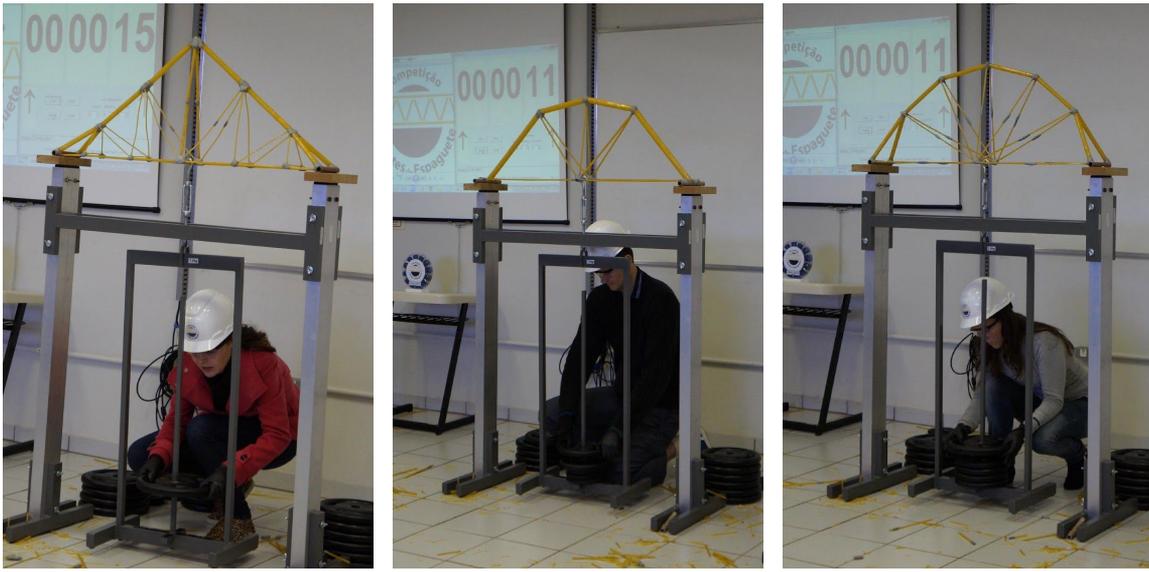




Technology Day



DESAFIOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: PONTE DE ESPAGUETE REGULAMENTO

**Prof. Carlos Henrique Lagemann
Prof^a. Emanuele Amanda Gauer
Prof. Evandro Franzen
Prof. Fabrício Pretto
Prof. Manfred Costa
Prof^a. Maria Claudete Schorr Wildner
Prof. William Jacobs
Acad. Franciele Ferrari
Acad. Thainan Fagundes Brum**

Lajeado, 2016.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se perceber que ao longo das últimas décadas, houve grande crescimento na área tecnológica. A globalização, fenômeno mundial de integração econômica, social, cultural e política, vem desencadeando uma acirrada competição de mercados. Sendo assim, empresas buscam fatores que as diferenciem das demais através dos seus produtos e serviços.

Com o objetivo de ampliar a formação dos futuros profissionais da área tecnológica para a realidade que o mercado de trabalho apresenta, o Centro Universitário Univates está propondo em seu quarto ano, o Technology Day, composto pelas competições de DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO e PONTES DE ESPAGUETE, entre outras atividades. Este desafio é destinado aos acadêmicos desta instituição aos e alunos do ensino médio.

2. REGULAMENTO GERAL (COMUM ÀS DUAS COMPETIÇÕES)

Este regulamento apresenta as normas obrigatórias das competições para os alunos do Centro Universitário Univates.

2.1 FORMAÇÃO DAS EQUIPES

- a) As equipes deverão ser formadas por no mínimo 2 (dois) e no máximo 5 (cinco) integrantes e devem ser mistas, ou seja, é necessário ter no mínimo 1 (um) aluno dos cursos de graduação da UNIVATES, e no mínimo 1 (um) aluno do ensino médio. Alunos de cursos técnicos serão considerados como alunos de ensino médio;
- b) Os alunos poderão participar dos dois subprojetos (DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO e PONTES DE ESPAGUETE), mas com apenas uma inscrição em cada competição;
- c) Equipes que tenham interesse em participar das competições para atender à solicitação de disciplinas dos cursos de graduação da Univates, poderão realizar as inscrições sem a participação de alunos do ensino médio, porém,

entrarão na condição de desclassificados, ou seja, não terão direito ao prêmio às medalhas;

d) Como esta atividade faz parte do 10° CCTEC (Congresso de Ciência e Tecnologia do Vale do Taquari), todos os alunos de cursos superiores precisam estar inscritos no congresso até o dia 03/10/2016. Se um dos integrantes não estiver inscrito no congresso a equipe irá participar normalmente da competição, porém não terá direito à premiação. Alunos do Ensino Médio não precisam estar inscritos no congresso;

e) Em hipótese alguma será aceita a troca de integrantes da equipe após a efetiva inscrição.

2.2 INSCRIÇÕES

a) As inscrições deverão ser efetuadas entre os dias 12/09/2016 e 30/09/2016 através do site <http://www.univates.br/cctec/technology-day>.

b) A inscrição de cada equipe somente será efetivada mediante a doação de 2 kg de alimento não perecível (exceto açúcar e sal) no momento da entrega do protótipo, conforme item 2.3 do regulamento. Os alimentos serão repassados a entidades carentes do Vale do Taquari.

2.3 ENTREGA DOS PROTÓTIPOS

A entrega dos protótipos e dos alimentos não perecíveis deverá ser efetuada no dia 30/09/2016 (sexta-feira) das 17h30min às 19h15min no prédio 17 da UNIVATES. No ato da entrega os trabalhos serão submetidos à análise da comissão organizadora na presença de um dos integrantes da equipe. Não serão aceitos protótipos e alimentos fora do dia, horário e local determinados.

2.4 TRANSPORTE DOS PROTÓTIPOS AO LOCAL DO EVENTO

No dia das competições (*Technology Day* – 04/10/2016 - terça-feira) o líder de cada equipe deverá retirar o seu protótipo entre 17h30min e 19h no prédio 17, e transportá-lo até o local do evento, sem retirar o lacre de identificação, sendo, este aluno, responsável pela integridade física do

trabalho. Após o referido horário, os trabalhos não poderão ser retirados e a equipe estará desclassificada.

2.5 DATA E LOCAL DO EVENTO

As competições ocorrerão no dia 04/10/2016 (terça-feira) no período da noite, no Ginásio Esportivo da UNIVATES, ao lado do prédio 16, fazendo parte do *Technology Day*.

2.6 PREMIAÇÃO

- a) A equipe campeã receberá medalhas ilustrativas e uma premiação individual de R\$ 150,00 em vale curso¹ na UNIVATES, totalizando até R\$ 750,00². As equipes classificadas em segundo e terceiro lugar receberão medalhas.
- b) As equipes classificadas em primeiro, segundo e terceiro lugar deverão apresentar atestado de matrícula de todos os integrantes do ensino médio, para fins de verificação antes do recebimento da premiação. Caso o(s) aluno(s) do ensino médio não apresente(m) o atestado de matrícula, a equipe será desclassificada, sendo revista a classificação da competição.

2.7 DISPOSIÇÕES GERAIS

- a) O descumprimento de quaisquer itens deste regulamento desclassifica a equipe;
- b) As equipes que estiverem na condição desclassificada, poderão participar normalmente do evento, porém não concorrerão à premiação;
- c) Todos os integrantes inscritos nas equipes deverão estar presentes no dia do evento (*Technology Day*), caso um dos integrantes não esteja presente, a equipe não concorrerá à premiação;
- d) Para os alunos da Univates matriculados em disciplinas nas quais os professores ofereçam alguma pontuação na avaliação, caberá a este professor estabelecer seus próprios critérios para tal avaliação;

¹ O vale curso pode ser utilizado em qualquer serviço oferecido pela instituição, exceto para pagamento de mensalidade de cursos técnicos, de graduação, de pós-graduação.

² O prêmio total é dado pelo produto do número de participantes do grupo por R\$ 150,00.

- e) Para ter direito a 20 horas de atividades complementares, todos os alunos dos cursos de graduação participantes devem preencher individualmente o termo de voluntariado (disponível no link de inscrição) e entregar impresso e assinado no dia 30/09/2016, juntamente com o protótipo.
- f) O Centro Universitário Univates mantém o direito de mudar a data o turno e o local da competição, caso julgue necessário;
- g) Os equipamentos de proteção individual (EPI's) serão fornecidos pela comissão organizadora antes das competições **e são de uso obrigatório**;
- h) As equipes devem acompanhar as informações publicadas no link <http://www.univates.br/cctec/>
- i) Em caso de dúvidas pertinentes (informações que não estejam descritas neste regulamento) as equipes devem solicitar informações através do e-mail desenvolvimentodeproduto@univates.br ou pontesdeespagete@univates.br de acordo com participação da equipe.
- j) Quaisquer situações não previstas neste regulamento, a comissão organizadora reserva-se o direito de definir a melhor solução, considerando critérios éticos e técnicos;
- k) Após ambas as competições os participantes não poderão requerer os seus protótipos, que ficarão à disposição da Fuvates;
- l) Todos os integrantes das equipes poderão ser filmados, fotografados e entrevistados sem qualquer direito de uso de imagem;
- m) Através da inscrição na competição, todos os integrantes do grupo estão cientes de que a inscrição importa na transferência total, definitiva e gratuita dos direitos autorais dos participantes, em favor da Fuvates, que, poderá utilizar-se livremente dos trabalhos, total ou parcial, inclusive modificando-os, sem direito de oposição em favor dos autores, salvo atingidos na honra ou boa fama, nem à remuneração ou indenização por perdas e danos. Os autores, unicamente, se quiserem, poderão repudiar a autoria de trabalho modificado, também sem direito a qualquer tipo de indenização.

3. REGULAMENTO ESPECÍFICO A COMPETIÇÃO DE PONTES DE ESPAGUETE

3.1 INTRODUÇÃO

A competição de pontes de espaguete é uma atividade acadêmica realizada em várias instituições de ensino no Brasil e no exterior. Relatos indicam que a primeira instituição que realizou esta competição foi a Okanagan College, na Colúmbia Britânica, em 1983. No Brasil, a competição iniciou na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 2004, sendo, posteriormente, seguida por inúmeras instituições brasileiras. Esta atividade envolve alunos dos cursos da área tecnológica, buscando estabelecer uma relação dos assuntos teóricos, estudados na disciplina de resistência dos materiais e disciplinas afins, com a prática projetual. Pelo pioneirismo e pela experiência acumulada em 21 edições do evento, serão adotados o regulamento e os dados técnicos muito semelhantes aos utilizados na competição da UFRGS, com objetivo de estimular uma saudável competição entre os alunos das instituições que adotam o mesmo regulamento.

3.2 OBJETIVOS

Esta competição tem por objetivo a análise estrutural, o projeto, a construção e o ensaio destrutivo de uma ponte treliçada feita com fios de espaguete e colas epóxi, respeitando o regulamento descrito a seguir. A ponte deve ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, com peso não superior a 900 g. A construção da ponte deverá ser precedida da análise de algumas opções de tipos de treliças e do projeto da mesma, com estimativa de carga de colapso. Esta atividade busca motivar os alunos no desenvolvimento de habilidades que lhes permitam:

- a) aplicar conhecimentos básicos da resistência dos materiais para resolver problemas de estruturas;
- b) utilizar *softwares* para resolver problemas de estruturas;

- c) projetar sistemas estruturais simples;
- d) comunicar e justificar seus projetos em forma oral e escrita;
- e) trabalhar em grupo para executar seus projetos; e
- f) executar uma atividade com regramento específico.

4.3 REGULAMENTO

4.3.1 Disposições Gerais

- a) Na entrega das pontes, cada equipe deverá apresentar uma estimativa do valor da carga de colapso de sua ponte e uma lista das colas utilizadas na sua construção;
- b) É obrigatória a presença de todos os integrantes da equipe para realização do teste de carga;
- c) As equipes, cujas pontes não atenderem todos os requisitos deste regulamento, efetuarão o teste de carga no final do evento, na condição de desclassificada.

4.3.2 Normas Para a Construção da Ponte

- a) A ponte deverá ser indivisível, de tal forma que partes móveis ou encaixáveis não serão admitidas;
- b) A ponte deverá ser construída utilizando apenas massa do tipo espaguete número 7 da marca Barilla e colas epóxi do tipo massa (exemplos de marcas: Durepoxi, Polyepox, Poxibonder) e do tipo resina (exemplos de marcas: Araldite, Poxipol, Colamix, ProEpoxi, Zpoxy). Outros tipos de cola poderão ser admitidos desde que sejam previamente submetidos à consideração da comissão organizadora por escrito;



Massa espaguete



Colas epóxi tipo massa



Colas epóxi tipo resina

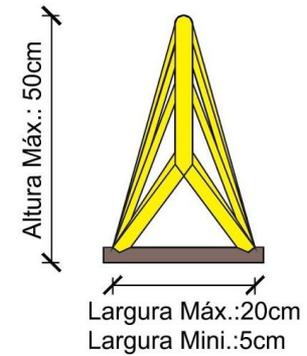
- c) O peso da ponte não poderá ser superior a 900 g (considerando a massa espaguete, as colas utilizadas, canos para apoio nas extremidades da ponte e a barra de aço para fixação da carga);
- d) A ponte só poderá receber revestimento ou pintura com as colas permitidas;
- e) A ponte deverá ser capaz de vencer um vão livre de 1 m, estando apoiada livremente nas suas extremidades, de tal forma que a fixação das extremidades não será admitida;
- f) A altura máxima da ponte, medida verticalmente desde seu ponto mais baixo até o seu ponto mais alto, não deverá ultrapassar 50 cm;

g) A ponte deverá ter uma largura mínima de 5 cm e máxima de 20 cm, ao longo de todo seu comprimento;

Vista frontal:



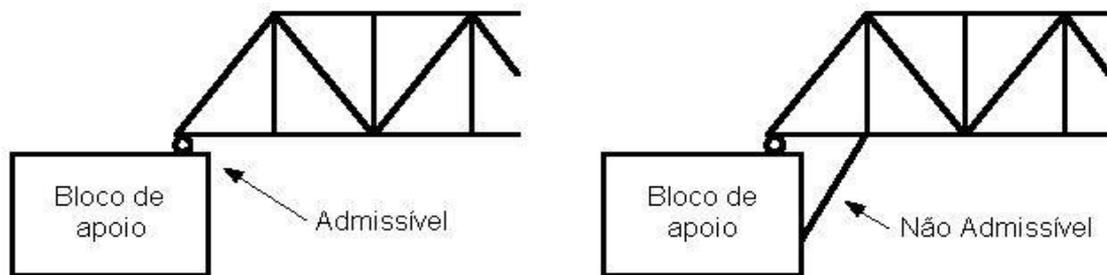
Vista lateral:



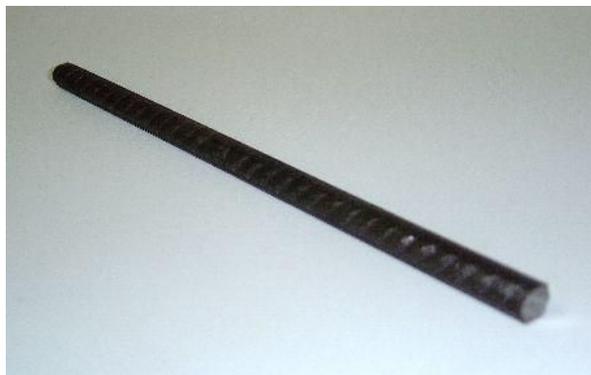
h) Na parte inferior de cada extremidade da ponte deverá ser fixado um tubo de PVC para água fria, de 20 mm de diâmetro externo e 20 cm de comprimento para facilitar o apoio destas extremidades sobre as faces superiores (planas e horizontais) de dois blocos colocados no mesmo nível;



i) Cada extremidade da ponte poderá prolongar-se até 5 cm de comprimento além da face vertical de cada bloco de apoio. Não será admitida a utilização das faces verticais dos blocos de apoio como pontos de apoio da ponte;



j) 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 e no mesmo nível das extremidades apoiadas, uma barra de aço de construção de 8 mm de diâmetro e de comprimento igual à largura da ponte. A carga aplicada será transmitida à ponte através desta barra.



4.3.3 Normas Para a Apresentação das Pontes

- a) Cada equipe deverá entregar sua ponte já construída, acondicionada em uma caixa de papelão suficientemente rígida, de modo a proteger a ponte contra eventuais impactos;
- b) Após a entrega de cada ponte, a Comissão Organizadora procederá a pesagem e a medição da ponte, bem como a verificação do cumprimento de todas as prescrições deste regulamento. As pontes serão identificadas com um lacre, permanecendo neste local até o dia do teste de carga (*Technology Day*). Pelo menos um membro da equipe deverá acompanhar o processo de pesagem, medição e verificação;

c) no dia dos testes de carga, cada equipe será responsável pela retirada e transporte da ponte até o local do evento, devendo obrigatoriamente permanecer com o lacre de identificação. As pontes que estiverem com o lacre rompido serão consideradas em desacordo com o regulamento da competição.

4.3.4 Normas Para a Realização dos Testes de Carga

a) A ordem da realização dos testes de carga das pontes corresponderá preferencialmente à ordem de entrega das mesmas e será divulgada oportunamente;

b) Cada grupo indicará dois de seus membros para a realização do teste de carga de sua ponte, sendo que apenas um posicionará os pesos no dispositivo de carregamento e o outro poderá auxiliar na escolha dos anéis. Ambos deverão utilizar equipamentos de proteção individual (capacete, óculos e luvas de proteção). O aluno que posicionará os pesos no dispositivo de carregamento deverá ser obrigatoriamente um aluno do ensino médio. Os grupos também indicarão um de seus membros para acompanhar o registro e validação do carregamento junto à comissão organizadora. Os demais integrantes deverão ficar junto à plateia;

c) A carga inicial a ser aplicada será o peso correspondente ao mecanismo de suporte dos anéis que carregarão a ponte (equivale a uma massa de 7,5 kg). Se após 10 segundos de ter aplicada a carga, a ponte não apresentar danos estruturais e não apresentar deslocamento vertical superior a 30 mm no mecanismo de suporte dos anéis, será considerado que a ponte passou no teste de carga mínima, e ela estará habilitada para participar do teste da carga de colapso;

d) Se a ponte passou no teste da carga mínima, as cargas posteriores serão aplicadas em incrementos definidos pelos membros do grupo que estão realizando o teste. Será exigido um mínimo de 10 segundos entre cada aplicação de incremento de carga;

e) Será considerado que a ponte atingiu o colapso se ela apresentar severos danos estruturais menos de 10 segundos após a aplicação do incremento de carga. A carga de colapso oficial da ponte será a última carga que a ponte foi capaz de suportar durante um período de 10 segundos, sem que ocorressem severos danos estruturais;

f) também será considerado que a ponte atingiu o colapso se ela apresentar um deslocamento vertical superior a 30 mm no mecanismo de suporte dos anéis, contados a partir do início do teste, quando da aplicação carga inicial;

g) 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);

h) Após o colapso de cada ponte, os restos da ponte testada poderão ser examinados pela comissão organizadora, para verificar se na sua construção foram utilizados apenas os materiais permitidos. Caso seja constatada a utilização de materiais não permitidos, a ponte será desclassificada;

i) Em caso de empate de duas ou mais pontes com a mesma carga de colapso, será utilizado como critério de desempate o peso menor da ponte, e se persistir o empate, a doação da maior quantidade de alimento não perecível por parte da equipe no ato da inscrição. Se ainda persistir o empate, será considerada a ordem de entrega das pontes;

j) Quaisquer problemas, dúvidas ou ocorrências não contempladas neste regulamento deverão ser analisados pela comissão organizadora.

4.4 DADOS PARA O PROJETO

Os dados apresentados a seguir, se referem ao espaguete prescrito para esta competição:

- a) Marca: Barilla
- b) Tipo: Spaghettoni
- c) Número: 7
- d) Peso do pacote: 500 g



4.4.1 Dados Gerais

- a) Número médio de fios de espaguete em cada pacote: 500
- b) Diâmetro médio: 1,8 mm
- c) Raio médio: 0,9 mm
- d) Área da seção transversal: $2,545 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$
- e) Momento de inércia da seção: $5,153 \times 10^{-5} \text{ cm}^4$
- f) Comprimento médio de cada fio: 25,4 cm
- g) Peso médio de cada fio inteiro: 1 g
- h) Peso linear: $3,937 \times 10^{-2} \text{ g/cm}$
- i) Módulo de Elasticidade Longitudinal: 36000 kgf/cm^2

4.4.2 Dados Sobre a Resistência à Tração

A carga de ruptura por tração para um fio de espaguete, independe do comprimento do fio, foi determinada através do ensaio de 6 corpos de prova submetidos a tração até a ruptura. A carga média de ruptura obtida nestes ensaios foi de 4,267 kgf.

4.4.3 Dados Sobre a Resistência à Compressão

A carga de ruptura por compressão dos fios de espaguete está relacionada com o fenômeno da flambagem, que depende do comprimento do fio de espaguete, das propriedades geométricas da sua seção transversal e das condições de vinculação das extremidades. Para as turmas das disciplinas onde o estudo da flambagem está fora do escopo do conteúdo abordado nas aulas, a carga de ruptura por compressão para cada barra comprimida da treliça da ponte, pode ser determinada através de curvas que foram obtidas a partir dos resultados de 93 ensaios de compressão de corpos de prova de diferentes comprimentos e formados por diferentes números de fios de espaguete. Destas curvas, apresentadas a seguir, pode ser obtida a carga de ruptura por compressão para barras de diferentes comprimentos, formadas por diferentes números de fios de espaguete:

a) Curvas de carga de ruptura por compressão x comprimento da barra, para barras formadas com diferentes números de fios de espaguete, disponível no link http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/dados_curvasfios.html

b) Curvas de carga de ruptura por compressão x número de fios de espaguete da barra, para barras com diferentes comprimentos, disponível no link http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/dados_curvascomprimentos.html

Para as turmas das disciplinas onde o estudo da flambagem forma parte do conteúdo abordado nas aulas, na determinação da carga de ruptura por compressão de cada barra comprimida da treliça da ponte, sugere-se a proposta de roteiro de cálculo com a utilização da curva de flambagem que foi obtida a partir dos resultados dos testes de compressão, disponível no link http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/papo_roteiro.html

4.5 SOFTWARE PARA O PROJETO

Neste capítulo é apresentada 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. Estão disponíveis os seguintes programas:

a) *West Pont Bridge Designer 2004*: um programa desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil e Mecânica da Academia Militar de West Point (Estados Unidos). O aplicativo é ótimo para estudar o comportamento dos elementos de uma treliça de ponte. É possível desenhar a ponte e simular a passagem de um veículo, mostrando em tempo real e através de cores diferentes, as barras que ficam tracionadas e comprimidas. O programa é Freeware e existem versões [para Windows 9x](#) e [para Windows XP](#). Visite também o [site](#) do programa;

b) *FTool*: um programa implementado pelo Prof. Luiz Fernando Martha do Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. O programa permite analisar estruturas de barras no plano, e fornece como resultados reações, diagramas de esforços e deslocamentos. O programa é Freeware (limitado à análise de estruturas com até 96 barras) e existem versões [para Windows](#) e [para Linux](#). Está disponível também o [Manual do programa](#) em formato PDF. Não deixe de visitar o [site](#) do autor e conferir se existem versões novas;

c) *MDSolids*: um programa com diversos módulos para aprendizagem de Mecânica dos Sólidos. Desenvolvido pelo Prof. Timothy A. Philpot da Universidade de Missouri (Estados Unidos). Um dos módulos permite analisar treliças planas de maneira muito fácil e intuitiva (a treliça é desenhada com o mouse). O programa é Shareware, e uma versão [para Windows](#) totalmente funcional por 30 dias está disponível para avaliação (ao descompactar o arquivo, execute primeiro o Setup1.exe e depois o Setup2.exe). O [site](#) do programa é rico em recursos didáticos para acompanhar as aulas. Ao visitar o site, não deixe de visitar o link MecMovies, pois os recursos disponíveis são imperdíveis;

d) *Mathematic for Technology*: um "pacote" desenvolvido por Eric Hiob do Departamento de Matemática do British Columbia Institute of Technology, com 9 programinhas muito úteis para qualquer estudante de engenharia. Um dos programas é o Truss Analysis Wizard para análise de treliças planas. O "pacote" é freeware e existe versão apenas [para Windows](#). No [site](#) do programa é possível obter informações sobre cada um dos módulos que compõem o "pacote".

e) *Analysis for Windows*: um programa para análise de estruturas de barras em 2D e 3D, desenvolvido pela empresa Cuylaerts Engineering. O programa é freeware e existe versão apenas [para Windows](#). Uma limitação importante é que a versão disponível permite analisar estruturas com até 10 nós. No [site da CuylaertsEngineering](#) é possível obter mais informações sobre as potencialidades do programa e verificar se existe uma versão mais nova.

f) Outros programas para análise de estruturas em três dimensões: em geral, os programas para análise de estruturas em três dimensões são de utilização direcionada para aplicações profissionais. Uma busca na internet fornece algumas alternativas gratuitas, dentre as quais podem ser destacadas as que estão apresentadas a seguir. No [site do Engenheiro Dattaraj Jagdish Rao](#) está disponível uma ferramenta "online" em Java para análise de treliças tridimensionais. A [empresa que desenvolve o software AxisVM](#) disponibiliza também [uma versão para Windows exclusiva para estudantes](#) e limitada a estruturas com até 40 elementos. Outra alternativa é [a versão "trial" para Windows do software MATruss](#), disponibilizado pela empresa [MA Software](#). No site do [projeto FEMTA \(FiniteElementMethod for TrussAnalyzer\)](#), está disponível também [a versão para Windows do programa FEMTA 0.71](#). Para utilizar este programa o arquivo ZIP deve ser descompactado em uma pasta e depois deve ser executado o arquivo gfemta.bat. O programa carece de instruções de uso, mas é bastante fácil de utilizar. A recomendação é que no período de aprendizagem os dados sejam gravados frequentemente, para que

em caso de ocorrência de erro e travamento do programa, não sejam perdidos os dados já introduzidos.

g) *Makaria*: um programa desenvolvido por Andreas Paulus Scherdien Berwaldt, Fabiano Daniel Guzon e Vinícius Ioppi sob a orientação do Prof. Inácio Morsch do Departamento de Engenharia Civil da UFRGS. É um programa de projeto de pontes de espaguete do tipo viga treliçada que emprega o método da rigidez direta com elementos de treliça plana. Determina os esforços nas barras e calcula o número de fios de espaguete em cada barra, apresentando uma tabela com os quantitativos. O arquivo compactado contém o executável do programa (arquivo Makaria.exe), o manual em formato PDF (arquivo ManualMakaria.pdf), o arquivo com a entrada de dados de um exemplo (arquivo EntradaTeste.txt) e o arquivo com a saída de resultados de um exemplo (arquivo SaidaTeste.rtf). [O programa é freeware](#) e roda em uma janelinha DOS do Windows.

Como ninguém é de ferro e para incentivar a imaginação no projeto da ponte de espaguete, estão disponíveis também algumas versões de demonstração de jogos que tratam da construção de pontes e outros tipos de estruturas. A empresa [CronicLogic](#) disponibiliza em seu site vários demos de jogos cuja temática é a construção de pontes. Entre eles o [Bridge Builder](#), o [Bridge Building Game](#), o [Pontifex I](#), o [Pontifex II](#) e o [Bridge Construction Set](#). Estão disponíveis apenas versões para Windows. A empresa [ArmadilloRun](#) disponibiliza em seu site uma versão de demonstração de um divertido jogo onde as leis da física são as peças fundamentais para solucionar o desafio de transportar um tatu (em inglês, "armadillo"), de um ponto para outro do espaço. Para realizar a tarefa proposta devem ser considerados de forma divertida conceitos de tensão, gravidade, resistência e impulso. Está disponível apenas uma versão para Windows do jogo [ArmadilloRun](#). A empresa [Valusoft](#) disponibiliza a versão de demonstração de um jogo onde o objetivo é destruir e construir estruturas. Está disponível apenas uma versão para Windows do jogo

[ConstructionDestruction](#). Atenção: o arquivo tem 83 MB e o jogo exige um computador com boa placa gráfica.

4.6 VÍDEOS INTERESSANTES

a) Os alunos Lucas, Karina e Daniele produziram um vídeo mostrando a construção da ponte projetada para uma competição (2013-A):

<http://youtu.be/wQhtyc9phxY>;

b) Competição ocorrida na disciplina Resistência dos Materiais Estruturais (2013-A): <http://youtu.be/TD7k8HFuQgY>;

c) Technology Day de 2013: <http://youtu.be/z-YHp519TNk>;

d) Reportagem do Jornal da Univates sobre o Technology Day de 2013: <http://youtu.be/UNQuNf3ko5A>.

4.7 REFERÊNCIAS

GONZALEZ, L. A. S.; MORSCH, I. B.; MASUERO, J. R. *Didactic games in engineering teaching – case: spaghetti bridges design and building contest. 18th International Congress of Mechanical Engineering*. Ouro Preto, MG: 2005

Competição de Pontes de Espaguete (UFRGS), sob a coordenação do prof. Luis Alberto Segovia González (Departamento de Engenharia Civil): acesso no link <http://www.ppgec.ufrgs.br/segovia/espaguete/index.html>