

## DESENVOLVIMENTO DE MODELO DIDÁTICO QUANTITATIVO DE REAÇÕES DE APOIO EM VIGAS ISOSTÁTICAS

Pablo Henrique Dias Lima <sup>1</sup>, Marco Antonio Tonello<sup>2</sup>, Moni Kelly Santos Soares<sup>3</sup>, Clerson Dalvani Reis<sup>4</sup>, Francisco Claudio Lima Gomes<sup>5</sup>, Rodrigo Araújo Fortes<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <pabloifto@outlook.com>

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <marco1709@outlook.com>

<sup>3</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <monikellysoares@gmail.com>

<sup>4</sup>Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <clerson.reis@ifto.edu.br>

<sup>5</sup>Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <fclgomes@ifto.edu.br>

<sup>6</sup>Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <rodrigofortes@ifto.edu.br>

**Resumo:** Este trabalho tem a finalidade de registrar diretamente os valores reais de cargas nas reações de apoio em uma viga isostática e compará-los com os obtidos por meio de análise teórica. Para tanto, construiu-se um modelo didático reduzido de uma viga com 60 cm de comprimento apoiada em um apoio do segundo gênero, em uma das extremidades, e o outro do primeiro gênero, representado por uma balança cuja função definida foi medir a força produzida. Tanto o apoio do primeiro gênero quanto os carregamentos puderam assumir posições distintas, resultando em oito configurações analisadas.

**Palavras-chave:** reações de apoio, viga isostática, análise teórica, modelo didático

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma preocupação na educação quanto ao ensino da engenharia, com a inserção de mudanças nas tradicionais metodologias adotadas pelo docente, mediador do conhecimento, por novas, seguindo critérios de coletividade e interação, com uso de uma variedade de técnicas e recursos, como ferramentas de problematização e mediação (SARAIVA e SARAIVA, 1999).

Existem vários *softwares* no mercado que simulam o comportamento de diversas estruturas, que muito contribuem no processo de concepção em uma visão computacional, entretanto, vale destacar, que um protótipo físico em uma escala reduzida favorece o entendimento de uma situação real, pelo o fato de possuir uma abordagem experimental visual mais simples e direta.

Os modelos reduzidos auxiliam no processo de aprendizagem. Existem modelos quantitativos e qualitativos, estes possibilitam na compreensão dos estudantes, abordando uma visão espacial, de forma mais prática, permitindo a visualização dos elementos da estrutura e o seu funcionamento (CARBONARI et al, 2016).

Sem dúvida os modelos didáticos são ferramentas indispensáveis no que diz respeito às demonstrações. Segundo Ribeiro, Souza e Kubo (2017), são uma maneira dinâmica de ensino, porque constituem uma poderosa ferramenta de aprendizado em diferentes atividades para um mesmo público-alvo. No caso de estruturas aplicadas à engenharia civil, estes fatores tornam-se altamente visíveis já que a análise estrutural depende, em boa parte, de observações comportamentais que se poderá seguir até ao aperfeiçoamento dos métodos utilizados. Atualmente esses modelos podem ser realizados de duas

formas: virtual ou fisicamente. A interpretação dos resultados obtidos está fortemente ligada aos métodos utilizados, bem como a quantia de informações disponíveis para tal, isto é, busca-se sempre escolher os modelos que mais possam representar a realidade e transmitir seu real desempenho. Dessa forma é possível antever as características gerais de uma peça antes de propriamente construí-la.

A finalidade deste trabalho é propor um modelo didático reduzido para calcular as reações de apoio em vigas isostáticas, que contribua para facilitar o aprendizado em disciplinas de estruturas nos cursos de engenharia, como por exemplo: Estruturas Isostáticas e Resistência dos Materiais. Dessa forma, será apresentado o desenvolvimento do exemplar em questão, que poderá contribuir para a sua execução por outros estudantes e as demais academias, integrando às suas ferramentas de ensino e aprendizagem.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Concepção do modelo**

Foi proposto um projeto de viga plana que permitisse a aplicação de cargas em diferentes posições, possibilitando o cálculo de reações de apoio. O modelo possui dimensões reduzidas, produzido com materiais acessíveis, a fim de que possa ser utilizado em sala de aula e reproduzido por terceiros.

### **2.2 Definição do tipo de viga e carregamento**

Definiu-se que a viga seria do tipo isostática e bi apoiada, confeccionada de madeira com uma escala metálica de 60 cm disposta sobre ela para contribuir com as medidas das posições do apoio acoplado a balança e do carregamento pontual, este, por sua vez, se constituiu de um cilindro metálico de 500g, para permitir o seu movimento horizontal, em diferentes posições, uma abraçadeira de plástico foi ajustada sobre a viga.

### **2.3 Apoios da viga**

Uma das extremidades da viga foi parafusada em uma chapa de ferro, simulando um apoio do segundo gênero e, o outro apoio, do primeiro gênero, se constituiu de uma abraçadeira adaptada em formato de “U”. As medições das reações de apoio, na situação real, foram obtidas por meio de uma balança de ponteiro portátil com gancho, onde atou-se a abraçadeira em “U”. A balança foi arranjada na parte superior, em um elemento contínuo, denominado barra roscada, com bitola 5/16, no qual foi

possível personalizar as dimensões dos vãos de acordo com a configuração pretendida, além disso, possibilitou definir uma extremidade em balanço.

## 2.4 Programa e cálculos para análise

Utilizou-se o programa FTOOL (*Two-dimensional Frame Analysis Tool*) para análise do comportamento estrutural da viga e conferência dos cálculos de reações da mesma. Dessa forma, permitiu o comparativo dos valores obtidos de reações de apoio em uma situação real e calculada, logo, possibilitando a validade do funcionamento do modelo reduzido proposto.

## 2.5 Elaboração do projeto

A estrutura de suporte foi confeccionada em MDF (Figura 1), com uma placa ao fundo e duas placas laterais que serviram como suporte para a barra roscada e uma destas laterais serviu para parafusar o apoio de segundo gênero. Na parte inferior, executou-se uma espécie de baú para guardar os elementos do ensaio, a fim de não os perderem ou danificá-los.

Figura 1 – Apresentação do modelo.

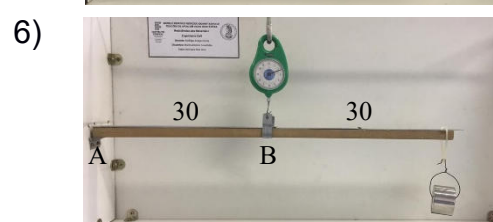
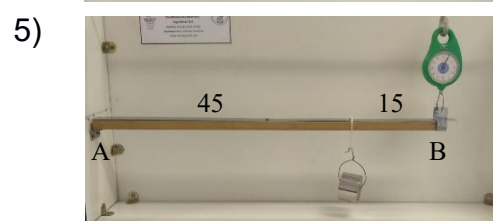
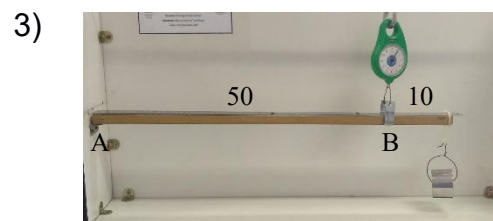
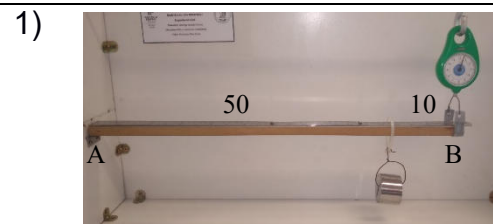


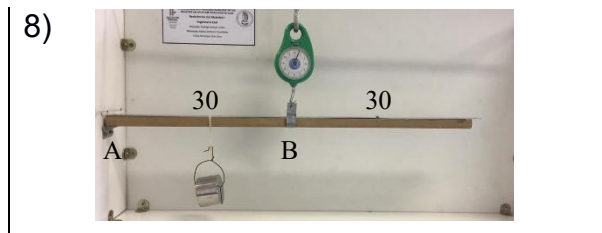
Fonte: próprio autor.

## 2.6 Configurações para o ensaio

Foram realizadas oito distintas configurações para análise de seus comportamentos nos dois apoios definidos afim de obter uma ampla visão quando se utiliza os mesmos carregamentos pontuais verticais, em diferentes disposições, alterando-se, também, a referência do apoio móvel, para assim, observar as configurações menos suscetíveis a grandes variações.

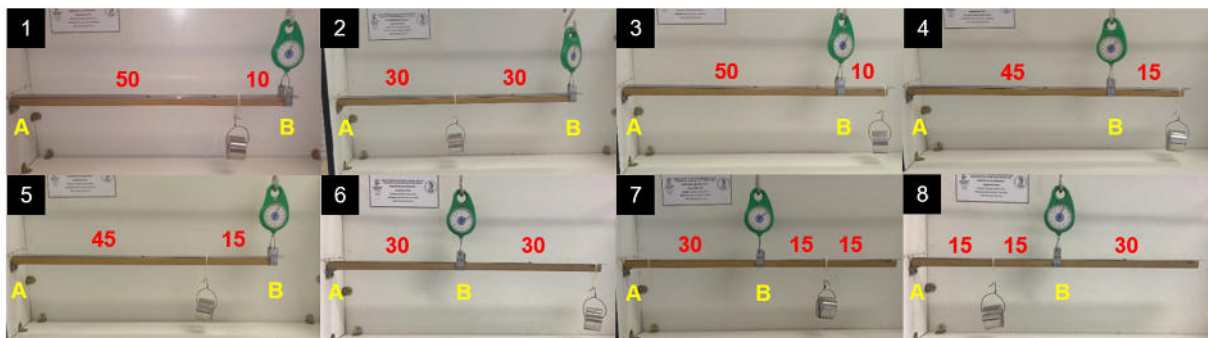
Figura 2 – Configurações com medidas em centímetros.





Fonte: próprio autor.

Figura 2 – Configurações com medidas em centímetros.



Fonte: próprio autor.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efeito deste trabalho, considerou-se dois cenários aos quais basearam-se os resultados apresentados: o real e o teórico. O real compreende os valores obtidos através de experimento laboratorial sob análise física e direta, isto é, as reações de apoio foram medidas diretamente através de equipamento de aferição, nesse caso, a balança. O teórico consistiu na obtenção das reações de apoio utilizando-se exclusivamente das duas das três equações fundamentais de equilíbrio da isostática, somatório de momento fletor e somatório das forças verticais, ou seja, de maneira indireta. As três equações de equilíbrio fundamentais da isostática estão descritas abaixo:

$F_H=0$                        $F_H$ =força horizontal

$F_V=0$                        $F_V$ =força vertical

$M=0$                          $M$ =momento fletor

Tabela 1 – Resultado da Análise do Modelo

| CONFIGURAÇÃO | APOIOS | REAL(gf) | TEORIA(gf)     | $\Delta$ (%) |
|--------------|--------|----------|----------------|--------------|
| 1            | A      | 100      | 83,33          | -16,67%      |
|              | B      | 400      | 416            | 4,00%        |
| 2            | A      | 275      | 250            | -9,09%       |
|              | B      | 225      | 250            | 11,11%       |
| 3            | A      | -100     | -100           | 0,00%        |
|              | B      | 600      | 600            | 0,00%        |
| 4            | A      | -200     | -166,67        | -16,67%      |
|              | B      | 700      | 666,67         | -4,76%       |
| 5            | A      | 100      | 125            | 25,00%       |
|              | B      | 400      | 375            | -6,25%       |
| 6            | A      | -525     | -500           | -4,76%       |
|              | B      | 1025     | 1000           | -2,44%       |
| 7            | A      | -275     | -250           | -9,09%       |
|              | B      | 775      | 750            | -3,23%       |
| 8            | A      | 250      | 250            | 0,00%        |
|              | B      | 250      | 250            | 0,00%        |
|              |        |          | $\Delta$ MÉDIA | -2,05%       |

Fonte: próprio autor.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolveu-se um exemplar didático, com abordagem quantitativa, de uma viga isostática, que possibilita a avaliação das reações de apoio por meio de uma balança de gancho. Observou-se que a variação média do resultado real para o resultado teórico foi de -2,05%, sendo 25,00% a variação máxima e 0,0% para a variação mínima obtida. As configurações que tiveram variação nula foram as configurações 3 e 8. As menores variações foram nas configurações 6 e 7. A maior variação foi observada na configuração 5.

Dado ao exposto, vale ressaltar a importância que este modelo didático apresenta no ensino de disciplinas de estruturas e que, aliado as tradicionais metodologias adotadas em sala de aula, pode vir a contribuir em relação a compreensão de sistemas estruturais de maneira simplificada e intuitiva e, dessa forma, torna-se uma ferramenta a mais de aprendizagem nos cursos de engenharia.

## REFERÊNCIAS

CARBONARI, G. et al. **Desenvolvimento de um modelo reduzido didático qualitativo e quantitativo de viga hiperestática.** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/57423447-Desenvolvimento-de-um-modelo-reduzido-didatico-qualitativo-e-quantitativo-de-viga-hiperestatica.html>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

RIBEIRO, L. A.; SOUZA, C. M. de; KUBO, A. T. V. **Projeto de engenharia didática: a avaliação de práticas de linguagem em foco.** Trabalhos em Linguística Aplicada, v. 57, n. 1, p. 411-441, 28 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tla/v57n1/0103-1813-tla-57-01-0411.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

SARAIVA, K., SARAIVA N. **Esforços em Estruturas Isostáticas – Abordagem Via Multimídia.** Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/19/artigos/168.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2019.