

## **Análise e dimensionamento de estrutura em madeira *Manilkara spp.***

Ada Lorena de Lemos Bandeira <sup>1</sup>; Cláudio Dornelis de Freitas Cardoso <sup>2</sup>; Gabriel Rêgo Bentes <sup>1</sup>; Júlio Fernandes Ramos Azevedo <sup>1</sup>; Leandro Freire Figana <sup>1</sup>; Nadir Pires Martins <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário da Amazônia; <sup>2</sup>Universidade Luterana do Brasil

**Resumo:** O presente artigo realizou uma análise de dimensionamento de garagem em estrutura de madeira. A espécie de madeira utilizada foi Maçaranduba (*Manilkara spp*) e realizou-se medição in loco. Os cálculos de áreas de influência e esforços foram realizados no programa FTOOL, para as análises de propriedades físicas utilizou-se o programa JWOOD, seguindo os parâmetros da NBR 7190 (Projeto de estruturas de madeira). Os resultados obtidos pelos software citados foram satisfatórios e a estrutura reagiu aos esforços conforme esperado.

**Palavras chaves:** Cobertura, Maçaranduba, Jwood, Ftool.

## **Analysis and dimensioning of wood structure *Manilkara spp.***

**Abstract:** The present article was a sizing analysis of a wooden frame garage. The wood species used was Maçaranduba (*Manilkara spp*) and measured in loco. Indicators of areas of influence and follow-up were performed using the JWOOD program, following the specifications of NBR 7190 (Design of timber structures). The results obtained by software were satisfactory and a reaction structure to expected as expected.

**Keywords:** Roof, Maçaranduba, Jwood, Ftool.

### **1. INTRODUÇÃO**

O dimensionamento ou cálculo estrutural de projetos, tanto em madeira como em outros materiais, é importante, pois garante a segurança, economia, sustentabilidade e adequa a construção para o ambiente onde será erguida. A falta de manutenção, projeto e construção feitos de forma errônea são as principais causas da instabilidade da estrutura.

Segundo Jorge Branco (2013) “a madeira é um material estrutural esteticamente aprazível que permite desenvolver soluções criativas, inovadoras, robustas e de alta qualidade em resposta a numerosos desafios arquitetônicos e estruturais”.

Segundo os requisitos básicos de segurança previstos no item 4.1.1 da NBR 7190 de 1997 que toda estrutura deve ser projetada e construída para suportar todas as influências e ações durante sua utilização e manutenção atingindo o grau de confiabilidade e obedecendo ao custo da construção, seu prazo e seu objetivo de uso. Sendo observado algum estado limite último como a perda de equilíbrio, ruptura ou deformação, transformação e instabilidade é necessário parar totalmente ou parcialmente a construção.

O presente artigo estuda o dimensionamento de uma garagem construída em madeira Maçaranduba na cidade de Santarém no Pará. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2019), a Maçaranduba utilizada no projeto pertence ao grupo de espécies *Manilkara* que apresentam madeiras pesadas, duras.

O objetivo do trabalho é realizar a análise da estrutura construída e determinar a sua estabilidade global.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. *Visita técnica ao local de estudo e caracterização do material*

Para a construção da estrutura projetada utilizou-se a madeira Maçaranduba (*Manilkara spp*), espécie de ocorrência nos estados do Acre, Pará, Amapá, Rondônia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e também em outros países bem como na América Central, Peru e Colômbia (IPT, 2019). A medição e croqui da estrutura para análises foram realizadas in loco, na cidade de Santarém no Pará. A caracterização da madeira Maçaranduba, elaborada com base nos coeficientes de modificação descritos no item 4.4.4 da NBR 7190 de 2012 .

### 2.2. *Análises*

As análises de tração, compressão, flexão e flexocompressão da madeira Maçaranduba foram executadas no software Jwood, que é um software educacional para cálculo de estruturas de madeiras segundo a NBR 7791/2012 – projetos de estruturas de madeira. Para a observação dos esforços adicionais da cobertura, para a visualização de deslocamento, análise de estrutura global e momentos utilizou-se o software Ftool, que é um programa para análise estrutural de pórticos planos.

### 3. RESULTADOS

Os dados referentes às propriedades da madeira de espécie *Manilkara spp.* são apresentados na Tabela 01.

**Tabela 01.** Propriedades da madeira *Manilkara spp.*

<b>Tipo de Madeira</b>	Folhosa
<b>Nome Científico</b>	<i>Manilkara spp</i>
<b>Nome Comum</b>	Maçaranduba
<b>Densidade (u=12%)</b>	1143 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso Específico</b>	11,43 KN/m <sup>3</sup>
<b>Classe de Resistência das Folhasas</b>	D60
<b>Classe de Carregamento e Valor de Kmod1</b>	Permanente = 0,60
<b>Classe de Umidade e Valor de Kmod2</b>	Classe (1) = 1,00
<b>Tipo de Classificação e Valor de Kmod3</b>	Apenas Visual, S2= 0,80
<b>Coefficiente de Modificação Kmod</b>	0,480
<b>Coefficiente BC (característica da peça)</b>	0,2

As características geométricas e resistências aos esforços à tração, compressão e flexão da empena 02 (base= 5 cm; altura= 10 cm; comprimento= 200 cm) são apresentados na Tabela 02 e Tabela 03 respectivamente.

**Tabela 02.** Características geométricas da empena 02.

<b>Variáveis</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
<b>Esbeltez X ( )</b>		69.28
<b>Esbeltez Y ( )</b>		138.56
<b>Inércia X ( )</b>		416.67
<b>Inércia Y ( )</b>		104.17
<b>Módulo de Resistência X ( )</b>		83.33
<b>Módulo de Resistência Y ( )</b>		41.67

**Tabela 03.** Resistência à tração, compressão e verificações à flexão da empena 02.

Variáveis	Unidades	Resultados
Resistência á Tração ( )	KN	80.00
Resistência á Compressão ( )	KN	14.012
Flambagem Lateral		40.00 <= 65.03
Segurança á Flexão Obliqua		0.28 < 1
Tensões Cisalhantes		0.02 <= 0.31
Flexa Limite		0.342cm < 0.667cm

As características geométricas e resistências aos esforços a tração, compressão e flexão da linha 04 (base= 10 cm; altura= 15 cm; comprimento= 345 cm) são apresentados na Tabela 04 e Tabela 05 respectivamente.

**Tabela 04.** Características geométricas da Linha 04.

Variáveis	Unidades	Resultados
Esbeltez X ( )		79.67
Esbeltez Y ( )		119.51
Inércia X ( )		2812.50
Inércia Y ( )		1250.00
Módulo de Resistência X ( )		375.00
Módulo de Resistência Y ( )		250.00

**Tabela 05.** Resistência à tração, compressão e verificações a flexão da Linha 04.

Variáveis	Unidades	Resultados
Resistência á Tração ( )	KN	240.00
Resistência á Compressão ( )	KN	55.710
Flambagem Lateral		34.50 <= 79.79
Segurança á Flexão Obliqua		0.05 < 1
Tensões Cisalhantes		0.00 <= 0.31
Flexa Limite		0.096 cm < 1.150 cm

As características geométricas e resistência ao esforço a compressão do Pilar 01 e 02



0,80 (tabela8 – NBR 7190/2012). Com base nos coeficientes de modificação parcial ( $k_{mod1}$ ,  $k_{mod2}$  e  $k_{mod3}$ ) estabelece o coeficiente de modificação ( $k_{mod}$ ) através do produto destes coeficientes.

As peças estruturais analisadas, empena e linha, apresentaram resultados satisfatórios a esbeltez quanto às dimensões geométricas e trabalhando a favor do conceito de rigidez estrutural através da inércia. As resistências à compressão e a tração das peças apresentaram-se superior aos esforços solicitados na estrutura, e satisfatório nas verificações de flambagem lateral e flexa limite, pode-se atribuir boa resistência a vencer vãos e não existindo deformidade em y excessiva.

Os pilares de análise do pórtico estático possuem as mesmas características, apresentando resultado satisfatório quanto ao índice de esbeltez e inércia em x igual em y, aumentando a rigidez da peça a torção que é propício à estabilidade estrutural, e apresentar resistência à compressão superior aos carregamentos solicitados em cada pilar.

## 5. CONCLUSÕES

Com a realização desse projeto pode concluir-se que a estrutura projetada apresentou estabilidade frente aos esforços solicitantes. As peças da madeira da espécie *Manilkara spp.* utilizadas apresentaram bom estado de conservação com base na inspeção visual, e resultados satisfatórios nas análises de esbeltez da peça e nas verificações de flexão.

## 6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 1997.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 2012.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Informações sobre madeira: Maçaranduba. São Paulo: 2019. Disponível em: [http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/4.htm](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/4.htm).

LOURENÇO PB, BRANCO JM, CRUZ H, NUNES L. Casas de madeira: da tradição aos novos desafios. Eds. Portugal: Universidade do Minho; 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/23748>.