



II Simpósio Brasileiro de
Infraestrutura de Dados Espaciais:
12 anos da INDE (SBIDE)

MISSÃO CUBESAT RAIOSAT: E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O SISTEMA BRASILEIRO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

Lázaro Aparecido Pires de Camargo
Walter Abrahão dos Santos
Divisão de Pequenos Satélites - DPST
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
São José dos Campos - SP

Eventos extremos climáticos são cada vez mais comuns em território brasileiro, e para auxiliar no estudo e geração de modelos de previsão meteorológicos, o monitoramento de ocorrências de raios se torna algo de extrema importância

O grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST) propôs a missão cubesat RaioSat, para auxiliar a rede existente em solo, para monitoramento de ocorrências de raios

Impactos da proposta

NA SOCIEDADE

Eventos atmosféricos severos são responsáveis por dezenas de milhares de mortes e dezenas de bilhões de dólares de prejuízos anualmente em todo o mundo

Our World in Data na Internet



Fenômeno observado

A missão RaioSAT pretende detectar simultaneamente descargas atmosféricas que ocorrem no céu (sem atingirem o solo), denominadas genericamente de intra-nuvem (IN), e descarga que efetivamente atingem o solo, denominadas genericamente de nuvem-solo (NS). A combinação dessas duas informações é chamada de dados de descargas atmosféricas totais.

A missão RaioSat terá como segmento espacial, um cubesat de três unidades (3U) com massa de 6 kg e dimensões de 10 x 10 x 30 cm, com computador de bordo e sistema de controle de atitude para atender os requisitos de imageamento de raios e tendo as seguintes cargas úteis:

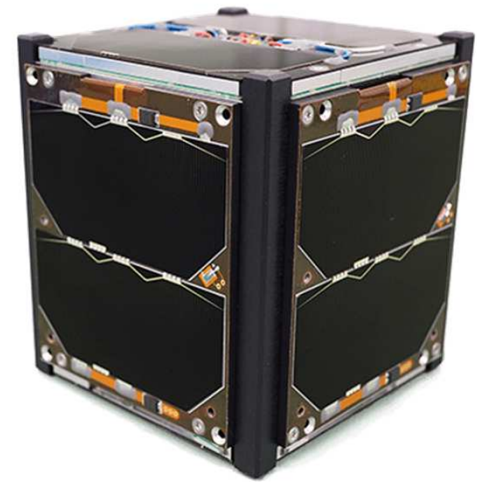
Câmera na faixa de IR (infravermelho) com sensor e filtro óptico, um GPS (Sistema de Posicionamento Global) para aplicações de baixa órbita, receptor VHF (Very High Frequency) do tipo SDR (Software Defined Radio) operando na faixa de 80 - 200 MHz

E irá complementar a rede BrasilDat de monitoração de descargas elétricas atmosféricas, e auxiliar no sistema brasileiro de defesa civil e de gerenciamento de riscos e desastres.

Objetivo

Mostrar como esta missão cubesat pode ser útil para a previsão de curto tempo para ações de prevenção de desastres por tempestades e descargas elétricas e auxiliar no gerenciamento de riscos e desastres e defesa civil.

O que são Cubesats?



Cubesats e Nanossatélites

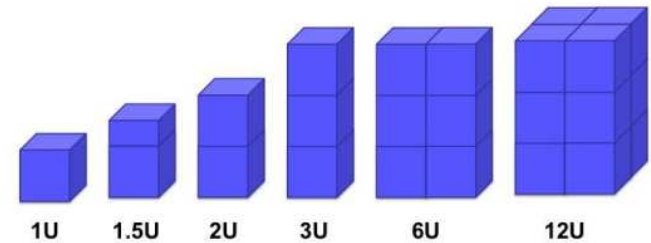
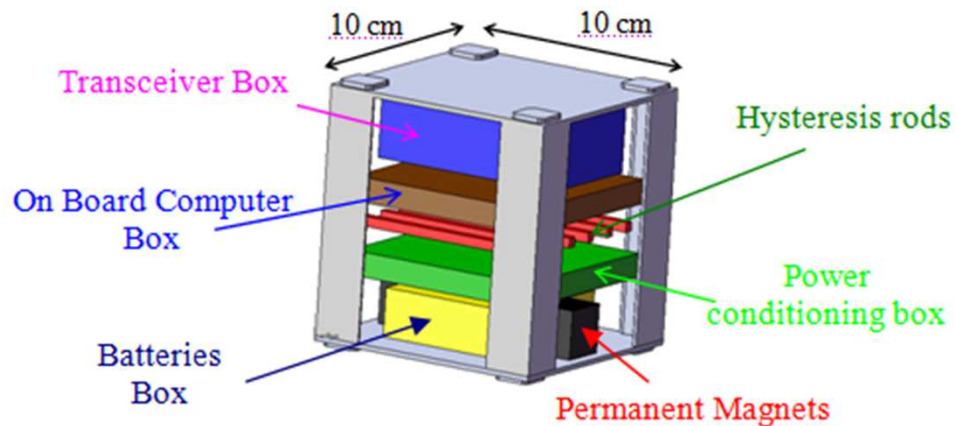
*O termo nanossatélite é utilizado para designar satélites com massa compreendida entre 1 e 10 kg

* Um caso particular de um nanossatélite é o conceito do CubeSat que foi desenvolvido pelo Professor Robert Twiggs então no Departamento de Aeronáutica e Astronáutica da Universidade de Stanford e pelo professor Jordi Puig-Suari então no Departamento Aeroespacial da Calpoly State University, no fim de 1999.



Cubesats e Nanossatélites

Cubesat é um satélite na forma de um cubo de 10cm de aresta que originalmente teria massa de até 1 kg, no padrão atual até 1,33 kg, o que se convencionou chamar de 1U, podendo ser escalado para 2U e 3U.



Começou como um projeto de sala em 1999



Figure 1. Prof. Bob Twiggs



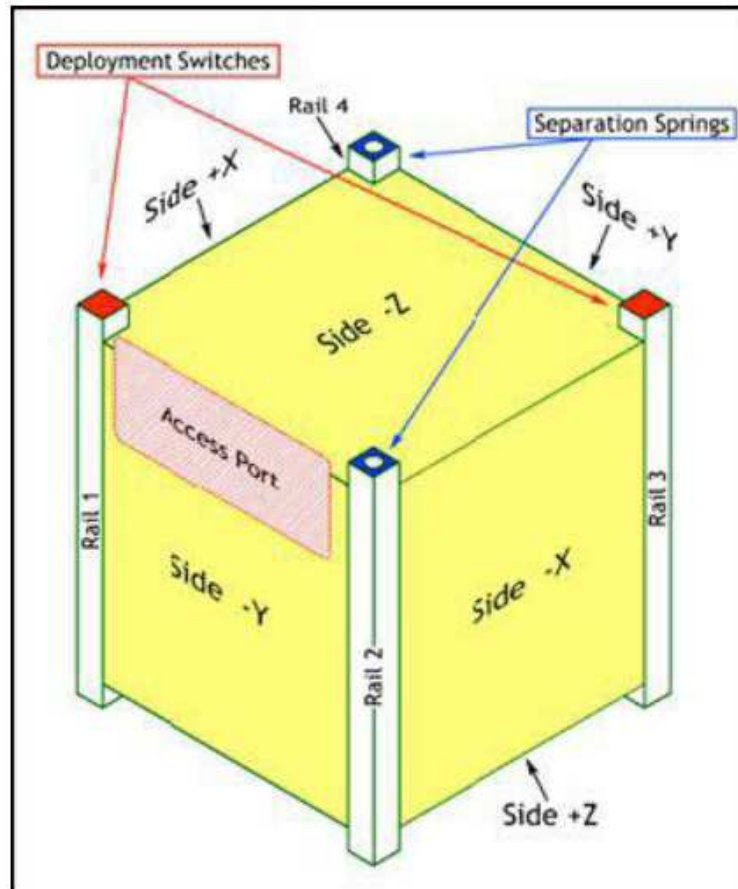
Figure 2. Prof. Jordi Puig-Suari



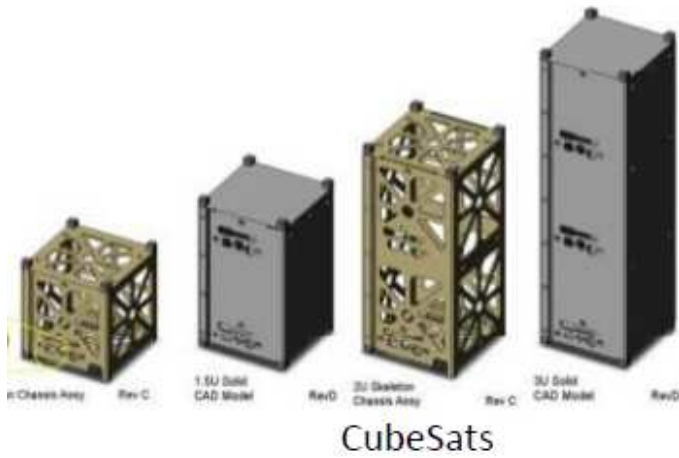
Figure 3. Original CubeSat

<http://www.jossonline.com/wp-content/uploads/2014/12/0101-Thinking-Outside-the-Box-Space-Science-Beyond-the-CubeSat.pdf>

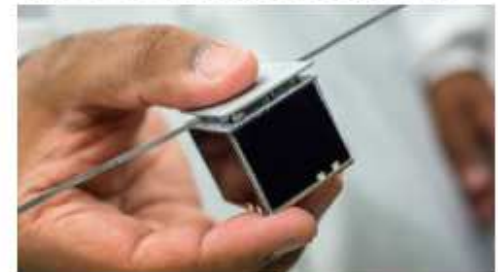
CUBESAT – PADRÃO DE ESPECIFICAÇÃO



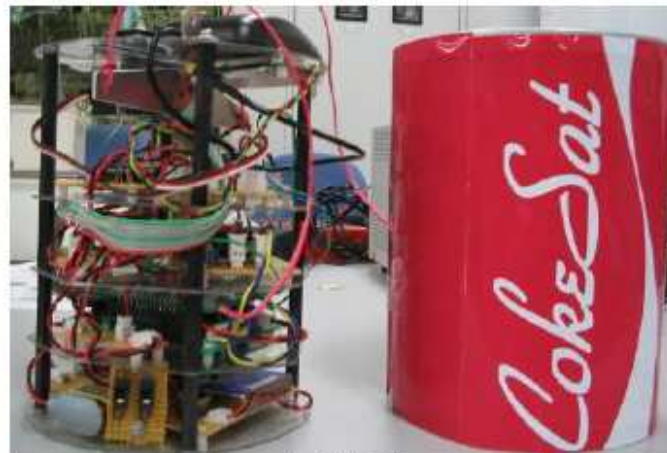
Small Sats (até 10kgs) :



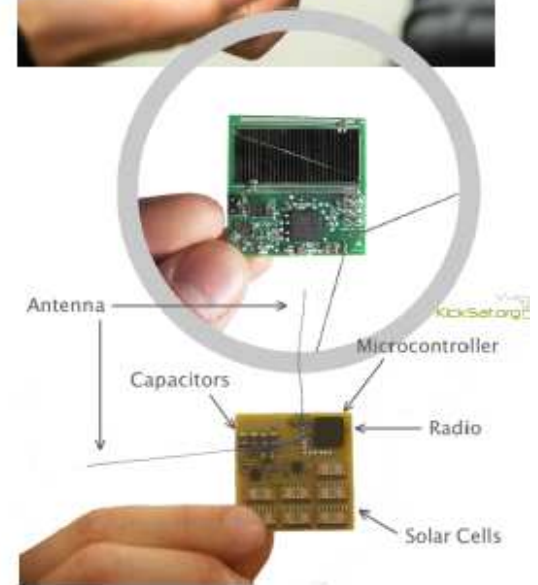
ASU's SunCube FemtoSat



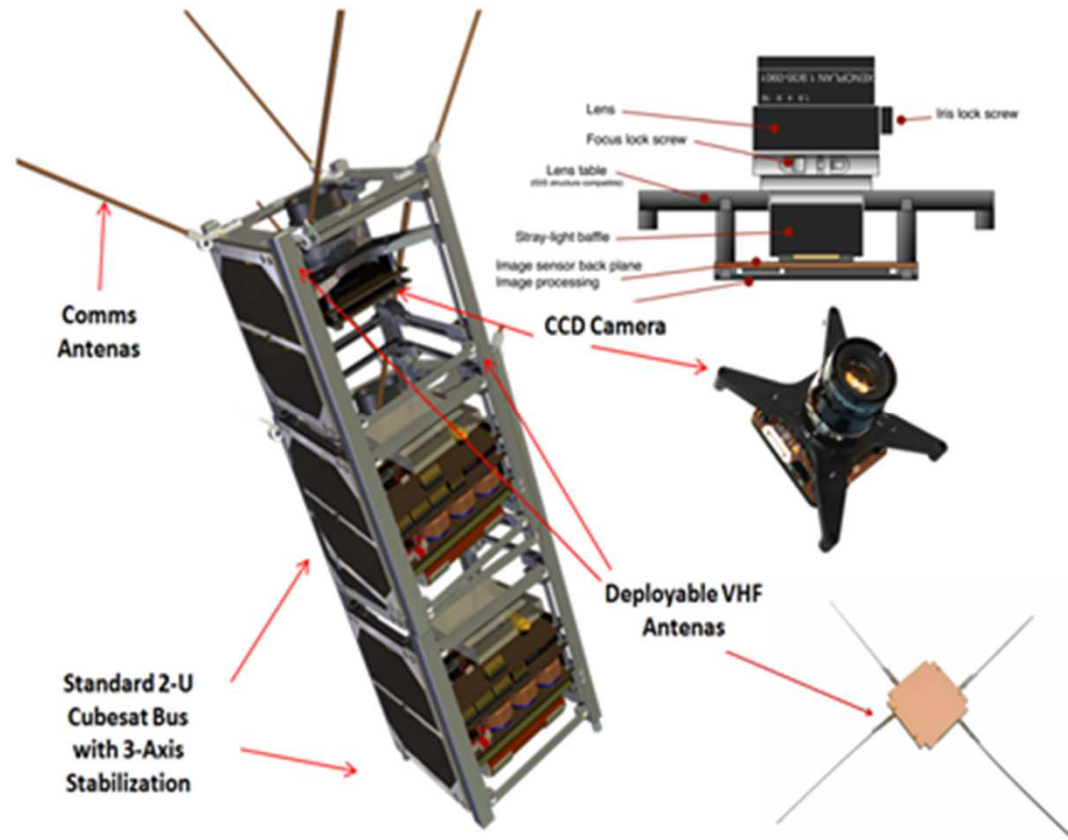
PocketQub



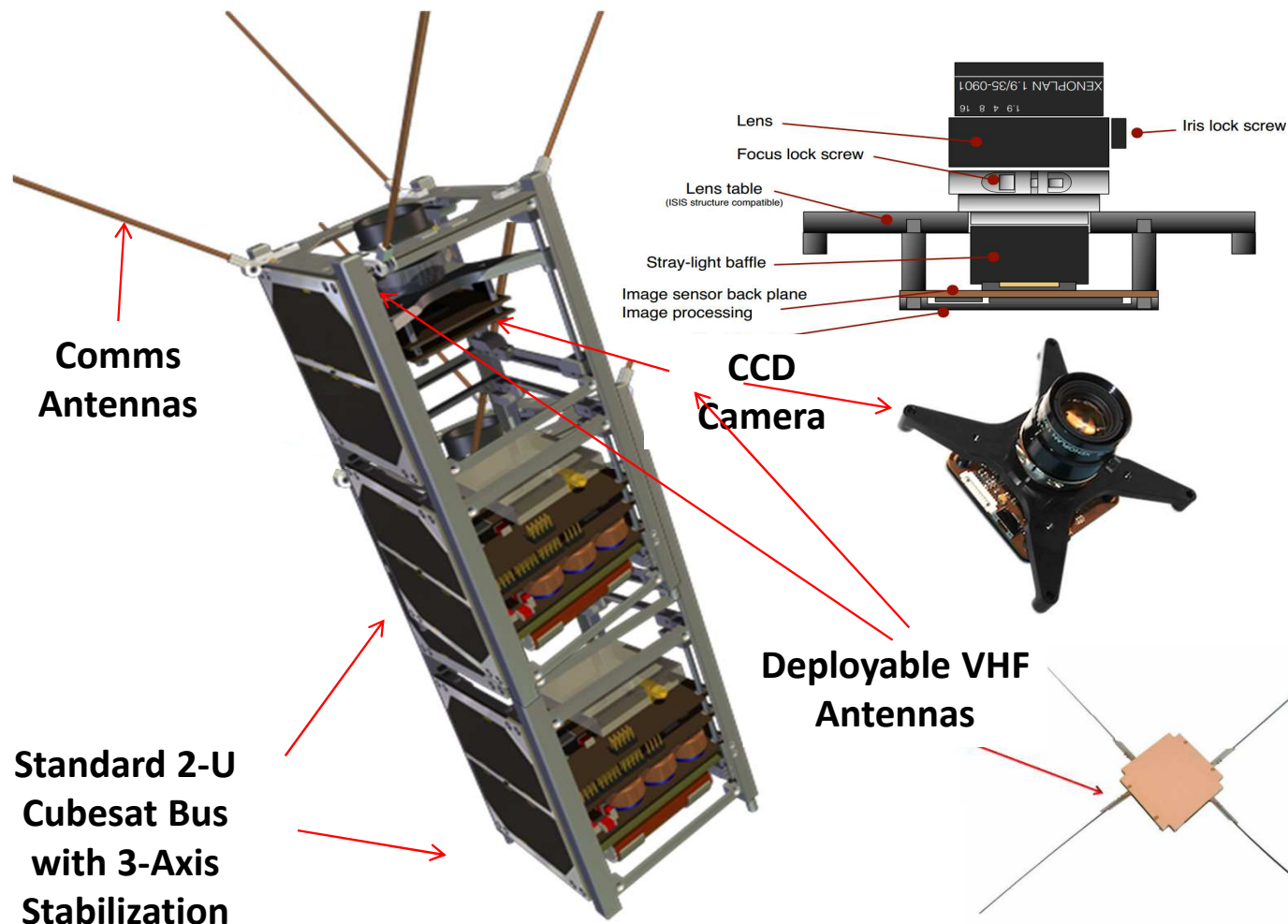
CanSat



Missão Cubesat RaioSat



Estrutura e Elementos - RaioSat

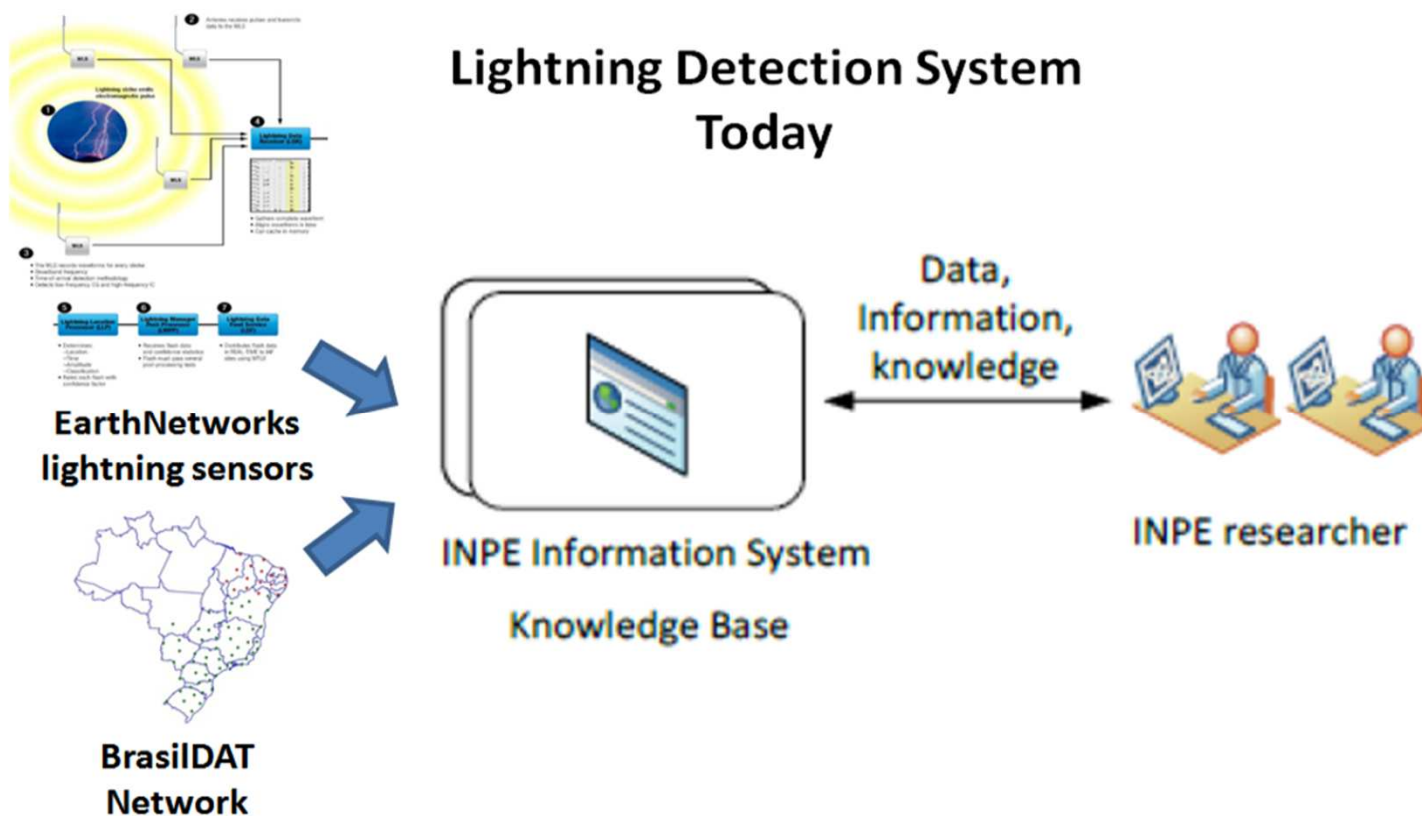


- **Uma antena passiva VHF** de amplo espectro (variando de 50 a 200MHz) para detectar as emissões eletromagnéticas das descargas relâmpago.
- **Uma câmera de imagem espectral (SIC)** para detectar a emissão visível dos relâmpagos. O SIC deve ter alta resolução para permitir imagens de superfície de pelo menos 80 m / pixel a 650 km de altitude. O SIC deve ter uma faixa espectral estreita em 777,4 nm (linha O2) e 868,3 nm (linha N2).
- **Um GPS** para marcar localização e tempo de qualquer evento relâmpago verdadeiro.
- **Capacidade de processamento** de alto desempenho e grande memória de armazenamento de dados

Requisitos da Missão

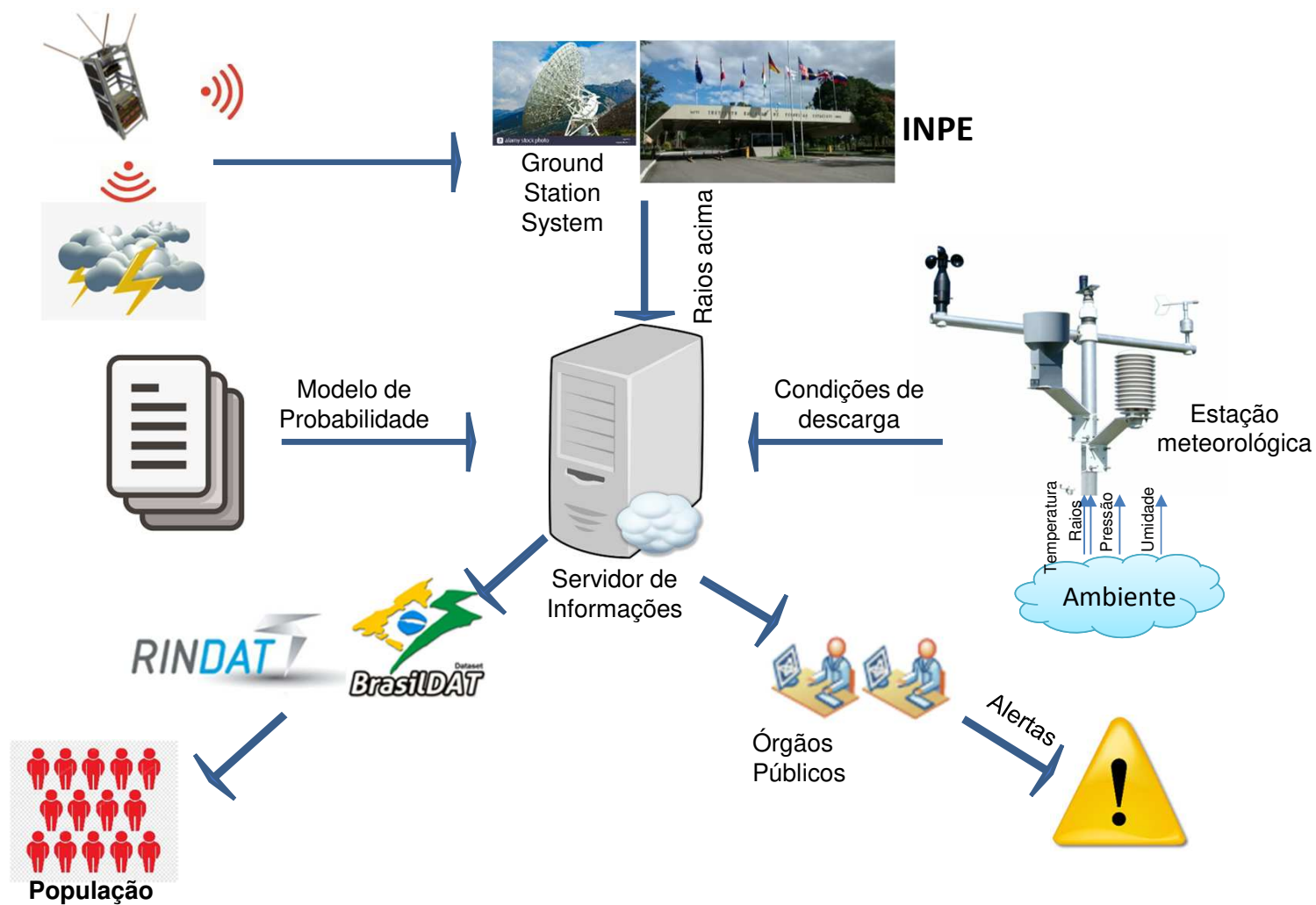
ITEM	REQUISITOS
Dimensões externas	CubeSat 3U (10x10x30 cm)
Massa total	até 3 Kg
Potência total consumida	6,5 W (TBC)
Telemetria UHF	downlink até 9600 bps
Telecomando VHF	uplink até 1200 bps
protocolos de comunicação	AX25 (Radio amador), AFSK, FSK e BPSK
Quantidade de armazenamento total de dados a bordo	4 Giga (TBC) com redundância
Controle de Atitude	3 eixos
Precisão de apontamento	De 1 a 5 graus (TBC)
campo de visada câmera(@ nível de nuvens)	10 km
Resolução espacial	80 metros/pixel
Resolução temporal (número de quadros por segundo, data e hora do relâmpago)	500 quadros / segundos
órbita desejada	LEO
Atitude	650 Km
Inclinação	70 ° (TBC)
Duração da missão	mínimo de 6 meses
Comprimento de onda desejável	777 nm
Sensibilidade da câmera (a abertura da ótica)	400-750 nm transmissão espectral

“as-is” operational scenarios



Fonte: Total Lightning Flash Detection from Space

“to-be” operational scenarios



E missões cubesats podem ser uma das alternativas para auxiliar a previsão de tempo de curtíssimo prazo (Nowcasting) e previsões de tempo severo (de 0 – 6 horas) que são de fundamental importância para gerenciamento de crises e desastres.

Missões de nanossatélites (CUBESATS) podem contribuir para a IDE (Infraestrutura de Dados Espaciais) no Brasil pelo seu baixo custo, e tempo de desenvolvimento menores e possibilidade de envolver universidades, alunos de graduação e pós-graduação, cooperação com institutos de pesquisas nacionais e internacionais.

Foram realizadas simulações no STK para mostrar a taxa de revisita e sua compatibilidade com a previsão de eventos severos.

Para o caso do RaioSat, a constelação proposta é de seis satélites espaçados a cada 60° num plano com inclinação de 30° , órbita circular e altitude de 650 km.

Num dia de órbita é possível ter mais de 55 passagens pelo Brasil, tendo 100% de cobertura do território durante o dia e a noite

Conclusões:

A missão RAIOSAT será de grande valor para o sistema brasileiro de gerenciamento de riscos e desastres.

Uma constelação de cubesats possibilitará uma taxa de revisita compatível com a extensão do território brasileiro e auxiliar na previsão de tempo severo e para previsão de tempo em curtíssimo prazo.

Pois tempestades severas estão associadas a ocorrência de raios e descargas elétricas e a missão RAIOSAT pode contribuir com medidas destes eventos extremos.



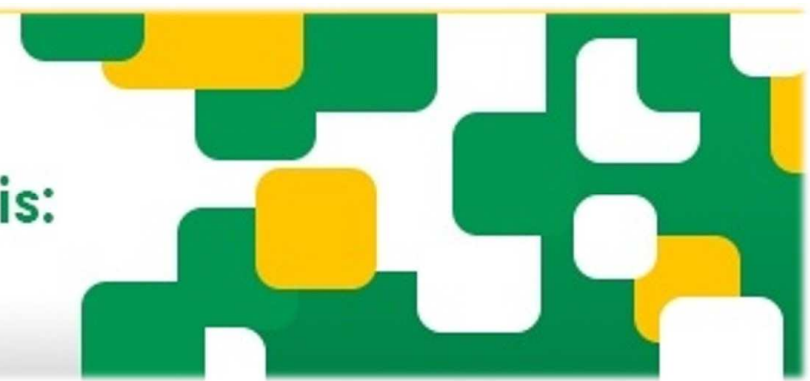
**II Simpósio Brasileiro de
Infraestrutura de Dados Espaciais:
12 anos da INDE (SBIDE)**

Agradecimentos:

À toda equipe do SBIDE 2020
pela atenção e dedicação!!!



**II Simpósio Brasileiro de
Infraestrutura de Dados Espaciais:
12 anos da INDE (SBIDE)**



Muito obrigado!!!!

lazaro.camargo@inpe.br
walter.abrahao@inpe.br