MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES
Prof. Dr. João Batista Garcia Canalle – Coordenador Nacional
Instituto de Física – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3023 - D, Maracanã.
20550-900 Rio de Janeiro – RJ, Tel./fax: (21) 2334-0082,
Tel.: (21) 4104-4047, (21) 2254-1139, Cel. (21)98272-3810
Site: www.oba.org.br
E-mail: oba.secretaria@gmail.com, joaocanalle@gmail.com

ATIVIDADES PRÁTICAS DA MOBFOG
INSTRUÇÕES PARA AS CONSTRUÇÕES DOS FOGUETES

Introdução. Abaixo apresentamos os detalhes sobre a MOBFOG, inclusive como devem ser os foguetes de cada um dos quatro níveis da MOBFOG, os quais são os mesmos níveis da OBA. Participar da MOBFOG é opcional, claro, como sempre, mas certamente recomendamos muito que tente participar. Temos observado que os alunos se empolgam muito em construir e lançar os próprios foguetes. Os lançamentos de foguetes de garrafa PET (níveis 3 e 4) devem ser feitos sempre com a máxima segurança possível, em áreas amplas. Todos os alunos participantes receberão certificados (os professores envolvidos também), certamente muitos receberão medalhas da MOBFOG também, e as escolas do ensino médio (nível 4) e os alunos do nível 3 (sexto ao nono ano) que obtiverem os mais longos lançamentos serão convidadas para a Jornada de Foguetes, onde concorrerão a troféus. Veja detalhes no regulamento da MOBFOG.

OBA e MOBFOG. Toda escola cadastrada para participar da OBA está automaticamente cadastrada e convidada para participar da MOBFOG. Abaixo estão as instruções sobre como participar, fazer os foguetes e lançá-los.

Data da 14ª MOBFOG. A 14ª Mostra Brasileira de Foguetes deverá ser realizada até a data da 23ª OBA, ou seja, até o dia **15 / 05 / 2020.** Os resultados da 14ª MOBFOG devem ser enviados impressos à Coordenação Nacional da OBA/MOBFOG juntamente com as provas da 23ª OBA, porém os nomes dos alunos participantes da MOBFOG e os professores colaboradores da MOBFOG, nome do Diretor e nome do Professor Representante da MOBFOG (o mesmo da OBA) devem ser **DIGITADOS no sistema da OBA até o ainda 01/06/2020** (vide DATAS IMPORTANTES acima e no site da OBA www.oba.org.br).

Medalhas e Prêmios da 14ª MOBFOG. Distribuiremos certificados para todos os alunos além de 15.000 medalhas. Veja todos os detalhes sobre os prêmios no Regulamento da MOBFOG.

Troféus nas Jornadas de Foguetes. As Escolas de Ensino Médio (nível 4) e do Ensino Fundamental (nível 3) (alunos do sexto ao nono ano) que fizerem os mais longos lançamentos de foguetes durante a Jornada de Foguetes serão contempladas com Troféus, réplicas, em escala, de foguetes reais.

Níveis dos participantes.

Nível 1: Alunos do 1º ao 3º ano do Ensino Fundamental;
Nível 2: Alunos do 4º ao 5º ano do Ensino Fundamental;
Nível 3: Alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental;
Nível 4: Alunos de qualquer série ou ano do ensino médio ou se já concluiu o ensino médio, mas desde que continue participando vinculado ao Colégio onde concluiu o ensino médio. Se já está no ensino superior, também pode participar, desde que a Instituição se cadastre na OBA/MOBFOG.

Descrições dos foguetes.

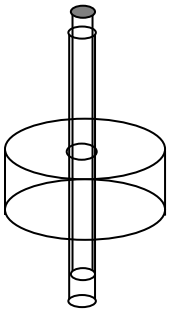
Abaixo descreveremos como construir os foguetes dos níveis 1, 2, 3 e 4.

FOGUETE DO NÍVEL 1.

Abaixo fornecemos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um "foguete" constituído de um simples canudinho de refrigerante. Todos os alunos deverão construir e MELHORAR o "foguete" que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o mais longe possível. A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde parou o foguete, medido ao longo da horizontal.

Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes, mesmo de canudo de refrigerante, na direção de pessoas ou animais. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos!

1. Providencie um canudinho de refrigerante fino e outro grosso, tal que o fino se encaixe dentro do grosso o mais justinho possível. Veja na figura ao lado uma tampinha de refrigerante com os canudinhos já encaixados e fora de escala.



2. Feche uma das pontas do canudo fino, por exemplo, com **um pedaço** de palito de fósforo contendo a respectiva cabeça. Além de vedar o canudinho, o peso do pedaço do palito de fósforo na ponta do "foguete-canudinho" faz com que o centro de massa do foguete fique na metade superior dele, o que estabiliza o voo.

Métodos de lançamentos:

- **1º Método:** Coloque o canudo fino vedado dentro do canudo grosso. Sopre fortemente na extremidade inferior do canudo grosso e verá o canudinho-foguete, fino, ser lançado para longe. Meça a distância entre você e aonde ele chegou. Varie o ângulo de lançamento e faça o foguete-canudinho ir ainda mais longe.

- **2º Método:** Providencie uma garrafa de refrigerante vazia de qualquer volume. Faça um furo em sua tampinha tal que por ele você consiga passar justinho o canudo grosso até a metade dele. O canudo tem que entrar justinho ou até um pouquinho apertado. Por isso faça um furo fininho e vá alargando com a ponta da tesoura. Isso é muito fácil de fazer. Coloque o canudinho fino dentro do canudo grosso que está preso na tampa da garrafa. APERTE subitamente a garrafa e verá o foguete-canudinho ser lançado para ainda mais longe do que quando soprado. Varie o ângulo de lançamento, varie o tamanho do pedaço do palito de fósforo que está na ponta do foguete, varie o tamanho da garrafa, etc e descubra como fazer para o foguete ir ainda mais longe.

- **3º Método:** Tampe uma das pontas do canudo grosso, por exemplo com uma bolinha de papel alumínio e neste caso pode até colocar 3 ou 4 asinhas na outra ponta do canudo grosso. Coloque o canudo fino dentro do grosso e sopre fortemente dentro do canudo fino que ele fará o canudo grosso voar longe.

- **4º Método:** INVENTE VOCÊ MESMO!

Ouro Prata
Patrocinadores: CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

FOGUETE DO NÍVEL 2

Abaixo, damos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um "foguete" constituído de um simples tubinho de cartolina ou papel na forma de foguete. Todos os alunos deverão construir e MELHORAR o "foguete" que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o mais longe possível. A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde chegou o foguete medido ao longo da horizontal.

Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes, mesmo de tubo de papel, na direção de pessoas ou animais. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos!

Lista de materiais: Garrafa PET (qualquer volume), tubo de pvc marrom de 20 mm de diâmetro e 25 cm de comprimento, cartolina (ou papel), cola, régua, tesoura, fita crepe, papel alumínio.

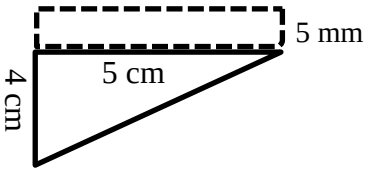




1. Enrole ao redor de uma das pontas do tubo de pvc, algumas voltas de fita crepe, de tal forma que esta ponta entre apertada na boca da garrafa pet. Veja as figuras ao lado. Esta é a base de lançamento do foguete.

2. Recorte um retângulo de cartolina de 8 cm de largura e 20 cm de altura. Enrole-o ao redor do tubo de pvc para fazer um tubo de papelão de 2 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Mantendo o tubo de pvc dentro do tubo de cartolina passe ao redor deste, anéis de fita adesiva para fixar o tubo de cartolina; depois coloque fita adesiva ao longo do comprimento do tubo de cartolina sobre a emenda da cartolina.

3. Em seguida prepare três ou quatro aletas, aproximadamente com as dimensões mostradas na figura ao abaixo. O retângulo pontilhado deve ser dobrado perpendicularmente à aleta. No retângulo pontilhado coloque cola (ou fita adesiva dupla face) e fixe-o sobre uma das pontas do tubo de cartolina. Faço o mesmo com as outras duas aletas, deixando-as equidistantes umas das outras.



4. Retire o tubo de pvc de dentro do tubo de cartolina. Faça uma bolinha de papel alumínio com um pouco mais 2 cm de diâmetro e "soque" esta bolinha de papel alumínio, de forma que ela tampará a ponta do foguete. Use cola se necessário. A bolinha de papel alumínio tem a função de tampar e adicionar um "peso" na ponta do foguete para estabilizar o seu voo. Se quiser pode fazer uma ponta cônica para o foguete, como mostra a foto ao lado, mas isso não é fundamental. Isso pode dar algum trabalho, mas ainda assim precisará colocar a bolinha de papel alumínio debaixo desta ponta, para dar estabilidade ao voo do foguete. Na foto já estão coladas as três aletas (a terceira não está visível) e o bico cônico (opcional).



5. Forma de lançamento do foguete: Coloque o foguete sobre o tubo de pvc, o qual já está fixado na boca da garrafa PET como mostra a foto ao lado. Incline de 45 graus o foguete. APERTE subitamente a garrafa e veja o foguete ser lançado longe.

   Observação: Varie o ângulo de lançamento, o tamanho da garrafa, o comprimento do foguete, o tamanho e número das aletas, o peso da bola da ponta etc e descubra como fazer para que ele vá o mais longe possível.

Patrocinadores: Ouro CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Prata UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

FOGUETE DO NÍVEL 3.

Veja no setor de vídeos da OBA, www.oba.org.br, um filme sobre este foguete e base.

Abaixo damos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um foguete constituído de uma garrafa PET. Todos os alunos (ou grupos de alunos) deverão construir e MELHORAR o foguete que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o mais longe possível. Melhorar inclui fazer foguetes de múltiplos estágios! A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde chegou o foguete (ou seu último estágio) ao longo da horizontal. Os resultados serão enviados junto com os resultados das provas da OBA.

Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes na direção de pessoas, animais, carros, casas etc. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos! Sempre use amplos espaços para os lançamentos!

Introdução: Foguetes são veículos espaciais que podem levar cargas e seres vivos para muito além da atmosfera da Terra e permanecer em órbita ao redor desta.

Teoria: Os foguetes funcionam queimando combustível sólido ou líquido e ejetando o resultado desta queima em altíssima velocidade na direção oposta àquela em que se quer que o foguete vá. Este é o princípio da famosa lei da Física chamada **"lei da ação e reação".** Nesta atividade vamos usar este princípio**!**

Combustível. No foguete do nível 3 somente é permitido usar ÁGUA E AR COMPRIMIDO colocado manualmente através de uma bomba manual de encher pneus de bicicletas. Não pode usar compressores elétricos!

Tubeira. A tubeira tem a parte interna (que fica dentro do foguete), chamada de convergente, depois tem o pescoço (ou garganta) e a parte externa, chamada de divergente. O objetivo da tubeira é melhorar o empuxo. No foguete de garrafa PET o convergente é a própria forma da garrafa próxima da tampa dela (antes da rosca). O pescoço ou garganta do foguete de garrafa PET é a região onde fica a "rosca" da garrafa. A parte divergente (parte externa) da tubeira no foguete de garrafa PET não existe, exceto se você acoplar uma. Em geral ela deve ter a forma de um cone ou "sino".

Centro de massa. Todo corpo, sem importar seu tamanho, massa ou forma, tem um ponto chamado centro de massa (CM). O CM de uma vassoura, por exemplo, é o ponto no qual devemos apoiá-la para que ela fique na horizontal. O centro de gravidade (CG) coincide com o centro de massa (CM) sempre que a gravidade não varie ao longo do corpo.

Centro de pressão. O centro de pressão (CP) existe somente quando o ar está passando pelo foguete em movimento. O ar em movimento bate com maior força na cauda do que na ponta, e, portanto, a cauda sofre um "arrasto" ou resistência maior. Esta também é a razão para a cauda ter maior área do que a "ponta" do foguete. O centro de pressão está entre o centro de massa e a cauda do foguete. É importante que o centro de pressão (CP) do foguete esteja mais próximo da cauda e o centro de massa (CM) mais perto do bico. Se estiverem no mesmo lugar ou muito próximos um do outro, o foguete apresenta voo instável.

EMPENAS. As empenas (ou aletas) de um foguete servem para estabilizar o voo do foguete. Elas devem ser fabricadas com material leve, rígido e fino, como por exemplo, placas de plástico ou de papelão. As empenas mantêm o centro de pressão (CP) atrás do centro de massa (CM) resultando num voo estável.

A construção do foguete de garrafa PET e sua base de lançamentos.

A ponta do foguete. Selecione duas garrafas idênticas de, aproximadamente, 2 litros, de paredes retas, ou seja, não serve da Coca-Cola, pois estas têm "cinturas". Corte uma delas a, aproximadamente, 15 ou 20 cm da sua boca. Coloque, aproximadamente, 50 g de água dentro de um balão de aniversário, isto é obtido com um volume de água semelhante ao volume de um ovo de galinha médio ou pequeno. Amarre a ponta deste "saquinho" de água e passe a ponta pelo interior do bico da garrafa cortada. Em seguida coloque a tampinha na boca da garrafa prendendo junto o bico do balão. Este peso da ponta é parâmetro livre. Varie-o para descobrir qual é o melhor "peso" que fará o foguete ir mais longe. Veja Fig. 1. Note que o foguete também voa sem este peso na ponta. Ele pode ajudar na estabilidade.

Empenas. Na Fig. 2 mostramos um esquema, a título de sugestão, do formato das 3 (ou mais) empenas do foguete. Antes de iniciar o corte da empena, faça um retângulo com 2 cm de base e altura igual à da aleta e divida esta altura em 4. Esta parte servirá para fixar a aleta no corpo do foguete. Faça cortes a cada 2,5 cm ao longo da altura do retângulo acima mencionado, como mostra a Fig. 3. Dobre 2 cm para o lado esquerdo e 2 cm para o lado direito, conforme mostra a Fig. 4. Atenção: só podemos fixar as aletas no próprio corpo do foguete porque recortamos o "bico" da primeira garrafa com comprimento longo, ou seja, de 15 a 20 cm. Fixe as três aletas dispostas a 120º uma da outra, próximas ao bico da garrafa não cortada. Lembre-se que o combustível do foguete sairá por esta boca como mostra a Fig. 5. As aletas precisam estar muito bem fixadas no corpo do foguete. Use, por exemplo, fitas adesivas de dupla face. Outra alternativa, mais segura, porém um pouco mais trabalhosa é preparar uma "saia" e fixar as aletas na saia e esta na boca do foguete. A "saia" é obtida recortando-se do corpo da garrafa de onde se retirou o bico, um "anel" com 12 cm de altura. Nesta "saia" faça três cortes com altura igual à altura das aletas e dispostos equidistantes uns dos outros. As aletas são, então, enfiadas de dentro para fora desta saia. As "abas" das aletas são fixadas na parte interna da saia. Depois basta fixar a saia perto da boca do foguete. A vantagem é que a saia com as aletas pode ser colocada em qualquer outro foguete que se faça e não há perigo das aletas se desprenderem do corpo do foguete, pois estão presas por dentro da saia.

O foguete. Encaixe a parte recortada da garrafa (bico) (Fig. 1) no fundo da outra garrafa do mesmo tipo, não recortada, e fixe-as com fita adesiva. Está pronto seu foguete.

A base de lançamento. A base será construída com 5 canos de pvc marrons de 20 mm de diâmetro, sendo dois pedaços de 20 cm, um pedaço de 25 cm e dois pedaços de 10 cm de comprimento, como mostra a figura 6. Os canos serão conectados entre si usando-se 2 "caps", 2 "joelhos ou cotovelos" e 1 "te", como mostra a figura 7. Os pedaços de 10 cm são conectados num "te" e nos "joelhos". Os dois pedaços de 20 cm são conectados nestes "joelhos" e tapados com os caps. O pedaço de 25 cm, ou tubo de lançamento, é conectado primeiro no "te", depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. Veja detalhes abaixo. Coloque cola na parte interna das conexões e nas pontas dos canos que entrarão nelas. Isso facilita a entrada dos canos nas conexões além de colá-las firmemente. Veja a disposição destas peças na Fig. 8.

Válvula de pneu de bicicleta. Fure um dos "caps" com o mesmo diâmetro da válvula de pneu de bicicleta. Coloque dentro e fora do "cap" um quadradinho de 2 x 2 cm de câmara de ar de pneu de bicicleta, e atravesse-os pela válvula. Do lado de fora coloque a arruela que já vem com a válvula e sobre esta coloque as porcas que também já vêm com a válvula. Aperte tudo o máximo possível para que o ar não saia. Veja detalhes na Fig. 9. Observação. O furo pode ser feito com um prego bem aquecido. Depois vá alargando lentamente o furo até que o bico da válvula passe apertado pelo furo.

Acessórios. Na Fig. 10 mostramos alguns dos acessórios que serão necessários, tais como, tesoura, régua, vaselina em pasta, esparadrapo de algodão de 5 cm de largura, cola de pvc, caneta que marca plástico, barbante, chave de fenda (a chave de "boca" é mais adequada) e fita adesiva, além do prego aquecido para furar o cap por onde passa a válvula de pneu de bicicleta.

Colando as conexões. Para facilitar a colocação das conexões nos canos, sugerimos determinar a profundidade da conexão e marcar esta profundidade nas pontas de todos os canos. A cola deve ser colocada de forma abundante primeiro dentro da conexão e depois na ponta do cano que entrará na mesma, também e forma abundante e homogênea. Veja a Fig. 11.

O tubo de lançamento. Sugerimos a seguinte sequência de montagem da base. Coloque os caps e os cotovelos nos canos de 20 cm, depois coloque os canos de 10 cm nos cotovelos. Coloque o cano de 25 cm no centro do "tê". Deixe por último a colocação do "tê" nos dois canos de 10 cm. No centro da base, inclinado de 45º, cole o tubo de lançamento (tubo de 25 cm de comprimento), pois ele fica dentro do foguete. Corte um quadrado de papelão de 20 x 20 cm e em seguida corte-o na diagonal. Use uma das partes como um esquadro para colocar o tubo de lançamento em 45º. Veja na Fig. 12 a base montada, mas faltando a vedação e o gatilho.

Eliminando a folga entre o tubo e a boca do foguete. O diâmetro do tubo de lançamento (20 mm) é ligeiramente menor do que o diâmetro interno do bocal do foguete. Este estará sob alta pressão e não poderá haver vazamento de ar, por isso sugerimos o seguinte procedimento para tirar a "folga" que existe entre o tubo e a boca do foguete. A 8 cm acima do "tê", ao longo do tubo de 25 cm coloque o anel de um bico de balão de aniversário número **6,5"**. Veja detalhe na Fig. 13. Sobre

este bico coloque uma volta completa de esparadrapo de algodão com 5 cm de largura, bem preso ao tubo. Veja a Fig. 14. Lembre-se de passar vazelina ou sabão sobre o esparadrapo e dentro da boca da garrafa antes de fazer esta passar sobre o bico do balão de aniversário que está debaixo do esparadrapo. Esta lubrificação é fundamental.

Gatilho – parte 1. Para que o foguete saia da base somente quando desejarmos, precisamos prendê-lo firmemente à base de lançamento. Para tanto sugerimos colocar 8 abraçadeiras de nylon, com cabeças de **3,6 mm** colocadas simetricamente ao redor do tubo de lançamento como mostra a Fig. 15. Note que o "queixo" da cabeça da braçadeira de nylon está **1 cm** acima do bico do balão, logo, o "rabicho" da braçadeira será de 9 cm, medido a partir do início do "tê", como mostra a Fig. 15. Estas abraçadeiras de nylon são vendidas em várias dimensões das cabeças e dos respectivos rabichos. O importante é a cabeça ter **3,6 mm**, pois o rabicho será cortado com 9 cm de comprimento a partir do "queixo" da cabeça. Para fixar as abraçadeiras de nylon use uma ou duas abraçadeira(s) de metal que abre até 1 polegada, conforme mostra a Fig. 16. Aperte-a bem com uma chave de fenda, ou melhor ainda, com uma de boca.

Gatilho – parte 2. Na Fig. 17 mostramos onde posicionar as 8 "cabeças" das abraçadeiras de nylon sobre o anel de sustentação da garrafa, isto é, o "queixo" das 8 "cabeças" de nylon devem ficar encostadas no anel de sustentação. Porém isso ainda não prende o foguete quando pressurizado na base de lançamento. Para isso corte um pedaço de cano branco, usado nos esgotos, de 4 cm de diâmetro com 4 cm de comprimento e faça dois furos diametralmente opostos, próximos de uma de suas extremidades, como mostra a Fig. 18. Amarre um barbante de 20 cm de comprimento entre estes furos e depois amarre outro com cerca de 4 ou 5 m de comprimento a partir daquele de 20 cm como mostra a Fig. 18.

Gatilho – parte 3. A Fig. 19 mostra o anel branco posicionado corretamente sobre as 8 (e não 4 como aparecem nas fotos da Fig. 19) cabeças de nylon, as quais, por sua vez, estão tocando o anel de sustentação da boca da garrafa, isto é, do foguete. Quando pressurizado o foguete, estique o barbante de 4 ou 5 m para trás do foguete e ao final da contagem regressiva puxe o barbante, o suficiente para ele baixar o anel branco. Neste instante o foguete sairá violentamente da base de lançamento.

Fixação da base sobre o solo. É fundamental que a base esteja presa firmemente ao solo através de duas ou três estacas metálicas que possam ser enterrados no solo. Recomendamos usar grampos de ferro com o formato mostrado na Fig. 20, com cerca de 15 cm de comprimento e diâmetro de 4 ou 5 mm. Fixe um grampo perto de cada CAP e outro perto da conexão em forma de "T".

Combustível do Foguete do Nível 3. O combustível do foguete do nível 3 é somente **ÁGUA E AR COMPRIMIDO** inserido no foguete através de uma bomba de encher pneu de bicicleta. Foguetes com água e ar pressurizado atingem facilmente cerca de 100 metros, logo, demandam espaços adequados para lançamentos.

"Carregando" o foguete do nível 3 com o combustível. Conecte o bico da bomba de encher pneu de bicicleta na válvula que está na base sobre um dos CAPs. Afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros atrás do local de onde está o foguete. Não lance o foguete em ruas ou avenidas. Use grandes espaços abertos e vazios, pois este foguete vai facilmente a 100 metros de distância ou mais. Fique atento. Não espere ocorrer acidentes para ser precavido.
Preparando o lançamento. Escolha um local preferencialmente gramado. Tenha em mãos um martelo e os três grampos de metal como mostramos na Fig. 20. Escolha cuidadosamente a direção de lançamento. **NUNCA** lance o foguete na vertical. Confira que o "gatilho" esteja bem preso ao redor da boca do foguete. Estique o barbante completamente fazendo-o sempre passar por debaixo da base de lançamento.
Lançando o foguete. Estando o foguete devidamente fixado na base e esta devidamente fixada no chão com os grampos (não use pedras sobre a base), inclinado em 45º, e apontando numa direção livre de pessoas ou bem móveis ou imóveis, então, mantendo todos afastados 10 m do foguete, explique a todos que após a pressurização do foguete, que devem fazer juntos uma contagem regressiva de 5 a 1 e gritarem após o 1: "lançar"! Neste momento puxe suavemente o barbante. Feito isso o foguete sai violentamente da base lançando a água e o ar comprimido para trás e indo para frente num movimento parabólico, atingindo cerca de 50 a 100 metros. Há uma combinação ideal de tamanho das aletas, direção do vento, tamanho, peso, quantidade e posição das aletas, valor do peso da ponta, acabamento, água, pressão etc, que permite que o foguete atinja distâncias maiores, porém a pressão é o fator mais importante e de fácil variação para que o foguete vá o mais longe possível. A Fig. 21 mostra o foguete pronto e preso na base de lançamento.
Observações. Sugerimos que sejam feitos lançamentos de testes iniciais e só após estes é que o professor coordenador desta atividade na Escola deve marcar um dia para lançamentos oficiais, ou seja, com lançamentos cujas distâncias entre

a base e o local onde parou o foguete serão registradas e enviadas para a Comissão Organizadora da MOBFOG. Esta distância deverá ser registrada e enviada juntamente com os dados dos alunos participantes para a OBA, juntamente com o pacote de provas da OBA.



Fig. 1. Detalhe do "peso" preso dentro da ponta do foguete

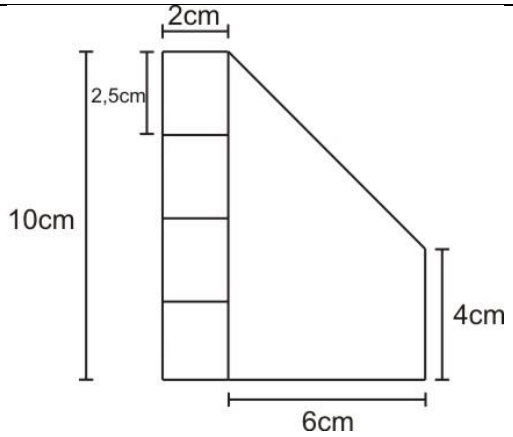


Fig. 2. Dimensões e formato da aleta

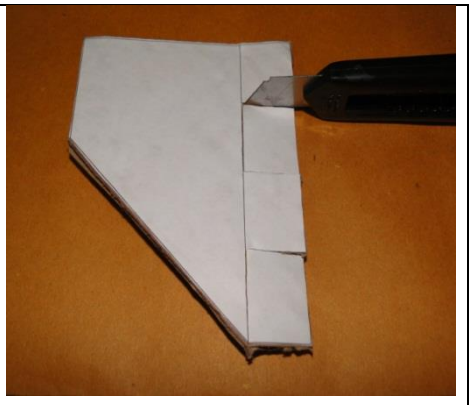


Fig. 3. Detalhe do corte da aleta

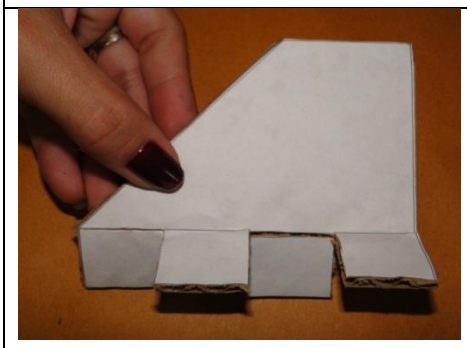


Fig. 4. Aleta pronta para ser fixada



Fig. 5. Bico e foguete com aletas presas.

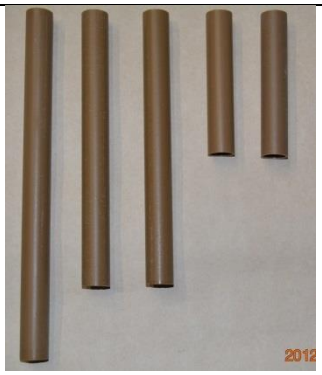


Fig. 6. Os canos da base.



Fig. 7.As conexões que serão usadas na base de lançamento do foguete.



Fig. 8.Disposição em que serão montados os canos nas conexões.

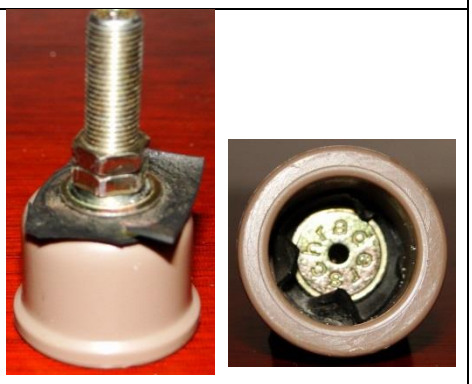


Fig. 9. Detalhes da válvula de pneu de bicicleta preso no "cap".



Fig. 10. Alguns dos acessórios usados na construção da base.

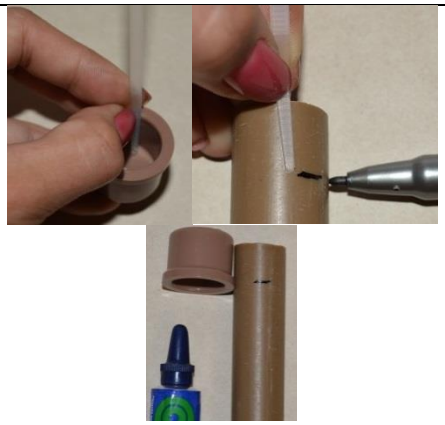


Fig. 11. Determinando a profundidade da conexão e marcando-a sobre a ponta do cano.



Fig. 12. Base montada.

Patrocinadores: Ouro CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Prata UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA



Fig. 13. Colocação do anel do balão a 8 cm acima do "tê".



Fig. 14. Base com o esparadrapo sobre o bico do balão de aniversário.



Fig. 15. Base com as 4 abraçadeiras de nylon.



Fig. 16. Base com as 4 abraçadeiras de nylon presas com a abraçadeira de metal. Use 8 abraçadeiras!

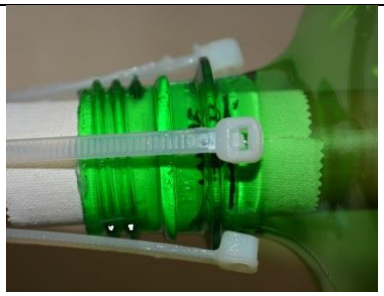


Fig.17. Posição das cabeças das abraçadeiras sobre o anel sustentação.



Fig.18. Gatilho de liberação do foguete.



Fig. 19. Base com anel branco posicionado sobre as 4 "cabeças" de nylon.



Fig. 20. Estacas que fixam a base de lançamento no solo.



Fig. 21. Foguete pronto sobre a base.

FOGUETE DO NÍVEL 4

Veja no setor de vídeos da OBA, www.oba.org.br, um filme sobre este foguete e a sua base.

O foguete e a base de lançamento do nível 4 são os mesmos do nível 3, descritos acima. As únicas diferenças são: **1)** o combustível do nível 4 é constituído por vinagre de concentração de 4% (ácido acético) e bicarbonato de sódio (vendidos em casas de ração para animais); **2)** não se usa a bomba de encher pneus para pressurizar o foguete e **3)** no centro do cano de lançamento da base deve-se colocar uma ou duas varetas de churrasco bem pontiagudas. Veja os detalhes abaixo, especialmente quanto ao carregamento do foguete, fixação do mesmo na base, esta no solo e lançamento.

Combustível. Enquanto no nível 3 o combustível só pode ser o água e ar comprimido, pressurizado manualmente, através de uma bomba manual de encher pneus de bicicletas, no nível 4, para que o foguete vá mais longe e seja mais parecido ainda com um foguete de verdade, ele deve ser carregado com vinagre e bicarbonato (que também está contido no fermento em pó – Royal de preferência). Estas duas substâncias quando em contato geram instantaneamente um gás que pressuriza o foguete. A melhor combinação das quantidades de vinagre e bicarbonato de sódio fica a cargo dos participantes descobrirem para que o foguete vá o mais longe possível.

Segurança em primeiro lugar. Equipamentos obrigatórios de segurança: óculos de segurança, capa de chuva e afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros do local onde vai manusear os "propelentes". Todos devem estar atrás da base de lançamento. Não lance o foguete em ruas ou avenidas. Use grandes espaços abertos e vazios, como por exemplo, campos de futebol, pastos etc.

Carregando o foguete com combustível. O combustível do foguete será a mistura de vinagre 4% e bicarbonato de sódio (puro ou encontrado no fermento em pó). Porém, o contato de ambos gera, instantaneamente, um gás. Logo, vinagre e bicarbonato só podem entrar em contato depois que o foguete estiver completamente preso à sua base, porém, o conjunto todo ainda estará em suas mãos, portanto, muito cuidado! Coloque dentro do tubo de lançamento duas varetas de churrasco, separadas entre si, fixas por esparadrapo nas paredes do tubo e bem PONTIAGUDAS.

Infle e esvazie, algumas vezes, um balão pequeno de aniversário, para que fique bem flácido. Coloque o balão de aniversário dentro do foguete, mas segure o bico do balão ainda do lado de fora do foguete, claro. Coloque o bico do balão num cano marrom de 20 mm de diâmetro e cerca de 1 metro de comprimento. Segure o bico do balão e a ponta do cano na vertical e com auxílio de um funil (colocado na outra ponta do cano) coloque cerca de meio litro (mais ou menos isso) de vinagre 4%. O peso do vinagre dentro do cano faz com que o balão se encha de vinagre. Completado o enchimento do balão com vinagre, retira o cano de 1 metro, amarre a boca do balão e solte-o dentro da garrafa. Seque completamente o funil e use-o para colocar cerca de 250 gramas (você decide a quantidade) de bicarbonato de sódio dentro da garrafa. Obs. No lugar do balão de aniversário pode usar também um preservativo. Experimente!

Mantendo o foguete virado para baixo introduza o "tubo de lançamento" da base cuidadosamente no foguete, atentando para que as pontas das varetas de churrasco não furem o balão. Mantendo o foguete virado para baixo todo o tempo, prenda o gatilho, o "cano branco" no foguete. Não vire o foguete para cima ainda. Mantenha-o para baixo! Não fure o balão!!! Fique atento!

Preparando o lançamento. Escolha um local de terra não muito dura nem muito macia, tal como um gramado. Tenha em mãos um martelo e dois ou três grampos de metal (Fig. 20). Escolha cuidadosamente a direção de lançamento. **NUNCA** lance o foguete na vertical. Vire, finalmente, o foguete para cima. Observe que o balão estoura ao ser perfurado pelas finas pontas das varetas. Se isso não ocorrer vire o foguete para baixo e para cima até que o balão estoure. Cuide para que o cano branco (o gatilho) continue preso na boca do foguete. Isso é fundamental. Após o vinagre se misturar com o bicarbonato de sódio fixe a base no chão. Não fique na frente do foguete. Finque muito bem os grampos sobre os canos da base. Coloque um grampo perto de cada CAP e outro perto do T. Estique, levemente, o barbante que sai do cano branco passando-o por baixo da base.

Lançando o foguete. Estando o foguete devidamente fixado na base e esta devidamente fixada no chão com os grampos (não use pedras sobre a base), inclinado em 45º e apontando numa direção livre de pessoas ou bem móveis ou imóveis, então, mantendo todos afastados 10 m do foguete, explique a todos que devem fazer juntos uma contagem regressiva de

5 a 1 e gritarem após o 1: “lançar”! Neste momento puxe suavemente o barbante para baixar o gatilho. Feito isso o foguete sai violentamente da base lançando o combustível para trás e indo para frente num movimento parabólico, atingindo facilmente mais de 100 metros. Há uma combinação ideal de volumes de vinagre, bicarbonato de sódio, ângulo de lançamento, tamanho, forma, peso e número das aletas, direção do vento, valor do contrapeso, temperatura da mistura, acabamento, etc, que permite que o foguete atinja até 333 metros (recorde de 2014 ainda não quebrado). Se o foguete não sair imediatamente, espere alguns minutos, pois a reação química ainda está se processando e a pressão interna aumentando. O foguete não sairá da base se colocar mais de uma volta de esparadrapo sobre o bico do balão que está sobre o cano de lançamento, ou seja, se o foguete passou sobre o esparadrapo com muita dificuldade e sem lubrificação dificilmente sairá da base. Neste caso ele vai precisar de mais pressão para sair da base. Mas se o foguete não sair da base será preciso empurrá-lo com a mão, por isso a necessidade dos óculos e capa de chuva, ou abortar a missão, despressurizando o foguete e fazer pequenos ajustes. Para despressurizar deve-se apertar o pino que está dentro da válvula da câmara de ar do pneu de bicicleta ou usar no lugar do segundo “cap” um registro.

Sugestões. Nada impede que você dilua o fermento em água antes de colocá-lo dentro do foguete ou até mesmo que aqueça esta mistura ou o vinagre, pois tudo isso facilita o contato entre o bicarbonato e o vinagre, gerando mais gás e, assim, pressurizando ainda mais o foguete. Nada impede também que se modifique a base de lançamento à vontade, desde que esta não pressurize mecanicamente o gás do foguete e DESDE QUE A REAÇÃO NÃO OCORRA DENTRO DA BASE e sim somente dentro do foguete e dentro do cano que está dentro do foguete.

Equipe: Recomendamos que as equipes tenham no máximo três ou alunos.

FOGUETE ESPECIAL SEM PARTICIPAÇÃO OFICIAL NA MOBFOG – Só para professores!

Vamos construir um minifoguete a partir de um rojão de festas juninas, em geral chamados de rojão de vara, ou buscapé, ou rojão de apito e que tem uma vareta com cerca de 30 cm de comprimento atrás dele, conforme ilustra a Fig. 1 (embalagem com uma dúzia) e na Fig. 2 um único rojão.

O MOTOR. Ao abrirmos a "cabeça" do rojão vemos que dentro tem dois cilindros, um de papelão (o "motor") com cerca de 6 cm de comprimento e 8 mm de diâmetro e outro cilindrinho (a parte explosiva, que descartamos) com o mesmo diâmetro e cerca de 2 cm de comprimento. Veja a Fig. 3.

O TUBO DO FOGUETE. Sobre uma das laterais maior de uma folha de papel A4 colocamos uma tira de fita adesiva de 4,5 cm de largura, ao longo de todo o seu comprimento, com a "cola" virada para cima, porém, colocando apenas 4 ou 5 mm sobre a folha de papel (Fig.4). Com o próprio "motor" enrolamos a folha de papel conforme mostra a Fig. 5. Ao terminar a folha de papel continuamos enrolando sobre a fita adesiva. Esta não cobrirá toda a superfície do tubo, mas é só, então, adicionar outra tira para assim completar a "impermeabilização" do tubo do foguete. A fita adesiva também serve, claro, para segurar o tubo na forma desejada e, além disso, aumenta a rigidez do tubo e não adiciona quase nenhuma massa ao tubo. Na Fig. 6 mostramos o tubo já feito com o motor retirado do centro do tubo e colocando numa das pontas (sempre tem uma ponta mais larga do que a outra). A Fig. 7 mostra um zoom do motor na ponta do tubo.

FIXANDO O MOTOR NO TUBO. Usando uma fita crepe de 1 cm de largura demos tantas voltas sobre a ponta visível do motor quantas foram necessárias para que o diâmetro externo do motor ficasse maior do que o diâmetro do tubo (Fig.8). Assim, quando acendemos o motor ele não entrará no tubo. Além disso, depois de usado o foguete, basta puxar para fora o motor queimado e colocar outro no lugar. Use, inclusive, a fita crepe do motor queimado no novo motor.

A COIFA (PONTA DO FOGUETE). A coifa ou ponta do foguete é muito simples de ser feita. Recorte um pedaço de papel alumínio de dimensões aproximadas de uma folha A4 (Fig. 9). Em seguida amasse fazendo quase uma bola de ping pong (Fig. 10). Coloque esta bolinha entre as mãos abertas e faça movimentos de vai e vem. Com isso a bolinha se amassa e torna-se um cilindro com as pontas parabólicas. Deixe o "cilindro" com um diâmetro ligeiramente maior do que o diâmetro do tubo do foguete. Em seguida amasse mais uma das pontas para que fique com diâmetro menor do que o do tubo do foguete (Fig. 11). Está pronta a coifa do foguete. É só encaixar na ponta do foguete como mostra a Fig. 12.

A "TABELA" DAS EMPENAS (ou "asas"). O foguete pode ter 3, 4 ou 5 empenas. Faremos, por simplicidade com 3 empenas. O formato também pode ser variado, mas por simplicidade faremos retangulares. Não podem ser pequenas demais, pois não surtem efeito, nem grandes demais, pois atrapalham. Faremos do maior tamanho possível usando uma única folha de papel A4 e que ainda dá estabilidade ao voo do foguete. Empenas de papelão ou isopor (principalmente do tipo usado em embalagens de carnes ou legumes) são melhores, pois são mais rígidas, porém, por simplicidade faremos de papel A4 dobrado 8 vezes para torna-las mais rígidas. Na última página apresentamos o modelo ainda aberto das empenas, contendo 4 colunas idênticas de 5 cm de largura e 9 linhas com duas diferentes alturas. As linhas 1, 3, 4, 6, 7 e 9 têm alturas de 3,4 cm e as linhas 2, 5 e 8 têm alturas de 2 cm. Provavelmente o PDF deste documento vá mudar as dimensões da tabela que usamos para fazer as empenas. Neste caso você mesmo terá que fazer a sua tabela no WORD usando as dimensões fornecidas. (No final deste texto mostramos num anexo como montar a tabela das empenas, porém a tabela das empenas também está disponível em .DOC no setor de DOWNLOADS em nossa home page.). A Fig. 13 mostra a folha das empenas já recortadas as bordas da tabela.

DOBRANDO A "TABELA" DAS EMPENAS. A Fig. 14 mostra a folha das empenas já dobrada ao meio. A Fig. 15 mostra a mesma folha dobrada pela segunda vez, mas agora sobre a linha pontilhada. A Fig. 16 mostra a "tira" dobrada de forma que a célula 2 se sobreponha à segunda célula 2 e em seguida é grampeada conforme mostra a Fig. 16. Recomendamos o uso do grampeador do tipo mostrado na Fig. 17, pois facilita o trabalho. O mesmo é feito com a célula 3 que fica sobreposta à segunda célula 3 e grampeada, conforme mostra a Fig. 18. O mesmo procedimento é feito com a célula 1 e é em seguida também grampeada, formando o conjunto das empenas mostrado de perfil na Fig. 19. Veja a posição dos grampos nas figuras. Grampeie como está nas figuras. Não pode sobrar espaço entre as empenas e o tubo do foguete.

Ouro Prata
Patrocinadores: CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

MONTANDO AS EMPENAS NO FOGUETE. Em seguida enfiamos a parte "inferior" das empenas (parte inferior é onde se vê as bordas das várias folhas dobradas) pela ponta do foguete (Fig. 20) e as levamos até a base do foguete (Fig. 21). Está pronto o foguete, porém falta a "guia de lançamento".

FIXANDO A GUIA DE LANÇAMENTO NO FOGUETE. Para que o foguete siga uma trajetória pré-determinada, tal qual num lançamento oblíquo de 45 graus ou noutra direção qualquer, é imprescindível que ele tenha uma "guia de lançamento", que é simplesmente metade de um canudo de refrigerante, destes que são mais "grossos", fixado na parte inferior do foguete, tal como mostra a Fig. 22, por duas fitas adesivas.

VARETA DE LANÇAMENTO. Como vareta guia de lançamento usaremos a vareta retirada do rojão de vara. Ela deve ser fixada (enterrada cerca de 10cm) no solo a 45 graus e apontada numa direção desprovida de pessoas ou bens móveis ou imóveis. Sugerimos colocar um clipe de papel atravessado na vareta para que o foguete fique inicialmente parado neste clipe, tal como mostra a Fig. 23.

LANÇANDO O FOGUETE. O passo seguinte é posicionar o foguete sobre a vareta de lançamento, como mostra a Fig. 24. Na foto o foguete está sobre uma caixa de papelão, mas isso só para tirarmos a foto, pois o correto é enterrar 10 cm da vareta no solo. Recomendamos fortemente que se use fósforos "extra grandes", ou seja, palitos com 10 cm de comprimento, ou então uma longa vela para acender o pavio do foguete e em seguida se afastar pelo menos 10 metros. O foguete sairá assobiando e soltando fumaça até acabar o seu combustível, a partir daí segue por inércia sob a força peso e da resistência do ar, formando, aproximadamente, uma parábola. O alcance deste minifoguete pode variar dependendo do vento, inclinação etc, entre 100 e 170 metros, logo, necessita de amplas áreas de lançamentos!

VÍDEOS DE LANÇAMENTOS. Já fizemos milhares de lançamentos destes foguetes. Inclusive já demos dezenas de oficinas professores e alunos. Vários filmes destes lançamentos podem ser vistos em nosso canal no youtube contido no link **https://www.youtube.com/channel/UCirF7BI3b8vLAcDwqjRfbig**

ANEXO - DESENHANDO NO WORD A "TABELA" DAS EMPENAS. Abra uma folha em branco no word. Em "layout da página" escolha margens de 1 cm para o documento. Na mesma aba escolha papel A4. Na aba "inserir", clique em Tabela e insira uma tabela com 4 colunas e 9 linhas. Marque a tabela toda e clique em "centralizar" a tabela. Marque a Tabela toda e com o botão direito do mouse clique em propriedades da tabela. Na aba "coluna" marque largura de 5 cm e Medida em Centímetros. Com isso já definiu a largura das 4 colunas como 5 cm. Marque a tabela novamente e com o botão direito do mouse vá em propriedades da Tabela. Na aba "linha" marque "especificar altura" em 3,4 cm e em "altura da linha" marque "exatamente". Por fim, marque as linhas 2, 5 e 8 (simultaneamente ou uma de cada vez) e em propriedades da Tabela, marque "especificar altura" em 2,0 cm e em "altura da linha" marque "exatamente". As três linhas de 2 cm de altura totalizam 6 cm, pois este é o PERÍMETRO do cilindro do motor. Caso o seu motor seja mais grosso ou fino terá que medir o perímetro dele, dividir por três e esta será a altura das três colunas que neste exemplo é de 2 cm.



Fig. 1. Embalagem com 12 rojões de vara.



Fig. 2. Rojão de vara ou rojão de apito ou buscapé.

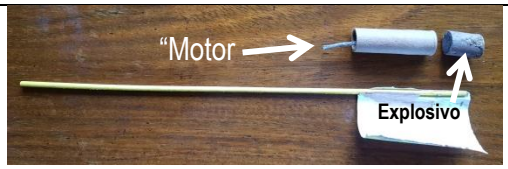


Fig. 3. Rojão aberto mostrando a parte propulsiva ou "motor" (longa com estopim ou pavio), e a parte explosiva (pequeno cilindro à direita)



Fig. 4. Usando o motor para fazer o tubo.



Fig. 5. Enrolando o papel ao redor do motor, fazendo assim o tubo do foguete. A fita adesiva no meio da folha só foi colocada para tirar a foto



Fig. 6. Tubo do foguete. Aqui já retiramos o motor do centro do tubo e o colocamos numa das pontas com o pavio para fora.

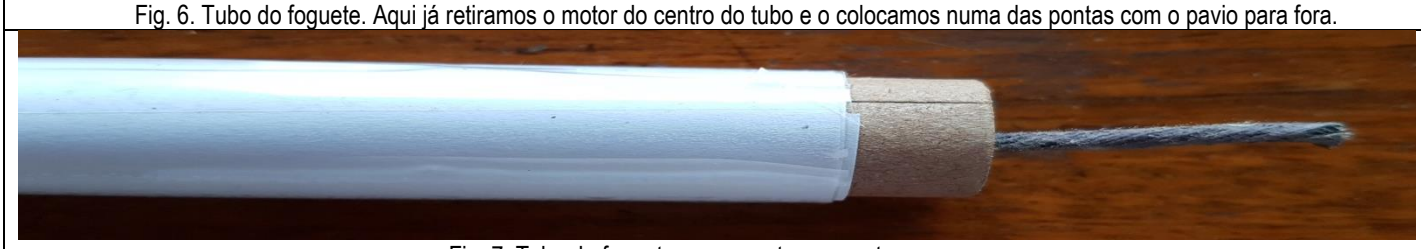


Fig. 7. Tubo do foguete com o motor na ponta e com zoom.



Fig. 8. Enrolamos sobre a parte visível do motor (cerca de 1 cm), várias voltas de fita crepe de forma que o diâmetro do motor passou a ser maior do que o do tubo. Assim não tem como o motor entrar no tubo.



Fig. 9. Recorte um pedaço de papel alumínio com as dimensões aproximadas de uma folha de papel A4.



Fig. 10. A folha de papel alumínio amassado formando quase uma bola de ping pong.



Fig. 11. A bolinha, entre as mãos torna-se um cilindro com as pontas parabólicas. Amasse ainda mais uma das pontas para caber dentro do tubo. A outra ponta deve ficar com um diâmetro ligeiramente maior do que o do tubo do foguete.

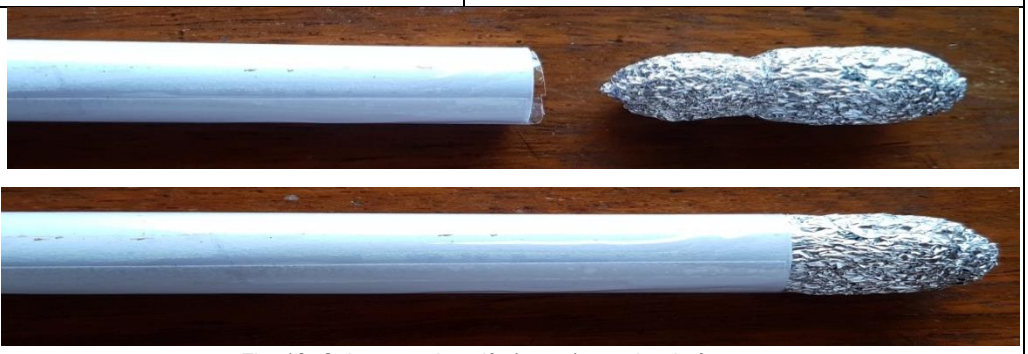


Fig. 12. Colocação da coifa (ponta) no tubo do foguete.

Patrocinadores: Ouro CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Prata UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

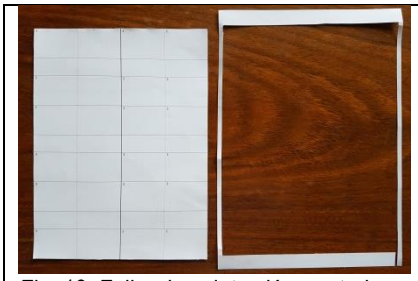


Fig. 13. Folha das aletas já recortadas as bordas.

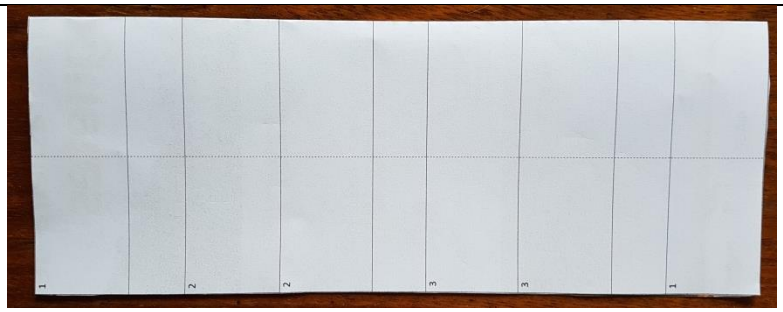


Fig. 14. Folha das empenas já dobrada ao meio, sobre a linha mais escura.



Fig. 15. Folha das empenas dobrada novamente ao longo da linha pontilhada.



Fig. 16. Dobrar a "tira" da Fig. 14 de forma que a "célula 2" fique sobre a segunda "célula 2" e grampear conforme mostra a Fig. 15. Observe a posição dos grampos.



Fig. 17. Este tipo de grampeador é o mais adequado para fazer este trabalho.

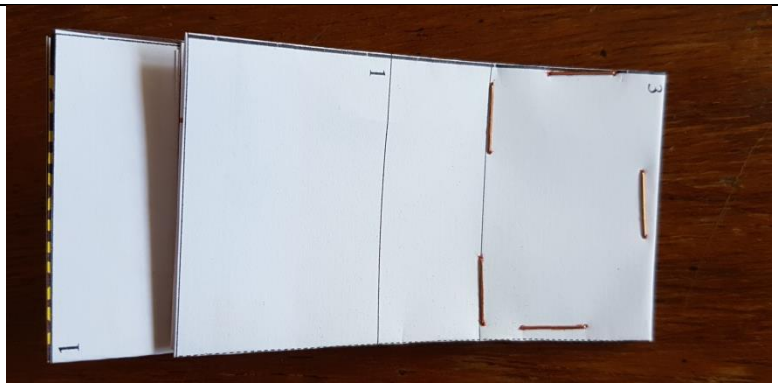


Fig. 18. A mesma dobra da Fig. 16 se repete sobre as células 3 e em seguida também é grampeada. Observe a posição dos grampos.

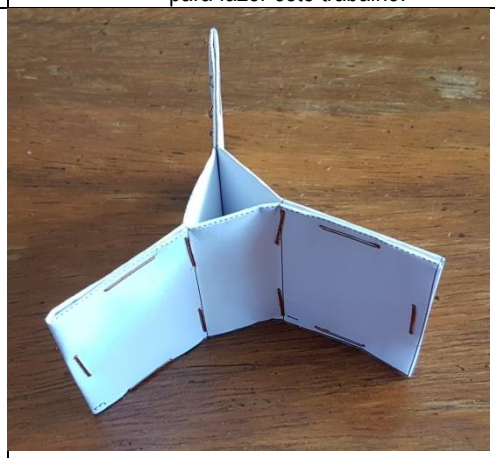


Fig. 19. Finalizada a confecção das três empenas ao se grampear também as empenas 1.

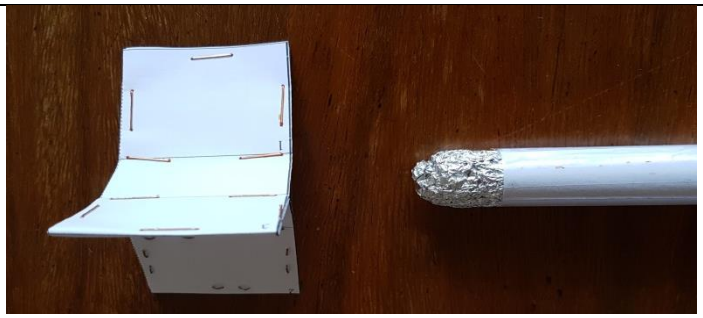


Fig. 20. Enfiando as empenas pela ponta do foguete.

Patrocinadores: Ouro CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Prata UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA



Fig. 21. Empenas acopladas à base do foguete.



Fig. 22. A guia de lançamento (meio canudo de refrigerante) fixada na parte inferior do foguete ao longo do seu comprimento.



Fig. 23. Clipe de papel fixado perpendicularmente à vareta cerca de 10 cm da ponta onda estava o “motor”.



Fig. 24. Minifoguete posicionado pronto para ser lançado.

Recortar todas as quatro bordas desta tabela

1		1	1 GRAMPOS SOBRE A
			GRAMPOS SOBRE A
2		2	2 Terceira dobra. Deixe a linha visível.
2	Primeira dobra: dobrar sobre esta linha mais escura. Deixe a linha visível	2	2 GRAMPOS SOBRE A
			GRAMPOS SOBRE A
3		3	3 Quarta dobra. Deixe a linha visível.
3		3	3 GRAMPOS SOBRE A LINHA
			GRAMPOS SOBRE A LINHA
1		1	1

Segunda dobra: dobrar sobre esta linha tracejada. Deixe a linha visível.

Recortar todas as quatro bordas desta tabela