



Desenvolvimento de mini foguetes com crianças e adolescentes

Development of mini rockets with children and teenagers

Christopher Matheus Novach de Morais

Jimmiegordon2000@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,

Felipe Mezzadri

felipemezzadri@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,

RESUMO

O equilíbrio de voo de um foguete é algo essencial para o alcance do objetivo que é o alcance do apogeu. Visando o ensino para crianças e adolescentes do ensino fundamental e médio de como modelar e lançar um mini foguete para sua faixa etária. O estudo realizado pela equipe sobre o mini foguete envolve propulsão, estrutura e equilíbrio voo, e teste. Onde tais área são adaptadas para o ensino de crianças e adolescentes tendo a segurança de todos em primeiro plano. A área de equilíbrio de voo e estrutura, enfoque deste documento envolve o estudo de como o mini foguete se desloca em todo seu trajeto, onde tal deslocamento deve ser percorrido de maneira mais segura para todos. A estrutura do mini foguete juntamente com o equilíbrio de voo estuda a melhor distribuição de componentes internos e externos, visando o equilíbrio e o alcance do objetivo, o apogeu.

PALAVRAS-CHAVE: Mini foguetes. Apogeu. Equilíbrio de voo.

ABSTRACT

The balance of flight of a rocket is essential for achieving the goal of reaching apogee. Aimed at teaching elementary and high school children and teenagers how to model and launch a mini rocket for their age group. The team's study of the mini rocket involves propulsion, structure and balance, flight and testing. Where such areas are adapted for teaching children and teenagers with everyone's safety in the foreground. The area of flight and structure balance, which is the focus of this document, involves the study of how the mini rocket moves along its entire path, where such displacement must be covered in a safer way for everyone. The structure of the mini rocket, together with the flight balance, studies the best distribution of internal and external components, aiming at balance and reaching the goal, the apogee.

KEYWORDS: Mini rockets. Apogee. Flight balance.



INTRODUÇÃO

O lançamento de mini foguetes é uma das frentes do projeto Orion Aerospace Design. O lançamento de mini foguetes envolve duas frentes que andam juntas: o desenvolvimento dos cálculos e teoria e; o lançamento de mini foguetes em si pela equipe. Tais estudos podem também ser aplicados para mini foguete didáticos, mais seguros, onde crianças e adolescentes podem lançar e participar de competições.

O equilíbrio de um mini foguete envolve parâmetros aerodinâmicos e geométricos, onde tais parâmetros são primeiramente calculados, posteriormente simulados e por fim testados, com tudo isso voltado para o alcance do objetivo da missão que geralmente é uma altura específica, o apogeu (NASA, 2021). O equilíbrio necessita do centro de pressão, centro de gravidade e do maior diâmetro do mini foguete, averiguando se o mini foguete está em equilíbrio durante todo o voo (MARCHI, 2020). Para o alcance o objetivo de apogeu, é necessário que o mini foguete se desloque de forma estável até o final do trajeto, onde o trajeto se inicia na base de lançamento, se decorre na subida, e no fim o paraquedas se abre.

Para a iteração com crianças e adolescentes foram desenvolvidos mini foguetes de garrafas de plástico, que envolve os mesmos princípios de um mini foguete metálico é desenvolvido no projeto, todavia com propulsão à água pressurizada, sem riscos de explosão ou ferimentos com manuseio de instrumentos.

A construção de mini foguetes de plástico tem como objetivo o maior tempo de voo, visto que não transportam um equipamento de medição de altura, com isso é analisado o tempo de voo para definir a altura do mini foguete. Assim foi possível capacitar e atrair a comunidade externa, como de escolas, para o tema Aero Espacial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o alcance do apogeu foi utilizada a 2ª lei de Newton, onde ela se aplica em dois momentos do percurso do mini foguete. O primeiro momento é enquanto o motor está queimando combustível que temos o empuxo no sentido positivo de Z e o peso com a força de arrasto no sentido negativo de Z .

Aplicando a 2ª lei de Newton na Eq 1:

$$T - Fa - P = m * a \quad (1)$$

onde T é o Impulso, Fa a força de atrito e P o peso do foguete.

A força de arrasto é dada pela Eq.2:

$$Fa = 0,5 * Cd * \rho * A * v^2 \quad (2)$$

onde o Cd é o coeficiente de arrasto do mini foguete, ρ é a densidade do ar, A é a área transversal do mini foguete e v é a velocidade do mini foguete.

O segundo momento ocorre quando o motor não tem mais combustível e o foguete realiza um movimento desacelerado, pois as únicas forças que atuantes sobre ele são a força de arrasto e seu peso, sendo assim desacelerado até o momento em que para na altura Z . A equação é dada pela Eq.3:

$$-P - Fa = m * a \quad (3)$$

Esses dois cálculos são para atingir o apogeu, porém, para atingir esse objetivo, a área de equilíbrio de vôo precisa ser calculada. O equilíbrio de voo é dado pela Eq.4 e ilustrado na Figura 1:

$$E = \frac{(CP - CG)}{dMAX} \quad (4)$$

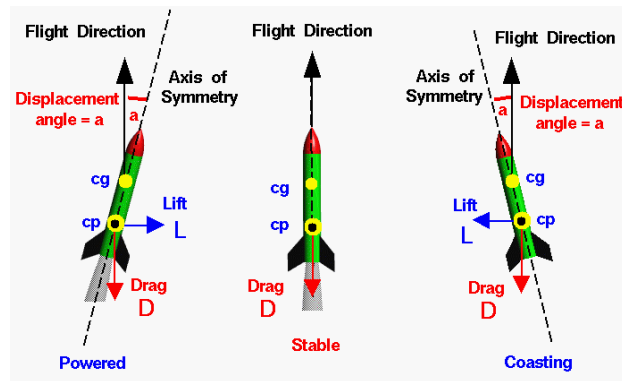


Figura 1: Equilíbrio de voo de um mini foguete.

Sendo CP o centro de pressão do mini foguete, o CG o centro de gravidade do mini foguete e d_{MAX} o diâmetro máximo do mini foguete, o parâmetro E precisa estar acima de 1 durante todo o percurso do voo. Como a equipe segue uma margem de segurança de 25%, este parâmetro precisa ser sempre maior que 1,25. O CP do mini foguete se trata do cálculo do centro geométrico do mini foguete, e basta fazer a Eq.5, que é demonstrado na Figura 2:

$$CP = \frac{(An*CPn) + (Ac*CPc) + (Aa*CPa*Na*2)}{ATF} \quad (5)$$

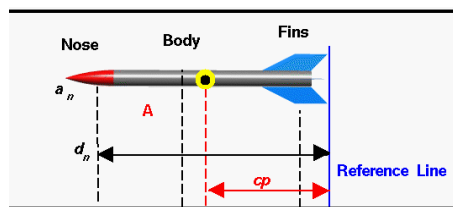


Figura 2: Centro de pressão do mini foguete.

onde A é a nomenclatura para área de tal componente, CP é o centro de pressão de tal componente, n é o nariz, c é o corpo, tubo do mini foguete, a é a aleta sendo Na o número e aletas, e por fim ATF se trata da área total do mini foguete.

O seguimento que se trata das aletas está multiplicado por 2, pois a área em estudo é a área em contato com o ar e as aletas tem duas faces em contato com o ar, neste calculo a espessura da aleta é desconsiderada pois seu formato faz com que esse valor possa ser desconsiderado com segurança.

O CG do foguete pode ser calculado, porém é melhor obtido a partir da construção do foguete em *software*, porém como se trata de um parâmetro inicial nos estudos primeiro é calculado e posteriormente simulado. Onde é calculado da como mostra a Eq.6 e demonstrado na Figura 3:

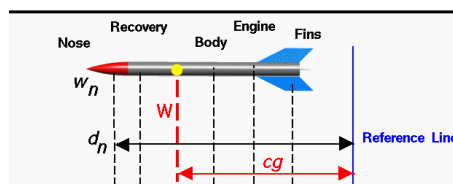


Figura 3: Centro de gravidade do mini foguete.

$$CG = \frac{(Wn * CPn) + (Wc*CPc) + (Wa*CPa*Na) + (Wk*CPk) + (Wp*CPp) + (Wm*CPm)}{W} \quad (6)$$



onde a nomenclatura é dada: n para parâmetros do nariz; c para parâmetros do corpo; a para parâmetros da aleta; k para parâmetros da carga; p para parâmetros do paraquedas; m para parâmetros do motor; W é nomenclatura de peso da componente; CP é a nomenclatura do centro de massa da componente.

Os dados do motor e do combustível são fornecidos pela equipe de propulsão do projeto, justamente porque esses parâmetros são muito complexos para crianças e adolescentes. Em substituição, e há um teste onde é possível verificar se o minifoguete está balanceado ou não. É realizado somente o cálculo do CP do mini foguete, sendo que em seguida neste ponto prende-se uma corda e é verificado o comportamento do mini foguete: se o nariz apontar para baixo o mini foguete está desequilibrado; se ficar estagnado na horizontal, está na eminência do desequilíbrio e; se o nariz ficar com a ponta para cima o mini foguete está equilibrado.

As atividades foram realizadas em parceria com a escola tecnológica Evolói, onde foi ensinado crianças entre 8 e 15 anos os princípios de funcionamento de um foguete, bem como seus propósitos e sua construção. Tais estudantes desenvolveram mini foguetes de garrafa plástica, com propulsão à água pressurizada, onde foram lançados em lugar aberto (Figura 4).



Figura 4: Participantes das atividades dos lançamentos dos mini foguetes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram demonstrados princípios de voo de mini foguete com estudantes de 8 a 15 anos, e o que é necessário para um foguete e sua construção. Em seguida foi realizada a construção de mini foguetes de garrafa plástica, onde foram utilizados: 2 garrafas, pasta plástica, folha A4, lápis de cor, canetinha, durex e, tesouras para a construção dos mini foguetes. Vale ressaltar que todos os estudantes tiveram auxílio de pelo menos duas pessoas adultas (Figura 5).

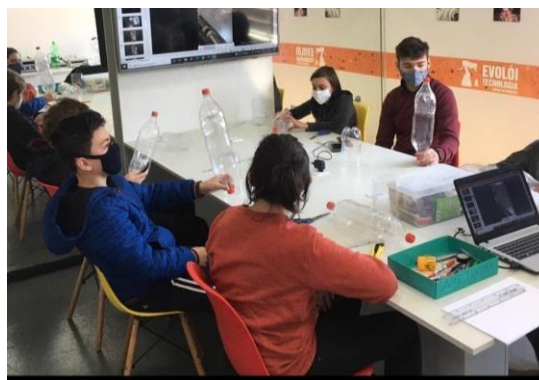


Figura 5: Estudos com mini foguetes.



Após a construção dos minis foguetes foi realizado o teste de equilíbrio, sendo que todos os mini foguetes passaram no teste. Após o teste, todos os mini foguetes foram abastecidos com 200 ml de água e prosseguiu-se com os lançamentos. Todos os mini foguetes foram lançados 3 vezes sendo que o mini foguete que permaneceu mais tempo no ar teve seu tempo desde a saída da base até sua queda e contato com o solo de 8,24 segundos, sendo o mini foguete que atingiu maior apogeu (Figura 6).



Figura 6: Lançamento do mini foguete de plástico.

CONCLUSÃO

Ao fim das aulas de dos lançamentos, os estudantes demonstraram um grande aprendizado sobre o que se trata um foguete e suas funcionalidades, visto que todos calcularam seus Centro de Pressão sozinhos, bem como elaboraram a construção, em todo momento com auxílio da equipe da Orion Aerospace Design.

A realização dos testes, os estudantes demonstraram aprendizado ao que lhes foi repassado em aula, e como consequência, foram criados mini foguetes de sucesso pois todos atingiram pelo menos 4 segundos de voo. Tal atividade mostrou ser muito atrativa para os estudantes e seus pais, visto que alguns pais se interessaram tanto pelo projeto quanto pelas aulas, solicitando aulas posteriores mais aprofundadas e com combustível consumível para um mini foguete mais potente e com maior alcance. Vale também salientar que alguns estudantes, mesmo com 9 e 10 anos, contaram que desejam entrar na UTFPR para participar da equipe Orion Aerospace Design, sendo que grande parte demonstrou um grande interesse na área Aero Espacial posteriormente as aulas dadas.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR pelo apoio financeiro. Aos membros da Orion Aerospace Design, em destaque ao Christopher Dipp, Gabriel Nunes, capitã Calandre Tilpe, e ao professor coordenador Felipe Mezzadri. Agradecimento especial ao diretor da escola Evolói, professor Fernando Oliveira que acolheu muito bem o projeto.

REFERÊNCIAS

NASA. Determining Center of Pressure. Disponível em: <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/rktcp.html> . Acesso em: 10 de agosto de 2021.

NASA. Determining Center of Gravity. Disponível em: <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/rktcg.html> . Acesso em: 10 de agosto de 2021.

MARCHI, Carlos Henrique. **Projeto e teste de Minifoguetes**. Curitiba: Departamento de Engenharia Mecânica, 2020.