

## DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO QUANTITATIVO DE TRELIÇA PLANA

Wallace Wyslas Ferreira Costa<sup>1</sup>, Mateus Pereira dos Reis<sup>2</sup>, Moni Kelly Santos Soares<sup>3</sup>, Kárita Christina Soares Kanaïama Alves<sup>4</sup>, Mauro Luiz Erpen<sup>5</sup>, Rodrigo Araújo Fortes<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: [wyslaww@gmail.com](mailto:wyslaww@gmail.com)

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: [mateusreis@mail.uft.edu.br](mailto:mateusreis@mail.uft.edu.br)

<sup>3</sup>Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: [monikellyssoares@gmail.com](mailto:monikellyssoares@gmail.com)

<sup>4</sup>Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: [karita.alves@ifto.edu.br](mailto:karita.alves@ifto.edu.br)

<sup>5</sup>Professor do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: [mauroluiz@ifto.edu.br](mailto:mauroluiz@ifto.edu.br)

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

**Resumo:** Os modelos didáticos possuem um papel de destaque no ensino, no entanto o emprego desta ferramenta ainda é pouco explorado no ensino de estruturas. Neste artigo, se expôs uma proposta didática baseada no uso de modelos didáticos para complementar o ensino da engenharia estrutural. O mesmo foi produzido a partir de chapas de aço, balança de mecânica multiuso portátil com mola e acoplado em suporte de madeiras, fixados com parafusos, porcas e arruelas. A quantidade de barras em cada nó se deu a critério do tipo de estrutura que deve ser modulada pelo usuário. Com esse trabalho, observou-se que o modelo didático é uma estratégia exequível à compreensão ativa dos aspectos estruturais de uma treliça plana.

**Palavras-chave:** estruturas isostáticas, treliça, tração e compressão.

### 1 INTRODUÇÃO

Uma estrutura é um componente rígido da edificação, que é idealizado a partir de um projeto, do qual pode ser analisado seu comportamento e tem como propósito resistir aos esforços do objeto, de seu uso e transmitir seus esforços para os apoios (VALLE, ROVERE & PILLAR, 2013).

Os sistemas estruturais surgiram quando os humanos deixaram de ser nômades e se tornaram sedentários, necessitando de construções fixas, que resistissem ao vento, chuva, cargas aplicadas pelo uso e a própria carga da estrutura. Esses sistemas, atualmente, estão presentes em todas as edificações e funcionam como suportes que garantem a transmissão de cargas ao solo, sem danificar os demais componentes.

Um tipo de componente estrutural é a treliça, estrutura triangular articulada, resultante da combinação de várias barras entrelaçadas. A denominação de treliça plana advém-se do fato de que todos os elementos do conjunto pertencem a um único plano e desse sistema estrutural, e tem a maior aplicabilidade na construção civil em pontes viadutos e amplamente em coberturas.

Segundo Souza, Rodrigues e Mascia (2008), seus conjuntos de elemento de construções são dados por: barras redondas, chatas e de cantoneiras. Esses elementos são interligados entre si perante a forma geométrica triangular. Sua junção é feita através de pinos, soldas, rebite ou parafusos com intuito de suportar os esforços somente normais.

O estudo de treliças nos cursos de construção civil se torna importante, já que seu uso é diverso, podendo ser aplicado em telhados, torres, pontes, prédios e etc.

Conceitos acerca do estudo de estruturas, tais como as treliças, podem ser de difícil observação, por isso se surgiram os modelos estruturais qualitativos, que facilitam a compreensão acerca daquela que está sendo estudada. Na criação desse modelo é necessário analisar a relação entre o modelo e seus observadores. De forma explícita, os modelos estruturais devem apresentar os deslocamentos e deformações de uma estrutura, se foi para isso que ela foi projetada. Já os modelos quantitativos, nos quais se concentram este trabalho, representam o trabalho da estrutura ao se aplicar uma carga, no qual demonstrará, por meio de números, as reações exercidas em cada componente da estrutura.

Segundo Chrobak (2006), o modelo didático é um esquema mediador entre a realidade e a reflexão de conteúdos abordados pelo docente, na qual se organiza uma estrutura em conhecimento. Disporá, geralmente, em atributos provisórios e de aproximação com uma realidade, além de ser um mecanismo para o desenvolvimento e fundamentação para a desempenho do professor.

De acordo com García Pérez (2000), o conceito de modelo didático permite abordar (de forma simples, como qualquer modelo) a dificuldades da realidade escolar, do mesmo modo em que auxilia a preconizar métodos de intervenção e a fundamentar, portanto, linhas de pesquisa educativa e formação dos professores.

Diante do que foi apontado, este trabalho tem intuito de apresentar uma treliça plana, do tipo modular, com o objetivo de demonstrar suas deformações de tração em suas barras, se usando de um modelo quantitativo com barras de aço, se utilizando parafusos nos nós, inédito e de baixo custo.

## 2 METODOLOGIA

Para a confecção da treliça utilizou-se de chapas de aço com dimensões 15,6 cm por 2 cm, com distância de 13,5 cm entre os furos, para as seções horizontais e verticais. Para as diagonais utilizou-se chapas de 20,5 cm por 2 cm, com distância de 18,4 cm entre os furos (Figura 1). Esses elementos possuem furos, onde os nós ficam e representam as diagonais, montantes e banzos superiores e inferiores, que compõem uma treliça.

Figura 1 – Chapa de aço usada nas seções



Fonte: próprio autor.

Os nós da treliça foram executados com parafuso de 0,4 cm de diâmetro, porcas e arruelas para exemplificar as conexões entre as chapas e que facilitasse a montagem do sistema estrutural.

Com o intuito de demonstrar os esforços de tração, para visualização do observador, entre as chapas, inseriu-se uma balança mecânica multiuso portátil com mola com suporte de até 12 Kgf (Figura 2).

Figura 2 – Balança usada para identificar o esforço de tração



Fonte: próprio autor.

Para os apoios, foi construído dois suportes em madeira Pinus (*Pinus elliottii*). Nos apoios foram inseridos 3 furos em cada extremidade para a modulação da treliça. A utilização desses suportes demonstra apenas apoio de segundo grau (Figura 3).

Por se tratar de um modelo modular, foi necessário a construção de local para armazenamento dos componentes do modelo didático. Para tal, utilizou-se materiais que seriam descartados ao lixo, como uma gaveta de mesa e o fundo de outra gaveta. Com esses materiais, foi construído uma espécie de baú com divisórias para a separação dos elementos que formam a treliça.

Figura 3 – Dois suportes usados como apoio

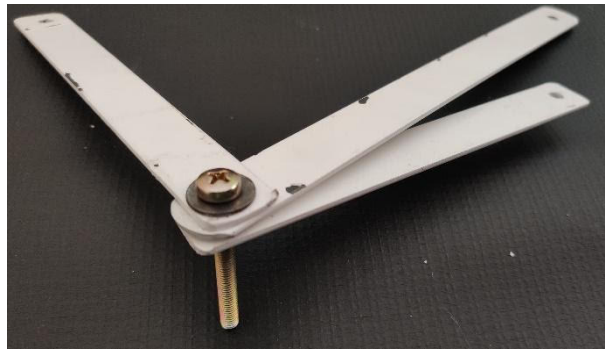


Fonte: próprio autor.

## 2.1 MONTAGEM DO MODELO DIDÁTICO

Após definir um modelo de treliça possível, com os materiais existentes, iniciou-se a montagem dela. A montagem da treliça ocorreu com a junção das barras que possuem um nó em comum, das quais foram unidas por meio de um parafuso, que necessitasse de arruelas e de uma porca, para dar rigidez ao nó (Figura 6). Os demais nós foram produzidos da mesma forma, sabendo que é necessário planejar a quantidade de barras que cada nó possui para ligar a outros nós, evitando a desmontagem da mesma para a adição de uma nova peça. A balança foi utilizada no lugar de uma chapa de aço e seu uso identifica o esforço presente na seção.

Figura 4 – Demonstração de um nó com o uso de parafuso, arruela e porca



Fonte: próprio autor.

Após a confecção da treliça, o nó que serviria de apoio devia ser fixado no suporte, que manteria a estrutura suspensa e pronta para ser testada.

O teste ocorreu a partir da colocação de um gancho, do qual suportou uma carga vertical que foi colocada no nó escolhido. O peso utilizado nos testes possuía uma massa de 2 Kgf.

## 2.2 TESTE DO MODELO DIDÁTICO

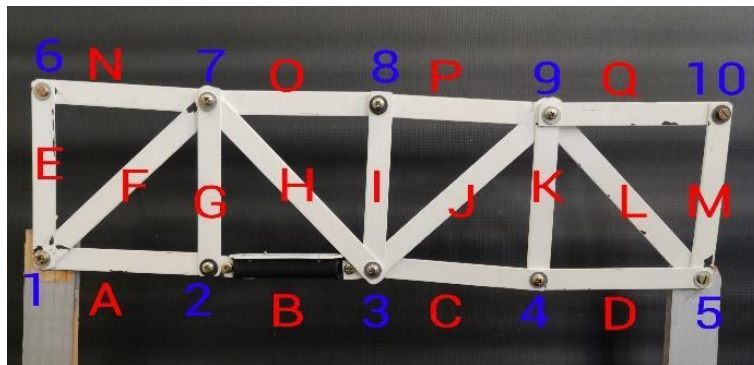
Para testar a eficiência do modelo dinâmico, foram utilizados 5 modelos, que foram realizados a partir dos seguintes passos:

- Montagem da treliça;
- Identificação das barras e dos nós;
- Escolha de uma barra para colocação da balança;
- Colocação do peso em um nó escolhido;
- Identificação de esforço na barra.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados cinco modelos, onde cada um teve o peso posicionado em um nó diferente. O modelo 1 (Figura 5) possui diagonais em sentidos opostos e o peso foi colocado no nó 3.

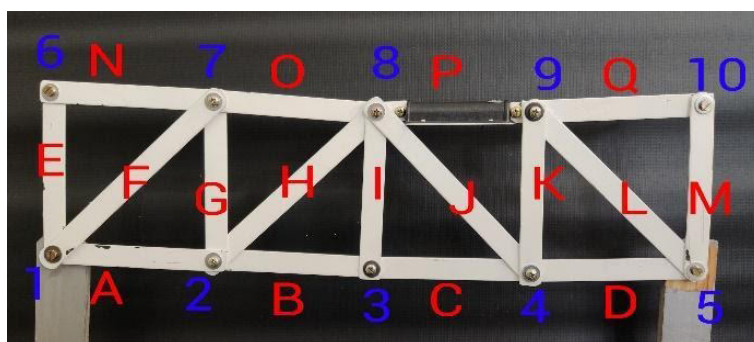
Figura 5 – Modelo 1.



Fonte: próprio autor.

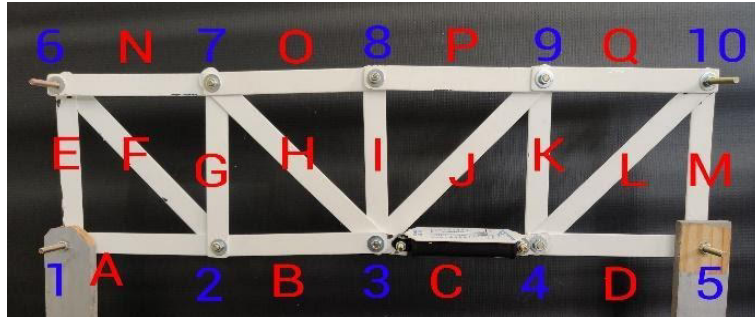
Os modelos 2 e 3 possuem a mesma disposição de seções, só que espelhadas na vertical (Figura 6 e 7). Os pesos foram colocados nos nós 2 e 9, respectivamente.

Figura 6 – Modelo 2.



Fonte: próprio autor.

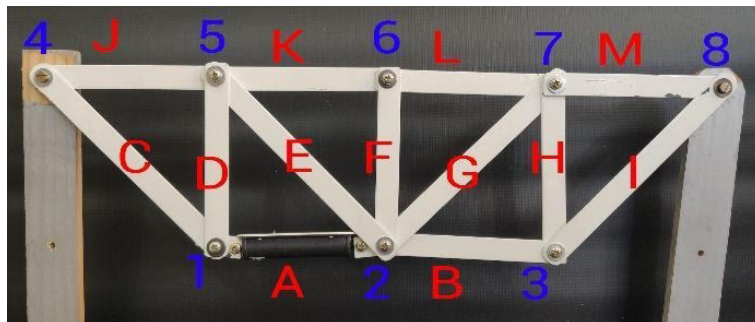
Figura 7 – Modelo 3.



Fonte: próprio autor.

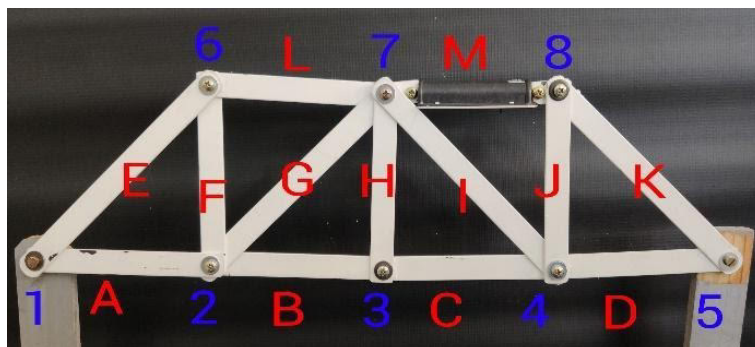
Já nos modelos 4 e 5 (Figura 8 e 9), tiveram algumas seções retiradas e os mesmos possuem a mesma distribuição de barras, sendo espelhados na vertical. Os pesos foram distribuídos nos nós 6 e 4.

Figura 8 – Modelo 4.



Fonte: próprio autor.

Figura 9 – Modelo 5.



Fonte: próprio autor.

Por usar uma balança, os únicos esforços identificados na tabela 1 são os de tração, que marcaram como valor mínimo 0,5 Kgf e valor máximo 2,1 Kgf. Os esforços identificados com o valor zero representam os compressão e onde não houve esforço na seção.

Tabela 1 – Esforços de tração presentes em cada barra

Barra	Esforços de Tração (kgf)				
	Modelo				
	1	2	3	4	5
A	0	0,5	0	1,5	0
B	0	0	0	0,5	0
C	0	0	1,0	2,1	0
D	0	0	0	0	0,5
E	0	0	0	0	0
F	0	0	0,7	0	0,5
G	0	1,5	0	0,7	0
H	1,4	0,7	0,7	0	0
I	0	0	0	0,7	0,7
J	1,4	0	0	0	1,5
K	0	0,5	0	0	0
L	0	0	2,1	0	0
M	0	0	0	0,5	0
N	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0

Fonte: próprio autor.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não utilizar esta seção para sumarizar os resultados (o que já foi feito no Resumo), mas para destacar o progresso e as aplicações que o trabalho propicia. Enfatizar as limitações que persistem, apresentando, sempre que apropriado, sugestões para trabalhos futuros.

Este estudo apresentou uma atividade didática dispar, fundamentada na construção de modelo didático modular de treliça plana. Ao usar modelo didático, o aluno distingue de forma real os esforços exercidos na estrutura e sua aplicabilidade.

A inadequada escolha no material para a confecção da estrutura usada no sistema didático influenciou na sua má demonstração, observando apenas o esforço de tração, faltando demonstrar os demais esforços que as seções podem ser submetidas.

## REFERÊNCIAS

CHROBAK, R. **Mapas conceituales y modelos didacticos de professors de química**. In: Conference on Concept Mapping, 2, Congreso Internacional sobre Mapas Conceptuales, 2, 2006, San José, Costa Rica. *Anais eletrônicos*. San José: CMC, 2006, Sept. 5 – 8, 2006. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p215.pdf>>. Acesso em 22/06/2019.

GARCÍA PÉREZ, F.F. **Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa**. Revista Electrónica de la Universidad de Barcelona, Barcelona, n. 207. 2000, Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>>. Acesso em: 21/06/2019.

SOUZA, Marta Francisca Suassuna Mendes de; RODRIGUES, Rafael Bezerra; MASCIA, Nilson Tadeu. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. [S. l.], Julho 2008. Disponível em: <[http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas\\_estruturais\\_grad.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/sistemas_estruturais_grad.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2019.

VALLE, Ângela do Valle; ROVERE, Henriette Lebre La Rovere; PILLAR, Nora Maria De Patta Pillar. **Análise Estrutural I**. [S. l.], 31 ago. 2013.