

**MONITORAMENTO DO BIOMA AMAZÔNICO: IMAGEAMENTO DA
FLORESTA E BACIA HIDROGRAFICA DA AMAZÔNIA UTILIZANDO
UM CUBESAT 1U**

Autores:

**André Luiz da Silva Aranha
Cascio Batista da Costa
Dário Fernando da Silva Panagio
Matheus Gama da Silva**

Tutor:

Gilzi Rodrigues de Oliveira

TUCURUÍ/PA

2021

Sumário

1 – INTRODUÇÃO.....	3
2 - A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA AMAZÔNICA	3
3 – DESMATAMENTO E QUEIMADAS NA AMAZÔNIA	3
4 – DESCRIÇÃO DAS NECESSIDADES.....	4
5 – OBJETIVOS DA MISSÃO.....	4
6 – CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	4
7 – VISÃO GERAL DAS OPERAÇÕES – ConOps.....	5
8 – SUBSISTEMAS ESSENCIAS	6
8.1- Sistema Estrutural	6
8.2- Sistema de Energia Elétrica	6
8.3- Sistema de Controle de Atitude	6
8.5- Sistema de Telemetria e Comando	7
8.6- Sistema de Controle Térmico	8
8.7 – Sistema de Missão	8
10- CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÓXIMOS PASSOS.....	9
REFERÊNCIAS.....	9

1 – INTRODUÇÃO

Desde a primeira Revolução Industrial, em meados do século XVIII, a temperatura da Terra vem subindo, fenômeno identificado como aquecimento global ou, de forma mais abrangente, mudança climática. A maior parte dos cientistas afirma que o fenômeno da mutação climática se deve, sobretudo, à ação humana, embora existam, ainda, céticos e negacionistas. O Painel Intergovernamental sobre mudança climática, criado em 1988, no âmbito das Nações Unidas, para consolidar o conhecimento científico na matéria, considera que a probabilidade de o homem ser responsável pelo aquecimento global é superior a 90% (IPCC, 2008). É fora de dúvida que o planeta está em fase de aquecimento e muitas das consequências já podem ser sentidas em diferentes partes do mundo, como o derretimento das calotas polares, a elevação do nível do mar, a extinção de espécies e o número crescente de situações climáticas extremas (como furacões, enchentes, secas e ondas de calor). A principal causa do aquecimento global é a emissão de gases de efeito estufa que aumentam a retenção de calor na atmosfera, decorrente, entre outros fatores, da queima de combustíveis fósseis e de mudanças no uso e cobertura do solo, associados à agricultura, pecuária, manuseio de lixo e desmatamento (JIA; SHEVILAKOVA; ARTAXO, 2019).

2 - A IMPORTÂNCIA DA FLORESTA AMAZÔNICA

A Floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo, ela desempenha um papel crítico no equilíbrio ecológico do planeta, por múltiplas razões. Em primeiro lugar, por sua extraordinária biodiversidade, constituindo a maior concentração de plantas, animais, fungos, bactérias e algas da Terra.

Uma segunda razão para a importância da Floresta Amazônica é o seu papel no ciclo da água e no regime de chuvas, com implicações por todo o continente sul-americano, por meio da evotranspiração e da atração e transferência de umidade dos oceanos para o interior do continente (SMITH, 2019).

Em terceiro lugar, a floresta desempenha função de grande importância na mitigação do aquecimento global, absorvendo e armazenando dióxido de carbono, por meio da fotossíntese. Como intuitivo, com o desmatamento, ela não apenas deixa de absorver carbono como o libera de volta na atmosfera (SOLIGEN, 2010).

3 – DESMATAMENTO E QUEIMADAS NA AMAZÔNIA

Um levantamento do Instituto Imazon mostra que o desmatamento na Amazônia em 2020 foi o maior dos últimos dez anos. É veloz o ritmo das derrubadas e ele acelerou durante a pandemia do novo coronavírus.

Mais de 8 mil quilômetros de floresta foram destruídos entre janeiro e dezembro do ano passado. É uma área que tem cinco vezes o tamanho da cidade de São Paulo. Foi a maior devastação dos últimos dez anos.

Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas - IPCC (2013, 2014) projetam cenários com significativas alterações no clima e consequentemente na biosfera terrestre, destacando o aumento da temperatura do planeta em até 4,8° C ao longo deste século. O cenário climático brasileiro acompanha essa mesma tendência, com aumento significativo de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos, como secas, enchentes e inundações

(Assis et al., 2012), com remodelamento da intensidade e frequência desses eventos, o que segundo Adam et al (2015) influenciará diretamente nas variáveis hidrológicas.

4 – DESCRIÇÃO DAS NECESSIDADES

Tendo em vista a vasta área da região amazônica e a intensificação da degradação florestal deste bioma – como mostrado na seção 3, surge a necessidade de monitorar toda sua região de abrangência nacional contra crimes ambientais de forma eficiente e com baixos custos através de nanosatélites de imageamento. Esse monitoramento deve ser capaz de:

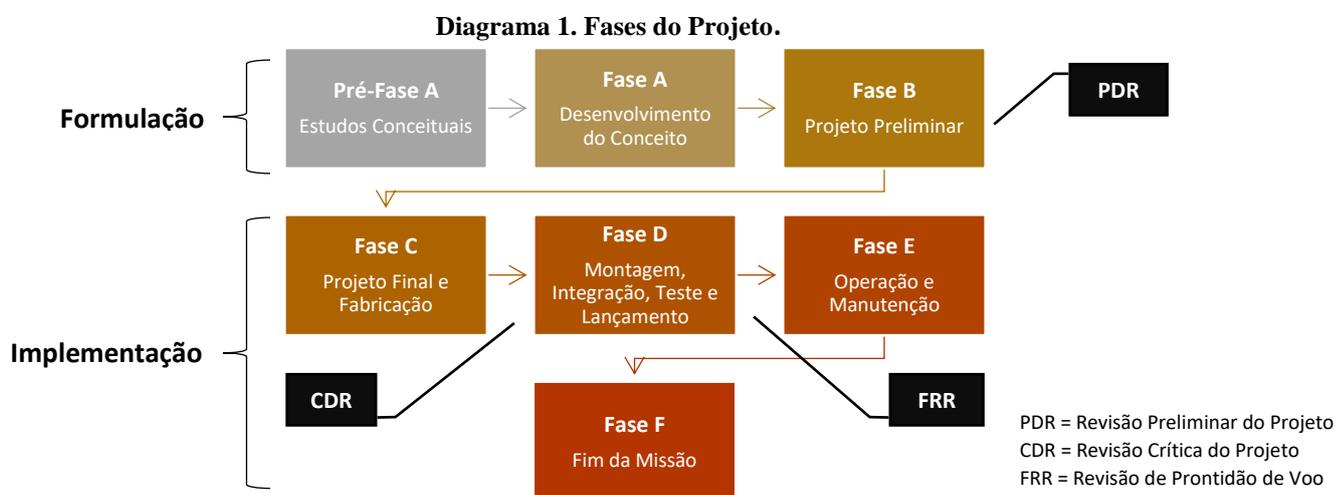
- Monitorar áreas de florestas;
- Encontrar possíveis focos de incêndio;
- Monitorar as bacias hidrográficas da região amazônica.

5 – OBJETIVOS DA MISSÃO

A fim de atender as necessidades descritas no item anterior, o objetivo da missão será construir um nanosatélite que possibilite monitorar as regiões de interesse com grande eficiência. Nesse sentido, um CubeSat 1U (nanosatélite de uma unidade) com volume de um litro e uma massa de carga útil de cerca de 1,3kg será projetado com a missão espacial de observar a região amazônica através da aquisição de dados de imagem com uma câmera incorporada ao satélite. Esta escolha considera que esse tipo de satélite é ideal por ter um curto tempo de projeto e baixa complexidade se comparado a satélites tradicionais, além do relativo baixo custo.

6 – CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

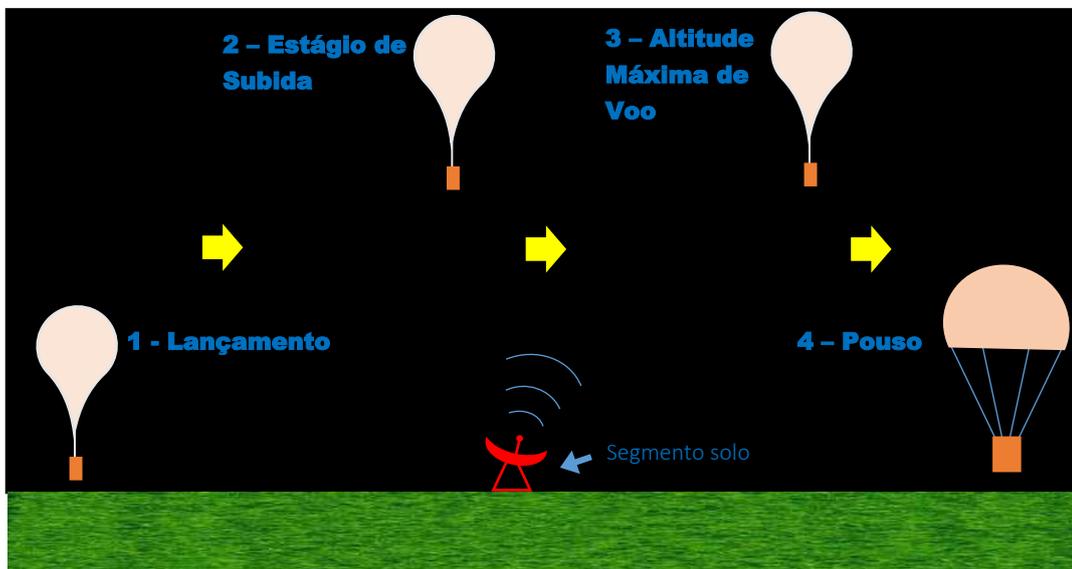
Para uma melhor compreensão das etapas que estão envolvidas no desenvolvimento de um nanosatélite, será utilizado o conceito de ciclo de vida dos principais sistemas da NASA. O ciclo de vida do projeto pode ser dividido em duas etapas principais: formulação e implementação do projeto, como pode ser observado no Diagrama 1. A etapa de Formulação é dividida em três fases, e a etapa de Implementação é dividida em quatro fases. Essa divisão em fases facilitará o gerenciamento do projeto.



7 – VISÃO GERAL DAS OPERAÇÕES – ConOps

Nesta seção será apresentado o conceito geral dos objetivos e motivos para a realização da missão espacial. A Figura 2 apresenta de forma visual todas as fases esperadas da missão.

Figura 2. Visão geral das operações.



Para uma primeira validação dos subsistemas de voo e subsistema de missão serão necessários testes em balões atmosféricos, dessa maneira, todas as análises de Fase A levarão em consideração este cenário. Dito isto, pode-se resumir os estágios de operação da seguinte forma:

- 1- O estágio de lançamento consiste no procedimento de liberação da estrutura para voo com um balão atmosférico de forma que sua altitude possa aumentar gradativamente;
- 2- O aumento da altitude caracteriza o início do estágio de voo, que consiste no aumento da altitude da plataforma até que ela chegue na altitude máxima de voo. Neste estágio, o sistema de comunicação deve reportar, ao menos, a posição do balão, de forma que seu trajeto, incluindo altitude, seja conhecido e monitorado em tempo real. Além disso, as imagens da superfície terrestre devem ser capturadas nessa etapa;
- 3- O terceiro estágio se inicia a partir do momento em que o balão atmosférico estoura, fazendo com que o CubeSat comece o processo de descida;
- 4- O quarto estágio deverá iniciar com o acionamento do paraquedas em uma altitude que será determinada nas próximas fases do projeto. Após a recuperação do CubeSat em campo, será verificada a integridade física da estrutura e a qualidade dos dados de missão obtidos.

Tendo em vista que a comunicação é essencial em todas as etapas, as informações dos subsistemas serão transmitidas integralmente para o segmento solo. O detalhamento do segmento solo é mostrado na Figura 3.

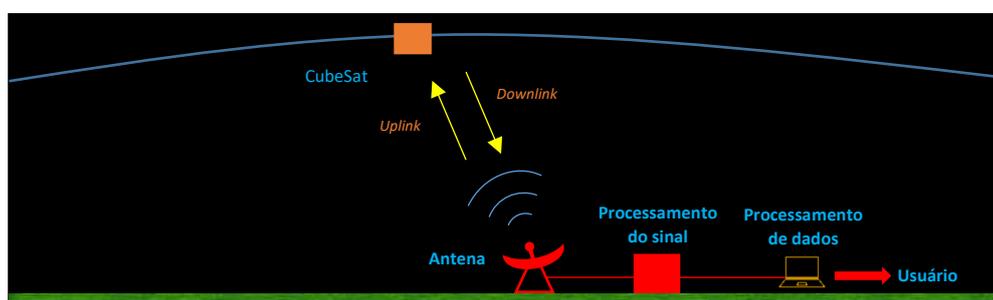


Figura 3. Segmento solo.

Com esses procedimentos, espera-se validar todo o subsistema essencial para o funcionamento do satélite, além de obter as imagens provenientes da carga útil para verificar se elas atenderão às necessidades da missão.

8 – SUBSISTEMAS ESSENCIAS

O CubeSat proposto será constituído de seis subsistemas essenciais para o seu funcionamento e um subsistema para o cumprimento da missão que nesse caso é o monitoramento da Amazônia. Os subsistemas essenciais são:

8.1- Subsistema Estrutural

Este subsistema será responsável não só por proteger os outros subsistemas contra radiação e variações de temperatura, mas também para a montagem de todos eles. Segundo o requisito de projeto, a plataforma do satélite deverá seguir o padrão CubeSat 1U com dimensão 10cm x 10cm x 10cm, sendo que, para as necessidades do projeto, foi deliberado pela utilização de uma estrutura de dimensões 1 unidade. Dessa forma, será necessário um espaço físico suficiente para abrigar todos os subsistemas em redundância. Além disso, ter uma área de painéis solares capaz de gerar a energia elétrica para atender à demanda da carga útil.

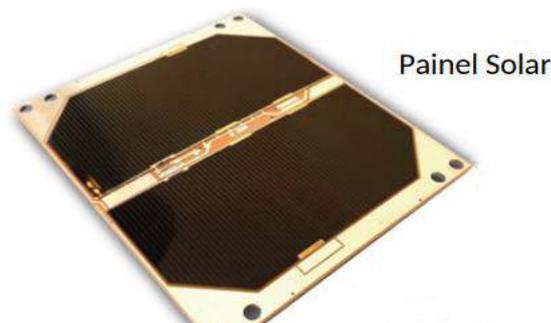
8.2- Subsistema de Energia Elétrica (*Electrical Power Subsystem – EPS*)

Este subsistema é composto por:

- Painel solar para conversão de energia solar em energia elétrica;
- Baterias para armazenamento de energia;
- Conversores DC/DC para geração das tensões de trabalho.

A configuração proposta prevê redundância "Quente" para o subsistema de energia. Desta forma, cada um dos sistemas será alimentado pela metade dos painéis solares sendo que toda energia produzida será disponibilizada para utilização. No caso de falha em um deles, o sistema pode contar apenas com a metade desta energia, possibilitando a operação com restrições.

Figura 4. Modelo de um painel solar para CubeSat (Imagem ilustrativa).



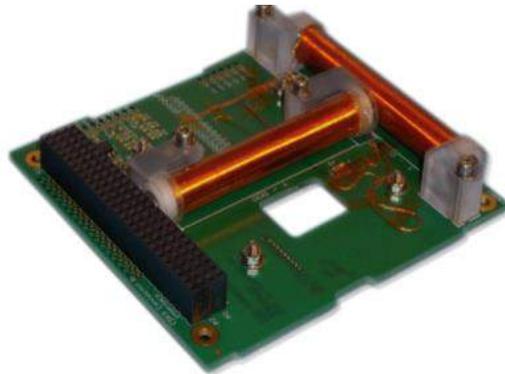
8.3- Subsistema de Controle de Atitude (*Attitude Determination and Control Subsystem – ADCS*)

Este subsistema irá atender aos requisitos de apontamento mantendo a face que contém as antenas planares voltadas para o Nadir, além de manter a câmera sempre direcionada à terra.

- Sensores: Magnetômetro, Sensores Solares e Giroscópio.
- Atuadores: Bobinas de Torque

A configuração prevê o lançamento para baixa altitude (LEO = Low Earth Orbit), irá órbita circular de altitude compreendida entre 100 e 2000 km.

Figura 5. Subsistema atuador de atitude (Imagem ilustrativa).



8.4- Subsistema Gestão de Bordo (*Command and Data Handling – C&DH*)

Os dados do satélite serão registrados pelos sensores, processados pelos computadores de bordo, armazenados e posteriormente transmitidos via telemetria para o solo. Assim, é necessário que um processador realize tais tarefas. Para esta função, será utilizado um computador de bordo que será responsável pelo gerenciamento das funções básicas e vitais do satélite, tais quais: leitura dos sensores, controle de fluxo de dados internos, armazenamento dos dados originários dos demais subsistemas, entre outros.

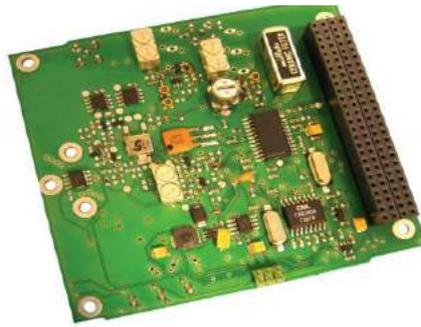
Figura 6. Subsistema de gestão de bordo (Imagem ilustrativa).



8.5- Subsistema de Telemetria e Comando (*Telemetry, Tracking and Command – TT&C*)

Este subsistema será responsável por transmitir e receber, respectivamente, pacotes de telemetria e de telecomando (*Downlink e Uplink*) do segmento solo. A comunicação será feita utilizando sinais de ondas eletromagnéticas através de antenas. Além disso, a frequência de operação pretendida é a do tipo **UHF** por ser a mais utilizada em CubeSats.

Figura 7. Subsistema de telecomunicação (Imagem ilustrativa).



8.6- Subsistema de Controle Térmico (*Thermal Control Subsystem - TCS*)

Para manter todos os componentes e subsistemas do satélite dentro dos limites de temperatura requeridos para cada fase da missão, e garantir que os requisitos de gradientes de temperaturas sejam atendidos, o CubeSat utilizará um sistema de controle térmico passivo, pois este pode ser feito utilizando revestimentos térmicos, isolamentos e tubos de calor, por exemplo. Essa decisão preliminar leva em consideração, principalmente, o baixo custo deste sistema se comparado ao sistema de controle térmico ativo.

8.7 – Subsistema de Missão

Para os propósitos da missão a carga útil escolhida foi uma câmera, que terá a finalidade de capturar as imagens das regiões de interesse. Como esta carga impõe requisitos e restrições sobre os subsistemas do CubeSat, e também sobre os budgets de massa e volume (ZEA et. al, 2014), ela será cuidadosamente avaliada para que se encaixe adequadamente ao projeto, ou seja, todas as especificações de dimensões, potência, disponibilidade e preços serão discutidas posteriormente.

Esta *payload* poderá ser incrementada de outros sensores como: sensor de umidade, sensor de temperatura e sensor de CO₂, como dados adicionais da missão.

9 – LISTA DE MATERIAIS

A lista de preliminar de materiais prevê a utilização de alguns dos componentes mais usados em CubeSats 1U e estão descritos na Tabela 1.

Vale ressaltar que o conceito de CubeSats desafia a espiral crescente de custos na área espacial, ao adotar uma filosofia de aceitação de alguns riscos, com o uso intensivo de componentes comerciais comuns (ou COTS, do Inglês *commercial off-the-shelf*), ou seja, sem qualificação para uso no espaço, mas que podem render resultados satisfatórios num primeiro momento.

Tabela 1. Lista de Materiais.

MATERIAIS	
1	Estrutura do CubeSat 1U
2	Painéis solares
3	Antenas
4	Baterias
5	ADCS
6	Câmera
7	Cabos
8	Payload board
9	Comm board
10	C&DH Board
11	Fixadores
12	Battery Board

10- CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÓXIMOS PASSOS

A concepção do projeto pauta-se na necessidade de ferramentas que auxiliem na vigilância da Amazônia de uma forma mais abrangente, tendo em vista as complexidades que envolvem essa vigilância diretamente em campo devido à sua vasta área. Com isso, o monitoramento via satélite surge como uma boa alternativa para identificar, combater e controlar o desmatamento nessa região. Nesse sentido, foi proposta a aplicação de um CubeSat 1U capaz de registrar imagens via satélite em suas passagens sobre a região amazônica e consequentemente apoiar outras iniciativas de vigilância e estudo das mudanças geográficas nesse bioma.

O escopo deste documento apresentou as principais etapas do processo para a construção do CubeSat, desde a escolha da missão, passando pelas principais fases do projeto e pelos subsistemas essenciais e de missão do mesmo.

As próximas etapas devem contemplar detalhes técnicos suficientes para construir, programar e testar o protótipo.

REFERÊNCIAS

Endereço eletrônico disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2021/01/18/desmatamento-na-amazonia-e-o-maior-dos-ultimos-dez-anos.ghtml>

BARROSO, R., LUÍS; MELLO, Patrícia P. Campos. Como Salvar a Amazônia: Por que a floresta de pé vale mais do que derrubada/How to save the Amazon: Why the forest has more value standing than cut down. Revista de Direito da Cidade, vol. 12, nº 2, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/50980>.

Marcela Drumond Soares Silva. METODOLOGIA PARA DESENVOLVIMENTO DE CUBESAT 1U ACADÊMICO. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

HONDA, Y. H. M. Análise e controle da trajetória do LAICAnSat-3. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

Datta, L. V. Introduction to Nanosatellite Technology and Components: LAP Lambert Academic Publishing

JIA, G., SHEVILAKOVA, E.; ARTAXO, P. et al. Land–climate interactions. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/11/05_Chapter-2.pdf>. Acesso em 02 Maio de 2021.

SMITH, Sprit. Human activities are drying out the Amazon: NASA study. NASA Global Climate Change (website), 5 nov. 2019.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. CubeSats. Brasília, DF: 2018. 46 p.