



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

IV Campeonato de Pontes da Candido Mendes - Campos



Tema do Trabalho

O tema do trabalho proposto é o projeto, a construção e o teste de carga de uma ponte treliçada, utilizando palitos de bambu (tipo espeto para churrasco ou vareta para algodão doce) e colas epóxi (tipo araldite, durepox, super bonder) e cola quente (tipo silicone, aplicada com pistola), conforme especificado no regulamento da competição.

A ponte deve ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, com peso não superior a 750g de palitos de bambu e cola (desconsiderando os apoios de PVC e o suporte de aço para aplicação da carga). **A construção da ponte deverá ser precedida da análise de algumas opções possíveis de tipos de pontes, do projeto referente ao tipo de ponte escolhida, com memorial de cálculo e estimativa da carga de colapso.**

O trabalho deverá ser realizado em grupo, sendo cada grupo formado por até 4 estudantes dos cursos de engenharias da UCAM, devendo os mesmos **estarem matriculados ou terem cursado pelo menos uma das disciplinas** relacionadas ao estudo do comportamento das estruturas (mecânica estática, resistência dos materiais, análise estrutural, pontes, estruturas metálicas, estruturas de madeira).

Objetivos do Trabalho

O objetivo principal do trabalho proposto é motivar nos alunos o desenvolvimento de habilidades que lhes permitam:

- aplicar conhecimentos básicos de Mecânica dos Sólidos para resolver problemas de Engenharia;
- utilizar softwares para resolver problemas de Engenharia;
- projetar sistemas estruturais simples;
- comunicar e justificar seus projetos em forma oral e escrita;
- trabalhar em grupo para executar seus projetos.



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

Prazos e Cronograma da Competição

Inscrições

As inscrições dos grupos para a 4ª Competição de Pontes da UCAM estarão abertas a partir da **segunda-feira 25 de março de 2019**, e deverão ser realizadas através do formulário de inscrição disponibilizado na internet no site da instituição. A data limite para inscrição será a **sexta-feira 10 de maio de 2019**.

Entrega das pontes

A data para a **entrega da ponte e do CD contendo o relatório de construção da ponte, o projeto detalhado e a estimativa de carga da ponte**, é **segunda-feira 27 de maio de 2019, no laboratório de ensaios mecânicos do prédio dos laboratórios das engenharias na UCAM (Rua Anita Peçanha, 100), de 10h00 às 12h00 e das 14h00 às 21h00**.

Data da competição

A data para realização da competição propriamente dita, isto é, dos testes de carga das pontes construídas, é **quarta-feira 29 de maio a partir das 19:00 no auditório da UCAM**.

Premiação para Terceira Competição de Pontes da Universidade Candido Mendes

Por enquanto, estão confirmados os seguintes prêmios:

- Os alunos dos grupos inscritos na competição que participarem do teste de carga da ponte e a mesma resistir a carga mínima de 30 Kg, caso estejam matriculados em alguma disciplina relacionada ao tema do projeto da ponte: Mecânica Estática ; Resistência dos Materiais I ; Resistência dos Materiais II ; Análise Estrutural I ; Análise Estrutural II ; Análise Estrutural III ; Projeto de Estruturas Metálicas ; Estruturas de Madeiras ; Pontes, receberão 1 ponto na P2 da respectiva disciplina (P2=7,0 ; PCL=2,0 e Ponte=1,0) e uma única vez para este evento, 20 horas PAC.



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

- Os alunos de engenharia da UCAM que assistirem a competição do teste de carga das pontes, receberão 5 horas PAC.

Prêmios para o 1º Lugar:

- Cada um dos integrantes do grupo que for vencedor com a ponte mais resistente, entre todas as pontes participantes da competição, receberá uma medalha comemorativa do evento e um certificado oficial de ganhador da competição.
- Cada aluno do grupo vencedor da competição receberá um exemplar do livro **Análise das Estruturas** do autor R. C. Hibbeler (8ª Edição) ou do livro **Fundamentos da Análise Estrutural** do autor Kenneth M. Leet (3ª edição).

Outros Prêmios:

- Será sorteado entre todos os participantes da competição cujas pontes ultrapassem a carga de 30 kgf, um exemplar do livro **Resistência dos Materiais** do autor R. C. Hibbeler (7ª Edição). O sorteio e a entrega do prêmio serão realizados no dia da competição, ao final do evento, e a entrega do prêmio estará condicionada à presença do participante sorteado, isto é, se o participante sorteado não estiver presente será realizado novo sorteio até que seja sorteado um participante que esteja presente no local.

Equipe Responsável

Prof. Sebastião José Petrucci Rangel
Prof. Marcos Vinícios Pereira Santana
Profa. Lucila Maria Rebello Teixeira
Prof. Markssuel Teixeira Marvila
Prof. Mario Coelho Barroso
Prof. Fabiano Portal Chagas
Prof. Lucio José Terra Petrucci
Profa. Márcia Almeida Silva



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

REGULAMENTO

➤ *Disposições Gerais*

- I. Será permitida a participação de apenas uma única ponte de palito para cada grupo inscrito;
- II. Uma vez inscrita na competição, a equipe deverá entregar a sua ponte na data e local estabelecidos pela comissão organizadora e julgadora deste evento.
- III. Junto ao modelo de ponte fornecido pela equipe, os grupos necessitam apresentar um **CD contendo um Relatório de Construção da Ponte** (fotos e descrição das etapas de construção), dando ênfase às características dos materiais empregados, fotos do processo de fabricação, foto e identificação dos integrantes do grupo, bem como **a previsão do valor da carga de colapso de sua ponte, com memorial de cálculo e/ou simulação em software adequado.**

a) Construção da Ponte – Materiais permitidos, dimensões limites e demais regras

1- A ponte deverá ser construída utilizando apenas palitos de bambu para algodão doce e/ou (espetinhos) de bambu para churrasco, comercializados, da marca Natural (sem tratamento adicional, revestimento ou alteração das características originais) com seção circular e colas epóxi do tipo massa (exemplos de marcas: Durepoxi, Polyepox, Poxibonder, etc.) e do tipo resina (exemplos de marcas: Araldite, Poxipol, Colamix, etc.). Será admitida também a utilização de cola quente em pistola para a união das barras nos nós. Outros tipos de cola poderão ser admitidos se submetidos previamente à consideração dos membros julgadores da comissão organizadora da competição;



Fig. 1 - Palitos de bambu para algodão doce medindo 40 x 0,4 cm, comercializados da marca Natural.



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES



Fig. 2 - Palitos (espetinhos) de bambu para churrasco, comercializados da marca Natural, encontrados nas dimensões: 18 x 0,4 cm ; 25 x 0,4 cm e 30 x 0,4 cm.



Fig. 3 – Exemplo de colas.

2 - Não será permitido o recebimento de pontes que forem entregues por partes (segmentos móveis ou elementos encaixáveis). A ponte precisará ser indivisível, com massa total máxima de 750 g (palito + cola), desconsiderando a massa dos elementos que servirão de apoio (tubos de PVC fixados nas extremidades das pontes), bem como da massa referente à barra de aço para aplicação da carga.

3 - No que tange às dimensões: a ponte deverá ser capaz de vencer um vão livre mínimo de 1 metro, estando apoiada nas suas extremidades, de forma que a fixação das extremidades não será admitida;



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

- 4 - A altura máxima da ponte, medida verticalmente, desde seu ponto mais baixo até o seu ponto mais alto, não deverá ultrapassar 50 cm (desconsiderando o tubo de PVC), como mostrado na figura 4;
- 5 - A ponte deverá ter uma largura mínima de 5 cm e máxima de 20 cm, ao longo de todo seu comprimento;
- 6 - Sob cada uma das extremidades da ponte deverá ser fixado um tubo de PVC (tubo para água fria de 1/2" de diâmetro nominal e 20 cm de comprimento) para promover o vínculo destas extremidades sobre as faces superiores das plataformas de ensaio, devidamente espaçadas, planas e niveladas;
- 7 - Cada extremidade da ponte poderá prolongar-se até 5,0 cm de comprimento além da face vertical de cada apoio. Não será admitida a utilização das faces verticais dos apoios como pontos de apoio da ponte.
- 8 - Para que possa ser realizado o teste de carga da ponte, ela deverá ter fixada na região correspondente ao centro do vão livre, no sentido transversal ao seu comprimento, uma barra de aço de construção de 12,5 mm de diâmetro e de comprimento igual à largura da ponte. A carga aplicada será transmitida ao longo da ponte através desta barra de rigidez maior. O peso da barra não será contabilizado no peso total da ponte, como descrito no item 2.

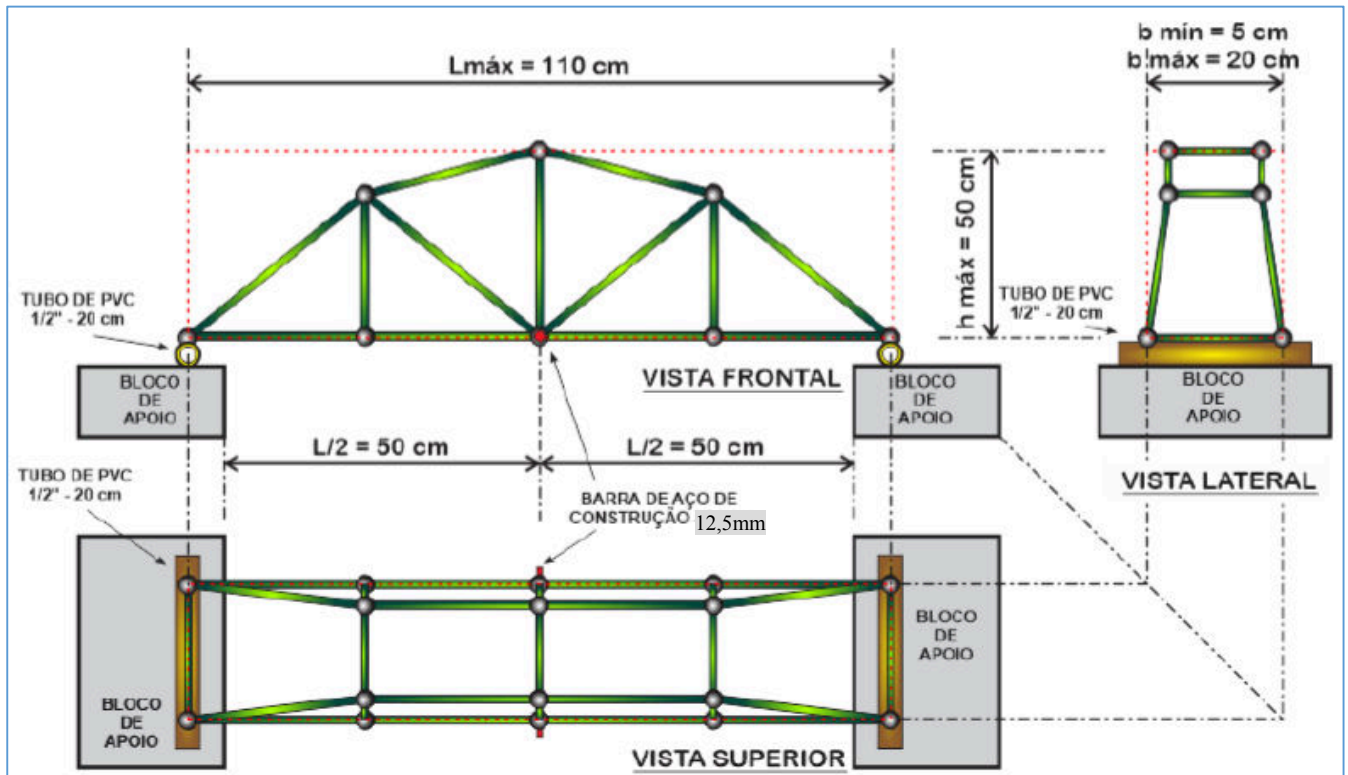


Fig. 4 – Dimensões limites para a ponte de palito.



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES



Fig. 5 – Apoios: tubo de PVC para instalação de água fria de $\frac{1}{2}$ ” – 20 cm de comprimento - e Eixo central: barra de aço com diâmetro de 12,5 mm e comprimento função da largura do centro.

b) Orientações sobre a apresentação das pontes

1. Cada grupo deverá entregar sua ponte já construída, devidamente identificada com o número da equipe e nomes dos integrantes, bem como CD com os arquivos referentes ao relatório. A data da entrega das pontes é fixada pela coordenação da competição, conforme previsto neste edital.
2. No momento da entrega de cada ponte, membros da comissão de fiscalização da competição procederão à pesagem e medição da ponte e à verificação do cumprimento das prescrições deste regulamento. Após a entrega, a ponte ficará armazenada em local determinado pela comissão organizadora da competição, até o momento da realização dos testes de carga.

c) Procedimentos para a realização dos testes de carga

1. A ordem da realização dos testes de carga das pontes corresponderá, na medida do possível, à ordem de entrega das mesmas.
2. Cada grupo indicará um de seus membros para a realização do teste de carga de sua ponte. Durante o teste de carga, o aluno deverá utilizar óculos de proteção para evitar acidentes no momento do colapso da ponte.
3. As cargas serão aplicadas em incrementos através de um acionador hidráulico definidos pelo membro do grupo que está realizando o teste.
4. Será considerado que a ponte atingiu o colapso se ela apresentar severos danos estruturais e não apresentar mais aumento do valor da carga durante o acionamento hidráulico. A carga de colapso oficial da ponte será a última carga que a ponte foi capaz de suportar durante o acionamento hidráulico.



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

5. Se na aplicação de um incremento de carga ocorrer a destruição do ponto de aplicação da carga, será considerado que a ponte atingiu o colapso, pela impossibilidade de aplicar mais incrementos de carga (ainda que o resto da ponte permaneça sem grandes danos estruturais).
6. Após o colapso de cada ponte, os restos da ponte testada poderão ser examinados por membros da comissão de fiscalização da competição, para verificar se na sua construção foram utilizados apenas os materiais permitidos. Caso seja constatada a utilização de materiais não permitidos, a ponte estará desclassificada.
7. Em caso de empate de duas ou mais pontes com a mesma carga de colapso, será utilizado como critério de desempate o peso menor e se persistir o empate, será considerada a ordem de entrega das pontes.
8. Qualquer problema, dúvida ou ocorrência não contemplada neste regulamento, deverá ser analisada pela comissão de fiscalização e a decisão final sobre o assunto em questão caberá aos membros julgadores.

Dados para projeto:

Ensaio de Tração em Palito de Bambu para Algodão Doce



Corpo de prova	E - Módulo de Elasticidade (GPa)	E - valor médio (GPa)
CP1	11,650	9,697
CP2	13,300	
CP3	13,305	
CP4	6,766	
CP5	11,875	
CP6	9,687	
CP7	7,374	
CP8	9,706	
CP9	7,578	
CP10	8,149	



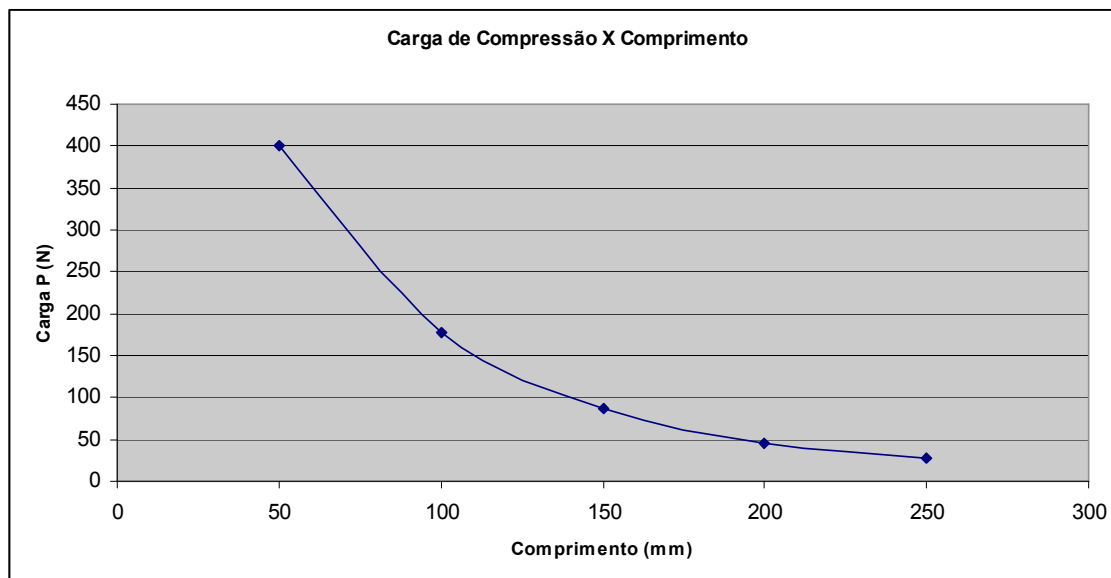
UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

Ensaio de Compressão em Palito de Bambu para Algodão Doce

Diametro (mm)	Comprimento (mm)	Carga (N)	Comprimento (mm)	Carga Média (N)
4,00	50	570.87	50	400.6
4,00	50	422.24		
4,00	50	276.99		
4,00	50	276.99		
4,00	50	456.02		
4,00	100	239.83	100	178.4
4,00	100	192.54		
4,00	100	148.63		
4,00	100	189.16		
4,00	100	121.61		
4,00	150	111.47	150	86.48
4,00	150	97.96		
4,00	150	50.67		
4,00	150	27.02		
4,00	150	145.25		
4,00	200	47.29	200	45.26
4,00	200	33.78		
4,00	200	23.65		
4,00	200	43.91		
4,00	200	77.69		
4,00	250	27.02	250	27.26
4,00	250	16.89		
4,00	250	40.54		
4,00	250	27.02		
4,00	250	27.02		



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES



SOFTWARES PARA O PROJETO

Neste link, <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/software.html> é apresentado uma lista de programas computacionais úteis para o cálculo da ponte treliçada, com links para os respectivos arquivos e para os sites dos autores dos programas.

Abaixo, listamos alguns programas que podem ser encontrados:

Ftool - http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftp_pub/lfm/ftool300win32.zip West Point Bridge Designer 2012 - <http://www.engenhariacivil.com/west-point-bridge-designer-2012>

2016 Bridge Designer Software - <https://bridgecontest.org/resources/download/>

MDSolids - <http://www.mdsolids.com/index.html>

Mathematic for Technology (com The Truss Wizard) - <http://commons.bcit.ca/math/software/>

Analysis for Windows - <http://cuylaerts.net/>

Makaria - <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/arquivos/makaria.zip>

S-FRAME Structural Analysis and Design - <https://www.s-frame.com/index.htm>

CADRE Pro - <http://www.cadrealanalytic.com/Cadrep.htm>

Há também, versões de jogos - demonstração que simula a construção de pontes e outros tipos de estruturas:

CronicLogic - <http://www.chroniclogic.com>

Armadillo Run - <http://www.armadillorun.com>



UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES

DICAS

Lugares para compra dos palitos de bambu da marca Natural:

- (FAPLAST – Av. Professora Carmem Carneiro, 498 – Jd. Carioca – Campos dos Goytacazes – Tel.(22) 27333220 / 999042228
- RECOPEL - Rua Barão do Amazonas, 173 - Centro, Campos dos Goytacazes – Tel. (22)2731-8650 ou Avenida 24 de Outubro, 172 - Jardim Flamboyant II, Campos dos Goytacazes – Tel.(22) 27235400

Lugares para compra da cola epóxi e cola quente:

- Papelarias
- Lojas de materiais de construção

REFERÊNCIAS

- Regulamento baseado nas orientações previstas no Edital da Competição de Pontes de Espaguete, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Prof. Luis Alberto Segovia Gonzalez.

- Regulamento baseado nas orientações previstas no Edital da Competição de Pontes de palitos de bambu, UNISINOS.