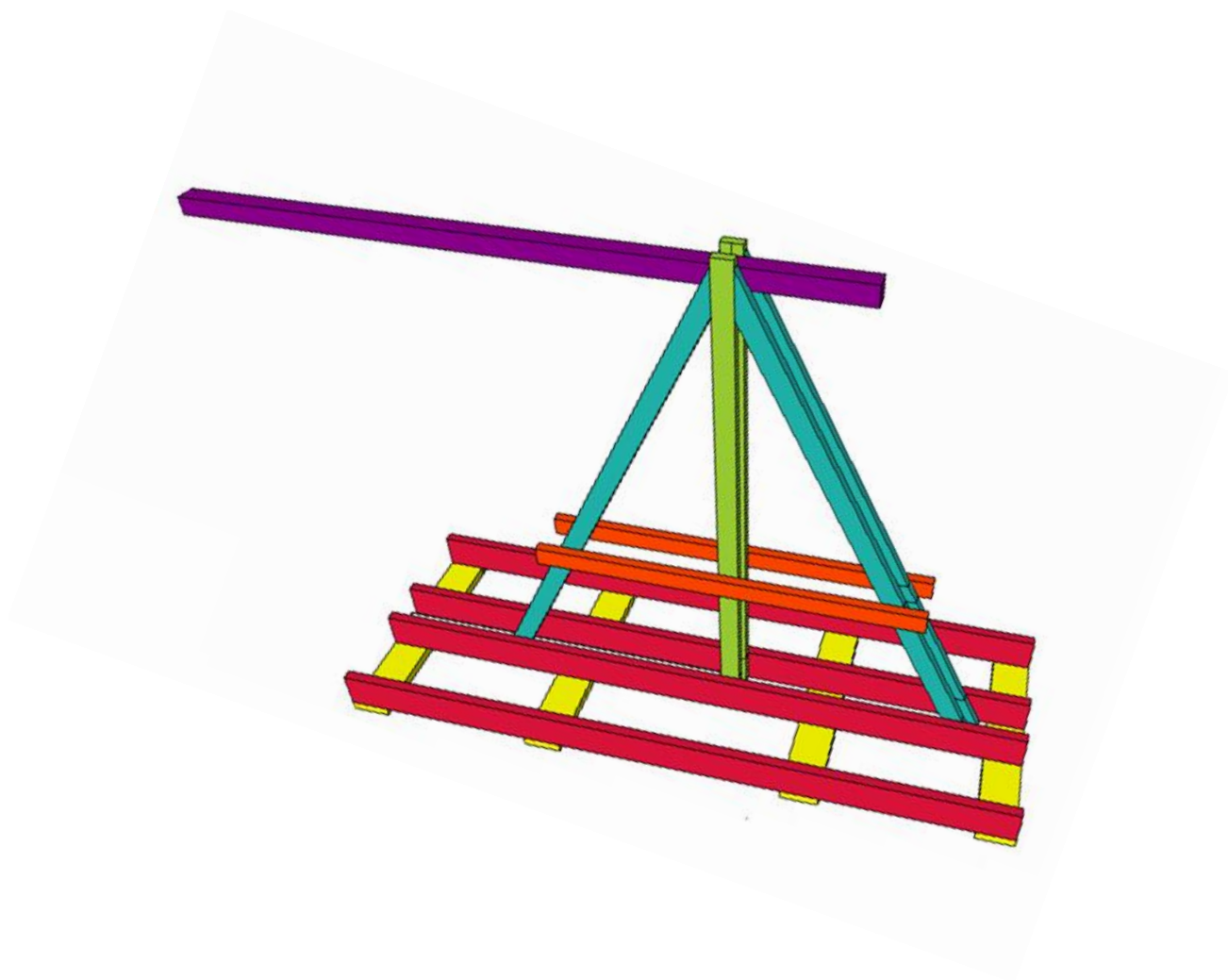




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL – ENGENHARIA CIVIL



Projeto de Construção da

Catapulta Trebuchet

2017/1

Realização:

Ana Luísa Zottis, Anielle Schulte, Antônio Carlos Heinen Zardin, Daiana Della Vecchia Magnus, Elisa Mitsue Yokemura, Gabriel Scholl Roballo, Giovana Facchini, Henrique De Mello Cabral, Isadora Fraga, Kenji Kawauchi, Leonardo Ribeiro Agustoni Feilke, Lucas Almeida Gil, Natália Gindri, Thaís Boff Brauner, Théa Louise Sequeira Pessoa, Vitor dos Santos Cavalheiro.

Tutora: Dra. Vanessa Fátima Pasa Dutra

Agradecimentos:

O Grupo PET Engenharia Civil agradece ao professor e Dr. Inácio Morsch, que já realiza um projeto semelhante com seus alunos da disciplina de Mecânica Vetorial, apoiando nosso grupo para realização do projeto com nosso público alvo. Agradecemos também ao professor Dr. Roberto Domingo Rios, que nos orientou para essa realização, bem como a todos que propiciaram, de variadas formas, a concretização deste trabalho.

Projeto:

A construção de modelos reduzidos de estruturas é uma forma de contemplar a interdisciplinaridade do conhecimento e de estimular a aprendizagem dos estudantes, através da abordagem pró-ativa de aplicação das teorias adquiridas nas principais disciplinas do curso de Engenharia Civil.

Nesse contexto, o Projeto de Construção da Catapulta visa estimular a criatividade e o aprendizado, permitindo a unificação do conhecimento acadêmico.



Índice

1. Regulamento

- 1.1) Especificações técnicas
- 1.2) Normas para apresentação da catapulta
- 1.3) Normas para realização do lançamento
- 1.4) Cronograma
- 1.5) Informações extras

2. Projeto

- 2.1) Dicas
- 2.2) Planejamento da catapulta
- 2.3) Método de montagem

3. Critérios de avaliação

1. Regulamento

1.1) Especificações Técnicas

Para poder participar da competição, devem ser considerados os seguintes requisitos técnicos:

1º - A catapulta não poderá ter, de forma nenhuma, materiais que propiciem o uso de energia elástica, por isso **nenhum** material elástico será permitido em sua composição. Se for descoberto o uso de algum material desse tipo, o grupo será desclassificado.

2º - Os materiais que podem ser utilizados são:

- a. Madeira balsa;
- b. Pregos;
- c. Cola para madeira;
- d. Eixo metálico;
- e. Funda;
- f. Cabos (ligados a funda);

Todos os materiais serão entregues pelo grupo PET no primeiro encontro.

3º - O contrapeso da catapulta deverá ser uma anilha de um quilograma (1kg), também fornecida pelo grupo PET.

4º - O projétil da catapulta deve pesar 10 gramas (10g) e deve ser fabricado com massa de modelar. Para construí-lo, basta fazer uma esfera com a massa e envolvê-la com uma folha plástica fina. Estes materiais são utilizados por que na hora do lançamento o projétil não deve rolar.

5º - Tanto o contrapeso quanto o projétil serão pesados no dia da entrega da

catapulta. Caso estejam fora dos padrões, os participantes perderão pontos nesse critério. Durante as aulas de construção, uma balança estará disponível para os participantes para conferência dos pesos.

1.2) Normas para apresentação da catapulta

O lançamento será agendado previamente, após um tempo determinado para a construção. Como é necessário um espaço aberto, dependemos do clima para sua realização.

Para tanto, será definido um dia para a entrega das catapultas, projéteis e contrapesos, para que ninguém tenha mais ou menos tempo para sua confecção. As catapultas ficarão guardadas na sala do PET Civil e identificadas até o dia do lançamento. Serão conferidos os materiais e pesos durante esse tempo, por isso após o dia da entrega, mais nada poderá ser modificado no projeto.

No dia do lançamento, cada grupo ficará responsável por retirar a sua catapulta e levá-la até o local combinado.

1.3) Normas para a realização do lançamento

1º - A ordem da realização dos lançamentos será definida pela ordem de entrega das catapultas.

2º - Cada grupo realizará 3 lançamentos, sendo no final realizada uma média das distâncias. Os membros do grupo definem quem serão os lançadores.

3º - Será considerado lançamento todo projétil que for solto, a não ser que se desloque para trás. Caso isso aconteça poderão ser feitos s até dois novos lançamentos.

4º - Os lançamentos serão realizados de forma que todos os grupos façam o primeiro lançamento, depois todos façam o segundo e depois o terceiro. Dessa forma, se algo não funcionar corretamente, o primeiro grupo terá tempo de arrumar a catapulta antes do

próximo sem prejudicar o tempo da competição.

5º - O teste das catapultas é realizado num campo de grama plano. Estabelece-se uma largura de 2m definindo uma faixa de campo na qual a catapulta deve ser posicionada para disparar. O campo é marcado com bandeiras a cada 5 metros, agilizando assim a medição da distância alcançada pelo projétil.

1.4) Cronograma

Será realizada uma aula inicial, onde será entregue a apostila e o projeto. Nessa aula também serão discutidos os critérios de avaliação e diferentes formas de construção da catapulta. O material já será disponibilizado neste dia, portanto os grupos podem iniciar a montagem.

Os grupos terão aproximadamente duas semanas para construção das catapultas. Será realizada mais uma aula de acompanhamento durante esse período, para que os participantes possam tirar as dúvidas e fazer a pesagem. Fora disso, os participantes devem realizar a construção nos horários e locais que forem mais convenientes. O grupo PET sempre estará disponível para dúvidas na sua sala, por e-mail, Instagram ou Facebook.

1.5) Informações Extras

O projeto e suas características foram feitos baseados no projeto criado pelos professores Inácio Morsch e Marcelo Maia Rocha.

O projeto da catapulta pode ser testado pela internet, através do site: <http://virtualtrebuchet.com/>

Com isso, você pode testar a eficiência da catapulta antes do lançamento final.

2. Projeto

2.1) Dicas

O que mais influencia para que a catapulta dispare para frente, além de minimizar a energia residual que não é entregue ao projétil e reduzir a variação na distância do disparo, é a calibração da catapulta. As variáveis que influenciam no comportamento da catapulta são: comprimentos dos cabos da funda; posição em que é presa a extremidade fixa de um dos cabos; posição, comprimento e ângulo do pino de lançamento; tamanho e formato da bolsa que forma a funda.

Para que ela tenha a maior eficiência, podem ser feitos vários testes alterando essas variáveis e percebendo o que torna ela melhor.

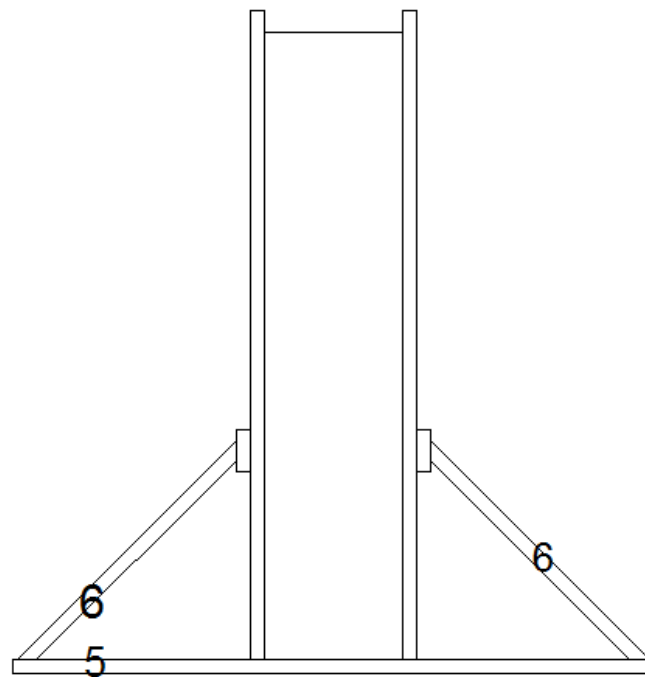
Como será disparada em um campo de grama, é necessário ter o cuidado de que a catapulta esteja o mais nivelada possível. Para tanto, é necessário que ela esteja bem estável, centralizada e firme.

2.2) Planejamento da Catapulta

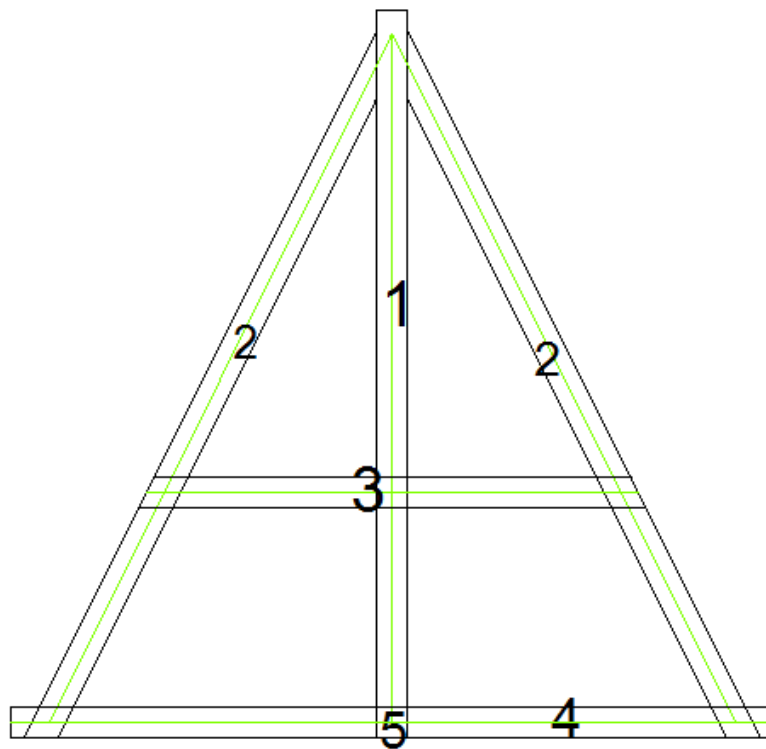
O projeto da catapulta foi desenvolvido para que haja maior facilidade na montagem, já que várias outras características da catapulta podem ser modificadas sem que haja diferença no corpo. Ela foi projetada com dimensões que ajudam na sua eficiência, mas fica a critério de cada grupo participante modificar ou não o projeto. Aconselhamos que pelo

menos essa parte fique de acordo, para que não haja maiores problemas, mas de qualquer forma a quantidade de madeira fornecida poderá ser utilizada da forma que cada grupo desejar.

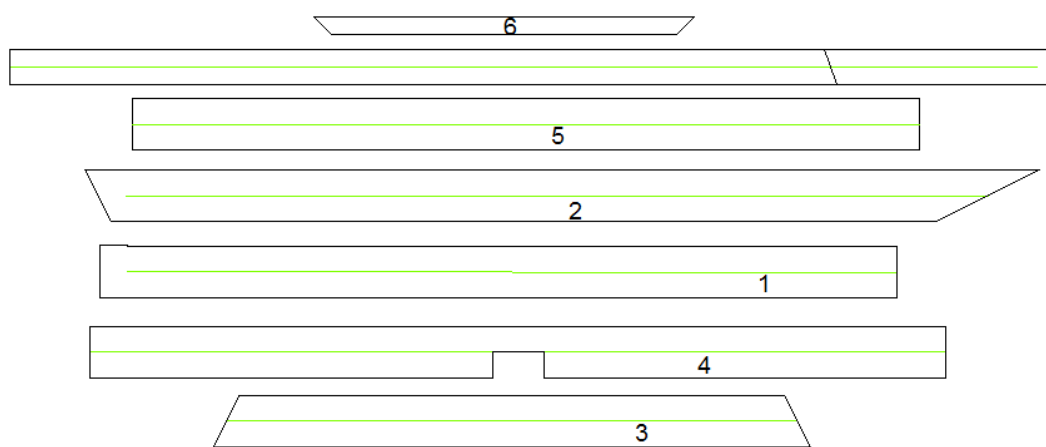
Caso o grupo siga o projeto, as próximas imagens definem onde cada parte deve ser encaixada.



Vista frontal



Vista lateral



Componentes

2.3) Método de montagem

No início, faça um desenho em escala real das barras, detalhando principalmente

como será feito o encaixe de uma barra na outra, considerando os ângulos a serem cortados.

A partir do desenho, enumere as barras e estipule quantas lâminas será necessário para que cada barra atinja a espessura apropriada, ou seja, tenha seção quadrada com medidas de acordo com o que foi dimensionado. Por exemplo, se precisamos que a “barra 1” tenha seção quadrada de medida 0,6cm, precisamos cortar 3 filetes com as medidas desta barra. (considerar que cada lâmina de madeira balsa tem 2mm de espessura).

Depois disso, são feitos os cortes e a colagem das barras. Não esqueça de deixar secar bem! A montagem fica mais fácil se feita aos poucos, colando algumas barras e esperando algum tempo para que não desmonte facilmente ao se manusear para colar outras barras.

Coloque uma camada generosa de cola nas duas superfícies que serão unidas e segure na posição correta. Pode-se usar fita adesiva para manter as barras na posição até que a cola seque.

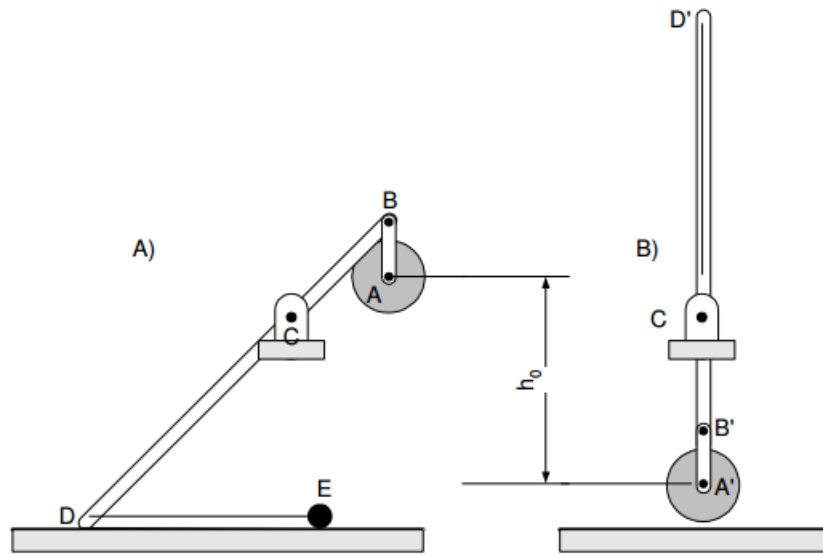
3. Critérios de avaliação

Serão premiados os primeiros lugares que atingirem os seguintes objetivos:

- Catapulta que realizou o disparo com maior alcance: será medida a distância da posição inicial das catapultas, que ficarão todas atrás de uma linha, até a posição de parada do projétil.
- Catapulta que realizou o disparo médio com maior alcance: será feita uma média das três distâncias de lançamento, cujo maior valor será o ganhador.
- Catapulta com melhor rendimento energético: critérios explicados abaixo.

No início, os integrantes do PET Civil medirão a posição do centro de massa do peso propulsor na condição de armado para disparo e na posição de equilíbrio após o disparo. Com esses dados pode-se determinar a energia potencial acumulada no peso propulsor. A

figura ilustra essa distância h_0 .



O rendimento da catapulta é determinado comparando-se o alcance médio obtido com o alcance de uma catapulta ideal. Nessa máquina toda a energia potencial do contrapeso é transformada em energia cinética, que é transmitida para o projétil.

A energia potencial é calculada pela equação (11) e a cinética pela (12).

$$E_p = m_A g h_0 \quad (11)$$

$$E_c = \frac{m_E V_0^2}{2} \quad (12)$$

Numa catapulta ideal considera-se que o projétil é lançado numa trajetória com ângulo inicial de 45° com a horizontal. Esse ângulo corresponde ao alcance máximo, desprezando a resistência do ar. Com isso, o alcance da catapulta ideal pode ser calculado pela Equação (13) e o rendimento pela Equação (14), na qual $\bar{x}$ corresponde ao alcance médio da catapulta obtido a partir de três disparos válidos.

$$d = 2 \frac{m_A}{m_E} h_0 \quad (13)$$

$$\varepsilon = \frac{d_{medido}}{d} \quad (14)$$

Bom Trabalho!