

## Definição de Missão do Projeto Alfa

**BURGER, E. E. <sup>1</sup>, LOUREIRO, G.<sup>2</sup>, CORONEL, G. G. M.<sup>3</sup>, CERQUEIRA, C. S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Mestre e aluno de Doutorado do curso de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais – CSE do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Mestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil.

eduardoebrg@gmail.com

### **Resumo.**

*Com o objetivo de proporcionar aos alunos do curso de pós-graduação em Engenharia e Tecnologias Espaciais do INPE o contato com uma missão espacial real, assim como apoiar a convergência nos projetos de pesquisa da pós-graduação e atrair novos recursos, nasceu o Programa de Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial – CTEE. Baseado em nanossatélites, o primeiro sistema desenvolvido pelos alunos será o CubeSat Alfa. Este trabalho aborda a fase de definição dessa missão, desde a identificação dos objetivos da missão e stakeholders, captura e análise de necessidades, criação de concepções de missão, e a definição da missão. O trabalho utilizou entrevistas, análises e discussões de viabilidade, conceito de operação (CONOPS) e as lições aprendidas de outros projetos similares para compor o documento “Descrição de missão”, que foi adaptado a partir da norma europeia ECSS-E-ST-10 Anexo B. O principal resultado do trabalho é a metodologia criada para a definição da missão Alfa. Devido ao andamento do Projeto durante este trabalho, apenas resultados parciais da aplicação dessa metodologia serão apresentados.*

**Palavras-chave:** CubeSat; Definição de missão; Projeto Alfa.

### **1. Introdução**

Desde 2003, quando o padrão CubeSat foi criado por professores das Universidades de *Stanford* e *Calpoly*, a utilização dessa tecnologia para fins educacionais tem se mostrado muito promissora. Dessa forma, o nanossatélite é utilizado para exercitar na prática conceitos aprendidos nas aulas de engenharia aeroespacial, mecânica, elétrica, computação, entre outras. Com baixo custo e curto tempo de desenvolvimento, esse tipo de projeto se mostrou uma opção viável para alunos do curso de pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE terem contato com uma missão espacial real, contribuindo também para outros objetivos como apoiar a convergência entre os

projetos de pesquisa da pós-graduação, atrair novos recursos para o curso e aplicação prática das pesquisas. A partir dessa ideia nasceu o Programa de Capacitação Tecnológica em Engenharia Espacial – CTEE. Baseado em nanossatélites, o programa consta de diversos projetos sequenciais e incrementais, ou seja, cada projeto possui melhorias e incrementos em relação ao projeto anterior. O primeiro sistema desenvolvido pelos alunos será o CubeSat Alfa, objeto de estudo deste trabalho.

A Engenharia de Sistemas é uma abordagem interdisciplinar e iterativa que forma um processo estruturado de desenvolvimento com o objetivo de obter um produto de qualidade que atenda às necessidades dos stakeholders [Loureiro, 1999]. Para atender à essas necessidades, primeiramente é necessário entendê-las, ou seja, definir e detalhar o problema e selecionar um conceito de solução (em alto nível) através da etapa conhecida como definição de missão, que ocorre na fase 0 [ECSS, 2009] ou na fase Pré-A (NASA, 2007). A definição de missão engloba atividades como a identificação dos objetivos da missão, identificação dos stakeholders, captura e análise de necessidades, criação de concepções de missão e seleção do conceito que melhor atenda as necessidades considerando as restrições do projeto. A definição de missão define as características mais fundamentais da missão, para que seja útil ao usuário (stakeholder), expõe os objetivos da missão de forma qualitativa, reflete as necessidades dos stakeholders e apresenta as restrições (em alto nível) que limitam o espaço de solução.

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de definição de missão do Projeto CubeSat Alfa e seus resultados parciais.

## 2. Metodologia

A metodologia utilizada nesse trabalho para a obtenção dos resultados foi principalmente a análise de bibliografia correlata sobre engenharia de sistemas, fase de declaração de missão e processos de desenvolvimento de CubeSats. A partir dessa análise foi realizada uma adaptação e simplificação de metodologias já utilizadas na área espacial, principalmente a norma europeia ECSS.

## 3. Resultados e Discussão

O principal resultado desta pesquisa é a metodologia utilizada para a definição de missão do Projeto Alfa, ilustrada na Figura 1. A entrada inicial são os objetivos da missão e a declaração de missão (*mission statement*). Essas entradas são utilizadas para balizar as necessidades dos stakeholders, que inicialmente podem ser de escopos muito diferentes, não fazendo parte do objetivo da missão.

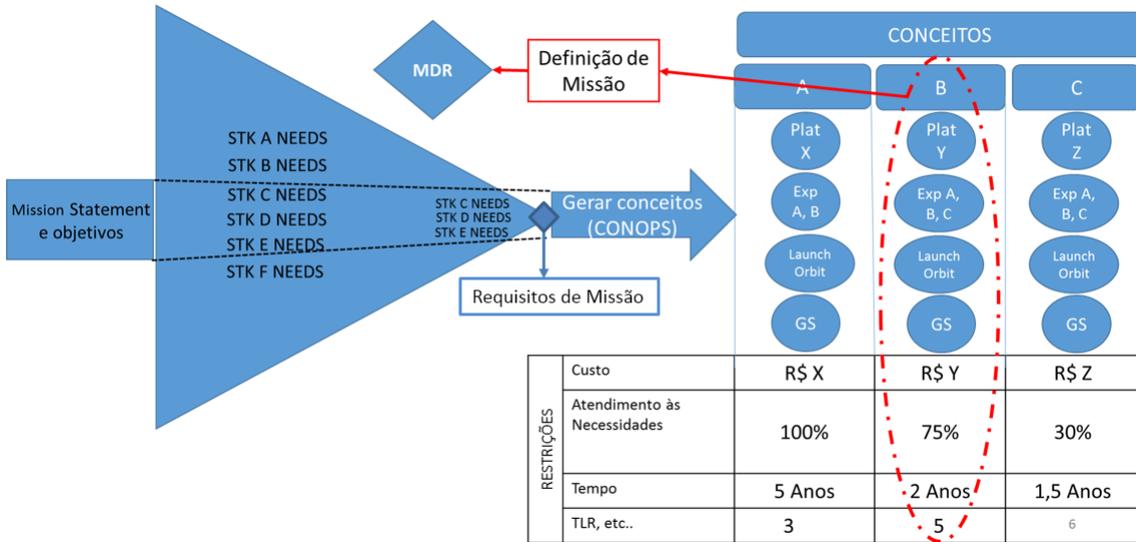


Figura 1. Metodologia da definição de missão do Projeto Alfa.

A partir desse conjunto de necessidades dos stakeholders, os engenheiros de sistema geram o documento de requisitos de missão, que é a visão do problema dos stakeholders sob a perspectiva dos engenheiros de sistema. Então alguns conceitos de operação (CONOPS) são gerados, cada um deles com uma configuração diferente dos elementos de missão exibidos na Figura 2.

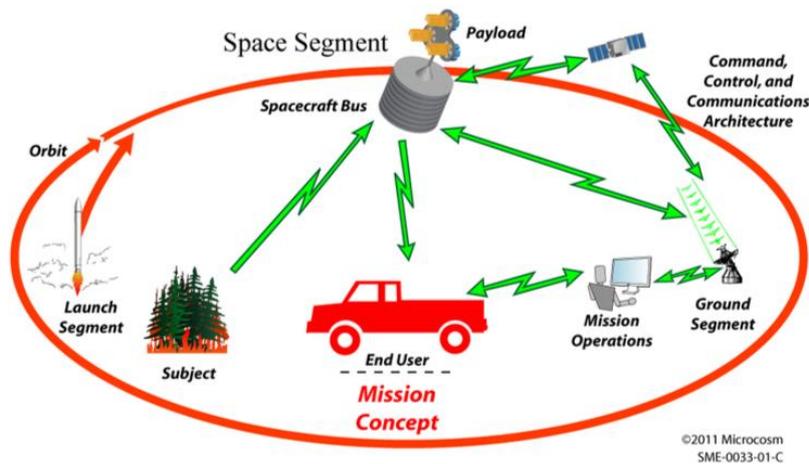


Figura 2. Elementos de missão [Wertz, 2005].

A partir desse ponto, as restrições de cada uma das configurações de conceito geradas são identificadas, como por exemplo custo, percentual de necessidades de stakeholders atendidas e tempo de desenvolvimento. Com essas informações, a equipe de engenharia de sistemas pode analisar e comparar as opções até que, junto com o auxílio da gerência do projeto, um conceito de missão pode ser definido. Posteriormente, ocorre a revisão de projeto chamada MDR (Revisão de definição de missão), onde esse conceito será

apresentado juntamente com toda sua documentação, e será avaliado por um grupo de especialistas e stakeholders.

O resultado encontrado a partir da aplicação dessa metodologia forma a definição de missão do Projeto CubeSat Alfa, e representa cada um dos blocos da Figura 1. A declaração da missão Alfa, obtida a partir do Programa CTEE, é definida como: *“Projetar, fabricar, testar e validar uma plataforma nacional de pequenos satélites de baixo custo, com os seguintes subsistemas: potência, comunicação, computação de bordo, determinação e controle de atitude, estrutura e controle térmico”*.

Os objetivos da missão são classificados como:

**Estratégicos:**

1. Capacitar e integrar o corpo discente da ETE/INPE;
2. Atrair recursos para os cursos da ETE;
3. Atender às diretrizes do Plano Diretor e PNAE.

**Científicos:**

1. Experimento de blindagem de componentes;
2. Experimento de tolerância à radiação em circuitos eletrônicos espaciais.

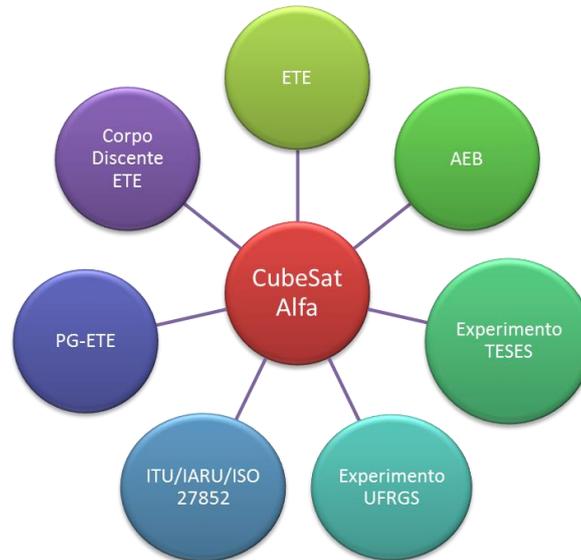
**Tecnológicos:**

1. Projetar, fabricar, testar
2. Validar a plataforma;
3. Disponibilizar para a comunidade brasileira uma plataforma nacional CubeSat de baixo custo;

O processo de análise dos stakeholders de missão foi subdividido em quatro etapas:

1. Identificar stakeholders primários;
2. Realizar entrevista para elicitare necessidades;
3. Sintetizar necessidades de stakeholders;
4. Validar necessidades com os stakeholders.

A Figura 3 ilustra o conjunto de stakeholders primários do projeto Alfa.



**Figura 3. Stakeholders do Projeto CubeSat Alfa.**

A Figura 4 ilustra um exemplo de perguntas feitas pelos engenheiros de sistemas aos stakeholders do projeto Alfa. É importante salientar que esse é um conjunto inicial de perguntas, e no decorrer da entrevista diversas outras questões são levantadas, são feitos rascunhos, fluxogramas e qualquer outro meio de explicitar com o máximo de detalhes e clareza as necessidades.

<p>Qual é o <b>objetivo</b> do experimento embarcado?          Existe alguma <b>inovação tecnológica</b> envolvida no experimento?          Existiria algum <b>sigilo nos dados</b> do experimento?          Como <b>verificar</b> que o experimento foi <b>bem sucedido</b>?          Qual o <b>tempo mínimo</b> que o seu experimento precisaria ter no espaço para ser útil para sua pesquisa?          Qual a <b>massa, volume e potência</b> (estimados) ?          Qual o <b>barramento</b> de dados utilizado?          Qual o tamanho do <b>pacote de dados</b> que será enviado?          Qual a <b>taxa de amostragem</b> do experimento?          O seu experimento precisaria receber algum <b>telecomando</b>?</p>	<p>Como você imagina o <b>fluxo de informação</b> entre o seu experimento e o CubeSat?          Existe algum requisito de <b>órbita, altitude ou apontamento</b> para o seu experimento?          Existe a necessidade de saber a <b>localização e tempo das medidas</b> realizadas pelo experimento?          Existe algum <b>componente</b> (sensor, câmera, etc..) que seria <b>útil</b> para seu experimento?          Em quanto <b>tempo</b> você estima que o <b>experimento</b> estaria <b>pronto</b>? (protótipo)          Você teria <b>recursos</b> próprios para esse desenvolvimento?          Você teria <b>RH</b> para esse desenvolvimento?          Caberia a <b>participação</b> de algum <b>aluno</b> de pós-graduação do INPE no desenvolvimento do seu experimento?</p>
---	---


**REQUISITOS DE MISSÃO**

**Figura 4. Exemplo de entrevista com Stakeholders do Projeto CubeSat Alfa.**

#### 4. Conclusão

Este trabalho apresentou o processo de definição de missão desenvolvido para aplicação no Projeto Alfa do Programa CTEE. A partir dessa metodologia, o Projeto Alfa está realizando (durante o segundo semestre de 2017) a definição das características mais fundamentais da missão, identificando os objetivos da missão, e identificando as restrições (em alto nível) que limitam o espaço de solução. Devido ao andamento do Projeto durante a realização desse trabalho, apenas resultados parciais foram apresentados.

***Agradecimentos:** Agradecimento especial ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo financiamento dos alunos bolsistas deste trabalho.*

#### Referências

- EUROPEAN COOPERATION FOR SPACE STANDARDIZATION. Space engineering verification. Noordwijk, 2009. (ECSS-E-ST-10-02C).
- LOUREIRO, G. A systems engineering and concurrent engineering framework for the integrated development of complex products. Tese (Doutorado em Manufacturing Engineering) - Loughborough University, England, 1999.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA system engineering handbook. Washington, DC, 2007.
- WERTZ, J. R.; LARSON, W. J. Space mission analysis and design. 3. ed. New York, 2005.