



Voando Alto: Construção de Foguetes de Dois Estágios

Yasmin Bondan Nicolodi | yasmin.n13@aluno.ifsc.edu.br¹
Felipe Sant Anna Kraemer | felipe.sk2008@aluno.ifsc.edu.br²
Paula Borges Monteiro | paula.monteiro@ifsc.edu.br³

Edital N° 01/2025/PROPPI - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio (PIBIC-EM)

Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A pesquisa intitulada “Voando Alto: Construção de Foguetes de Dois Estágios” teve como objetivo desenvolver e analisar protótipos de foguetes utilizando garrafas PET, promovendo a integração entre teoria e prática no ensino de Física e incentivando a iniciação científica no ensino médio. A metodologia adotada envolveu revisão bibliográfica sobre regulamentos da Olimpíada Brasileira de Foguetes e conceitos de estabilidade e propulsão, construção de protótipos e realização de testes experimentais em diferentes locais, respeitando normas de segurança. Foram desenvolvidos foguetes de dois estágios, com variações estruturais e testes com diferentes sistemas de propulsão, incluindo ar comprimido e reações químicas. Os resultados obtidos indicam avanços na estabilidade, no acoplamento entre estágios e na eficiência dos lançamentos, destacando-se o alcance de 94 metros na 3ª Mostra de Lançamento de Foguetes do Polo Olímpico de Conhecimento do Câmpus Florianópolis.

Palavras-chave: foguetes de dois estágios; alcance horizontal; garrafa PET.

Introdução

A construção de foguetes de garrafa PET configura-se como uma estratégia didática relevante para o ensino de Física, por possibilitar a articulação entre conceitos teóricos e práticas experimentais, especialmente no campo da mecânica. Além disso, atividades dessa natureza estão associadas a iniciativas como a Olimpíada Brasileira de Foguetes (OBAFOG), que estimula o interesse científico e tecnológico entre estudantes da Educação Básica. O desenvolvimento de foguetes de dois estágios, modalidade

¹ Estudante do curso Técnico em Eletrônica Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Florianópolis.

² Estudante do curso Técnico em Eletrônica Integrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Florianópolis.

³ Servidora do Departamento Acadêmico de Linguagem, Tecnologia, Educação e Ciência, Assessoria de Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Florianópolis.

incorporada à competição a partir de 2025, ampliou a complexidade em relação aos modelos anteriores, exigindo maior domínio de aspectos como estabilidade, vedação, acoplamento estrutural e eficiência da propulsão. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo projetar, construir e analisar foguetes de dois estágios utilizando materiais de baixo custo, avaliando seu desempenho e contribuindo para a formação científica dos estudantes, em consonância com a integração entre ensino, pesquisa e experimentação.

Fundamentação teórica

A metodologia deste trabalho fundamenta-se na Aprendizagem Baseada em Projetos (BACICH; HOLANDA, 2018), organizada em etapas que envolveram desde a investigação teórica sobre propulsão até a análise crítica dos resultados obtidos nos lançamentos experimentais.

A construção e o lançamento de foguetes de garrafa PET envolvem conceitos fundamentais da Física, especialmente na área de mecânica. O movimento do foguete pode ser compreendido a partir das Leis de Newton, em particular a terceira lei, que descreve a ação e reação associada à expulsão de massa durante a propulsão (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2023). No caso dos foguetes de água e/ou ar comprimido, a propulsão ocorre pela liberação de água e/ou ar sob pressão, enquanto nos sistemas químicos, a reação entre substâncias gera gases que promovem o deslocamento.

Outro aspecto central é a estabilidade de voo, diretamente relacionada à posição relativa entre o centro de massa e o centro de pressão. Para que o foguete apresente trajetória estável, é necessário que o centro de massa esteja localizado à frente do centro de pressão, o que pode ser controlado por meio da distribuição de massa e do dimensionamento das aletas.

No caso de foguetes de dois estágios, há um aumento da complexidade do sistema, uma vez que é necessário garantir não apenas a eficiência da propulsão em cada estágio, mas também um mecanismo confiável de separação entre eles. Idealmente,

essa separação deve ocorrer de forma controlada e no ponto mais alto possível da trajetória, de modo a otimizar o aproveitamento da energia disponível e maximizar o alcance do foguete.

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental de abordagem quanti-qualitativa. O caráter experimental justifica-se pela manipulação de variáveis (pressão, tipo de combustível químico e massa) para observar o alcance dos protótipos, enquanto a abordagem qualitativa foca no processo de aprendizagem e construção científica dos estudantes. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica com base em regulamentos da OBAFOG (OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA - OBA, 2026), materiais sobre segurança em lançamentos e conteúdos relacionados à estabilidade e ao desempenho de foguetes. Na etapa prática, foram construídos protótipos de foguetes de dois estágios (MANUAL DO MUNDO, 2025), utilizando garrafas PET reutilizáveis e diferentes configurações estruturais. Foram testados distintos sistemas de propulsão, incluindo ar comprimido, ar comprimido e água e reações químicas (bicarbonato de sódio e vinagre). Os testes experimentais foram realizados em diferentes locais, respeitando protocolos de segurança e uso de equipamentos de proteção individual.

Durante os experimentos, foram analisados os seguintes parâmetros: alcance horizontal e eficiência da separação entre estágios. Os resultados obtidos foram registrados, discutidos e utilizados para promover melhorias sucessivas nos protótipos.

Figura 1 – Foguete de garrafa PET com dois estágios



Fonte: Registro fotográfico dos autores.

Resultados e discussões

Os resultados evidenciam avanços técnicos significativos no desenvolvimento dos foguetes de dois estágios ao longo do projeto. A construção de múltiplos protótipos possibilitou a identificação e correção de falhas críticas, especialmente relacionadas à vedação e à precisão do acoplamento mecânico entre os estágios. Nos testes iniciais, observou-se que vazamentos no sistema de propulsão e o desalinhamento estrutural impediam a separação efetiva dos estágios, o que foi mitigado por meio de ajustes no encaixe e na seleção de materiais vedantes mais resistentes.

A análise comparativa entre os sistemas de propulsão demonstrou que, embora a reação química (bicarbonato e vinagre) ofereça um componente visual didático, o sistema de ar comprimido e água apresentou maior constância e controle de pressão. O ponto máximo do desempenho técnico foi registrado na 3ª Mostra de Lançamento de Foguetes, onde um protótipo alcançou a marca de 94 metros. Este resultado valida as escolhas de design voltadas à estabilidade aerodinâmica, confirmando que a posição do centro de massa à frente do centro de pressão garantiu uma trajetória retilínea e eficiente. Tais dados corroboram a eficácia da aplicação das Leis de Newton na otimização do empuxo e da conservação do momento linear.

Considerações finais

Conclui-se que o projeto atingiu plenamente seus objetivos ao integrar a teoria Física à prática experimental através da construção de foguetes de dois estágios. O processo demonstrou ser uma ferramenta poderosa para a formação científica dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de autonomia e pensamento crítico conforme preconizado pela Aprendizagem Baseada em Projetos.

As dificuldades enfrentadas, como a limitação de espaço físico adequado para testes de grande alcance e entraves administrativos na logística dos lançamentos, não foram apenas obstáculos, mas momentos de aprendizado que exigiram a reorganização



metodológica e a busca por soluções alternativas. Tais desafios contribuíram para o amadurecimento acadêmico dos envolvidos, evidenciando que a pesquisa científica exige resiliência e adaptação constante.

A proposta mostrou-se exitosa na materialização da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. O ensino ocorreu na base teórica; a pesquisa, na experimentação controlada; e a extensão, na socialização e validação dos resultados em eventos externos, como a Mostra de Lançamentos. Como projeção futura, o grupo vislumbra o aprimoramento dos mecanismos de separação eletrônica e o aprofundamento da análise quantitativa dos dados de voo.

Referência ao fomento recebido

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio (PIBIC-EM), por meio do Edital Nº 01/2025/PROPPI.

Referências

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro (org.). **STEAM em sala de aula: a Aprendizagem Baseada em Projetos integrando conhecimentos na Educação Básica**. Porto Alegre: Penso, 2018.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, v. 1: mecânica**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

MANUAL DO MUNDO. **Foguete de garrafa insano: 2 estágios!** Disponível em: <https://www.youtube.com/@manualdomundo>. Acesso em: 3 maio 2026.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA - OBA. **Regulamento da Olimpíada Brasileira de Foguetes – Nível 6**. Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/>. Acesso em: 3 maio 2026.