

Implantação de um segmento terrestre com  
missões de CubeSats e Nanossatélites em  
órbita terrestre para educação,  
monitoramento, suporte e comunicação no  
IFSC câmpus São José

RESUMO EXPANDIDO - Disciplina de TCC290009

**Nelson Espindola Alves**

Estudante do Curso de Engenharia de Telecomunicações

**Ramon Mayor Martins**

Professor orientador

Semestre 2019-1

**Resumo-** *A dispendiosidade das missões espaciais desencadearam na busca por melhorias na acessibilidade de equipamentos que compõem a arquitetura de um elemento espacial com eficiência equivalente ou superior ao de satélites tradicionais. A idealização de um padrão na construção dos nanossatélites, conhecido como CubeSat, provocando na redução de custos e no tempo de desenvolvimento desses artefatos fornecendo aos alunos de universidades a oportunidade de participar de um projeto espacial. Entretanto, para um recebimento eficiente com o intuito de compreensão dos dados enviados pelo elemento espacial, o estudo e desenvolvimento de um segmento terrestre robusto é essencial. O presente trabalho tem como objetivo realizar o estudo e a implementação de estações terrestres bem como a decodificação dos dados de telemetria dos principais CubeSats presentes em órbita terrestre baixa desenvolvendo um sistema baseado em rádio definido por software.*

**Palavras-chave:** Segmento terrestre. CubeSat. LEO. Rádio definido por software. Nanossatélite.

## 1 Introdução

Segundo a (NASA, 2017a), em 1957, o Sputnik 1, idealizado pela antiga União Soviética (URSS), foi o primeiro satélite artificial a entrar em órbita com a Terra, dando início à era espacial e propulsionando os investimentos em pesquisas espaciais. Quatro anos após, um grupo de operadores de rádio amadores do Projeto OSCAR, construíram e lançaram em órbita o primeiro satélite amador, o OSCAR I. Pesando por volta de 4,5 kg e carregando um pequeno transmissor que permitia que estações terrestres medissem a propagação através da ionosfera e sua temperatura interna, a missão foi considerada um sucesso, durando 22 dias em órbita baixa antes de se desintegrar ao entrar em contato com a atmosfera terrestre (BAKER, 1994).

Segundo (RIEBEEK, 2009), as orbitas terrestres podem ser classificadas por Low Earth Orbit - Órbita Terrestre Baixa (LEO), Medium Earth Orbit - Órbita Terrestre Média (MEO) e High Earth Orbit - Órbita Terrestre Alta (HEO). A classificação é dada de acordo com a distância entre o satélite e a superfície terrestre. Além disso, os satélites recebem nomenclaturas diferentes em relação ao seu peso. Um dos padrões de baixo custo mais populares é o padrão CubeSat.

Um CubeSat é um projeto que fornece uma padronização nas características de forma, tamanho e peso de um satélite com o intuito de reduzir custos, tempo de desenvolvimento e aumentar a flexibilidade da produção em massa de componentes oferecendo peças prontas para uso (NASA, 2017b). "O uso de CubeSats tem sido muito popular entre as universidades e fundações científicas, atraindo os alunos para a ciência espacial e lançando novas experiências em órbita" (NUGENT et al., 2008).

Os primeiros CubeSats continham transmissores simples de beacon ou podiam fazer downlink apenas de uma quantidade limitada de dados. Atualmente o cenário segue em forte crescente, com inúmeras missões científicas e vários sistemas comerciais sendo projetados. Isso obrigou os projetistas de nanossatélite a melhorar o subsistema de comunicação para acomodar a taxa de transferência de dados necessária para as missões atuais.

Em (BORINI, 2018) a Amazon Web Services (AWS) anunciou o lançamento de uma nova ferramenta que disponibiliza *downloads* de dados satelitais por estações terrestres espalhadas por todo o mundo. O serviço está sendo usado para uma grande variedade de aplicações como previsão do tempo, imagens de superfície e comunicações, permitindo o acesso à informação de uma forma fácil e econômica além de já permitir a integração da aplicação com os demais serviços em nuvem, disponibilizados pela AWS.

Um levantamento do Observatório de Tecnologias Espaciais do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), organização não governamental brasileira supervisionada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, estima que, até 2021, serão lançados mil CubeSats por ano, mundialmente.

Além disso, agências espaciais como a NASA<sup>1</sup> e Jaxa<sup>2</sup> bem como a empresa estadunidense de sistemas espaciais, a SpaceX<sup>3</sup>, financiam e incentivam os esforços relacionados

---

<sup>1</sup><http://www.nasa.gov>

<sup>2</sup><http://global.jaxa.jp/>

<sup>3</sup><http://www.spacex.com>

à pesquisas de tecnologias na área. A NASA possui uma iniciativa, nomeada de *CubeSat Launch Initiative*(CSLI) que provê a oportunidade de lançamento de CubeSats como carga comum, em futuros lançamentos, sendo levados para a Estação Espacial Internacional (ISS) e inseridos em órbita de lá. Todos os custos da operação de lançamento é custeado pela própria agência em troca de relatórios dos resultados da missão na qual o CubeSat é enviado ao espaço(citar NASA).

No Brasil, o desenvolvimento de CubeSats toma proporção gradativamente, recebendo participações diretas de instituições universitárias espalhadas pelo país. O primeiro CubeSat foi lançado em 2014, o Nanosat Br1. Alguns outros CubeSats brasileiros estão em desenvolvimento e deverão ser colocados em órbita em breve.

## 2 Metodologia

Para alcançar os objetivos geral e específicos, primeiramente (Colocar os tópicos da folha)

### 2.1 Antenas elencadas

Esta etapa consiste no estudo, construção e análise de antenas para captação das ondas eletromagnéticas resultantes da transmissão de um nanossatélite, considerando propriedades adicionais importantes como polaridade e diretividade. Sendo assim, foram levantados duas categorias diferentes, omnidirecionais e direcionais, sendo que ambas serão projetadas com frequência nas faixas *Ultra High Frequency*(UHF) e *Very High Frequency*(VHF) do espectro eletromagnético, totalizando 4 antenas. Além disso, para diminuir os custos com *hardware*, um misturador concatenará a recepção de frequências de operação diferentes, já que os sinais não se interferem.

A antena omnidirecional, terá um posicionamento fixo enquanto a direcional utilizará do auxílio de um rotor para ter seu direcionamento conforme (lembrar termo) passagem do nanossatélite. Se necessário, o uso de um Amplificador de Baixo Ruído(LNA) será utilizado, permitindo compensar as perdas de inserção acarretadas pelos cabos coaxiais, conectores e misturadores, aumentando assim a sensibilidade aos sinais distantes e fracos. A finalidade é analisar os ganhos procurando extrair a melhor resposta em cada antena.

Finalizada a implementação, o sinal de recepção da antena será transmitido para uma Raspberry através do *dongle* RTL-SDR, que nada mais é que um conversor A/D, sendo assim consumido por uma aplicação cliente através da plataforma Satnogs.

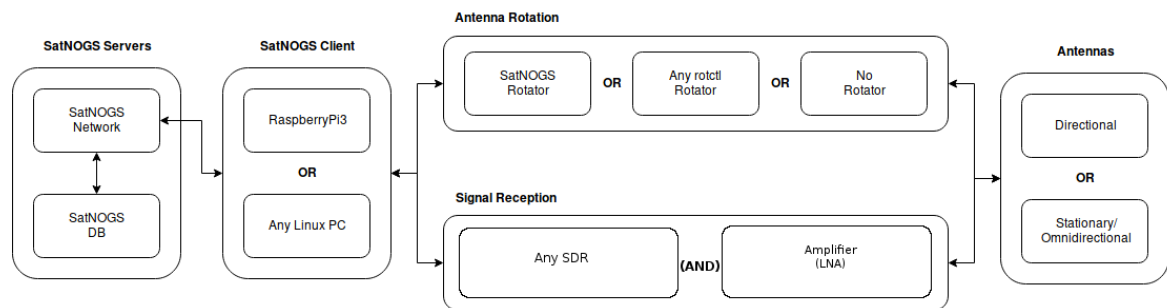
### 2.2 Satnogs

O Satnogs contribui na captação dos dados enviados por cada nanossatélite. A plataforma dispõe de um *software* livre , podendo ser embarcado em hardware (Recomenda-se a Raspberry) ou um computador com sistema operacional Linux, empregando a tecnologia de Rádio Definido por Software(SDR) para análise de dados recebidos e uma página web para interação do usuário. Realizado o cadastro do segmento terrestre informando dados de latitude e longitude, a aplicação disponibiliza uma lista, através de predições,

de nanossatélites com cobertura de *footprint* para com a localização do usuário, permitindo o agendamento de uma recepção. Após o agendamento, o Satnogs se encarrega de transladar a frequência de operação do *dongle* RTL-SDR para a do nanossatélite transmissor, enviando para o banco de dados do servidor. Como consequência, a página web do Satnogs gera um relatório referente às observações em forma de *waterfall* e possíveis áudios, imagens, telemetria e informações de vida útil do equipamento.

Na figura 2 temos a disposição algumas opções para construção do segmento terrestre junto ao Satnogs. Além de todo suporte já descrito, o serviço possui protocolo para comunicação com a controladora do rotor, bastando ao usuário apenas conectar sua antena em um periférico para iniciar operação.

**Figura 1 - Diagrama das diferentes formas de construção do segmento terrestre**



**Figura 2 - Fonte: Próprio autor**

### 3 Considerações Parciais/Finais

#### Referências

- BAKER, K. *"Space Satellites from the World's Garage. The Story of AMSAT"*. 1994. Acessado em 12 de março de 2019. Disponível em: <[https://web.archive.org/web/20061005160332/http://www.amsat.org/amsat-new/AboutAmsat/amsat\\_history.php](https://web.archive.org/web/20061005160332/http://www.amsat.org/amsat-new/AboutAmsat/amsat_history.php)>.
- BORINI, G. *Amazon distribui estações terrestres para gerenciar satélites em cloud*. 2018. <<https://computerworld.com.br/2018/11/27/amazon-distribui-estacoes-terrestres-para-gerenciar-satelites-em-cloud>>. Acessado em 19-03-15.
- NASA, C. A. *Sputnik 1*. 2017. <[https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image\\_feature\\_924.html](https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_924.html)>. Acessado em 19-03-14.
- NASA, C. L. I. Basic concepts and processes for first-time cubesat developers. p. 86, 10 2017.
- NUGENT, R. et al. Cubesat: The pico-satellite standard for research and education. 09 2008.
- RIEBEEK, H. *Catalog of Earth Satellite Orbits*. 2009. <<https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsCatalog>>. Acessado em 19-03-15.