



Evento: III SEMINDE - Seminário Internacional de Defesa

Data: 09 de Novembro de 2017

Local: Hotel Business Beira Rio - Recanto Maestro, Santa Maria/RS

Área Temática: AT4 - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação nos Setores de Defesa e Segurança Pública

CUBESATS: UTILIDADES E APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL DE DEFESA BRASILEIRA

Autor: Rodrigo Passos Marques¹

Co-Autor: Alex Müller¹

Co-Autor: Alan Pitthan Couto¹

Co-Autor: Lorenzo Quevedo Mantovani ¹

Co-Autor: Thales Ramos Mânica¹

Orientador: Dr. Nelson Jorge Schuch²

¹ Universidade Federal de Santa Maria - CT/UFSM

² Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/COCRE/INPE-MCTIC

CUBESATS

Um *CubeSat* é um satélite de pequeno porte que atende às especificações descritas no documento *CubeSat Design Specifications (CDS)*, tendo como características principais o diminuto tamanho (100x100x113,5mm, no caso de um CubeSat 1U) e massa inferior a 1,33Kg. Isso torna o projeto mais simples e passível de ser realizado em instituições de ensino, ou até mesmo ser adquirido através de empresas fornecedoras de plataformas e componentes.

O primeiro Nanossatélite do Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de *CubeSats*, Parceria e Convênio UFSM-INPE/MCTIC, foi o NANOSATC-BR1, ou NCBR1, sendo de padrão 1U e representado por um cubo de 10 cm de aresta, com peso de 0,965 kg. A Figura 1 ilustra o Modelo de Voo do primeiro *CubeSat* do Programa, já com os painéis solares montados, pronto para testes:

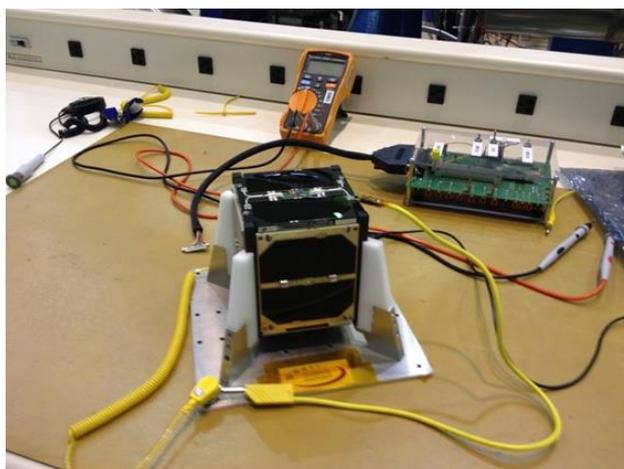


Figura 2 – NANOSATC-BR1

Fonte: Site do Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de *CubeSats*.
Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/nanosat/galeria.php>

O NANOSATC-BR2, ou NCBR2, por sua vez é um *CubeSat* do padrão 2U, possuindo os mesmos 10 cm nas bases. Sua altura, no entanto, é de 20 cm (ou seja, 20x10x10). Seu peso deverá ser de aproximadamente 2 kg, e contará com vários experimentos úteis de desenvolvimento científico e tecnológico, tais como um Circuito Integrado desenvolvido pela Santa Maria Design House - SMDH, com o objetivo de testar um circuito tolerante à radiação espacial. A Figura 2 ilustra o Modelo de Engenharia do NANOSATC-BR2:



Figura 2 – CubeSat 2U NANOATC-BR2.

Fonte: Blog Brazilian Space.

Disponível em: <http://brazilianspace.blogspot.com.br/2015/01/equipe-do-inpeufsm-ja-desenvolve-o.html>

Um *CubeSat* 6U é representado por um paralelepípedo composto por 6 Unidades, sendo portanto uma figura geométrica de 30x20x10 cm. Contando com um espaço maior e podendo pesar cerca de 6kg, este tipo de satélite já não pode mais ser considerado como um nanossatélite, mas sim como um satélite de pequeno porte, capaz de trabalhar em missões espaciais mais complexas, já que possui uma capacidade de geração de energia elétrica maior.

CubeSats 6U podem possuir sistemas de controle de atitude completos, câmeras para realizar diversas missões e podem carregar *booms* capazes de manter *payloads* úteis longe do corpo do satélite, como seria o caso de magnetômetros sensíveis, por exemplo. A Figura 3 ilustra a proposta de projeto de um *CubeSat* 6U da NASA, desenhado através do *software* CAD *Solidworks* com um *boom* anteriormente armazenado em uma caixa de antena modular exposto na parte externa da estrutura:

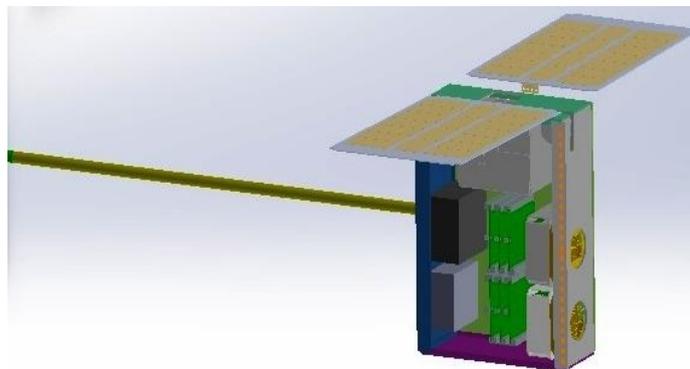


Figura 3 – CubeSat 6U em Ambiente CAD

Fonte: Autor.

CUSTOS DE MISSÃO

Em contraste com satélites geoestacionários de monitoramento, os quais custam em torno de U\$ 1,4 bilhão de dólares no total, uma constelação de *CubeSats* pode ser colocada em órbita com um custo expressivamente menor, podendo realizar monitoramento diário sob um determinado território. Em um *CubeSat* de 6 Unidades, é possível alocar algumas *Payloads* com este objetivo, tais como câmeras multiespectrais e RGB. Seu custo parcial para fabricação pode ser estipulado em torno de 3 milhões de reais, de acordo com o valor de mercado de seus componentes. Outra característica dos *Cubesats* é a facilidade com que podem ser embarcados em veículos lançadores como cargas úteis secundárias e sua inserção em órbita simplificada. Com isso, é possível reduzir significativamente os custos de lançamento e operação. Os custos de lançamento dispendem grande parte dos recursos de uma missão espacial e é diretamente influenciada pela massa e volume ocupado da carga útil embarcada no foguete, local de lançamento, órbita desejada, empresa responsável, dentre outros. Por ter dimensões menores e pouca massa, o custo de lançamento para *Cubesats* gera uma economia expressiva nessa etapa da missão, quando comparado ao lançamento de satélites de grande porte.

A estimativa de custos para alguns componentes de uma missão envolvendo um *Cubesat* 6U para monitoramento é apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Custo aproximado de alguns componentes para a Missão de um *CubeSat* 6U, considerando algumas cargas úteis - *Payloads*.

| Tabela de Custos Aproximados | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Componentes | Custo (R\$) |
| Estrutura 6U | 29.360,00 |
| Células Solares | 31.600,00 |
| Subsistema de Controle de Atitude | 183.000,00 |
| Subsistema de Potência | 80.800,00 |
| Subsistema de comunicação | 31.800,00 |
| Subsistema de antenas | 42.000,00 |
| Computador de Bordo | 35.200,00 |
| Câmera RGB | 67.320,00 |
| Câmera multiespectral | 185.130,00 |
| Custo Aproximado para Montagem | 686.210,00 |
| Softwares para simulação | 151.040,00 |
| Custo Aproximado de Lançamento | 1.200.000,00 |
| CUSTO TOTAL | 2.723.460,00 |

APLICAÇÕES EM DEFESA

Para aplicações militares, existem inúmeras alternativas para emprego de *Cubesats*. É possível adquirir módulos prontos de Imageadores com câmeras de variadas capacidades e complexidades para observação óptica da Terra ocupando apenas uma Unidade. É possível empregar soluções em rastreamento de aeronaves através de sinais dos *transponders* utilizados nas mesmas, *AIS Receiver* para rastreamento de embarcações e Espectrômetros infravermelhos para sensoriamento remoto. A Figura 4 apresenta o módulo *Crystspace CAM1U*, um dos menores e mais avançados sistemas de câmeras para *Cubesats*. Este módulo proporciona uma resolução de 600 metros por pixel a uma altura orbital de 600km.

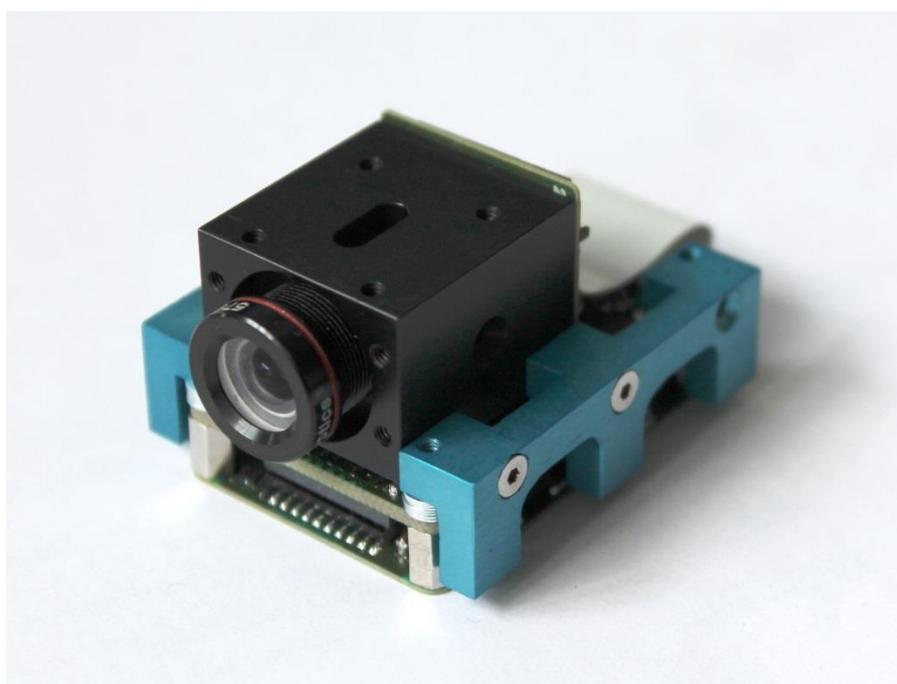


Figura 4 – Módulo Imageador *Crystspace CAM1U*.

Fonte: Empresa *CrystalSpace*

Disponível em: <http://crystalspace.eu/products/>

Cubesats operam normalmente em Órbita Baixa Terrestre, localizados entre 300 e 700 km em relação ao solo, de onde podem gerar imagens para diversas aplicações. A Figura 5 apresenta um exemplo de imagem capturada pela Estação Espacial Internacional no dia 27 de Agosto de 2014, a uma altitude de 400 km em relação ao solo, utilizando uma lente com distância focal de 34 milímetros. Dependendo da resolução da câmera utilizada, as imagens capturadas são suficientemente legíveis para identificar detalhes de cidades, limites de regiões rurais e fronteiras do País. É possível escolher a câmera correta para a aplicação desejada através de um algoritmo simples que leva em consideração a resolução, tamanho do sensor e altitude onde se encontra a câmera.



Figura 5 – Imagem capturada a 400 km de altitude pela Estação Espacial Internacional no dia 27 de Agosto de 2014.

Fonte: *The International Space Station program and the JSC Earth Science & Remote Sensing Unit, ARES Division, Exploration Integration Science Directorate.*

Disponível em: <http://oresat.org/field-of-view/>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente texto é possível concluir que, embora *CubeSats* sejam limitados pelo diminuto espaço físico, à medida que tecnologias de miniaturização de circuitos e o desenvolvimento de estruturas menores e resistentes avançam, novas possibilidades de aplicação são possíveis para o Setor de Defesa a nível global. A utilização de satélites de menor porte nos próximos anos será uma realidade mundial, e representará uma opção econômica e possivelmente eficiente para que o Brasil possa satisfazer adequadamente a demandas existentes na Área de Defesa para o País.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANTOVANI, L.Q. **Estudo de Órbita e Mecânica Espacial Aplicado a Nanossatélites, Programa NANOSATC-BR, Desenvolvimento de CubeSats.** Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/INPE - CNPq/MCTIC). Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, CRS/INPE-MCTIC. Santa Maria-RS, Junho de 2017.

LARSON, W. & WERTZ, J. **Space Mission Analysis And Design.** Colorado Springs, United States: Space Technology Library, 1992.