

**COBENGE****2018**XLVI Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e 1º Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia**03 a 06 de setembro de 2018**
SALVADOR / BA*"Educação inovadora
para uma Engenharia sustentável"*

DISPOSITIVO MECÂNICO PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS DESTRUTIVOS EM PONTES DE PALITO DE PICOLÉ

João Henrique Costa Thomaz – joao.hct@hotmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Av. Professor Mário Werneck, 1685

30575-180 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Tiago Evangelista Gomes – tiagometalurgica@gmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH

Israel Levi Campos Andrade – israellandrades@gmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Joaquim José da Cunha Junior – joaquim.jose@prof.unibh.br

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Yara Silva Gonçalves – yarasilvagonc@hotmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627

31270-901 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Resumo: Objetivando o desenvolvimento de um mecanismo para auxílio na competição Ponte de Palitos de Picolé, foi construído um dispositivo nomeado bancada de ensaio destrutivo de carga. A bancada auxilia no ensaio destrutivo, que consiste em verificar qual peso máximo as pontes de palitos de picolés suportam até o momento do rompimento. Ademais o processo de rompimento atual utilizado nas competições é robusto, pois no momento de ruptura, as cargas utilizadas (Anilhas de academia) caem livremente, podendo ocasionar algum acidente as pessoas presentes. Para o desenvolvimento do dispositivo foram reutilizados materiais como tubos de metalon, chapas, perfis estruturais e molas de suspensão de motocicletas onde foram realizados ensaios e análises para verificação de sua resistência. A partir dos ensaios foi avaliado a eficiência dos materiais utilizados e pode ser criado gráficos onde é possível analisar importantes propriedades dos materiais. Portanto, se conclui que o dispositivo é uma tecnologia viável para o segmento acadêmico, uma vez que permite aos envolvidos na realização das competições maior segurança, eficiência com resultados mais confiáveis, uma vez que minimiza influências humanas.

Palavras-chave: Ensaios Destrutivos. Resistência Mecânica. Materiais Reaproveitados. Simulação de Esforços.

Organização:



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



UFBA
UNIVERSIDADE
FEDERAL DA BAHIA

Realização:





1 INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento de metodologias de ensino mais dinâmicas, práticas e interdisciplinares, torna-se necessário a utilização de métodos que estimulem os estudantes a buscarem conhecimentos extracurriculares. Nesse sentido, o termo *know-how*, conjunto de conhecimentos práticos adquiridos por uma empresa ou um profissional, tem sido cada vez mais discutido dentro do ambiente do mercado de trabalho, assim como no meio acadêmico.

Para fomentar e estimular o interesse de alunos de ensino superior, uma alternativa metodológica amplamente utilizada em universidade são as disputas universitárias, pois podem contribuir para o desenvolvimento intelectual do estudante (G1 SC, 2018). Durante as competições, os alunos exercitam a capacidade de trabalho em grupo, comunicação, justificativa dos projetos e administração de prazos e recursos (OLIVEIRA, 2012). Nesse sentido, a competição de ponte de palitos visa o desenvolvimento de um protótipo de uma ponte, construída com palitos de picolé e cola branca, que deverá resistir a uma carga crescente, com isso é possível mensurar o desempenho de sua estrutura, em comparação ao de outras equipes (BOTELHO, 2008).

Para tanto tal competição envolve prêmios que, podem chegar a R\$ 2.500,00 (MINASCON, 2015). Ademais os processos atuais são robustos, no qual os estudantes posicionam as cargas (anilhas que podem variar de 1 a 20kg), que são selecionadas e dispostas sobre o protótipo por meio do uso de sua própria capacidade física a fim de atingir a maior carga, sem que a ponte se rompa.

A simulação de esforços por meio de *softwares* é uma ferramenta muito utilizada atualmente. Mediante a simulações é possível fazer previsões de esforços e analisar a resistência dos materiais e otimizar o projeto (ZOLIN, 2011). A simulação é realizada antes de executar o projeto, sendo relevante pois economiza tempo, material e promove maior segurança ao projeto. Os ajustes de dimensões, por meio destes *softwares*, também são possíveis de forma ágil e eficiente. Além, das simulações, a verificação das propriedades dos materiais envolvidos se torna importante para a mais adequada seleção dos materiais utilizados em um projeto (SOUZA, 1982).

O objetivo do projeto é o desenvolvimento de uma bancada de ensaio destrutivo de carga, este deverá auxiliar no ensaio destrutivo, suportando as cargas no momento do rompimento, sem que haja riscos aos operadores e espectadores. Isso irá possibilitar um melhor resultado, uma vez que o dispositivo irá minimizar influências humanas que prejudique o resultado das competições.

2 METODOLOGIA

Tendo em vista, a elaboração de uma prototipagem que atenda ao sistema de competições Ponte de Palitos, que consiste na realização de ensaios destrutivos em protótipos de pontes construídos com palitos de picolé e cola branca. A bancada consiste em um dispositivo responsável pela execução dos ensaios destrutivos, de forma a suportar as cargas exercidas durante o processo e amortecer o impacto no momento do rompimento. Esse dispositivo tem como base em sua montagem materiais reutilizados como tubos, perfis estruturais e molas de suspensão de motocicletas.

Para construção da estrutura do dispositivo foram reutilizados tubos retangulares (metalon) de aço carbono, retirados de mesas escolares descartadas, para tanto foram realizados ensaios de compressão com intuito de verificar sua resistência, para averiguar se este material poderia ser utilizado na construção do dispositivo. Ademais para sua montagem devem ser respeitadas as medidas estabelecidas nos editais do projeto das competições.

Precedentemente a montagem do protótipo, foi desenvolvida a modelagem 3D do projeto, com o objetivo de definir a geometria do dispositivo e realizar ensaios mecânicos do conjunto em *software* de CAE (*Computer-Aided Engineering*). Posteriormente, no processo de fabricação da bancada utilizou-se o processo de soldagem MIG (*Metal Inert Gas*) com método pulsado. Os tubos foram soldados atendendo as medidas previstas na etapa de modelagem 3D. Dentre estas medidas, vale ressaltar um vão livre de 1 m de comprimento, necessário para permitir o rompimento do protótipo, e largura máxima de 20 cm ao longo de toda sua extensão. Em suas extremidades foram soldados esbarros para atender o tamanho máximo da ponte (1,10m) onde cada uma de suas extremidades poderá prolongar-se até 5,0 cm de comprimento além da face vertical de cada bloco de apoio.

Ademais, o protótipo desenvolvido deverá possuir uma área para efetuar a aplicação de carga ao centro da ponte (10cm de aresta), para que seja efetuada uma distribuição homogênea de força. Além disso, foram soldados tubos verticais na estrutura de sustentação (base), com a finalidade de atuarem como guias para o movimento vertical do "suporte de cargas". Essa estrutura foi desenvolvida a partir de resíduos de viga C, com comprimento de 1,15m, encontrados em serralherias como descartes. Nesse suporte são acoplados pesos (Anilhas) de variadas cargas.

Para verificar se há presença de poros e trincas nas juntas soldadas, o protótipo foi submetido a um ensaio de revelação de solda. As zonas afetadas termicamente dessas juntas tendem a romper mais facilmente quando submetidas a esforços mecânicos, devido a formação de poros e trincas durante o processo de soldagem.

3 RESULTADOS

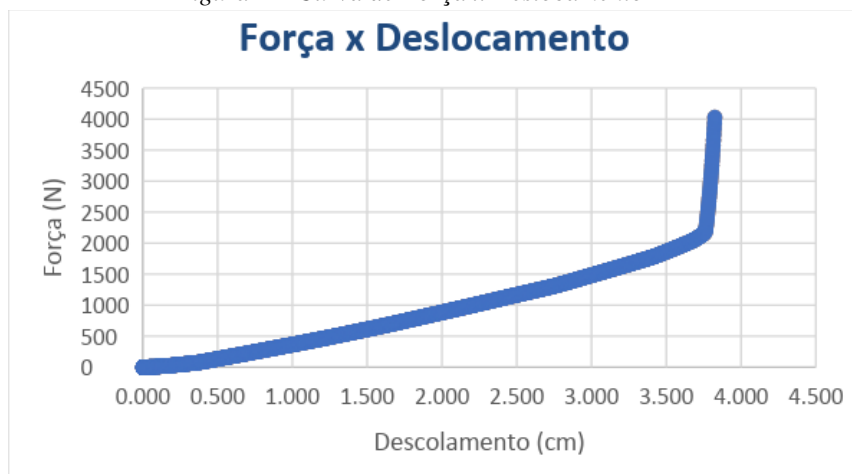
Com objetivo de analisar a resistência do metalon, utilizado para a construção da base do dispositivo, foi realizado ensaio de compressão neste, onde foi possível constatar sua resistência aos esforços até o limite de compressão da máquina utilizada, 20KN. Na figura 1 é apresentado a montagem do corpo-de-prova na máquina de ensaios mecânicos e ao lado o gráfico gerado durante o ensaio. O gráfico apresentado de "tensão x deformação" confirma que este material será capaz de resistir quando submetido a carga axiais, as quais serão impostas ao dispositivo durante as competições.

Figura 1 – Ensaio de compressão no Metalon (a) e Curva de tensão x Deformação (b).



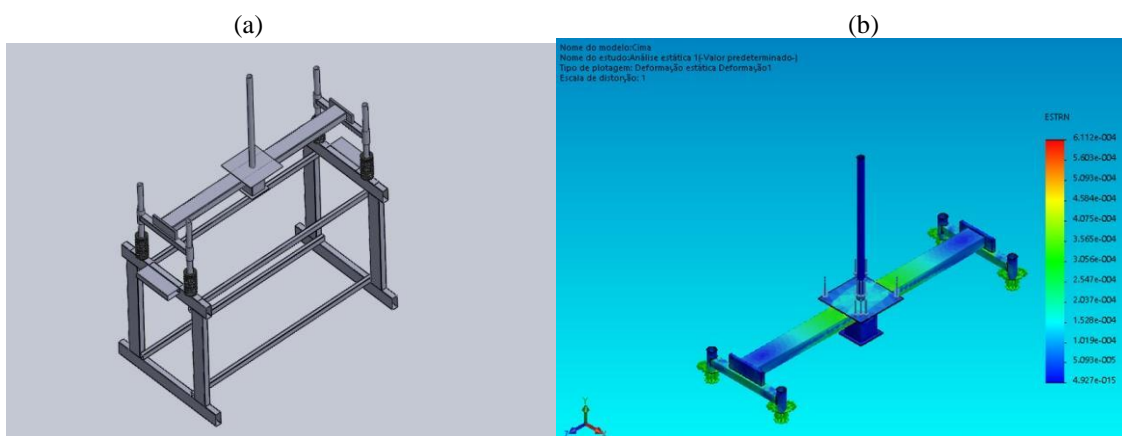
Para avaliação da resistência a compressão da mola também foi realizado o ensaio de compressão. Esse foi realizado para mensurar deslocamento gerado na mola devido ao impacto provocado pela carga no momento da ruptura das pontes. Por meio dos dados obtidos gerou-se o gráfico Força x Deslocamento, Figura 2. Com isso, pode-se verificar que as molas, que serão utilizadas na montagem, individualmente suportam as cargas que serão impostas a elas aproximadamente 200kg por mola.

Figura 2 – Curva de Força x Deslocamento



Nesse sentido, por meio do *software* CAE, *SolidWorks* projetou-se o dispositivo em 3D para, posteriormente, realizar o ensaio de análise estática de esforços. Esses testes constataram a efetividade do material escolhido para a construção do protótipo. Na figura 3(a) é apresentado o protótipo modelado no *SolidWorks* e na figura 3(b) é apresentada a simulação de esforços utilizando uma carga de 2500N aproximadamente 250kg. Por meio da simulação é possível verificar que o dispositivo suportou os esforços ainda permanecendo no regime elástico com valor de deformação equivalente de 0,11mm e deslocamento máximo de aproximadamente 2mm.

Figura 3 – Modelagem 3D do projeto final (a) e Ensaio de Análise estática CAE (b).



Após finalizado o processo de montagem foi realizado o ensaio de Líquido penetrante para verificar se haveria imperfeições devido o processo de soldagem, como discontinuidades superficiais imperceptíveis a olho nu. Foi possível perceber uma satisfatória qualidade de

soldagem uma vez que não foi revelada trincas ou porosidades nos cordões de solda, como pode ser visto através da figura 4.

Figura 4 - Aplicação de líquido penetrante (a) Aplicação de Líquido Revelador (b).



Após realizadas as caracterizações propostas, o dispositivo foi montado, como pode ser visto na figura 5(a). Após a montagem e validação do dispositivo, a bancada de ensaios destrutivos de cargas foi utilizada em uma competição universitária, sem apresentar nenhuma variação ou desconformidade. A figura 5(b) apresenta a equipe campeã, onde a ponte construída por estudantes resistiu a uma carga de 169kg.

Figura 4 - Prototipagem final bancada de ensaio destrutivo de carga (a) e o Dispositivo na competição de Ponte de Palitos do Centro Universitário de Belo Horizonte –UniBH (b).



A bancada de ensaio destrutivo de carga apresenta em sua elaboração resultados relevantes, que confirmam a sua efetividade em uso acadêmico, uma vez que ao se realizar os ensaios propostos pode-se analisar sua eficiência em competições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, se conclui que a prototipagem é uma tecnologia viável para o segmento acadêmico, uma vez que garante parâmetros, os quais permitem aos envolvidos na realização



das competições maior segurança e eficiência, desta forma propiciando competições mais justas. Além do mais, fica comprovado a partir dos resultados apresentados, a viabilidade técnica de aplicação do dispositivo em instituições acadêmicas por se tratar de um processo sustentável e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

MINASCON. **A Ponte**. Disponível em: <http://minascon.com.br/concursos/>. Acesso em: 05 out. 1996.

G1 SC. **Alunos de Itajaí montam pontes com palitos de picolé em concurso**. Disponível em: <http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2013/11/alunos-de-itajai-montam-pontes-com-palitos-de-picole-em-concurso.html>. Acesso em: 13 mai. 2018.

SOUZA, Sèrgio Augusto de. **Ensaaios mecânicos de materiais metálicos, fundamentos teóricos e práticos**. 5ª edição, São Paulo: Edgard Blucher, 1982.

ZOLIN, Ivan. **Ensaaios mecânicos e análises de falhas**. 3ª edição, Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Resistência dos materiais, Para entender e gostar**. 4ª edição, São Paulo: Blucher, 2008.

OLIVEIRA, Grazielle. Como as disputas universitárias podem ajudar a formar profissionais melhores. **Revista Época**, [S.l.], 08 dez. 2012

MECHANICAL INSTRUMENT FOR THE REALIZATION OF DESTRUCTIVE TESTS IN POPSICLE STICK BRIDGE

Abstract: *The objective of this work is the development and construction of a instrument for competition of popsicle sticks, through available materials that will no longer be used, scraps. This built instrument has received the name of destructive load test bench. The bench assists in the destructive test, which consists in verifying up to which loads bridges of popsicles stick until the moment of the break, without causing risks to the operators and spectators. Since the current competition process is robust, because at the moment of disruption, the loads fall freely, which can cause an accident to the people present. The equipment is responsible for ensuring greater safety beyond a more reliable result, since it minimizes human influences. In this context, it was necessary to create the instrument, developed on the basis of reused materials such as pipes, structural profiles and motorcycle suspension springs. However, it is concluded that the instrument is a viable technology for the academic segment, since it allows those involved in the accomplishment of the competitions to be more secure, efficient and sustainable.*

Key-words: *Destructive Testing. Mechanical Strength. Reused Materials. Efforts simulation.*