

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA

Projeto de PI1

Autor: Arthur Fernandes Silva de Jesus
Orientador: Rafael Rodrigues da Silva

Brasília, DF
2025



Arthur Fernandes Silva de Jesus

Projeto de PI1

Trabalho submetido à disciplina de Projeto Integrador de Engenharia 1 da Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Rafael Rodrigues da Silva

Coorientador: Diogo Caetano Garcia, Juliana Petrocchi Rodrigues,
Ricardo Ajax Dias Kosloski e Lui Txai Calvoso Habl

Brasília, DF

2025

Arthur Fernandes Silva de Jesus

Projeto de PI1/ Arthur Fernandes Silva de Jesus. – Brasília, DF, 2025-
23 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Rafael Rodrigues da Silva

Projeto Integrador de Engenharia 1 – Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA , 2025.

1. Projeto Integrador de Engenharia 1. 2. Faculdade UnB Gama. I. Rafael
Rodrigues da Silva. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade de Ciências e
Tecnologias em Engenharia. IV. Projeto de PI1

CDU

Arthur Fernandes Silva de Jesus

Projeto de PI1

Trabalho submetido à disciplina de Projeto Integrador de Engenharia 1 da Universidade de Brasília.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, :

Rafael Rodrigues da Silva
Orientador

Convidado 1

Convidado 2

Brasília, DF
2025

Resumo

Este relatório técnico descreve o Projeto Integrador de Engenharia 1, que empregou foguetes de garrafa PET como ferramenta experimental para o estudo da física do movimento. Frequentemente usados no ensino de Ciências e Física, esses foguetes permitem despertar o interesse dos alunos e aplicar conceitos teóricos de forma prática e lúdica. O projeto foi realizado por uma equipe multidisciplinar da Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia. A metodologia incluiu a construção dos foguetes e lançadores, a realização de lançamentos experimentais, e a coleta de dados de voo, como altura máxima (medida com astrolábio) e tempo. A análise comparou resultados experimentais com modelos teóricos ou simulações, abordando o impacto de variáveis de lançamento como o ângulo e a resistência do ar. Os resultados e a experiência reforçaram o potencial dessas atividades para o aprendizado significativo, o trabalho em grupo, o desenvolvimento de habilidades do processo científico e a compreensão de conceitos de Cinemática e Dinâmica.

Palavras-chaves: Foguete de Garrafa PET, Trajetória, Cinemática, Dinâmica, Projeto Integrador, Ensino de Física, Experimentação, Projeto Integrador de Engenharia 1, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia.

Abstract

This technical report describes the Engineering Integrative Project I, which employed PET bottle rockets as an experimental tool for studying the physics of motion. Frequently used in Science and Physics education, these rockets help spark students' interest and allow theoretical concepts to be applied in a practical and engaging way. The project was carried out by a multidisciplinary team from the Faculty of Engineering Sciences and Technologies. The methodology included the construction of rockets and launchers, the execution of experimental launches, and the collection of flight data such as maximum height (measured with an astrolabe) and flight time. The analysis compared experimental results with theoretical models or simulations, addressing the impact of launch variables such as angle and air resistance. The results and overall experience reinforced the potential of these activities for meaningful learning, teamwork, development of scientific process skills, and the understanding of Kinematics and Dynamics concepts.

Key-words: PET Bottle Rocket, Trajectory, Kinematics, Dynamics, Integrative Project, Physics Education, Experimentation, Engineering Integrative Project I, School of Science and Engineering Technologies.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
2	TERMO DE ABERTURA DO PROJETO	9
2.1	Dados do projeto	9
2.2	Objetivos	9
2.3	Mercado-alvo	10
2.4	Requisitos	10
2.5	Justificativa	14
2.6	Indicadores	15
3	EQUIPE DE TRABALHO	17
4	PROJETO CONCEITUAL DO PRODUTO	18
4.1	Características gerais	18
4.1.1	Estrutura Analítica do Projeto	18
4.1.1.1	Gerenciamento	18
4.1.1.2	Software	18
4.1.1.3	Estruturas	19
4.1.1.4	Hardware	19
4.1.1.5	Energia	19
4.1.1.6	Integração	19
	REFERÊNCIAS	22

1 Introdução

O foguete de garrafa PET, impulsionado pela ejeção de água pressurizada, constitui uma ferramenta experimental fascinante e acessível para a exploração de diversos princípios físicos, especialmente aqueles relacionados à Mecânica e Cinemática. Sua construção e lançamento são frequentemente utilizados como atividades práticas no ensino de Ciências e Física, visando despertar o interesse dos alunos, demonstrar conceitos físicos, aplicar o conhecimento teórico e estimular a discussão e a compreensão de fenômenos (COSTA, 2023; BASTOS, 2023; SILVA, 2023). Pesquisas na área de Ensino de Ciências propõem o uso de atividades lúdicas, como a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, como uma metodologia eficaz para despertar a curiosidade e facilitar a aprendizagem de conceitos (FARIAS; MARQUES, 2020).

Por meio da disciplina Projeto Integrador de Engenharia 1, os alunos dos cursos de Engenharia — Software, Eletrônica, Energia, Aeroespacial e Automotiva — da Universidade de Brasília, vinculados à Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, desenvolvem o projeto intitulado *Controle de Trajetória de Foguetes de Água. A atividade visa integrar conhecimentos adquiridos ao longo da graduação por meio de um desafio prático e colaborativo. A proposta abrange desde a construção dos foguetes com garrafas PET até a implementação de sistemas embarcados para monitoramento de dados de voo, como altitude, inclinação e alcance. Ao articular teoria e prática, o projeto contribui para o aprimoramento técnico dos discentes e o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, gestão de tempo, comunicação científica e resolução de problemas.

Este relatório técnico apresenta o desenvolvimento e os resultados do projeto. Compreender e controlar a trajetória dos foguetes exige a análise de fenômenos físicos complexos, como sistemas de massa variável, aerodinâmica e balística (BATISTA, 2022; SANTOS, 2023). O caráter multidisciplinar do desafio o torna ideal para uma atividade integradora, reunindo estudantes de diferentes áreas para aplicar teoria e prática na solução de um problema de engenharia.

O projeto proposto busca investigar, problematizar e estudar os fenômenos físicos relacionados ao lançamento oblíquo e à propulsão de foguetes d'água, com ênfase no controle da trajetória. Para tanto, inclui atividades que envolvem a construção de foguetes, a coleta e análise de dados experimentais obtidos em lançamentos, e a aplicação de conceitos teóricos de dinâmica e cinemática. Este relatório detalhará os procedimentos metodológicos adotados, a fundamentação teórica pertinente extraída da literatura, a análise dos dados coletados e a discussão dos resultados alcançados no que tange à compreensão e ao

controle da trajetória dos foguetes.

No contexto da engenharia, o uso de sensores e dispositivos embarcados, como módulos GPS e acelerômetros, permite que os alunos tenham contato com tecnologias modernas aplicadas à instrumentação e à coleta de dados em tempo real. A integração desses recursos eletrônicos no projeto dos foguetes permite um monitoramento mais preciso da trajetória, altura máxima e estabilidade do voo, alinhando o projeto aos princípios da engenharia contemporânea e à aplicação prática da eletrônica embarcada (FERREIRA, 2023). A coleta de dados via sensores e a posterior análise com softwares estatísticos são práticas que espelham metodologias utilizadas em pesquisas científicas e testes industriais.

Além disso, o caráter interdisciplinar da proposta se reflete na articulação entre áreas como Física, Engenharia, Matemática e Computação. A modelagem do movimento do foguete, por exemplo, exige o uso de equações diferenciais e simulações computacionais que aproximam os alunos de desafios reais enfrentados por engenheiros e cientistas (SOUZA, 2020). Esse tipo de abordagem favorece uma aprendizagem significativa, uma vez que os conhecimentos são mobilizados em um contexto prático e colaborativo, promovendo o engajamento dos participantes e a integração entre teoria e prática.

2 Termo de Abertura do Projeto

Os estudantes de Engenharia da Universidade de Brasília, campus Gama, apresentam o presente Termo de Abertura para o projeto Controle de Trajetória de Foguetes d'Água. O projeto será desenvolvido sob orientação docente e com o apoio institucional da UnB, que fornecerá infraestrutura como espaço físico, ferramentas e suporte técnico para a confecção de componentes intermediários.

Este documento tem como finalidade formalizar a existência do projeto e conceder autoridade à equipe para utilizar os recursos organizacionais necessários à sua execução. Aqui estão delineados o tema, os objetivos e o escopo inicial. Etapas posteriores detalharão o cronograma de atividades, as atribuições da equipe e a alocação de recursos, garantindo o planejamento e acompanhamento adequados das ações propostas.

2.1 Dados do projeto

Nome do Projeto: Controle de trajetória de foguetes d'água

Data de abertura: 16/04/2025

Código: 5-A

Patrocinador: Universidade de Brasília

Gerente Geral: Arthur Fernandes Silva de Jesus / 221022471 / arthurfsjesus@gmail.com / (61)98599-7985

2.2 Objetivos

A definição dos objetivos deste projeto foi guiada pela metodologia SMART, assegurando que cada meta seja específica, mensurável, acordada entre os envolvidos, realista e limitada no tempo. Essa abordagem proporciona maior precisão no planejamento e na execução das etapas, além de garantir que os esforços da equipe estejam alinhados com os requisitos previamente definidos. Segundo Steffens (2023), a aplicação dessa metodologia favorece a integração entre os recursos disponíveis, as restrições técnicas e financeiras, e os prazos estipulados, promovendo um desenvolvimento mais estruturado e eficiente.

A seguir, são apresentados os objetivos do projeto com base na metodologia SMART:

Capacidade de Lançamento e Estabilidade: O foguete deve ser capaz de alcançar uma altura mínima de 100 metros, mantendo a estabilidade de voo e retornando com

segurança, conforme os parâmetros exigidos pelas competições acadêmicas de foguete de água.

Autonomia Operacional: O sistema de lançamento deve operar de forma segura e controlada, permitindo o disparo com acionamento remoto ou temporizado, sem a necessidade de intervenção direta após a pressurização.

Eficiência em Projeto e Construção: A estrutura do foguete deve ser leve, resistente e aerodinâmica, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, mantendo o equilíbrio entre desempenho e viabilidade técnica.

Cumprimento de Prazo e Recursos: O desenvolvimento do foguete deverá ser concluído dentro do cronograma estabelecido pelo semestre letivo e com os recursos financeiros previamente definidos, garantindo que todos os requisitos técnicos e de segurança sejam atendidos.

2.3 Mercado-alvo

O principal mercado-alvo deste projeto são estudantes universitários de engenharia, envolvidos em competições nacionais e internacionais de foguetes d'água. Esses competidores, que participam de eventos acadêmicos e tecnológicos, estão constantemente em busca de soluções criativas e inovadoras para alcançar destaque em suas respectivas áreas de atuação.

Dentre as competições mais relevantes, destacam-se a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) — a maior competição nacional da categoria, promovida pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) — e o Global Water Rocket Challenge (GWRC), evento internacional de destaque que reúne equipes de diversos países e estimula a excelência técnica e o intercâmbio de experiências.

Ao atender aos requisitos exigidos por essas competições, o projeto proporciona um ambiente de aprendizado enriquecido, que contribui de forma direta para a formação acadêmica e técnica dos estudantes. De maneira interdisciplinar, são contempladas áreas como Engenharia Aeroespacial, Automotiva, Eletrônica, de Energia e de Software. Dessa forma, o projeto não apenas prepara os participantes para os desafios das competições, mas também os capacita para futuras demandas do mercado e da pesquisa científica, beneficiando instituições de ensino e a sociedade como um todo.

2.4 Requisitos

A etapa de definição de requisitos é essencial para garantir o correto direcionamento do desenvolvimento do projeto. Nesta seção, são apresentados os requisitos funci-

onais e não funcionais, que determinam, respectivamente, o que o sistema deve realizar e sob quais condições ou restrições ele deve operar.

Os requisitos funcionais descrevem as capacidades esperadas do projeto, como o lançamento de foguetes d'água, a coleta e análise de dados experimentais, e o suporte ao aprendizado de conceitos físicos. Já os requisitos não funcionais abordam aspectos como a viabilidade técnica e pedagógica, a segurança, a acessibilidade dos materiais e a precisão das medições. Esses requisitos foram definidos com base nos objetivos pedagógicos e nas limitações práticas do ambiente de ensino, assegurando que o projeto seja executável, seguro e significativo para os alunos envolvidos.

1. Requisitos Funcionais

Software

- **RF01** – Captura de dados em tempo real de sensores (giroscópio, GPS).
- **RF02** – Armazenamento local dos dados em banco de dados relacional para posterior envio à dashboard.
- **RF03** – Automatização da ativação dos sensores antes do lançamento.
- **RF04** – Visualização dos dados na dashboard por meio de gráficos analíticos, com elementos visuais padronizados (eixos rotulados, unidades de medida, legendas), proporcionando leitura precisa e intuitiva.
- **RF05** – Implementação de filtros para redução de ruídos nos dados brutos adquiridos dos sensores.
- **RF06** – Cálculo da incerteza das medições com propagação de erro, utilizando métodos estatísticos adequados.
- **RF07** – Registro versionado de cada lançamento com ID único e *timestamp* para rastreabilidade histórica.
- **RF08** – Sistema de alertas (visuais/sonoros) para eventos anômalos durante o voo (ex: perda de sinal, leituras fora do intervalo esperado).
- **RF09** – Geração automática de relatórios técnicos em LaTeX ou PDF contendo as métricas consolidadas do lançamento.
- **RF10** – Exibição na dashboard dos principais parâmetros da missão registrados: ângulo de lançamento, pressão inicial e massa do propelente.

- **RF11** – Interface para exportação de dados em formatos abertos (ex: CSV, JSON) para análises externas.
- **RF12** – Acesso remoto e seguro à dashboard via conexão web com autenticação.

Eletrônica

- **RF01** – O sistema deve capturar dados de localização (latitude, longitude e altitude) por meio de módulo GPS.
- **RF02** – O ESP32 deve processar e transmitir os dados do GPS para uma interface (app, servidor ou armazenamento local).
- **RF03** – O circuito deve fornecer alimentação elétrica estável e apropriada ao ESP32 e ao módulo GPS.
- **RF04** – A comunicação UART entre ESP32 e GPS deve ser estável, respeitando os níveis de tensão e a taxa de transmissão adequada.
- **RF05** – O sistema deve detectar automaticamente a perda de sinal GPS e executar tentativas de reconexão.
- **RF06** – Capacidade de iniciar e finalizar registros automaticamente com base em eventos de voo (ex: aceleração detectada).
- **RF07** – Mecanismo de redundância mínima para dados críticos (ex: cópia local temporária em EEPROM).

Estrutura

- **RF01** – A estrutura deve armazenar e proteger os componentes eletrônicos contra impactos e intempéries.
- **RF02** – Deve permitir a reutilização em lançamentos consecutivos, com fácil acesso para manutenção e recarga.
- **RF03** – Deve garantir constância e estabilidade durante o lançamento para atingir as altitudes desejadas.
- **RF04** – Deve resistir aos impactos da queda com proteção adequada aos sistemas internos.
- **RF05** – Compatível com diferentes volumes de água e níveis de pressão para permitir ajustes de missão.

- **RF06** – Sistema modular para facilitar o acoplamento e desacoplamento de sensores ou peças.
- **RF07** – Isolamento térmico e/ou vedação para evitar danos por umidade durante o voo e a queda.
- **RF08** – Fixar o foguete com segurança até o momento do lançamento.
- **RF09** – Permitir o acoplamento de uma bomba de ar manual ou compressora para pressurização.
- **RF10** – Liberar o foguete de forma controlada.
- **RF11** – Suportar a pressão interna gerada durante a compressão de ar e água.
- **RF12** – Impedir vazamentos de água ou ar na conexão com o bico da garrafa.

Energia

- **RF01** – Cálculo de eficiência energética para escolha e montagem da bateria.
- **RF02** – Implementação de bateria para o funcionamento do foguete.
- **RF03** – Uso da bateria para acionamento remoto do foguete.

2. Requisitos Não Funcionais

Software

- **RNF01** – *Desempenho*: Latência máxima de 100 ms entre a captura e a exibição de dados em tempo real na dashboard.
- **RNF02** – *Confiabilidade*: Precisão mínima de 0.5% FS (Full Scale) para sensores críticos como pressão e GPS.
- **RNF03** – *Segurança*: Autenticação obrigatória por login e senha para acesso à dashboard do sistema.
- **RNF04** – *Interoperabilidade*: Suporte a protocolos de comunicação compatíveis com a ESP32, incluindo Bluetooth.
- **RNF05** – *Manutenibilidade*: O código deve ser modular, documentado e conter testes automatizados com cobertura mínima de 80%.
- **RNF06** – *Usabilidade*: Os gráficos devem ser intuitivos, com uso de escalas, legendas e títulos claros para evitar interpretações equivocadas.

Eletrônica

- **RNF01** – Indicação de funcionamento por LED para confirmar visualmente o estabelecimento de comunicação com o GPS (opcional).
- **RNF02** – Emissão de som por buzzer no momento do lançamento, funcionando como alerta e confirmação do início da missão.

Estrutura

- **RNF01** – Estrutura leve para facilitar o lançamento e reduzir danos em caso de queda.
- **RNF02** – Custo acessível dos materiais estruturais, visando replicabilidade em ambientes educacionais.
- **RNF03** – Montagem e desmontagem simplificadas para manutenção, ajustes ou substituições rápidas.
- **RNF04** – Estrutura com componentes reparáveis e substituíveis individualmente.
- **RNF05** – Design modular para permitir expansão, adaptação ou personalização conforme o experimento.
- **RNF06** - Segura para os usuários (sem partes cortantes ou risco de explosão).
- **RNF07** – Estável durante a pressurização e o lançamento.
- **RNF08** – Resistente à água e à pressão.
- **RNF09** – De fácil montagem e transporte.
- **RNF10** – Custo acessível.

Energia

- **RNF14** – A bateria deve possuir autonomia suficiente para manter o funcionamento completo do sistema durante cada lançamento e suportar diversas missões ao longo do semestre letivo, minimizando a necessidade de substituições frequentes.

2.5 Justificativa

A realização de projetos educacionais que envolvem a coleta de dados da trajetória de foguetes de água justifica-se por diversas razões, abrangendo aspectos pedagógicos, científicos e sociais.

A integração de atividades práticas no ensino de ciências, como a construção e lançamento de foguetes de garrafa PET, atende à necessidade de tornar o aprendizado mais significativo e envolvente. Essas atividades permitem que os estudantes apliquem conceitos teóricos em situações reais, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos envolvidos. Além disso, incentivam o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico (PARANÁ, 2020).

Projetos desse tipo proporcionam aos alunos uma introdução ao método científico, permitindo-lhes formular hipóteses, coletar e analisar dados, e tirar conclusões baseadas em evidências empíricas. Essa abordagem prática estimula o interesse pela ciência e pela pesquisa, podendo influenciar positivamente as escolhas acadêmicas e profissionais dos estudantes (SILVA, 2020).

A utilização de materiais acessíveis e de baixo custo, como garrafas PET e água pressurizada, torna esses projetos viáveis em diferentes contextos educacionais, incluindo escolas com recursos limitados. Isso contribui para a democratização do acesso à educação científica e para a popularização da ciência entre os jovens (PARANÁ, 2020).

No Brasil, iniciativas como a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) incentivam a participação de estudantes em atividades relacionadas à astronáutica e à exploração espacial. Projetos escolares que envolvem o lançamento de foguetes de água alinham-se com essas iniciativas, promovendo o interesse pela ciência e tecnologia desde as séries iniciais (RODRIGUES, 2023). Como apontado em trabalhos apresentados em congressos educacionais, a exemplo da CONEDU (2023) (DIVERSOS, 2023).

Além disso, a realização de projetos interdisciplinares como esse contribui para o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI, incluindo criatividade, colaboração, comunicação e pensamento crítico. Essas habilidades são fundamentais para a formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios de um mundo em constante transformação (PARANÁ, 2020).

Dessa forma, a implementação de projetos que envolvem a coleta de dados da trajetória de foguetes de água é justificada por seu potencial educativo, por sua capacidade de engajar os estudantes na aprendizagem de ciências e por sua contribuição para a formação de indivíduos críticos e atuantes na sociedade.

2.6 Indicadores

No Brasil, as competições de foguete de água têm ganhado cada vez mais visibilidade com o fortalecimento de iniciativas acadêmicas voltadas à popularização da ciência e à aplicação prática dos conhecimentos em engenharia e física. Dentre os principais eventos nacionais, destaca-se a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), promovida pela Olim-

piada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) ([ASTRONáUTICA, 2025](#)), que reúne anualmente centenas de milhares de estudantes de todo o país, desde o ensino fundamental até o superior. A MOBFOG tornou-se referência em experimentação científica de baixo custo, estimulando o desenvolvimento de projetos em milhares de instituições de ensino públicas e privadas.

No cenário internacional, a Global Water Rocket Challenge (GWRC) representa uma das mais importantes competições da categoria, promovendo a integração entre estudantes de diferentes países e incentivando o intercâmbio de soluções técnicas e inovações no desenvolvimento de foguetes de água. Esses eventos reúnem equipes universitárias, escolas técnicas e jovens talentos que aplicam conceitos de aerodinâmica, pressão, materiais e engenharia de sistemas em projetos funcionais, de maneira prática e interdisciplinar.

Além das iniciativas acadêmicas, o setor aeroespacial brasileiro conta com empresas consolidadas, como a Avibrás Indústria Aeroespacial, que divulgam frequentemente projetos, tecnologias e eventos relacionados à engenharia de foguetes e sistemas balísticos ([AEROESPACIAL, 2025](#)).

O número de participantes em competições de foguetes de água varia conforme o porte do evento. No Brasil, a MOBFOG já chegou a ultrapassar 750 mil estudantes inscritos em uma única edição, considerando todas as modalidades. Diversas universidades contam com ligas acadêmicas e grupos de extensão voltados ao desenvolvimento de foguetes experimentais, e o número de projetos interdisciplinares baseados em foguetes PET tem crescido significativamente em cursos de engenharia e licenciatura.

Além disso, o avanço de metodologias ativas de ensino, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), tem impulsionado o uso de foguetes de água como ferramenta pedagógica em disciplinas como Física, Matemática, Eletrônica e Programação. A demanda por projetos práticos de baixo custo, aliada ao fácil acesso aos materiais (como garrafas PET, válvulas e bombas manuais), favorece a replicabilidade do projeto em diversas regiões do Brasil e do exterior. Esse cenário aponta para um mercado consumidor consolidado e em expansão, composto por estudantes, professores, instituições de ensino, eventos científicos e organizações voltadas à educação tecnológica.

3 Equipe de Trabalho

Tabela 1 – Composição da equipe.

Nome	Matrícula	Curso	Telefone	E-mail	Atribuições
Arthur Fernandes Silva de Jesus	22/1022471	Eng. Software	(61) 98599-7985	221022471@aluno.unb.br	Gerência , Software
Bruno Cruz Garcia Rosa	22/2006605	Eng. Software	(61) 9989-7897	222006605@aluno.unb.br	Energia
Camila Silva Calvacante	23/2013944	Eng. Software	(62) 8269-7020	232013944@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Eric Silveira Gomes	22/1022266	Eng. Software	(61) 9616-9283	221022266@aluno.unb.br	Software
Geovanna Alves Umbelino	23/2014450	Eng. Software	(61) 99438-3350	232014450@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Gustavo Moreira Neris	22/2024800	Eng. Aeroespacial	(66) 992920756	222024800@aluno.unb.br	Estrutura
Gustavo Roberto Silva de Melo	21/1039457	Eng. Software	(61) 98289-6001	211039457@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Isabella Mendes Choukaira	23/1037692	Eng. Software	(61) 9904-2985	231037692@aluno.unb.br	<i>Eletrônica</i>
Lucas Borges Branco	22/2006946	Eng. Software	(61) 8372-1452	222006946@aluno.unb.br	Software
Maria Clara Canuto Gontijo	23/2005352	Eng. Software	(61) 98485-1012	232005352@aluno.unb.br	<i>Eletrônica</i>
Milena Marques Simões de Oliveira	23/1029734	Eng. Software	(61) 9909-6861	231029734@aluno.unb.br	<i>Eletrônica</i>
Noemy da luz Cardoso	21/1062811	Eng. Energia	(61) 99637-7663	211062811@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Octávio Silva Ribeiro Cunha	23/1011767	Eng. Automotiva	(61) 99394-2922	231011767@aluno.unb.br	<i>Estrutura</i>
Pedro Henrique Valeriano Carneiro	22/2007095	Eng. Aeroespacial	(61) 9965-8522	222007095@aluno.unb.br	<i>Estrutura</i>
Renan dos Santos Ribeiro	22/1022435	Eng. Software	(61) 99690-2378	221022435@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Ricardo Augusto Valle Maciel	18/0077899	Eng. Software	(61) 9999-8999	180077899@aluno.unb.br	<i>Software</i>
Tatyara Goncalves Cardoso	21/1063238	Eng. Aeroespacial	(61) 98504-9915	211063238@aluno.unb.br	<i>Estrutura</i>
Yasmin Moreira do Nascimento	23/1012316	Eng. Software	(61) 9918-8155	231012316@aluno.unb.br	<i>Eletrônica</i>

4 Projeto Conceitual do Produto

4.1 Características gerais

A integralização do hardware do projeto consistiu na união eficiente entre os componentes eletrônicos escolhidos para formar um sistema embarcado funcional baseado no ESP32. O microcontrolador centraliza a coleta e o processamento de dados recebidos do módulo GPS NEO-6MV2, do sensor de inclinação e da interface de comunicação Bluetooth, garantindo a transmissão das informações de altitude, latitude, longitude e orientação do foguete. A comunicação serial entre o ESP32 e o GPS foi configurada para manter estabilidade e precisão, com detecção de perda de sinal e reconexão automática. Um buzzer foi integrado para emitir alerta sonoro no momento do lançamento, enquanto um LED opcional indica o funcionamento correto do sistema. A alimentação foi cuidadosamente planejada para assegurar tensão estável e contínua aos dispositivos, permitindo medições confiáveis e contribuindo para a análise aerodinâmica e a aplicação prática dos conhecimentos em eletrônica e instrumentação embarcada.

4.1.1 Estrutura Analítica do Projeto

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é uma ferramenta que organiza e detalha o trabalho em partes menores e mais gerenciáveis, estruturadas hierarquicamente, como mostrado na Figura 1. No contexto do foguete d'água, a EAP divide o projeto em etapas fundamentais como planejamento, construção, testes e análise de dados, facilitando o controle de prazos, recursos e a integração das atividades.

4.1.1.1 Gerenciamento

O gerenciamento do projeto foi responsável por coordenar prazos, organizar reuniões entre as equipes, realizar o controle de materiais e recursos humanos, além de monitorar os resultados obtidos ao longo das etapas. Essa área teve como função alinhar as tarefas executadas com os objetivos do projeto, assegurando a execução eficiente das atividades dentro do cronograma previsto.

4.1.1.2 Software

A equipe de software é responsável pela coleta, organização e análise dos dados experimentais gerados durante os testes de voo dos foguetes. Entre os dados a serem monitorados estão o tempo de voo, altura máxima atingida e outros parâmetros físicos relevantes. Planilhas eletrônicas e ferramentas de simulação podem ser utilizadas para

comparar os dados empíricos com os modelos teóricos. O software também deve viabilizar o processamento dos dados obtidos por instrumentos de medição, como o astrolábio, permitindo análises mais precisas e confiáveis.

4.1.1.3 Estruturas

A equipe de estruturas é responsável pela concepção e construção física dos foguetes e dos dispositivos de lançamento. Essa atividade envolve o dimensionamento das garrafas PET utilizadas como corpo principal do foguete, definição do bico de lançamento e das aletas para garantir estabilidade aerodinâmica. A seleção dos materiais deve considerar leveza e resistência, assegurando que todos os componentes estejam montados de forma segura e dentro dos limites estruturais definidos pelo projeto. A montagem deve favorecer a estabilidade durante o voo e suportar as pressões envolvidas no lançamento.

4.1.1.4 Hardware

A equipe de hardware é responsável pelo desenvolvimento do lançador, incluindo seus mecanismos de disparo, vedação e segurança. Os materiais utilizados devem permitir a manutenção da pressão interna até o momento do lançamento, garantindo eficiência e confiabilidade. Componentes como tubos de PVC, anéis de vedação, válvulas adaptadas e suportes estruturais devem ser escolhidos com base na durabilidade, resistência à pressão e facilidade de operação. O sistema deve ainda contemplar medidas de segurança para os usuários durante os testes e lançamentos.

4.1.1.5 Energia

A equipe de energia é responsável pelo desenvolvimento de uma bateria que mantenha o sistema do foguete alimentado durante os testes ao longo do semestre e nos três lançamentos finais, que servirão como avaliação do projeto. Para isso, é essencial realizar uma análise detalhada do consumo energético envolvido nas etapas do experimento, permitindo a escolha de uma bateria eficiente e durável. Essa escolha garantirá o funcionamento adequado de todos os componentes eletrônicos embarcados e contribuirá diretamente para o sucesso do projeto como um todo.

4.1.1.6 Integração

A equipe de integração é responsável por reunir e articular todos os subsistemas desenvolvidos pelas demais equipes, visando à montagem final do foguete e à verificação do seu funcionamento como um sistema completo. Essa etapa envolve a checagem da compatibilidade entre as partes físicas e eletrônicas, o alinhamento dos dados esperados e a realização de testes preliminares de funcionamento conjunto. Também é função dessa

equipe garantir que todos os componentes estejam corretamente instalados, configurados e que os requisitos do projeto sejam atendidos de forma integrada e funcional.

Tabela 2 – Cronograma por atividade.

Atividade	Início Previsto	Início Realizado	Fim Previsto	Fim Realizado	Predes.	Responsáveis
1 - Delegação responsabilidades	16/04/2025	16/04/2025	16/04/2025	16/04/2025	–	Arthur
2 - Distribuição atividades	23/04/2025	23/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	1	Arthur
3 - Seleção dos materiais de Eletrônica	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	1	Maria Clara
4 - Diagramação da estrutura	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	25/04/2025	1	Otávio
5 - Diagrama de Casos de Uso	25/04/2025	25/04/2025	30/04/2025	05/05/2025	1, 2	Camila, Geovanna
6 - Diagrama EAP	23/04/2025	23/04/2025	30/04/2025	05/05/2025	1, 2	Camila, Geovanna, Gustavo
7 - Elaboração do Relatório Técnico	25/04/2025	28/04/2025	05/05/2025	05/05/2025	2, 4, 5, 6	Arthur, Milena, Isabela
8 - Levantamento de Requisitos	25/04/2025	30/04/2025	05/05/2025	05/05/2025	2	Todos os membros
9 - Elaboração do Relatório Técnico	25/04/2025	28/04/2025	05/05/2025	05/05/2025	2, 4, 5, 6	Arthur, Milena
10 - Revisão Relatório	25/04/2025	04/05/2025	04/05/2025	05/05/2025	2, 4, 5, 6	Arthur, Milena
11 - Entrega de Documentação	25/04/2025	25/04/2025	05/05/2025	05/05/2025	2, 4, 5, 6, 7, 8	Arthur, Milena
12 - Prototipação/Modelagem	07/05/2025	—	12/05/2025	—	11	Todos os membros
13 - Desenvolvimento do sistema real	14/05/2025	—	26/05/2025	—	12	Todos os membros
14 - Testes dos modelos reais	28/05/2025	—	14/05/2025	—	12	Todos os membros
15 - Integração final entre áreas	04/06/2025	—	11/06/2025	—	14	Todos os membros
16 - Teste Final	16/06/2025	—	07/07/2025	—	15	Todos os membros
17 - Gap para contratarempos	07/07/2025	—	14/07/2025	—	16	Todos os membros
18 - Entrega Final do Projeto	24/04/2025	—	15/07/2025	—	17	Todos os membros
19 - Elaboração do Relatório Técnico 2	20/05/2025	—	01/06/2025	—	11	Arthur, Milena
20 - Revisão Relatório 2	20/05/2025	—	01/06/2025	—	19	Arthur, Milena
21 - Entrega de Documentação 2	20/05/2025	—	01/06/2025	—	20	Arthur, Milena

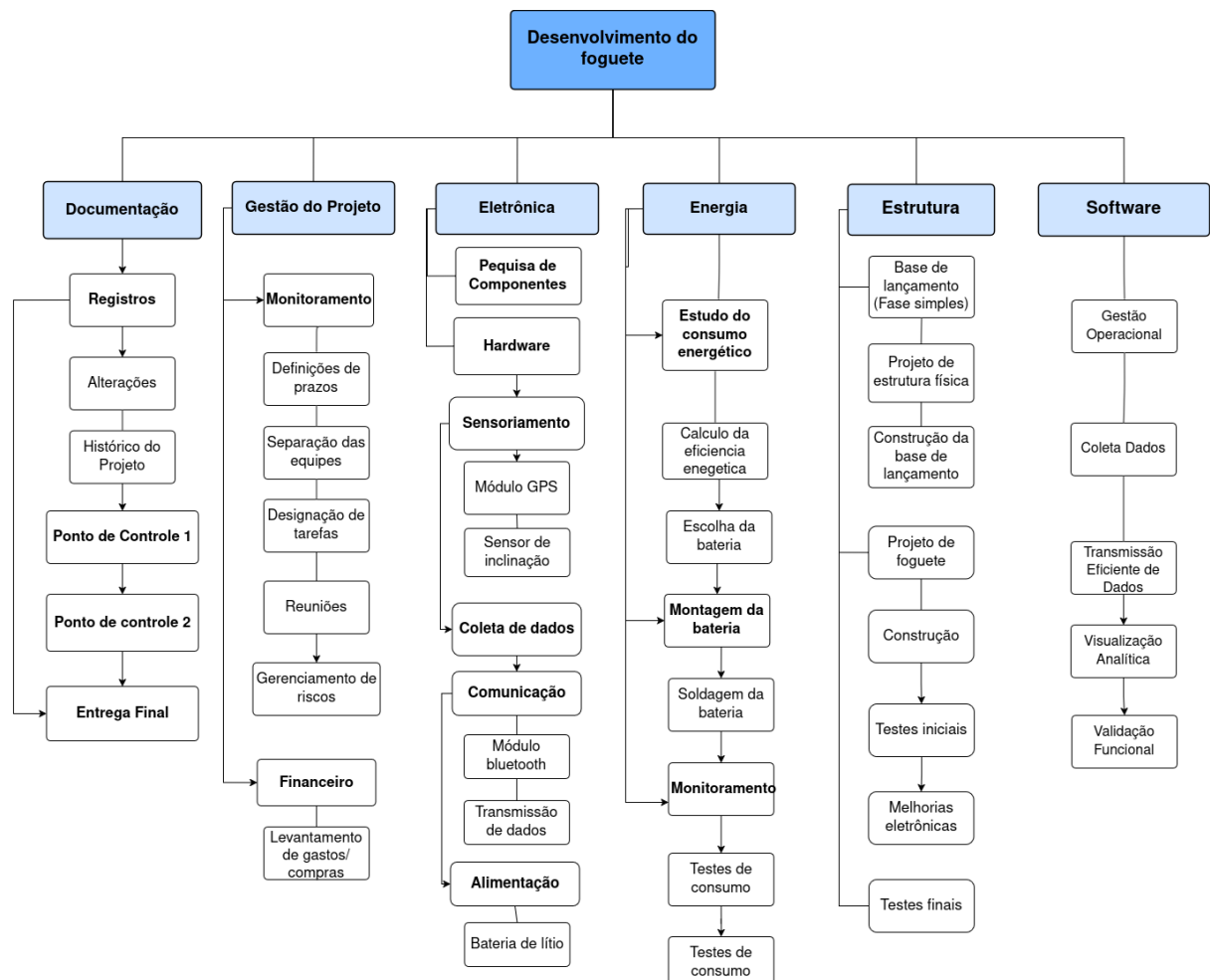


Figura 1 – EAP

Referências

- AEROESPACIAL, A. I. *Notícias*. 2025. Acesso em: 04 maio 2025. Disponível em: <<https://www.avibras.com.br/site/midia/noticias.html>>. Citado na página 16.
- ASTRONÁUTICA, O. O. B. de Astronomia e. *Mostra Brasileira de Foguetes - MOBFOG*. 2025. <https://www.oba.org.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=110&Itemid=150>. Acesso em: 5 maio 2025. Citado na página 16.
- BASTOS, A. G. *Produto educacional: ensino de física com foguetes de garrafa PET*. 2023. <<https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/PRODUTO-EDUCACIONAL-Alexandre-Gatelli-Bastos.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 7.
- BATISTA, H. D. *Lançamento de foguete como prática de ensino investigativo de física*. 2022. <<https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/a86ce3a5-f461-4447-8a4e-89706e3b7d2b/content>>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 7.
- COSTA, V. S. *O uso de foguetes de garrafa PET para o ensino de física por investigação na educação básica*. 2023. <https://ppgmnpef.furg.br/images/documentos/produtos_educacionais/Produto_Educacional_Victor.pdf>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 7.
- DIVERSOS, A. *Foguetes de garrafa PET: uma prática multidisciplinar nas aulas de ciências*. 2023. <<https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023>>. Acesso em: 5 maio 2025. Citado na página 15.
- FARIAS, A. P. da S.; MARQUES, J. da S. *Construção de foguete de água na Educação Infantil: possibilidades de iniciação científica*. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/343034055_Construcao_de_foguete_de_agua_na_Educacao_Infantil_possibilidades_de_iniciacao_cientifica>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 7.
- FERREIRA, A. P. e. a. *Sistema embarcado para coleta de dados em foguetes de água*. 2023. <https://excellenceeduc.com/revista_cientifica_excellence_v_24_dezembro_2023_artigo_18.pdf>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 8.
- PARANÁ, U. T. F. do. *Oficina de foguete de garrafa PET: um incentivo ao ensino da física no ensino médio*. 2020. <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22118/1/oficinafoguetegarrafapet.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2025. Citado na página 15.
- RODRIGUES, L. e. a. *Aplicação do experimento de foguete de garrafa PET no ensino de física*. 2023. <https://excellenceeduc.com/revista_cientifica_excellence_v_24_dezembro_2023_artigo_18.pdf>. Acesso em: 5 maio 2025. Citado na página 15.
- SANTOS, R. C. dos. *A física no ensino médio através da experimentação: estudo com foguetes de garrafa pet*. In: *Congresso Nacional de Educação – CONEDU*. [s.n.], 2023. Acesso em: 04 maio 2025. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/65b78a582006e_29012024082200.pdf>. Citado na página 7.

SILVA, J. B. da. Construção e aplicação de um projeto investigativo sobre foguetes de garrafa pet. *Revista Científica Excellence*, v. 24, p. 280–295, 2023. Acesso em: 04 maio 2025. Disponível em: <https://excellenceeduc.com/revista_cientifica_excellence_v_24_dezembro_2023_artigo_18.pdf>. Citado na página 7.

SILVA, R. e. a. *Construção de foguete de água na Educação Infantil: possibilidades de iniciação científica*. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/343034055_Construcao_de_foguete_de_agua_na_Educacao_Infantil_possibilidades_de_iniciacao_cientifica>. Acesso em: 5 maio 2025. Citado na página 15.

SOUZA, V. H. e. a. *Modelagem matemática aplicada à trajetória de foguetes escolares*. 2020. <https://ppgmnpef.furg.br/images/documentos/produtos_educacionais/Produto_Educacional_Victor.pdf>. Acesso em: 04 maio 2025. Citado na página 8.