



SECRETARIA  
DA EDUCAÇÃO - SEDUC



JORNADA ESTADUAL DE  
LANÇAMENTO DE  
**FOGUETES**

## REGULAMENTO DA 1ª JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTO DE FOGUETES DA ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS E INSTRUÇÕES PARA CONSTRUIR E LANÇAR FOGUETES PARA O ENSINO MÉDIO.

### 1. DA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES E SEUS OBJETIVOS

A JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES tem por objetivo fomentar o interesse dos jovens pela Astronáutica, Física, Astronomia e, em particular, promover a difusão dos conhecimentos básicos de uma forma lúdica e cooperativa, mobilizando, em um mutirão estadual, gerentes regionais, coordenadores de ensino das GRES, coordenadores de olimpíadas das GRES, gestores escolares, coordenadores pedagógicos, professores e estudantes das escolas públicas da rede estadual do Piauí voltadas às atividades astronômicas e aeroespaciais.

### 2. DA COMISSÃO ORGANIZADORA DA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES

A comissão será composta por membros da coordenação de olimpíadas da SEDUC, professores da rede estadual e professores convidados para desempenhar as tarefas descritas no subitem 2.1.

#### 2.1 Atribuições da comissão organizadora

- a) Definir as ações e elaborar o cronograma da **JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES**, em âmbito estadual, nas escolas da rede estadual;
- b) Tomar todas as decisões no que concerne à organização da **JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES** em âmbito estadual;
- c) Elaborar e distribuir em tempo hábil às Gerências Regionais, escolas, professores e estudantes da rede pública do Estado do Piauí informações, instruções e materiais didáticos concernentes à **JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES**.

### 3. ATRIBUIÇÕES DAS ESCOLAS E DO PROFESSOR REPRESENTANTE (COORDENADOR DA EQUIPE) INSCRITOS NA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES

As escolas devem ter um professor representante ou coordenador da equipe que faça a orientação dos estudantes quanto à construção do foguete e da base de lançamento. Suas atribuições estão relacionadas abaixo:

- a) Arregimentar colaboradores (se necessário) e formar equipe(s) para dividir as tarefas (construir o foguete com garrafas PET e sua base de lançamento) sob sua coordenação;
- b) Divulgar a **JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES** na sua escola;
- c) **INSCREVER** a/as equipe(s) da sua escola;
- d) Coordenar e cuidar especialmente da segurança dos participantes e observadores durante a fase de lançamentos dos testes.
- e) Dar assistência didática aos estudantes da escola, quando possível;
- f) Escolher local adequado para os lançamentos dos foguetes em testes.

### 4. DOS PARTICIPANTES DA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES

Todos os estudantes do Ensino Médio, EJA e EPT

### 5. INSCRIÇÕES DAS EQUIPES NA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES

Poderão participar todos os estudantes da rede estadual regularmente matriculados no Ensino Médio.

**A escola deve formar equipes de, no máximo, 03 estudantes e um professor coordenador com o nome da escola e cada escola só poderá inscrever 03 equipes.**

- 5.1 As inscrições estarão abertas no período de 29 AGOSTO A 15 DE SETEMBRO;
- 5.2 As inscrições devem ser feitas online, preenchendo-se o formulário disponível em:  
(link) <https://www.seduc.pi.gov.br/Seducolimpica>
- 5.3 Será disponibilizado um total de 90 vagas por ordem de inscrição.
- 5.5 Um professor poderá ser coordenador de várias equipes na mesma escola, desde que possa acompanhá-las em seus lançamentos teste.

### 6. DO LOCAL DOS LANÇAMENTOS TESTES

É recomendável que o professor representante (Coordenador da equipe) providencie locais adequados para os lançamentos teste antes da JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES EM TERESINA, tais como campos de futebol ou áreas similares. É imprescindível que o professor verifique a segurança do local para evitar possíveis acidentes.

**Regras básicas de segurança:**

- **NUNCA** lançar ou permitir que lancem foguetes na direção de pessoas, animais, carros, casas etc.
- **As atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos.**

## 7. O FOGUETE

O foguete deve ser construído pelos estudantes, com uma, duas ou mais garrafas pets de qualquer volume, que deve(m) ficar anexada(s) numa base de lançamento presa ao chão, também construída pelos alunos, e deve ter como combustível somente a mistura, em qualquer proporção, de vinagre com concentração de 4% de ácido acético e bicarbonato de sódio (puro ou contido no fermento em pó);

Podem-se construir foguetes de mais de um estágio. A reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio só pode ocorrer dentro do foguete e não na base de lançamento;

Os modelos dos foguetes são os mesmos usados na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBGOF), mas as equipes podem aprimorá-los;

O foguete voará segundo a lei da ação-reação. Ver as instruções mais adiante, em vídeos disponibilizados no youtube.

A forma de lançamento ou base de lançamento é de livre confecção, com uma simples sugestão em documento anexo a este regulamento.

**Não devem ser usados compressores elétricos.**

Assistir ao vídeo no qual explicamos como fazer e lançar o foguete de todos os níveis:

<https://youtu.be/Q9xK0Ccrqk>

No link abaixo, há uma explicação sobre como fazer o foguete.

<https://www.youtube.com/watch?v=7jnpXnQrrjC&feature=youtu.be>

Obrigatório assistir ao vídeo sobre SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR:

<https://youtu.be/Bp6O71fHF1g>

## 8. FORMA DO LANÇAMENTO DO FOGUETE.

Somente poderão ser lançados foguetes obliquamente, pois o objetivo é obter o **MAIOR ALCANCE HORIZONTAL POSSÍVEL**.

O foguete deverá voar em “linha reta”, com o menor desvio lateral possível, mantendo a estabilidade de voo.

Lembrar que o ângulo de lançamento, a velocidade de saída do propelente e o seu centro de gravidade contribuem decisivamente para um maior alcance, assim se faz necessária uma revisão das leis de Newton para que se obtenha com êxito o melhor alcance horizontal.

## 9. DA COMPETIÇÃO EM TERESINA

A JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES será realizada no dia 23 de setembro de 2023, a partir das 14h no Estádio Alberto Tavares e Silva (Albertão). As 90 escolas/equipes que realizarem suas inscrições pelo site terão seus nomes confirmados no próprio site da SEDUC no dia 15 de setembro de 2023.

Até o dia 15 de SETEMBRO, as escolas/equipes deverão confirmar sua participação, em formulário disponibilizado no link <https://www.seduc.pi.gov.br/Seducolimpica>

Se a confirmação não for efetuada, a escola/equipe poderá ser substituída por outra

## 10. REALIZAÇÃO DOS LANÇAMENTOS

- a. Os foguetes serão lançados por equipes composta por no máximo três (03) estudantes (sem presença do PROFESSOR/COORDENADOR DA EQUIPE na hora do lançamento).
- b. A logística do evento e os lançamentos serão comandados pelos organizadores da JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES;
- c. Cada equipe terá direito a 01 (um) lançamento sendo ele realizado por bicabornato de sódio ou por bombeamento com “câmara de ar” (bomba de encher bolas ou pneu de bicicleta) e um aborto.
- d. O aborto só pode ser feito se a base apresentar uma válvula de escape (geralmente feita com uma chave de registro de cano de água);
- e. Se o foguete explodir, a equipe perde um lançamento.
- f. Será definido um tempo mínimo para a equipe realizar seu lançamento.

## 12. MEDIÇÕES DOS LANÇAMENTOS.

O professor representante da escola coordenará os lançamentos dos foguetes, cuidando de todos os aspectos da segurança do evento. Deve ainda medir em **NÚMERO INTEIRO de metros os alcances obtidos** pelos foguetes, medidos entre o ponto de lançamento e o ponto onde parar o foguete (usar o centro do foguete para a determinação da distância). Exemplo: se o foguete viajar qualquer distância entre 120,1m e 120,99m, ARREDONDAR PARA 121 metros, ou seja, deve-se sempre “arredondar” para o número inteiro seguinte.

Os foguetes podem ser lançados por estudantes individualmente ou por equipes de no máximo 03 estudantes (o professor não poderá estar presente na base de lançamento).

Uma PLANILHA DE MEDIÇÕES será preenchida com os dados dos lançamentos pela equipe de coordenação da OLIMPÍADAS DO CONHECIMENTO para verificar os dados e declarar os medalhistas.

- ATENÇÃO – LANÇAMENTOS COM ALCANCE HORIZONTAL MENOR OU IGUAL A 50 METROS SERÃO COMPUTADOS COMO ZERO (0) NA PLANILHA DE MEDIÇÃO.

## 13. DA PREMIAÇÃO

- a) A COMISSÃO ORGANIZADORA DA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES, de posse de dos alcances de todos os participantes, vai relacioná-los, por ordem decrescente, definindo os medalhistas da jornada. Serão distribuídas medalhas, de ouro, de prata e de bronze, além de troféus, às GREs e às escolas que obtiverem os maiores alcances.
- b) Uma solenidade de premiação vai ser organizada para a entrega das medalhas e troféus, com a presença de alunos, professores, autoridades, imprensa, rádio, TV etc.
- c) Os estudantes serão premiados conforme o seguinte quadro:

PRÊMIO	NÚMERO DE MEDALHAS
MEDALHA DE OURO	Do 1º ao 3º maior alcance horizontal
MEDALHA DE PRATA	Do 4º ao 6º maior alcance horizontal
MEDALHA DE BRONZE	Do 7º ao 10º maior alcance horizontal

- d) As medalhas destinadas aos professores serão as mesmas para as equipes, ou seja, se a equipe ganhar a medalha de ouro, seu professor/coordenador ganhará medalha equivalente.
- e) A premiação de troféu para as escolas segue o somatório de pontos por cada equipe premiada, de acordo com a tabela de pontos destinada à premiação das GRES. Segue o exemplo;

- Se a escola “A” tem uma equipe que ganhou medalha de ouro e mais um bronze, ela tem o somatório de pontos equivalente a: 10 (ouro) + 2,0 (bronze) = 12 pontos.
- Se a escola “B” tem uma equipe que ganhou medalha de ouro e mais um bronze, ela tem o somatório de pontos equivalente a: 10 (ouro) + 5,0 (bronze) = 15 pontos.

Assim a escola premiada com troféu de 1º lugar será aquela que obtiver a maior soma dos pontos.

- f) O exemplo citado acima seguirá para definir a premiação para a GERÊNCIA REGIONAL.

O quadro a seguir indica os pontos equivalentes a cada medalha conquistada por equipes na JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES.

Em caso de empate, será definido por lançamento extra entre as equipes empatadas.

PRÊMIOS	PONTUAÇÃO POR CADA MEDALHA
Medalha de ouro	10,0 pontos por equipe premiada
Medalha de prata	5,0 pontos por equipe premiada
Medalha de bronze	2,0 pontos por equipe premiada

#### g) Jornada Nacional de Foguetes

Será convidada 02 (duas) equipes medalhistas de ouro de maiores alcance (com no máximo 03 estudantes e seu professor representante/coordenador) para participar da Jornada Nacional de Foguetes, na cidade de Barra do Piraí (RJ), desde que tenham lançado seus foguetes a pelo menos uma distância superior a 100 metros. Caso equipes com igual metragem, será feita uma nova rodada de lançamentos, um para cada equipe, a fim de se definir a vencedora.

## 14. DA SEGURANÇA DOS LANÇAMENTOS

Os lançamentos de foguetes em geral atraem a atenção de todos, por isso sempre há o risco de um foguete se extraviar da trajetória prevista e cair sobre alguém ou sobre algum bem. Por essa razão, alunos e observadores devem sempre ser posicionados ATRÁS da linha de lançamento dos foguetes.

O foguete deve ser liberado da base a partir de um “gatilho” distante a 5 ou 6 m, deve haver também um sistema de aborto de lançamento acionado também à distância, ou seja, de depressurização se algo der errado. A base deve ser fixada firmemente ao solo.

Recomenda-se o uso de um manômetro acoplado à base para medir a pressão interna da base ou usar uma bomba de pressurização (bomba de encher pneu de bicicleta) que contenha um manômetro.

Ninguém deve ficar dentro da área de lançamentos, em hipótese alguma.

Recomendamos fortemente assistir ao filme SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR, disponível no link: <https://youtu.be/Bp6O71fHF1g>

**Obs: Em hipótese nenhuma, o foguete deve ser lançado com alguma pessoa segurando a base de lançamento.**

#### 15. CUSTOS DAS ESCOLAS.

Não há taxa de inscrição para escolas ou estudantes participarem **DA JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES.**

#### 16. DATA E LOCAL DA REALIZAÇÃO DOS LANÇAMENTOS EM TERESINA.

A data para a realização dos lançamentos da 1ª JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES DAS ESCOLAS PÚBLICAS será o dia 23 / 09 / 2023, no Estádio Governador Alberto Silva (Albertão), às 14h.

#### 17. CONTATO DA COORDENAÇÃO DE OLIMPIADAS

E-mail [olimpiadas@seduc.pi.gov.br](mailto:olimpiadas@seduc.pi.gov.br)

#### 18. CRONOGRAMA

Segue o cronograma das ações e detalhes operacionais, tais como datas limites para lançamentos de foguetes, envio de informações, etc..

CRONOGRAMA		
Maio	Elaboração do regulamento	Até o dia 26
	Verificação da possibilidade de inscrição via site da SEDUC	
	Elaboração de orçamento	
	Verificação do local para realização da jornada (Albertão)	
	Convocação da equipe organizadora (juizes) para realização da JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTO DE FOGUETES e elaboração do formulário para inscrição.	Até o dia 30
Agosto	Apresentação da JORNADA ESTADUAL DE FOGUETES ao Secretário	01
	Envio das orientações sobre a construção de foguetes e da base de lançamento para as Gerências Regionais Divulgação da Jornada. Início das inscrições	29
Setembro	Final das inscrições	11
	Prazo final para preenchimento do formulário de confirmação na JORNADA DE FOGUETES Confirmação das equipes no site da SEDUC	15

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTOS DE FOGUETES, em Teresina CERIMÔNIA DE PREMIAÇÃO</li> </ul>	23
--	---	----

## 19. DISPOSIÇÕES FINAIS.

Os casos omissos a esse regulamento e as eventuais dúvidas referentes a este regulamento serão decididos e esclarecidos pela comissão organizadora da JORNADA ESTADUAL DE LANÇAMENTO DE FOGUETES DA SEDUC.

**Contato Suporte:** Caso reste qualquer dúvida ou necessidade de orientação, entrar em contato com a Coordenação de Olimpíadas da SEDUC, que está sempre disponível para atender.

Coordenação de Olimpíadas do Conhecimento  
[olimpiadas@seduc.pi.gov.br](mailto:olimpiadas@seduc.pi.gov.br)  
 Superintendência de Educação Básica - SUEB  
 Secretaria de Estado da Educação - SEDUC/PI  
 Av. Pedro Freitas, S/N, Bloco D/F, 2º Andar, Centro Administrativo, Bairro São Pedro  
 CEP 64018-900 – Teresina/PI

## **INSTRUÇÕES SOBRE COMO CONSTRUIR E LANÇAR OS FOGUETES DO ENSINO MÉDIO:**

### **FOGUETE DE GARRAFA PET MOVIDO COM VINAGRE E BICARBONATO DE SÓDIO.**

O foguete será construído pelos alunos a partir de duas ou mais garrafas pets de qualquer volume, que ficará(ão) presa(s) numa base de lançamento também presa no chão.

Pode-se construir foguetes de mais de um estágio.

Como combustível deve ser usada somente a mistura, em qualquer proporção, de vinagre com concentração de 4% de ácido acético e bicarbonato de sódio. A reação química entre o vinagre e o bicarbonato de sódio deve ocorrer principalmente dentro do foguete, e não na base de lançamento. A base pode conter, temporariamente, somente o ácido acético que será transferido para o foguete.

A base não pode conter mais ácido acético do que será transferido para o foguete. Veja os detalhes abaixo.

Assista ao vídeo no qual explicamos como fazer e lançar o foguete do nível 3 o qual é o mesmo do nível 4:

<https://youtu.be/Q9xK0Ccrqk>

Obrigatório assistir ao vídeo sobre **SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR:**  
<https://youtu.be/Bp6O71fHF1g>

O foguete e a base de lançamento do nível 4 são os mesmos do nível 3, descritos abaixo. As únicas diferenças são:

- 1) o propelente do nível 4 é constituído por vinagre de concentração de 4% (ácido acético) (usado na cozinha) 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 ou outros materiais para melhor prender e lançar o foguete.

Ver a seguir orientações especialmente quanto ao carregamento do foguete, fixação dele na base, a base no solo e lançamento.

Todos os alunos (ou grupos de alunos) deverão construir e MELHORAR o foguete que descrevemos abaixo, de tal forma que ele vá o mais longe possível. Melhorar pode incluir fazer foguetes de múltiplos estágios. A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local aonde chegará o foguete (ou seu último estágio) ao longo da horizontal.

#### **Regra básica de segurança:**

NUNCA lance ou permita que lancem foguetes na direção de pessoas, animais, carros, casas etc.

Essas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos.

Sempre escolha espaços amplos para os lançamentos e use os equipamentos de segurança individual (EPI).

#### **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 dela.

**Teoria:**

Os foguetes funcionam queimando propelente sólido ou líquido e ejetando o resultado dessa 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”. Nessa atividade vamos usar este princípio!

**Propelente.**

Enquanto no nível 3 o propelente só pode ser a 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. Essas 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.

**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 em que 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, independentemente do 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 é o ponto de aplicação da força aerodinâmica sobre um objeto, logo o centro de pressão (CP) só existe quando o foguete está em movimento. Este link explica um pouco mais sobre o conceito de centro de gravidade e de pressão: [http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/apostila/Capitulo\\_03\\_Estabilidade.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/apostila/Capitulo_03_Estabilidade.pdf)

A resultante das componentes das forças de arrasto perpendicular ao eixo do foguete se localiza no chamado centro de pressão (CP). Essa também é a razão para as empenas terem maior área do que a “ponta” do foguete. O centro de pressão deve ficar próximo das empenas e o centro de massa (ou centro de gravidade, CG), o mais próximo da ponta do foguete. A separação entre CP e CG dividido pelo maior diâmetro ( $D_{max}$ ) do foguete deve ser igual ou ligeiramente maior do que 1,0. Chamamos essa razão de estabilidade ( $e$ ) estática do foguete.

Se a razão acima, a estabilidade estática, for menor do que 1,0, o foguete apresentará voo instável. Se quiser visualizar melhor o conceito de Centro de Pressão sugiro ver o nosso tutorial no link <https://youtu.be/CfT25FJbSuo>

### **Empenas**

As empenas (ou aletas) servem para estabilizar o voo do foguete. Elas devem ser fabricadas com material leve, rígido e fino, como, por exemplo, placas de plástico. As empenas contribuem para levar o centro de pressão (CP) para trás do foguete e estabilizar o movimento dele.

### **A construção do foguete de garrafa PET e sua base de lançamentos**

Assista ao vídeo no qual explicamos como fazer e lançar o foguete do nível 3: <https://youtu.be/Q9xK0Ccrqk>

Neste link temos uma “live” na qual explicamos como fazer o foguete do nível 3: <https://youtu.be/7jnpXnQrrjc>

Obrigatório assistir ao vídeo sobre SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR: <https://youtu.be/Bp6O71fHF1g>

A ponta (coifa) do foguete. Selecione duas garrafas idênticas de, aproximadamente, 2 litros, de paredes retas, ou seja, não serve a da Coca-Cola, pois ela tem “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. Isso é obtido com um volume de água semelhante ao volume de um ovo de galinha médio ou pequeno. Amarre a ponta desse “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. Esse peso da ponta é parâmetro livre. Esse peso também pode ser obtido prendendo-se um parafuso com cerca de 30 gramas na ponta do foguete. Varie esse peso para descobrir qual é o melhor “peso” que fará o foguete ir mais longe.

Veja Fig. 1. Note que o foguete também voa sem esse peso na ponta. Ele pode ajudar na estabilidade.

Claro que acima é só uma sugestão, pois você pode substituir o “saquinho de água” por qualquer outro tipo de material. Para entender melhor a influência da forma da ponta do foguete e da presença de um “peso” na ponta do foguete, veja nosso longo tutorial: <https://youtu.be/CfT25FJbSuo>

### **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 essa 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 120° uma da outra, próximas ao bico da garrafa não cortada.

Lembre-se de 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. Uma 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 de as aletas se desprenderem do corpo do foguete, pois estão presas por dentro da saia. Além disso, tem-se a grande vantagem de fazer a saia com suas empenas ficarem ainda mais para trás da boca do foguete, o que contribui enormemente para a estabilidade do foguete. Se quiser aprender um pouco mais sobre a influência da forma, posição, número das empenas etc. no voo do foguete, veja o nosso longo tutorial sobre o uso do software OPENROCKET no link: <https://youtu.be/CfT25FJbSuo>

**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.

#### **MODELO 1 - BASE ARTESANAL DE LANÇAMENTO DO FOGUETE DO NÍVEL 4.**

Altamente recomendado ver o vídeo sobre esta construção: [https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu\\_yI](https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI)

Atenção: Este modelo 1, artesanal, descrito abaixo, é factível de ser construído, até por alunos, porém, não contém manômetro, mecanismo de aborto e não é à prova de vazamentos para altas pressões.

O MODELO 2 – COMERCIAL descrito ao final do MODELO 1, tem manômetro de 300 PSI, registro de aborto, é à prova de vazamentos, tem duas formas de acoplamento do foguete, tem quatro garras metálicas para fixação da base ao solo e foi desenvolvido pela equipe da OBA/MOBFOG.

#### **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 “tê”, como mostra a figura 7. Os pedaços de 10 cm são conectados num “tê” 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 “tê”, depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. Veja detalhes abaixo. Coloque cola de PVC 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.

Veja detalhes desta construção no vídeo [https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu\\_yI](https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI)

**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 quadrado 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.

Veja detalhes sobre a válvula e o cap no vídeo [https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu\\_yI](https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI)

### **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 45°, 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 45°. 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 vaselina 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 abraçadeira 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 abraçadeiras 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 chave 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 dos lacres 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 5 ou 6 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 enterradas 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”.

**Segurança em primeiro lugar.** Equipamentos obrigatórios de segurança: óculos de segurança, luvas, 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, avenidas ou praças. Use grandes espaços abertos e vazios, como por exemplo, campos de futebol, pastos etc. Obrigatório assistir ao vídeo sobre SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR: <https://youtu.be/Bp6O71fHF1g> Carregando o foguete do Nível 4 com propelente. O propelente 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.

Obrigatório assistir ao vídeo sobre SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR: <https://youtu.be/Bp6O71fHF1g> 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, retire 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 debaixo da base.

### **Lançando o foguete.**

Estando o foguete devidamente fixado na base e a base devidamente fixada no chão com os grampos (não use pedras sobre a base), inclinado em 45° 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 propelente 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 363 metros (recorde de 2019 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 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. Obrigatório assistir ao vídeo sobre SEGURANÇA EM PRIMEIRO LUGAR: <https://youtu.be/Bp6O71fHF1g>

### **Sugestões.**

Nada impede que você dilua o bicarbonato de sódio 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 OCORRA MAJORITARIAMENTE DENTRO DO FOGUETE.

**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 os 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 JORNADA ESTADUAL DE FOGUETES.

Equipe: Recomendamos que as equipes tenham no máximo 02 estudantes.



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

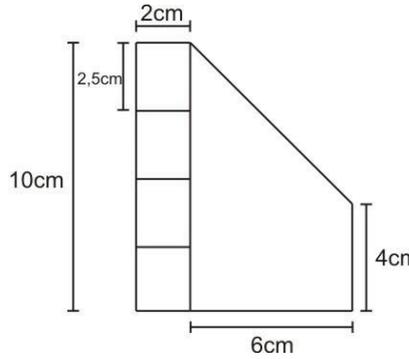


Fig. 2. Dimensões e formato da aleta

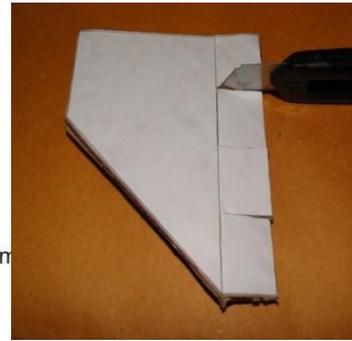


Fig. 3. Detalhe do corte da aleta

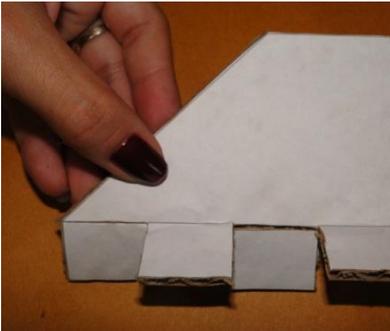


Fig. 4. Aleta pronta para ser fixada



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.



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.*

## **BASE DE LANÇAMENTO DE FOGUETES – MODELO 2: COMERCIAL**

Este **MODELO 2 – COMERCIAL**, descrito a seguir, tem manômetro de 300 PSI, registro de aborto, é à prova de vazamentos, tem duas formas de acoplamento do foguete, tem quatro garras metálicas para fixação da base ao solo, foi desenvolvido pela equipe da OBA/MOBFOG, porém só lança foguetes de garrafas PET, de qualquer volume, mas **NÃO RETORNÁVEIS**.

**O MODELO 1 – ARTESANAL**, descrito acima, é factível de ser construído, até por alunos, porém, não contém manômetro, mecanismo de aborto e não é à prova de vazamentos para altas pressões. Apesar da base acima descrita **MODELO 1 – ARTESANAL**, ser de simples construção, a aquisição das peças pode implicar em tempos de deslocamentos para se ir a diferentes lojas para comprar cano soldável de 20 mm, cano branco de esgoto de 40 mm, conexões, serra, lixa, lacre de nylon, válvula de pneu de bicicleta (furar um cap para encaixar a válvula), barbante, abraçadeira, cola de PVC, vergalhão de ferro (dobrar o vergalhão), fita dupla face, balão de aniversário número 6,5”, esparadrapo de algodão e tempo para confeccionar e testar a base para eliminar eventuais vazamentos entre a boca do foguete e o tubo de lançamento. Havendo disponibilidade de tempo ela pode ser construída sem dificuldades.

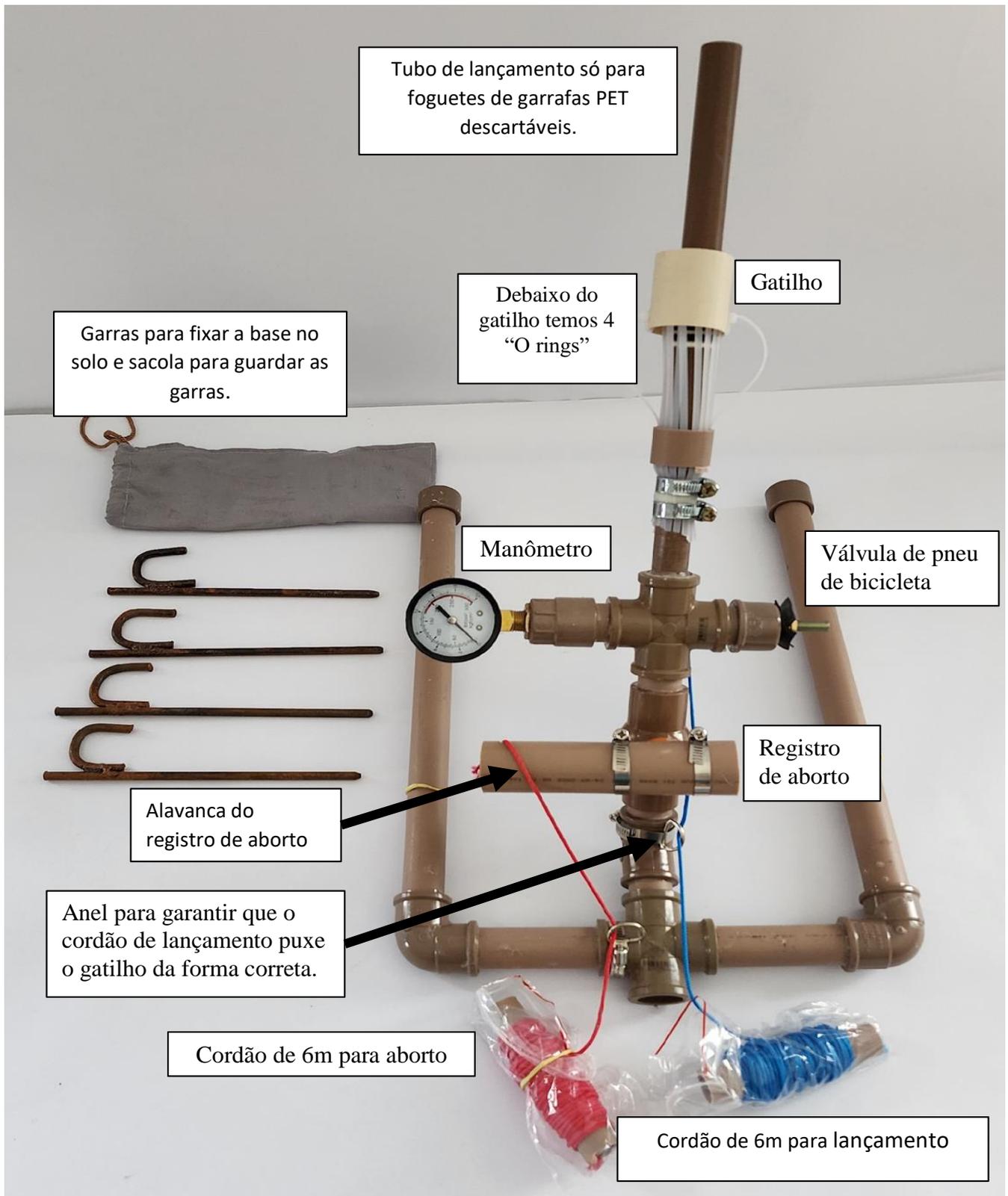
Contudo, comprando cada peça de forma individual o custo dela pode ficar bem maior do que comprando uma já inteiramente pronta, pois uma base comercial é montada com peças compradas diretamente de fabricantes ou distribuidores e em grandes quantidades. As estacas que fixam a base no chão são fornecidas junto com a base.

Procurando poupar tempo e recursos de professores e alunos a loja virtual da OBA, [www.lojauniversooba.com.br](http://www.lojauniversooba.com.br) está comercializando esta base, porém, nada impede que cada pessoa fabrique a sua base, por isso damos abaixo a lista dos materiais utilizados na sua construção.

Lista de materiais usados:

	<b>Coluna da esquerda contém as quantidades e abaixo as descrições</b>
2	Cano marrom, soldável, de 25mm x 35 cm apoio lateral no chão
4	Cano marrom, soldável, de 25mm x 10 cm apoio traseiro, do bico e do manômetro
5	Cano marrom, soldável, de 25 mm x 7 cm tubo de conexões
1	Cano marrom, soldável, de 32 mm x 14 cm alavanca do registro
2	Cano marrom, soldável, de 20mm x 10 cm enrolar as duas cordinhas
2	Cano marrom, soldável, de 20mm x 13 cm conexão no tarugo dos O-rings
2	Cano branco de 40 mm x 2,5 cm (metade em cada lado da luva branca)
1	LUVA ESGOTO - KRONA - 40mm
1	Cap Soldável 25mm, colocação da válvula de pneu
1	Registro marrom de 25 mm da HERC (não serve de outras marcas)
4	Joelho 90° Soldável de 25 mm
1	Joelho 45° Soldável de 25 mm
2	Cruzeta PVC Soldável 25mm
2	Bucha de redução curta soldável 25 x 20 mm (Fica debaixo dos lacres de nylon)
2	Bucha de redução curta, soldável 32x25mm (final da base)
1	Cano de 32 mm x 2 cm, fica sobre os lacres
1	Luva Soldável com Rosca (LR) -25x1/2" (para o Manômetro)
1	Válvula clamp-in para bicicleta para furo de 8,3 MM ZAMAK R4062B-291YI
2	Pedaços de câmara de ar de pneu de bicicleta de 2 x 2 cm
1	Manômetro Vertical 63mm 300 PSI 1/4 Pol. para Compressor de Pistão - ALF IMPORT-M11-63-V-4-300-REV2
1	Bucha De Redução 1/2 X 1/4 Bsp - Latão / Ar (fixar manômetro)
2	Cordinha de 6 m para gatilho e aborto
2	Abraçadeira Rosca sem fim 1 Polegada 16mm A 25mm Inox
4	Abraçadeira Rosca sem fim 1.1/2" (25 - 38 mm)
2	Meia Argola 16 mm Metal Niquelado
1	Tarugo PVC Natural 20mmx100mm para fixação dos O-rings
3	O-rings Anel O Ring Nbr 70shor 14.00 X 03.00
1	O-rings ANEL O RING - NBR 70 - 14,00 X 4,00 X 22,00 mm
1	
4	Lacres de Nylon 3,6mm x 20mm
2	Saco Hermético Saquinho Fecho Zip Lock N05 10x14,3cm
2	Elástico Amarelo Liguinha Para Dinheiro/alimentos Número 18
1	Cola, adesivo pvc polytubes, 17g
1	Lixa d'água número 100
1	Fita Adesiva Transparente 45mm X 100 Metros
4	Estacas de Ferro (mão de obra)
4	Estacas de Ferro (matéria prima)
1	Sacolinha de pano para as estacas
1	Líquido preparador para colar pvc
1	Arame Galvanizado N°16 (+/-59mt) 1,65 mm
1	Resina





**FOTO DO MODELO 2, COMERCIAL, DE LANÇAMENTO DE FOGUETES DOS NÍVEIS 3 E 4.**

Vista por trás da base de lançamentos de foguetes dos níveis 3 e 4, modelo comercial.

Vista lateral da base de lançamentos de foguetes dos níveis 3 e 4, modelo comercial.

