da cidade de Santarém-PA. Está região apresenta clima tipo Am, segundo classificação de Köppen-Geiger (classificação global dos tipos climáticos mais utilizada em geografia, climatologia e ecologia). Os pecíolos foram coletados no dia 26 do mês de novembro do ano de 2018. A coleta foi realizada observando os aspectos sanitários e de localização da árvore. Objetivando a manutenção de um padrão de idade e ambiente.

Após a coleta, no mesmo dia, os pecíolos receberam o primeiro tratamento o descasque. Em seguida estes foram encaminhados à marcenaria, para desdobramento das peças em ripas com dimensões de 25x25x900mm. Em sequência, identificados e acondicionados em ambiente com temperatura controlada a médias de 20°C e 65% de umidade relativa do ar, em sala de aclimação do Laboratório de Tecnologia da Madeira da Ufopa, para obtenção do teor de umidade de equilíbrio e caracterização das propriedades mecânicas de resistência e rigidez, previsto na norma ASTM D143 (2009).

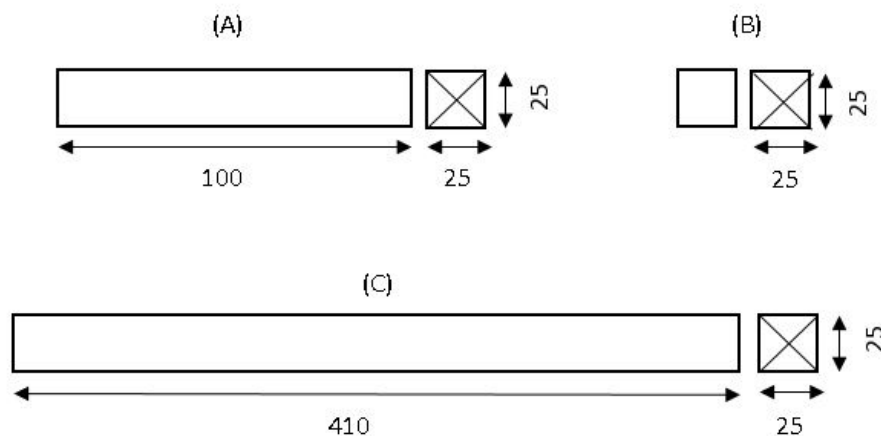
Para a confecção dos corpos de prova seccionou-se as ripas com as dimensões descritas na Tabela 1. Já na Figura 2 são apresentados os corpos de prova e suas dimensões de acordo com o tipo de ensaio mecânico.

Tabela 1 - Dimensão dos corpos de prova.

Ensaio Mecânico	Dimensão do CP (mm)
Compressão Paralela	25x25x100
Compressão Perpendicular	25x25x25
Flexão Estática	25x25x410

Fonte: Os autores, 2019.

Figura 2: Corpos de prova e suas dimensões em milímetros.



Legenda: (A) compressão paralela, (B) compressão perpendicular e (C) flexão estática.

Fonte: Os autores, 2019

2.2 Densidade Aparente

Para o cálculo da densidade aparente, utilizou-se a relação entre massa e volume dos corpos de provas com teor de 12%, sendo dada por:

$$\rho = \frac{m}{V_{12}} \quad (2)$$

Onde:

m_{12} é a massa da madeira a 12% de umidade, em quilogramas;
 V_{12} é o volume da madeira a 12% de umidade, em metros cúbicos.

Utilizando a relação massa e volume dados pela eq. (2), determinou-se a densidade aparente dos corpos de prova de todos os ensaios. Importante ressaltar que, no ensaio de tração paralela, a massa e o volume foram obtidos antes de diminuir a sua secção transversal.

2.3 Ensaios Mecânicos

Os ensaios mecânicos foram realizados no Laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) que dispunha do material necessário para caracterização das propriedades físico-mecânicas do pecíolo de Inajá. Para aplicação de forças elevadas, como as necessárias para os ensaios de flexão estática, e compressão paralela e perpendicular às fibras, utilizou-se uma máquina universal EMIC DL30 KN com célula de carga de 5 KN. A quantidade de corpos de prova ensaiados está descrita na Tabela 2.

Em razão dos materiais lignocelulósicos oriundos do pecíolo de Inajá apresentar um fator limitante na sua secção transversal e pela inexistência de normativa específica para ensaio mecânico deste, adotou-se o método secundário da norma americana de ensaios de madeira ASTM - American Society for Testing and Materials D143 (2009), que prevê a redução dimensional dos corpos de prova. Entretanto, os corpos de prova dos ensaios de compressão perpendicular, foram confeccionados com dimensões reduzidas em relação à norma citada.

Tabela 2: Quantidade de corpos de prova ensaiados.

Ensaio Mecânico	Quantidade de CP's (un.)
	Inajá
Compressão Paralela	13
Compressão Perpendicular	20
Flexão Estática	12

Fonte: Os autores, 2019.

2.3.1 Compressão Paralela às fibras

O ensaio foi realizado de modo que a carga aplicada sobre o corpo de prova se elevasse progressivamente à razão de 10 MPa/min a uma velocidade constante de 1,2 mm/min. estabeleceu-se a deformação limite de 10%, conforme especifica a ASTM D143 (2009).

A Figura 3 demonstra a maneira que os corpos de prova foram ajustados na máquina para a realização dos ensaios

Figura 3: Corpo de prova ajustado na máquina no (ensaio de compressão paralela).



Fonte: Os autores, 2019

2.3.2 Compressão Perpendicular às fibras

O ensaio foi realizado de modo que a carga aplicada sobre o corpo de prova se elevasse progressivamente à razão de 10 MPa/min a uma velocidade constante de 0,3 mm/min. Determinou-se a deformação limite de 10%, conforme especifica a ASTM D143(2009). A Figura 5 apresenta a disposição do corpo de prova ajustado na máquina.

Figura 5: Corpo de prova ajustado na máquina (ensaio de compressão perpendicular).



Fonte: Os autores, 2019

2.3.3 Ensaio de Flexão Estática

O ensaio foi realizado de forma que a carga aplicada se concentrasse na metade do comprimento do CP, apoiado sobre dois apoios articulados móveis, com vão livre entre os mesmos de 360 mm. O carregamento ocorreu de modo progressivo à 10 MPa/min, por meio de um cutelo acoplado à célula de carga, a uma velocidade constante de 1,3 mm/min.

A Figura 7 ilustra a maneira que os corpos de prova foram ajustados na máquina para a realização dos ensaios.

Figura 7: Corpo de prova ajustado na máquina no ensaio (Flexão estática)



Fonte: Os autores, 2019

2.4 Análise de Dados

As estatísticas descritivas, os testes e as análises gráficas foram realizados com o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017).

Para a análise estatística foi utilizado o teste de Kruskal wallis para os dados que não apresentaram distribuição normal e homogeneidade nas variâncias, comprovada através dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As correlações foram realizadas pelo método não paramétrico de Spearman.

2.5 Interpretação do Coeficiente de Correlação

Para a interpretação do coeficiente de correlação deste trabalho, adotou-se o método proposto por Callegari-Jacques (2003), onde o autor descreve que o coeficiente pode ser avaliado da seguinte maneira:

- $0,00 < |\alpha| < 0,30$, existe fraca correlação linear;
- $0,30 \leq |\alpha| < 0,60$, existe moderada correlação linear;
- $0,60 \leq |\alpha| < 0,90$, existe forte correlação linear;
- $0,90 \leq |\alpha| < 1,00$, existe correlação linear muito forte.

A interpretação do coeficiente quando $|\alpha| = 1$ é de que existe correlação linear perfeita entre as variáveis X e Y . A correlação é linear perfeita positiva quando $|\alpha| = 1$ e linear perfeita negativa quando $|\alpha| = -1$.

1. Quando se tem $|\alpha| = 0$, não existe correlação linear entre as variáveis X e Y .

3. RESULTADOS

3.1.1 Propriedades Físicas e Mecânicas

De acordo com Moreschi (2005), a densidade constitui uma das propriedades mais importantes da madeira, pois dela dependem a maior parte de suas propriedades físicas, mecânicas e tecnológicas, servindo na prática como uma referência para a classificação da madeira. Para obtenção da densidade, utilizou-se da relação massa e volume dos corpos de prova a 12% de umidade. Sendo este, o teor de umidade de equilíbrio definido como condição-padrão de referência especificado pelas normas NBR 7190, da ABNT (1997) e ASTM D143 (2009) para a caracterização das propriedades de resistência e rigidez da madeira.

O Inajá apresentou densidade aparente de 0,1914 g/cm³, que representa a média das densidades aparentes de todos os ensaios, apresentados na tabela 3. Através de análise estatística, foram determinadas as correlações entre a densidade aparente e as propriedades de resistência.

As médias das densidades dos corpos de prova correspondentes a cada ensaio, não apresentaram diferenças estatísticas significativas segundo o teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5 % de significância.

Tabela 3: Valores médios das densidades aparentes dos corpos de prova por ensaio realizado.

Ensaio Mecânico	(g/cm ³)
Compressão Paralela	0,179
Compressão Perpendicular	0,197
Flexão Estática	0,198

Fonte: Os autores, 2019.

Ao submeter os corpos de prova aos esforços de compressão perpendicular, foram obtidos os valores médios de resistência 2.387 e MOE 19.62 MPa. Segundo Moreschi (2005), o ensaio de compressão perpendicular às fibras tem a finalidade de avaliar a resistência da madeira para usos específicos, em alguns casos como, tacos e assoalhos, onde o esforço efetuado sobre a peça de madeira seja similar a estes exemplos, ou seja, de esforço estático onde a madeira corre o risco de sofrer esmagamento quando ocorre deformação plástica.

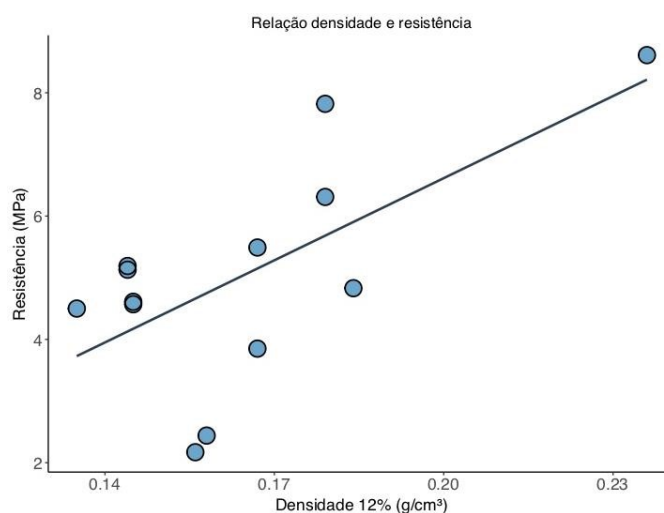
A resistência média a compressão paralela às fibras foi de 5.041 MPa, com modulo de elasticidade (MOE) 685.2 MPa. A flexão estática, representada pelo módulo de ruptura (MDR) médio, foi de 13.60 MPa, e o módulo de elasticidade de 1938 MPa.

3.1.2 Relação da Densidade Aparente com as Propriedades Mecânicas de Resistência

A (Fig. 8) mostra que na relação da densidade aparente com a resistência à compressão paralela, o Inajá apresentou coeficiente de correlação de Spearman fortes (0.6519507) e significativo (valor-p =

0.01575), indicando a existência de forte correlação linear entre as variáveis.

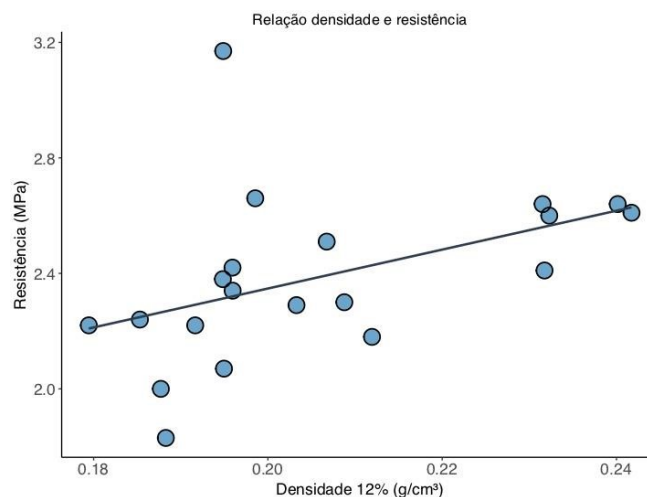
Figura 8: Gráfico da relação entre densidade aparente e a resistência à compressão paralela.



Fonte: Os autores, 2019.

Na relação da densidade aparente com a resistência à compressão perpendicular, apresentou coeficiente de Spearman correlação moderado (0.4454095) e significativo (valor-p = 0.04906) indicando a existência de correlação linear positiva entre as variáveis como mostra a (Fig. 9).

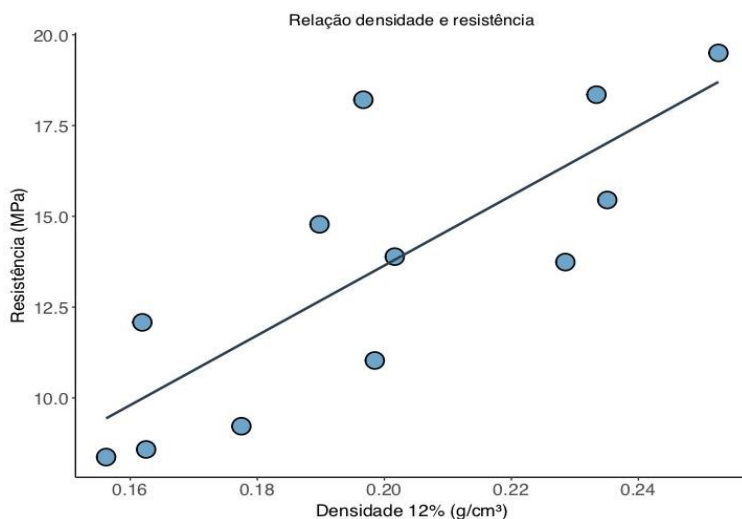
Figura 9: Gráficos da relação entre a densidade aparente e a resistência à compressão perpendicular



Fonte: Os autores, 2019.

Na relação da densidade aparente com a resistência à flexão estática (Fig. 10), houve coeficientes de correlação de Spearman fortes (0.7983902) e (valor-p = 0.001849) extremamente significante, indicando desta forma, a existência de correlação linear entre as variáveis, mostrando que quanto maior a densidade corresponde, maior é a resistência a deformação por flexão.

Figura 10: Gráficos da relação entre a densidade aparente e a resistência à flexão estática



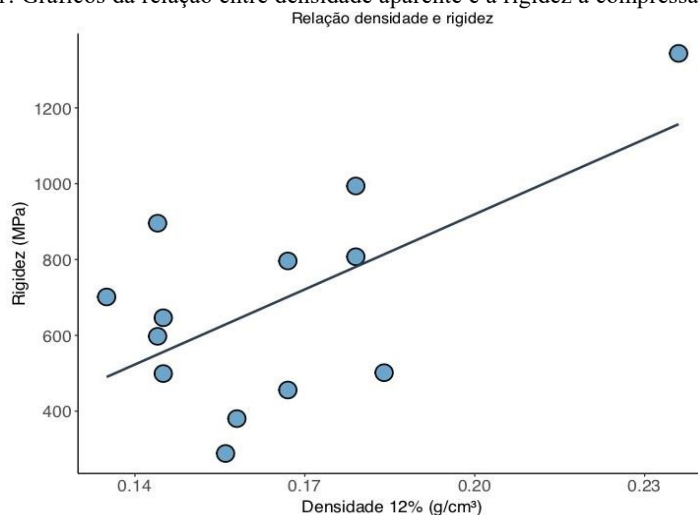
Fonte: Os autores, 2019.

Legenda: Relação da densidade aparente com a resistência à flexão estática.

3.1.3 Relação da Densidade Aparente com as Propriedades Mecânicas de Rigidez

Na relação da densidade aparente com a rigidez à compressão paralela (Fig. 11), apresentou coeficiente de correlação de Spearman forte (0.61491) e significativo (valor-p = 0.02531) denotando a existência de correlação linear entre as variáveis analisadas.

Figura 11: Gráficos da relação entre densidade aparente e a rigidez à compressão paralela.



Fonte: Os autores, 2019.

Na relação da densidade aparente com a rigidez à compressão perpendicular o Inajá apresentou

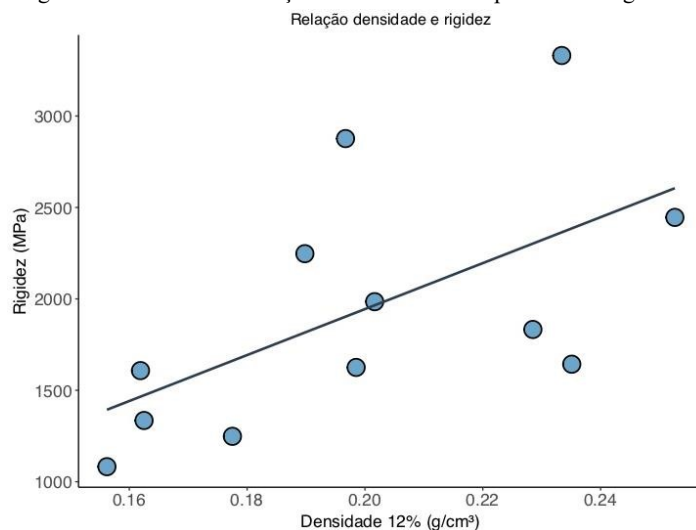
coeficiente de correlação de Spearman fraca (0,7980) e não significativo (valor-p = 0.8599), indicando a inexistência de correlação linear entre as variáveis (Fig. 12)

Figura 12 - Gráficos da relação entre densidade aparente e a rigidez à compressão perpendicular.

Fonte: Os autores, 2019.

Na (Fig. 13) observa-se que na relação da densidade aparente com a rigidez à flexão estática, as variáveis apresentaram coeficientes de correlação de Spearman moderado (0,5950047) e significativos (valor-p=0,04126), que indicam a existência de correlação linear entre as variáveis.

Figura 13: Gráficos da relação entre densidade aparente e a rigidez à flexão estática.



Fonte: Os autores, 2019.

Segundo a literatura, as madeiras pesadas são mais resistentes, elásticas e duras que as leves, mas, em paralelo a estas vantagens, são de difícil trabalhabilidade e apresentam maior variabilidade. O Inajá pode ser considerado um material leve, devido ter apresentado densidade baixa de 0,191 g/cm³, o que facilita a trabalhabilidade com esse material. Em contrapartida, as correlações entre densidade e as propriedades mecânicas de resistência, evidenciam positivamente que com a elevação da densidade desse material, maior será a sua resistência.

De maneira geral, as correlações mostraram que independente do esforço aplicado, as propriedades de resistência e rigidez estarão relacionadas diretamente com a sua densidade. Sendo restrita apenas a relação entre a densidade aparente com a rigidez à compressão perpendicular. Diante disso, é possível prever o comportamento do material quando submetido a determinado tipo de esforço, característica importante, do ponto de vista estrutural.

4. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- Nos testes de correlação da densidade aparente com as propriedades mecânicas de resistência e rigidez, o Inajá obteve coeficientes de correlação que denotam a associação entre as variáveis envolvidas.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190 - Projetos de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11752 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil**. Rio de Janeiro, 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **D 143 - Standard methods of testing small clear specimens of timber. Standards**. Estados Unidos, 2009

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. **Basic density and retractibility of wood clones of three Eucalyptus species**. Ciênc. Florest., Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, 2010.

BEZERRA, V.S. (2011). **O Inajá (Maximiliana maripa (Aubl.) Drude) como fonte alimentar eoleaginosa**. Comunicado Técnico 129. 6p.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003

CARVALHO, Anelena Lima; LINHARES, Evandro José Ferreira; NASCIMENTO, Janice Ferreira. Aspectos da biometria dos cachos, frutos e sementes da palmeira najá (Maximiliana maripa (Aublet) Drude) na região leste do estado do Acre. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 228-230, 2007.

CARVALHO, R. C.; ALVES, S. D. F.; ALVES, L.; SILVEIRA, A. C. P. **Análise das Pressuposições do Modelo Matemático para Análise de Variância em Experimentos Agrícolas**. Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-

Graduação UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS 10 a 12 de novembro de 2010. Disponível em: <http://www.prp2.ueg.br/sic2010/apresentacao/trabalhos/pdf/agrarias/seminario/analise_das_pressuposicoes.pdf> acessado em 15/06/2019;

COSTA, V. E. **Caracterização físico-energética da madeira e produtividade de reflorestamentos de clones de híbridos de Eucalyptus grandis x E.urophylla**. 2006. 99 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006

David Miguel Reis Cruz. FCT. **Reforço de elementos estruturais de madeira com materiais compósitos de matriz polimérica**- 2015.

FERRO, S.F.; ICIMOTO, F.H.; ALMEIDA, D.H.; CHRISTOFORO, A.L.; ROCCO LAHR F.A. **Influência das posições dos relógios comparadores para determinação da rigidez na compressão paralela às fibras da madeira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA (CBCM) E DO SIMPÓSIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO RJ- SIMADERJ, 3, 2013, Petrópolis, Rio de Janeiro. **Anais...** Petrópolis: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013

G. M. Reis. J. I. Ribeiro Jr. **Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais**. III SAEPRO – 2007 – UFV

MIRANDA, I. P. de A. & RABELO, A. Guia de identificação das palmeiras de **Porto Trombetas – PA. Manaus**, Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 365 p. 2008

MIRANDA, I. P. de A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: INPA, 2001. 118 p.

MORESCHI, J.C. **Propriedades da madeira**, 4ª edição, Curitiba, 2005

R. D. Vieira, J. P. E. Bianchini, W. D. Vieira, P. M. Silva, R. S. Vasconcelos, W. B. R. Santos, J. C. Ribeiro. **Pressuposições e a análise de variância de experimentos agropecuários em software livre**-2018-Universidade Estadual de Goiás

OLIVEIRA.M.C. **Definição do nível de significância em função do tamanho amostral**. 2014. Tese (Mestrado) -Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PETERNELLI, L.A.; MELLO, M.P. **Conhecendo o R: uma visão estatística**. Viçosa: Ed UFV, 2007. 118 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para o uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2007;

REZENDE, M. A. Uma abordagem não convencional sobre as principais características físicas da madeira, com ênfase para retratibilidade, massa específica e técnica de atenuação da radiação gama. **1997. 138f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997**

SANTOS, Caio Victor Fernandes dos. 2016. **Métodos de ensaio para a determinação da resistência ao cisalhamento em elementos estruturais de madeira de Pinus spp.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e Área de concentração Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais). – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

SALM, R. A. **A importância das palmeiras arborescentes de grande porte na dinâmica das florestas amazônicas sazonalmente secas**. 2005. 225 f. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2005

SHANLEY, P.; SERRA M.; MEDINA, G. (Ed.) **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém, PA: CIFOR: Embrapa

VIANA, Álefe Lopes et al. **PECÍOLO DE INAJÁ (MAXIMILIANA MARIPA (AUBL.) DRUD) COMO FONTE DE MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PAPEL NA AMAZÔNIA**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 1512-1520, 2014.