

TESTE DE CARGA EM PONTE DE PALITOS DE PICOLÉ

Danilo Segall Cesar¹, Gabriela Furfuro Nunes de Lima², Gustavo Henrique Castor³, Yann Freire Marques Costa⁴, Adão Henrique Pinto de Oliveira⁵, Maila Aparecida Pereira da Silva⁶

Resumo^a: *Este trabalho tem como objetivo a construção de um protótipo de ponte treliçada previamente projetada, construída de palitos de madeira e cola branca. Espera-se que a ponte suporte uma carga previamente estabelecida em projeto. Pontes de palito são muito utilizadas em competições escolares e matérias básicas referentes às físicas, mecânica dos materiais, resistência dos materiais e teoria das estruturas, tendo como objetivo instruir e influenciar os alunos sobre a atuação de cargas sobre treliças. Situações como tração, compressão, flechas, flambagem, torções são resultados das influências das cargas sobre as estruturas que podem ser visualizadas nessas maquetes, de forma que, os alunos possam entender em grande dimensão o comportamento da estrutura sob essas solicitações geradas até o ponto de rompimento da estrutura.*

Palavras-chave: *Forças, Tensões, Treliças, Madeira.*

Abstract: *This work aims to build a lattice bridge prototype previously designed, constructed of wooden sticks and glue white. It is expected that the bridge supports a load set in advance in the design. Toothpick bridges are widely used in school competitions and basic matters related to the physical, mechanics of materials, strength of materials and theory of structures, aiming to educate and influence students about acting loads on trusses. Situations such as tensile, compression, arrows, buckling, twisting are the result of the influences of the loads on the structures which can be seen in these models, so that students can understand in*

¹Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: danilosegall@hotmail.com

²Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: gabifurfuro@gmail.com

³Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: ghenriquecastor@gmail.com

⁴Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: yann-marque@hotmail.com

⁵Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: adaossva@hotmail.com

⁶Professora em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: mailaaps@yahoo.com

large the behavior of the structure under these requests generated to the point of disruption of the structure.

Keywords: *Forces, tensions, Trusses, Wood.*

Introdução

A construção de pontes vem sendo realizada pelo ser humano há séculos e pode ser considerada uma técnica de grande relevância no desenvolvimento de uma região. As primeiras pontes surgiram de forma natural pela queda de troncos sobre os rios, processo prontamente imitado pelo homem, surgindo então pontes feitas de troncos de árvores ou pranchas e, eventualmente, de pedras, usando suportes muito simples e traves mestras.

Segundo o ex-presidente norte-americano Franklin Roosevelt (1931) citado por Lazzari (2008) “A construção de pontes sempre foi um importante indicativo para o progresso de uma civilização”. Desde da antiguidade, a humanidade percebeu que precisaria transpor obstáculos – rios, despenhadeiros e vales – em seu caminho em busca de alimento, refúgio e, conseqüentemente, uma vida melhor. Sem ela, as pessoas seriam forçadas a gastar mais tempo ou se arriscar para chegar a seus destinos. Para além de sua utilidade, as pontes encantam pela beleza e simbologia. Não ao acaso, são consideradas obras de arte especiais pela engenharia. Na definição de uma ponte um dos aspectos a ser considerado é o sistema estrutural, assim podemos ter pontes em vigas biapoiadas, em vigas biapoiadas com balanço, em vãos contínuos, em arco, estaiadas, suspensas e treliçadas.

Treliças são estruturas compostas de membros conectados com a finalidade de desenvolver resistência a certa força resultante aplicada. Os membros são os componentes que suportam a carga da estrutura. Em sua maioria, as treliças têm membros compostos em triângulos interconectados, sujeitos a tração e compressão por parte da carga. Como essa conformação é bastante resistente e de peso relativamente leve, são excelentes para longas distâncias.

O objetivo deste trabalho foi de verificar como funciona o processo

de construção de uma ponte em treliça, bem como os conceitos físicos e matemáticos envolvidos, além de compreender como a ponte em treliça se comporta sob atuação do carregamento aplicado em sua estrutura. A ponte bem projetada e executada suportará grandes cargas dando a oportunidade aos estudantes em observem o funcionamento desse mecanismo.

Material e Métodos

Para a construção da ponte foram utilizados matéria prima palitos de picolé de madeira e cola branca para madeira e para a construção utilizou ferramentas como tesoura, estilete, facas e demais cortantes, pregadores de roupa para comprimir os palitos com a cola e lixas para o acabamento. Devido a não uniformidade dos palitos, foram realizadas algumas medições por meio de um paquímetro a fim de se determinar características básicas dos mesmos.

As dimensões dos palitos são, 110 mm de comprimento, 2 mm de espessura, 8,4 mm de largura. Diante dessa grande variação entre os palitos, foi realizada uma minuciosa seleção de palitos com medidas bem próximas para a construção de estruturas mais críticas, como a treliça, além de se excluir palitos quebrados, frágeis ou muito deformados que compunham o lote. Feita essa seleção, foi então definida a estrutura da ponte, baseando-se em construções e projetos de pontes reais e testes de como seria possível colar os palitos de madeira com adequação. O processo baseou-se no estudo da resistência do material, com aplicação das forças na geometria desejada. A construção da ponte foi feita através da união dos palitos de picolés por meio de cola compondo a estrutura da ponte.

Resultados e Discussão

Quanto à resistência dos palitos de madeira:

- Resistência à tração do palito é de 90 kgf ou 882,9 N
- Resistência à compressão de um palito de 110 mm de comprimento é de 4,9 kgf ou 48,07 N, resultando numa tensão normal média de ruptura de 2,86 MPa.
- Resistência à compressão de uma composição formada por dois palitos

de 110 mm de comprimento colados (dimensão final da composição 115 mm × 2 mm × 8,4 mm) é de 27 kgf ou 264,87 N (média de 5 composições), resultando numa tensão normal média de ruptura de 7,88 MPa.

Para palitos de dimensões diferentes das testadas, observa-se a carga crítica de Euler (P_c) mostrada na equação abaixo e na Figura 01.

$$P_c = \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

- E é o módulo de elasticidade da madeira que constitui o palito ($E = 7350$ MPa);

- $I = bh^3$ é o menor momento de inércia (5,6 mm⁴ para um palito e 44,8 mm⁴ para a composição de dois palitos, b e h são, respectivamente o maior e menor lado da seção transversal da barra);

- L é o comprimento da barra.

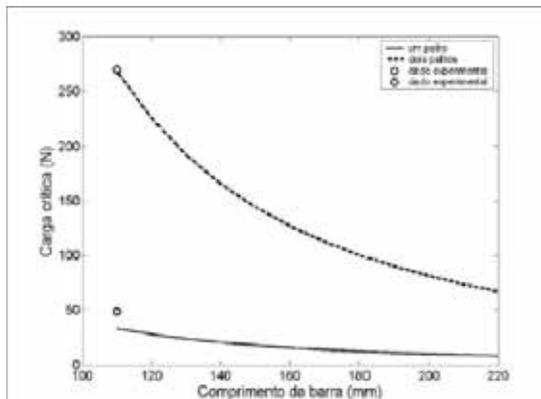


Figura 01: Carga crítica de Euler

Conhecidas as características do material a ser utilizado, decidiu-se por construir a ponte com palitos de picolé do tipo Warren modificada.

A partir de cada barra, construiu-se 15 triângulos equiláteros em cada lado da ponte. Cada triângulo apresentava uma barra vertical que ligava o ponto médio da base até o vértice mais alto desta, conforme mostrado na Figura 02.

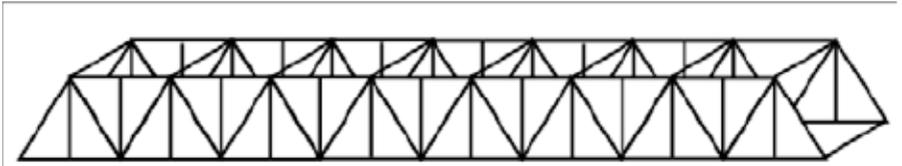


Figura 02: Esquemático da Ponte Treliçada do tipo Warren Modificada.

Conclusões

A construção de um modelo de ponte utilizando palitos de picolé, apesar de um processo aparentemente simples, agrega uma imensa gama de conhecimentos, haja vista necessitar de um estudo detalhado das propriedades do material (no caso, madeira), bem como analisar as vantagens e desvantagens da geometria a ser empregada. Esse mesmo estudo é feito no projeto de uma ponte real, que, além do que foi trabalhado, exigem atenção para a deformação com a variação da temperatura, a escolha do material a ser utilizar, dadas suas propriedades e custos, e também o tipo de ambiente, e que aspectos relevantes são confrontados com questões econômicas, ou seja, é necessário construir uma ponte durável, que atenda às necessidades da região e que custe o mínimo possível.

Com os cálculos e análises a serem realizados, espera-se que a ponte construída suporte a carga a que será solicitada, no entanto, é importante notar que os cálculos são baseados em aproximações, já que os palitos não são uniformes e não é levada em consideração a cola, elemento no qual está baseada a união de toda a estrutura.

Assim podem ocorrer resultados inesperados devido ao fator da colagem, mas pensando nisso, a estrutura foi reforçada.

Agradecimentos

O agradecimento é um ato de ver que o que antes era impossível, hoje se tornou possível, graça a bondade de Deus em enviar pessoas para nos auxiliar. Sendo assim obrigado Senhor Deus, por termos chegado até aqui. Agradeço a Professora Maila Aparecida Pereira da Silva pelo apoio e dedicação,

ao Gestor Adonai Fineza pela oportunidade dada e a todos nós da equipe pelos obstáculos vencidos.

Referências Bibliográficas

A PONTE MINAS. **Construir Minas, Regulamento do Concurso**. Belo Horizonte: Feira Internacional da Construção, 2015.

BEER, F, e RUSSEL J. **Mecânica vetorial para engenheiros**. São Paulo. 5ª ed. revisada. Editora Pearson Mekron Books. 1994.

FERNÁNDEZ, B. O. **Sistemas de treliças modulares para pontes de madeira: uma boa alternativa para o Estado do Pará**. São Carlos, 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.2010.

HIBBELER, R.C. **Resistência dos materiais**. 7.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LAZZARI, P. M. Estudo de Projeto Estrutural de Ponte Rodoviárias em Arco Inferior em Concreto Armado no Município de Saude/SC. 2008. 118 f. Trabalhos de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.