

# ESTUDO EXPERIMENTAL DE UMA VIGA “I”, FEITAS COM DUAS ESPÉCIES DE MADEIRA DA AMAZÔNIA E CHAPAS DE PARTÍCULAS

Ciências Agrárias, Ciências Exatas e da Terra, Edição 118 JAN/23, Engenharias / 30/01/2023

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7585675

Mateus Monteiro Campeão Rocha<sup>1</sup>

Samantha Coelho Pinheiro<sup>2</sup>

Marcos Cesar de Moraes Pereira<sup>3</sup>

## RESUMO

Levando em conta que os materiais mais utilizados na construção civil atualmente são de origem não renovável, a madeira ganha relevância em frente a essa adversidade. Ademais sendo um recurso proveniente de fonte renovável e apresentar baixo consumo energético na sua produção. Por conta de tal potencial, foram desenvolvidos os Produtos Engenheirados de Madeira (PEM), dentre os principais encontra-se as vigas em “I”, o uso desse produto substitui grandes volumes de madeira serrada em aplicações de telhado e assoalho para os edifícios comerciais e residenciais. Tendo em vista a importância do discernimento do comportamento estrutural de vigas “I”, o presente trabalho realizou o ensaio e o dimensionamento de acordo com a NBR 7190:2022, no qual apresentou uma carga de ruptura resultados satisfatórios em comparação de outro trabalho juntamente com o dimensionamento do presente trabalho com o uso de espécies da Amazônia como Faveira amarela e Cumarú vermelho,

concluindo que o uso espécie da Amazônia para uso como mesa de vigas I é viável do ponto de vista de comportamento estrutural.

**Palavras-chaves:** Viga “I”; Madeira e Estrutura de Madeira.

## **ABSTRACT**

Taking into account that the materials most used in civil construction today are of non renewable origin, wood gains relevance in the face of this adversity. In addition, it is a resource from a renewable source and has low energy consumption in its production. Because of this potential, Engineered Wood Products (PEM) were developed, among

the main ones are the “I” beams, the use of this product replaces large volumes of lumber in roof and floor applications for commercial buildings and residential. In view of the importance of discerning the structural behavior of “I” beams, the present work carried out the test and dimensioning in accordance with NBR 7190: 2022, in which it presented a breaking load satisfactory results in comparison of another work together with the dimensioning of the present work with the use of species from the Amazon such as Faveira Amarelo and Cumarú-vermelho concluding that the use of species from the Amazon for use as a table of I-beams is feasible from the point of view of structural behavior.

**Keywords:** Beam “I”; Wood and Wood Structure.

## **1. INTRODUÇÃO**

Observando o cenário da possibilidade de escassez dos recursos não renováveis, a madeira apresenta grande habilidade referente a esse obstáculo, devido a sua disponibilidade na natureza e a relativa facilidade de manuseio (PFEIL, 2003).

Além de combinar com maneira harmoniosa o conforto e beleza com soluções arquitetônicas e estruturais.

Essa eventualidade, acarreta num cenário onde fica cada vez mais difícil deparar com peças de madeira maciça de boa qualidade e com grandes dimensões

(LIMA, 2005). Com esse contexto, para sanar esse problema numa pesquisa e a fabricação de um PEM com auxílio de tratamentos químicos a fim de aprimorar o uso da madeira, posto isso, agrega aos produtos derivados da madeira qualidades antes ausentes na madeira sólida, como melhor estabilidade dimensional e propriedades físicas mecânicas, estrutura mais homogênea e defeitos reduzidos (CARLIN, 2017). Entre os produtos “engenheirados” com destaque relevante é o uso do painel estrutural OSB, sendo considerado uma evolução nas chapas estruturais em madeira reconstituída (LIMA, 2005). No meio das aplicações estruturais do OSB é sob a forma de vigas “I” que são exemplos evidentes de versatilidade, principalmente devido a sua economia de material e eficiência estrutural, se comparadas com as vigas de seção retangular (CARLIN, 2017).

Esta viga é utilizada em proporção maior nos países da América do Norte e Europa no panorama atual da construção civil, sendo possuidoras de conhecimento tecnológico de materiais derivados de madeira, no qual o Brasil a viga “I” ainda é um artefato de pesquisa nas universidades e centros de tecnologias (SEDOSKI, 2013). Ainda assim, as maiores causas de desempenho insatisfatório, no Brasil, em frente aos outros materiais devido a insistência em métodos de construção habituais e a falta de conhecimento das características e as vantagens de usufruir a madeira (CARLIN, 2017).

Isto posto, a importância do conhecimento do comportamento estrutural de vigas com seção “I” com o uso de espécie da Amazônia, faz-se necessário a aquisição experimental e teórico sobre o comportamento e atributos desse derivado de madeira. Deste modo, segundo Carlin (2017) é conhecer as propriedades e comportamento desse material, assim como de seus derivados, é condição *sine qua non* para utilizá-los com racionalidade.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### 2.1 Materiais

#### 2.1.1 Placa de OSB

Para o presente trabalho, será utilizado a placa de OSB com dimensão de 2,44m por 1,22m proveniente do comércio de Manaus, sendo o fabricante *LP Brasil Building Solutions*.

Figura 1: Placa de OSB



Fonte: Autor(2022).

### 2.1.2 Madeira Amazônico

A madeira a ser usada para a confecção da mesa foi encontrado no comércio de Manaus, no qual é separado duas espécies, a espécie Faveira amarela e Cumarú vermelho, sendo fabricado duas vigas “I-Joists”. Figura 2 representa a madeira de espécie da Amazônia.

Figura 2: Espécies Faveira amarela e Cumarú-vermelho.



Fonte: Autor(2022).

### 2.1.3 Adesivo

O adesivo utilizado para união das peças será da empresa *Jowat*, da linha *Jowapur 687.22* sendo poliuretano monocomponente com largo espectro de adesão a muitos substratos, livre de solventes e formaldeído, com a aplicação padrão do adesivo é unilateral por espátula ou rolo. Tendo sua formação de espuma pesado, com cor marrom translúcido, estando o tempo de prensagem a +20 °C em 57,5min ± 2,5min, sendo encontrado no mercado nacional ilustrado na Figura 3. Onde são caracterizados por excelente adesão aos materiais, principalmente a madeira, que são ideais para montagem.

Figura 3: Adesivo Jowapur 687.22.



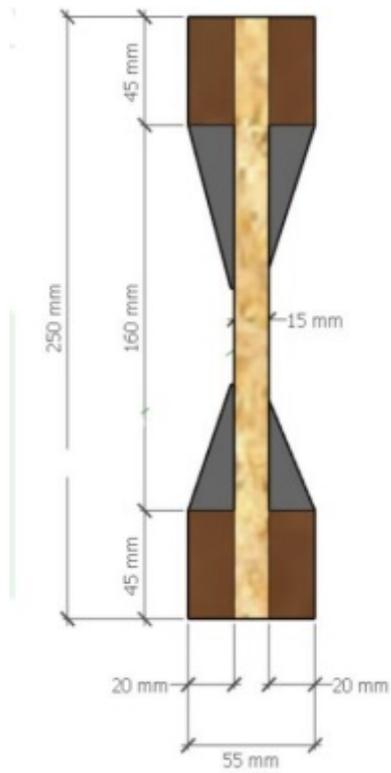
Fonte: Autor(2022).

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Dimensionamento da viga “I-Joists”

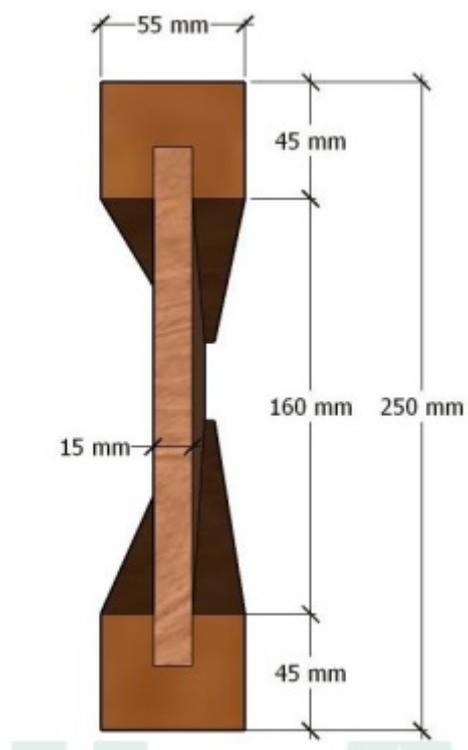
Prosegue para primeira etapa a definição geométrica da peça, com isso, sucede com embasamento pela NBR 7190-1:2022 conjunta com as literaturas técnicas e científicas. As Figuras 4 e 5 detalha o dimensionamento das vigas que foram produzidas, no qual o vão das vigas são 2 metros.

Figura 4:Medidas da viga “I-Joists” com a espécie Cumarú-vermelho.



Fonte: Autor(2022).

Figura 5: Medidas da viga “I-Joists” com a espécie Faveira amarela.



Fonte: Autor(2022).

## 2.2.2 Produção da viga

Adquirido os materiais para a produção da viga “I-Joists”. Passa-se a etapa visual para conferir se há defeito na madeira, ao longo da inspeção encontra-se na madeira da espécie Faveira amarela levemente arqueada, após a inspeção passou as madeiras para o tratamento de planicidade para retirar as imperfeições e delimitar as medidas corretas de acordo com o dimensionamento inserido no anexo representada nas Figuras 6 e 7. Na questão da placa de OSB ocorreu o corte de acordo com as medidas das vigas ilustrada na Figura 8.

Figura 6: Tratamento da madeira Faveira amarela.



Fonte: Autor(2022).

Figura 7: Tratamento da madeira do Cumarú-vermelho.



Fonte: Autor(2022).

Figura 8: Delimitação da placa de OSB.



Fonte: Autor(2022).

Com o tratamento das madeiras, passou-se a confeccionar o sulco da mesa da viga “I-Joists” com a espécie Faveira amarela ilustrada na Figura 9.

Figura 9: Confeção do suco da mesa da viga “I-Joists”.



Fonte: Autor(2022).

Por conseguinte, realizou a aplicação do adesivo entre a alma e a mesa da viga “I Joists”, ilustrada nas Figuras 10 e 11

Figura 10: Aplicação do adesivo na espécie Faveira amarela.



Fonte: Autor(2022).

Figura 11: Aplicação do adesivo na espécie Cumarú-vermelho.



Fonte: Autor(2022).

Com a aplicação do adesivo realizada, sucede com a junção da alma e as mesas da viga “I-Joists”, com o auxílio de ferramentas como grampos sargentos para maior fixação entre os elementos, dessa forma finaliza a produção com a espera da cura do adesivo. Ilustrada na Figura 12 e 13.

Figura 12: Junção da alma com as mesas da espécie Faveira amarela.



Fonte: Autor(2022).

Figura 13: Junção da alma com as mesas da espécie Cumarú-vermelho.

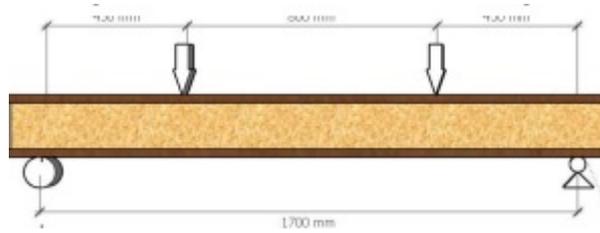


Fonte: Autor(2022).

### 2.2.3 Ensaio de Flexão

Após a produção da viga, segue a etapa de ensaio de flexão embasado pela norma NBR 7190-2:2022, ilustrado na Figura 14 as medidas do experimento, realizado no laboratório de Engenharia Civil da UEA. Ilustrado nas Figuras 15 e 16 a viga “I-Joists” submetida ao ensaio de flexão, no qual os equipamentos são a célula de carga e o transdutor de deslocamento para a coleta de dados.

Figura 14: Medidas no ensaio de flexão das vigas.



Fonte: Autor(2022).

Figura 15: Ensaio de flexão da viga “I-Joists” com a espécie Faveira amarela.



Fonte: Autor(2022).

Figura 16: Ensaio de flexão da viga “I-Joists” com a espécie Cumarú-vermelho.



Fonte: Autor(2022).

Cálculo das propriedades mecânicas

A partir dos dados obtidos nos ensaios serão calculadas as propriedades mecânicas das vigas I, sendo estes os parâmetros de Modulo de Elasticidade (MOE) ou módulo de Young, e módulo de ruptura (MOR). As equações 1 e 2 apresentam os métodos de cálculo para obtenção do MOE e MOR, respectivamente.

$$MOE = \frac{P\ell^3}{48 I \delta} \quad (1)$$

Onde:

P = cargas obtidas no ensaio de flexão dentro do regime elástico (até L/300); I = vão utilizado no ensaio;

I = momento de inércia da seção transversal;

$\delta$  = deslocamentos obtidos pela mensuração da flexão da viga durante o ensaio;

$$MOR = \frac{1,5 P\ell^3}{bh^2} \quad (2)$$

Onde:

P = carga de ruptura da viga;

$\ell$  = vão utilizado no ensaio;

b = espessura da base;

h = altura da viga;

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1 Ensaio de Flexão da Viga "I-Joists"

Durante a realização do ensaio de flexão, foram coletados os valores referentes às forças e os deslocamentos, bem com a carga de ruptura. O Gráfico 1 apresenta a relação da tensão *versus* deslocamento da viga no centro do vão para a

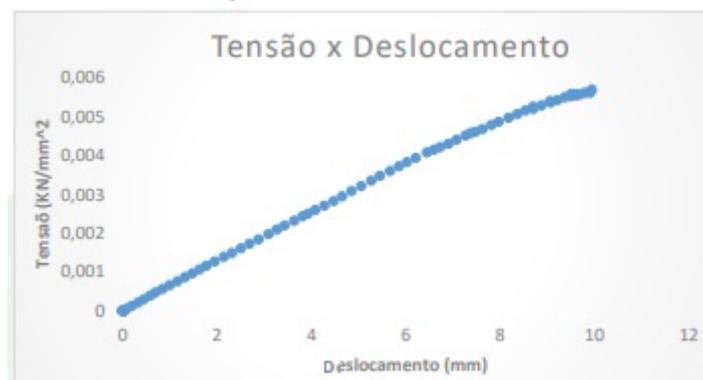
espécie de faveira amarela, e o gráfico 2 para as vigas produzidas com mesas de cumaru. A tensão foi calculada como sendo a força dividida pela área da seção transversal.

Gráfico 1: Relação da Tensão com o deslocamento.



Fonte: Autor(2022).

Gráfico 2: Relação da Tensão com o deslocamento.



Fonte: Autor(2022).

Tendo o tipo de ruptura da viga, sendo a flambagem da mesa, devido levemente as irregularidades da mesa, como empenamento. Ilustrados nas Figuras 17 e 18.

Figura 17: Viga "I-Joists" após o rompimento.



Fonte: Autor(2022).

Figura 18: Viga “I-Joists” após o rompimento.



Fonte: Autor(2022).

Tabela 1: Valores dos módulos de rupturas obtidos para as vigas experimentais

	<b>Viga de faveira amarela</b>	<b>Viga de cumaru</b>
<b>MOE (MPa)</b>	5911,0	8167,5

Cunha e Matos, (2010), em seu estudo produziram vigas I-joist com alma em OSB e mesas em madeira de Pinus unidas por adesivo poliuretano. Os resultados médios do módulo de elasticidade obtido pelos autores foi de 15500 MPa. Nesta comparação as vigas experimentais obtiveram valores de cerca de 30 a 50% dos obtidos pelos referidos autores.

### 3.2 Valores das cargas de rupturas e módulos de rupturas

Sedoski (2013), produziu e testou três modelos de vigas I apresentando uma comparação entre elas. Como forma de comparação, a tabela 2 apresenta os resultados das rupturas obtidas na três vigas produzidas por Sedoski (2013) bem como o valor para as vigas produzidas e ensaiadas neste presente estudo e a carga estimada através do cálculo teórico para tais vigas.

Tabela 2: Comparativos dos resultados experimentais, teóricos e da literatura, referentes a carga de ruptura em KN

	Sedoski (2013)			Viga de faveira amarela		Viga de cumaru	
	Viga 1	Viga 2	Viga 3	Carga estimada	Viga experimental	Carga estimada	Viga experimental
Carga (KN)	32,3	23,0	26,0	6,3	20,5	6,4	41,9

Baseado nos valores obtidos nos ensaios e utilizando a equação 2, obteve-se os módulos de ruptura para as vigas experimentais apresentados na tabela 3.

	Viga de faveira amarela	Viga de cumaru
MOR (MPa)	16,7	34,2

Ainda segundo Cunha e Matos (2010), os valores do MOR obtidos para as vigas produzidas com mesa de pinus e alma em OSB foi de 23 MPa, sendo que neste caso, as vigas experimentais de cumaru foram 50% superiores as produzidas pelos autores. A viga experimental de faveira obteve valor 45% inferior.

Dispondo o tipo de ruptura da viga “I-Joists” na falha do cisalhamento da alma, com isso ocorreu o deslocamento entre a alma e a mesa ao longo do vão. Ilustrado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19: Ruptura da viga após o ensaio



Fonte: Autor(2022).

Figura 20: Ruptura da viga após o ensaio.



Fonte: Autor(2022).

#### **4. Conclusão**

Através dos ensaios realizados foi possível verificar as rigidez e resistência (MOR e MOE) das vigas “I-Joists” produzidas com mesas usando espécies Faveira amarela e Cumarú-vermelho e alma em chapa de OSB. Em comparação com a literatura, os módulos de elasticidade obtiveram valores reduzidos, enquanto o módulo de ruptura esteve semelhantes a outros autores.

O desempenho do adesivo Jowapur 687.22 apresentou as propriedades esperadas, e também se verificou a eficiência da ligação mesa e alma, a trabalhabilidade facilitou no processo de colagem, ou seja, não houve descolamento entre as peças.

A alma de OSB sendo um produto industrializado e comercializado, apresentando as propriedades com poucas variabilidades na parte estrutural. No qual, a viga “I-Joists” composta com madeiras da Amazônia apresentou resultados satisfatórios em comparação de outro trabalho e até com o dimensionamento no presente trabalho.

As rupturas das vigas de madeira apresentaram modos de falhas típicos estabelecidos em normas, reforçando a confiabilidade das vigas produzidas com um dos elementos sendo de espécie da Amazônia que no trabalho foi realizado com a Faveira amarela e Cumarú-vermelho.

Conclui-se que o uso espécie da Amazônia para uso como mesa de vigas I é viável do ponto de vista de comportamento estrutural.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7190-1**: Critérios de dimensionamento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7190-2**: Métodos de ensaio para classificação visual e mecânica de peças estruturais de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASTM, American Society for Testing and Materials. **D5055**: Standard Specification for Establishing and Monitoring Structural Capacities of Prefabricated Wood I-Joists. West Conshohocken, 2020.

CARLIN, Tatiana. **Avaliação experimental da influência da deformação por cisalhamento em vigas “I-Joists”**. 2017. 86 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

CUNHA, A. B., MATOS, J. L. M. **Rigidez e resistência de vigas estruturais de madeira laminada colada e com perfil I compostas por diferentes adesivos**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 345-356, abr.-jun., 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1857/1202>. Acesso em 29 Jan. 2023.

LIMA, A. L., SZUCS, C. A., ROVERE, H. L. **Análise de vigas I em madeira com mesa em Pinus e alma em OSB**. In: IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS

E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Anais. Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, 2005.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro, 2003.

SEDOSKI, M. C. **ANÁLISE EM VIGAS DE MADEIRA COMPOSTAS PERFIL “I”, COM ENCAIXE DIFERENCIADO ENTRE MESAS E ALMA**. 2013. 51 f.

Monografia (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

---

<sup>1</sup>Acadêmico de Engenharia Civil da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Escola Superior de tecnologia – EST

<sup>2</sup>Professora Doutora, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Superior de Tecnologia – EST

<sup>3</sup>Professor Doutor, Universidade de São Paulo – USP

[← Post anterior](#)

---

## RevistaFT

A **RevistaFT** é uma **Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B2” em 2023**. Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clcando aqui](#).

## Contato

**Queremos te ouvir.**

**WhatsApp:** 11 98597-3405

**e-Mail:** contato@revistaft.com.br

**ISSN:** 1678-0817

**CNPJ:** 48.728.404/0001-22



Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2023

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil