



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Brazilian Multi-Mission Platform - MMP AMAZONIA-1

AMAZONIA 1: Descritivo da Missão e do Satélite

AMAZONIA 	Descritivo da Missão e do Satélite
A800000-DDD-001/01	13/09/2021

Índice

1	ESCOPO	1
1.1	ACRÔNIMOS	1
2	INTRODUÇÃO	2
3	MISSÃO AMAZONIA 1	2
3.1	OBJETIVOS	2
3.2	ORGANIZAÇÃO	3
4	PRODUTOS DE IMAGENS DO AMAZONIA 1	6
5	O SATÉLITE AMAZONIA 1 EM NÚMEROS	8

1 ESCOPO

Este documento apresenta um descritivo geral da missão Amazonia 1 e do satélite Amazonia 1.

A missão Amazonia 1 entrou em fase operacional em junho de 2021, após o lançamento do satélite Amazonia 1, ocorrido em 28 de fevereiro de 2021 (Figura 1), e do período de comissionamento, que teve duração aproximada de 4 meses.

1.1 ACRÔNIMOS

ACRÔNIMOS	Significado
BOL	Beginning of Life
DETER	Detecção do Desmatamento em Tempo Real
EOL	End of Life
MTF	Modulation transfer function
NIR	Near Infra Red
PMM	Plataforma Multi-Missão
PRODES	Programa de Cálculo de Desflorestamento da Amazonia



Figura 1 – Satélite Amazonia 1 em órbita.

2 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de escala continental, com mais de 8.5 milhões de km². Seu território compreende diferentes biomas e áreas agrícolas, bacias hidrológicas, energéticas, geológicas e topográficas. Adicionalmente, o Brasil possui uma costa de mais de 5.000 km, com sistemas urbanos complexos que correspondem a mais de 80% da população. Dessa forma, existe uma necessidade permanente de se monitorar todos esses alvos, especialmente os biomas e a agricultura.

A vegetação brasileira é muito diversificada e ampla. As Florestas tropicais e as Savanas, por exemplo, ocupam mais da metade do território nacional e esses biomas necessitam ser constantemente avaliados e monitorados.

A agricultura é outro sistema que requer alta taxa de dados de sensoriamento remoto, uma vez que seu calendário muitas vezes coincide com as estações de chuvas. O Brasil é um dos principais fornecedores de produtos agrícolas do mundo e suas atividades exercem um papel fundamental na economia do país.

Neste contexto se enquadra a missão Amazonia 1, a primeira missão de sensoriamento remoto totalmente projetada, desenvolvida e operada pelo Brasil.

3 MISSÃO AMAZONIA 1

3.1 OBJETIVOS

O objetivo da missão Amazonia 1 é prover dados de sensoriamento remoto para observar e monitorar o desflorestamento, especialmente na região amazônica, e a agricultura altamente diversificada com alta taxa de revisita e em sinergia com os programas existentes. Adicionalmente, espera-se que a missão seja útil e importante para outras aplicações, tais como monitoramento da costa oceânica, de reservatórios, e de mitigação a desastres naturais. Os dados de sensoriamento remoto, diariamente coletados e processados, são gratuitamente distribuídos na internet, podendo ser amplamente utilizados tanto pela indústria, como pela academia, bem como por órgãos públicos e privados para as mais diversas aplicações.

A missão tem como principal requisito prover imagens do território brasileiro completo a cada 5 dias. Para isso, em todas as passagens em período iluminado do

satélite Amazonia 1 sobre o território brasileiro realiza-se uma operação de imageamento em tempo real, onde a imagem é coletada e ao mesmo tempo transmitida para as estações terrenas do INPE. Além das imagens do território nacional, o satélite possui um sistema de gravação de imagens, o que permite a aquisição de imagens de qualquer região do globo. Dessa maneira, as passagens sem iluminação sobre o Brasil são reservadas para a transmissão das imagens gravadas a bordo.



Figura 2 – Satélite Amazonia 1 em preparação para o lançamento.

3.2 ORGANIZAÇÃO

A missão Amazonia 1 foi concebida para ser capaz de realizar o imageamento completo do território nacional em 5 dias, com resolução espacial de

cerca de 64m. Adicionalmente, a missão tem a capacidade de imagear qualquer região do globo terrestre com as mesmas características. A missão é constituída por 3 segmentos:

- Segmento Espacial: constituído pelo satélite Amazonia 1 (Figura 2).
- Segmento de Controle: constituído, principalmente, pelas estações de recepção de imagens em Cuiabá e Cachoeira Paulista e pelos centros de rastreamento e controle de satélites em Cuiabá, Alcântara e São José dos Campos (Figura 3).
- Segmento de Aplicações: constituído, principalmente, pelas estações de recepção de imagens em Cuiabá e Cachoeira Paulista e pelos centros de processamento e distribuição de imagens em Cachoeira Paulista e São José dos Campos (Figura 3).



Figura 3 – Recepção de imagens e rastreamento e controle de satélites em Cuiabá.

O satélite Amazonia 1 é o primeiro satélite estabilizado em 3 eixos totalmente desenvolvido no Brasil, projetado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O satélite é equipado com uma câmera de campo largo desenvolvida pela indústria nacional em parceria com o INPE, chamada WFI (Wide Field Imaging Camera), e é o primeiro satélite a utilizar como módulo de serviço a plataforma multimissão do INPE, a PMM. A PMM é uma plataforma desenvolvida

para atender uma variedade de missões em órbitas polares e equatoriais, em alturas entre 600 e 1200km, com cargas úteis da ordem de 300kg. O satélite Amazonia 1 provê imagens com resolução de ~64m (nadir), em uma faixa de ~850km (across track), em 3 bandas do visível (azul, verde e vermelho) e uma quarta banda no infravermelho próximo (near infra red). O satélite possui um gravador a bordo, que permite capturar uma imagem de qualquer região do globo para posterior transmissão sobre o Brasil.

O satélite está operando em uma órbita polar sol síncrona congelada numa altura de ~750km, com horário de passagem às 10:30 da manhã na descendente, isto é, cruzando o Equador terrestre de Norte para Sul, com período de revisita de 5 dias, o que permite o imageamento do Brasil inteiro a cada 5 dias. A Figura 4 mostra uma imagem WFI cobrindo a grande São Paulo, parte do Vale do Paraíba e Ilha Bela.



Figura 4 – Primeira imagem produzida pela Missão Amazonia 1 em 03/03/2021: Região metropolitana de São Paulo, Vale do Paraíba e Ilha Bela.

O segmento de controle é o responsável por controlar o satélite e mantê-lo operando de acordo com seus requisitos operacionais e da missão. Isso é feito por meio de uma programação semanal das atividades de imageamento em tempo real sobre o Brasil e de pedidos de imagens sob demanda, recebidos dos usuários pelo segmento de aplicação. O segmento de aplicação recebe as imagens e as processa nos níveis previamente especificados para posterior distribuição na Internet. A

engenharia do INPE, responsável pelo projeto, integração e testes do satélite, dá suporte às atividades de operação.

A comunicação entre o satélite e os centros de controle se dá por link em rádio frequência (RF) na banda S, enquanto a transmissão das imagens é realizada por RF na banda X.

4 PRODUTOS DE IMAGENS DO AMAZONIA 1

Os seguintes níveis de processamento se aplicam às imagens da câmera WFI do satélite Amazonia 1:

Nível 0 (L0): Imagem bruta, sem qualquer correção.

Nível 1 (L1): Imagem com correção radiométrica.

Nível 2 (L2): Imagem com correção radiométrica e correção geométrica de sistema, na qual usam-se os dados de efemérides e de atitude recebidos do satélite juntamente com a imagem.

Nível 2B (L2B): Imagem resultante do processamento por passagem. Os pontos de controle existentes em outras cenas da mesma passagem são usados para refinar os parâmetros de apontamento do satélite. Com esses dados refinados, imagens no nível 2B (L2B) são geradas. Dessa forma, é possível obter produtos de qualidade geométrica melhor que a do nível 2 (L2) em cenas com grande cobertura de nuvens ou com distribuição deficiente de pontos de controle, o que inviabiliza a produção do nível 4 (L4).

Nível 3 (L3): Imagem com correção radiométrica e correção geométrica de sistema refinada pelo uso de pontos de controle, sem uso de modelo digital de elevação do terreno.

Nível 4 (L4): Imagem ortorretificada, ou seja, imagem com correção radiométrica e correção geométrica de sistema refinada pelo uso de pontos de controle e de um modelo digital de elevação do terreno.

Imagens processadas nos níveis L2, L2B, L3 e L4 podem ser encontradas no catálogo de imagens do INPE. O catálogo sempre vai apresentar o produto de melhor qualidade.

Imagens L4 estão prontas para uso, sem necessidade de procedimentos adicionais por parte dos usuários. Já as imagens L3, L2B e L2 podem requerer que os usuários façam um registro adicional, por meio de transformações geométricas.

O sistema de processamento gera imagens L4 da WFI de forma independente, para cada uma de suas óticas, esquerda e direita, juntando-as posteriormente. Assim, pode ocorrer, em situações especiais, que o sistema só consiga gerar L4 para uma das duas óticas. É o caso, por exemplo, de imagens em regiões costeiras. Nesse caso, o usuário poderá ter a cena inteira baixando o produto de nível L2.

O acesso às imagens WFI do Amazonia 1 pode ser feito por meio do catálogo www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore. A política de dados livres garante o acesso gratuito e o INPE apenas solicita que os usuários interessados façam um pequeno cadastro (registro) antes de selecionarem e baixarem as imagens WFI.

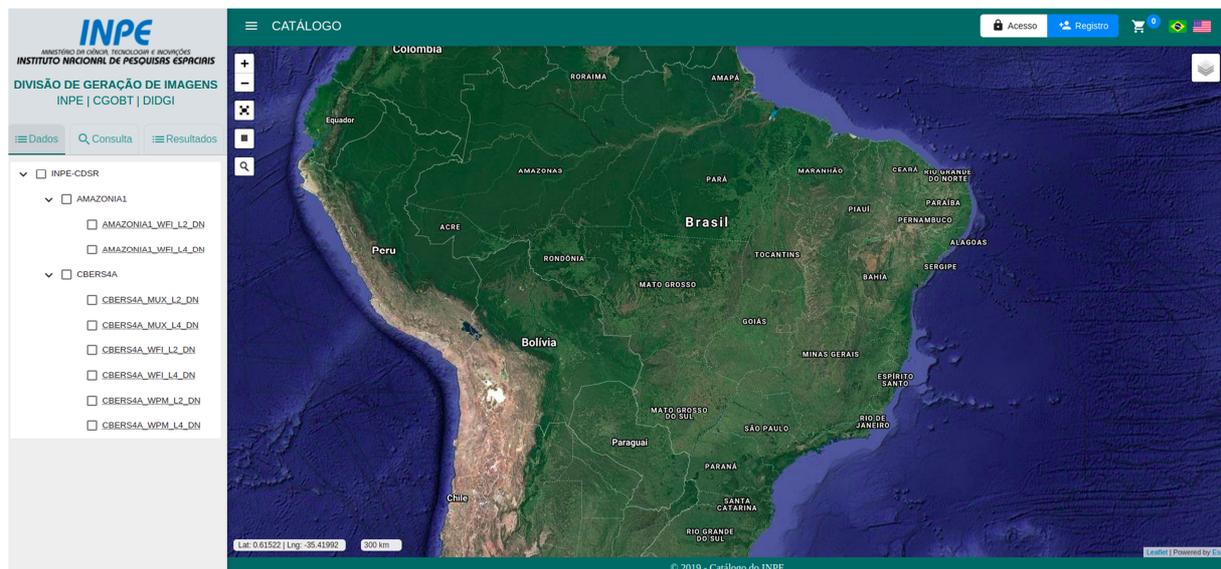


Figura 5 – Catálogo de imagens do INPE para acesso às imagens WFI do Amazonia 1.

O catálogo oferece acesso a mais de uma fonte de dados e as fontes podem possuir coleções de imagens de diversos sensores/satélites. É possível definir mais de uma fonte de dados simultaneamente.

A consulta às imagens pode ser feita por localidade ou por região geográfica definida com o auxílio do mapa. Cabe aos usuários definirem também o intervalo de tempo (datas) referente às aquisições das imagens de interesse. Mais detalhes sobre os catálogos de imagens do INPE encontram-se disponíveis em www.dgi.inpe.br.

5 O SATÉLITE AMAZONIA 1 EM NÚMEROS

O satélite Amazonia 1 é o primeiro satélite a se utilizar da PMM, a plataforma multimissão desenvolvida pelo INPE para atender a uma grande diversidade de missões. Nessa seção são apresentados os dados do satélite e da PMM.

O satélite Amazonia 1 é um satélite estabilizado em 3 eixos, ou seja, capaz de apontar para alvos específicos, e com capacidade de realizar manobras orbitais. O satélite foi projetado para operar nominalmente por 4 anos em órbita, o que requer constantes manobras orbitais de manutenção com o sistema de propulsão embarcado. Ao final da vida útil do satélite será realizada uma manobra orbital de descarte que assegurará a reentrada do satélite na atmosfera em até 25 anos, respeitando todos os protocolos e normas espaciais vigentes.

O satélite Amazonia 1 pode ser dividido em 2 módulos, o módulo de serviço, constituído pela PMM e responsável pelo apontamento, manobras orbitais, provimento de energia, “housekeeping” e recepção de telecomandos e envio de telemetrias via RF na banda S, e pelo módulo de payload, responsável pela aquisição, gravação e transmissão de imagens via RF na banda X.

O satélite Amazonia 1 possui massa aproximada de 640kg, incluindo 45kg de hidrazina, o propelente utilizado pela PMM. O satélite possui altura aproximada de ~2.6m, largura de ~7m com os painéis solares abertos e profundidade de ~1.7m, conforme a Figura 6. A face -Y da Figura 6 fica constantemente apontada para a Terra, por ser a face com o instrumento imageador, enquanto a direção de voo é a +Z. O eixo dos painéis solares, eixo X, é perpendicular ao plano da órbita e os painéis solares giram ao redor desse eixo para maximizar o apontamento para o sol e a consequente geração de energia. O satélite consome ~290W em modo de espera e ~440W em modo de imageamento com transmissão em tempo real, sendo que o sistema de potência da PMM produz da ordem de 1000W de energia durante o período iluminado da órbita.

A Tabela 1 resume as principais características do satélite Amazonia 1.

Tabela 1 – Principais características do satélite Amazonia 1.

Característica	Desempenho
Massa	640kg
Dimensões	2.6x1.7x7m
Consumo	290W STB
Geração	1000W
TM/TC	RF banda S
Imagem	RF banda X

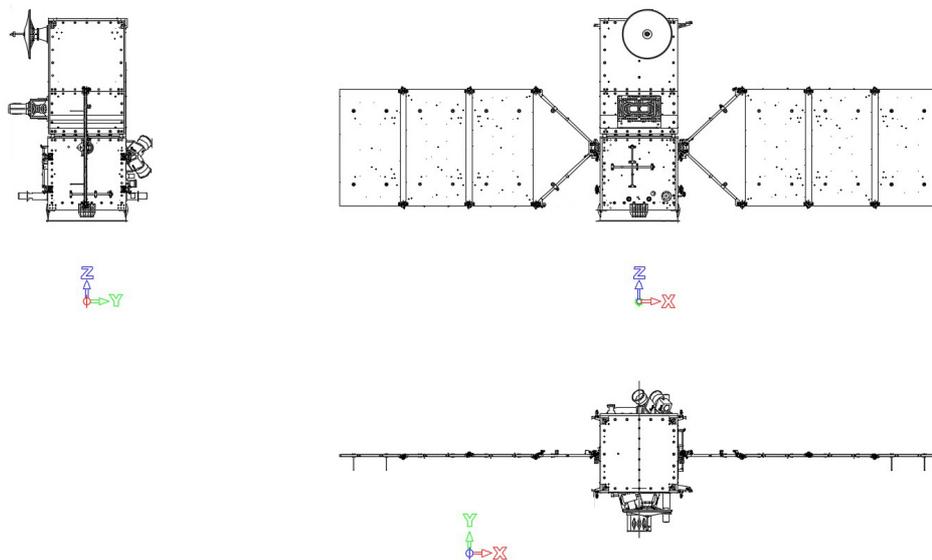


Figura 6 – Vistas do Satélite Amazonia 1.

A câmera WFI possui as características resumidas na Tabela 2 e produz ~50Mbps de dados em operação normal. Esses dados são gravados a bordo, com capacidade de memória de ~250Gbits (BOL), ou transmitidos via RF na banda X.

Tabela 2 – Parâmetros da câmera WFI.

Bandas espectrais (μm)	Resolução Espacial (m)	Resolução Radiométrica (bits)	"swath" (km)	MTF	Tempo de aquisição (ms)	Reflectância	Radiância ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)	SNR (dB)	Ne (%)
0.45-0.52	~65	10	~850	> 0.23	9.51	0.02-0.6	35.3-343.4	32-48	0.6
0.52-0.59	~65	10	~850	> 0.23	9.51	0.04-0.7	25.7-361.2	31-48	0.5
0.63-0.69	~65	10	~850	> 0.23	9.51	0.02-0.7	12.9-306.9	25-47	0.5
0.77-0.89	~65	10	~850	> 0.18	9.51	0.04-0.8	8.9-243.4	26-47	0.4

A PMM, responsável por dar suporte à carga útil, é constituída por um sistema de provimento e distribuição de energia, sistema de controle de atitude e órbita, sistema de gerenciamento de dados, sistema de propulsão e sistema de recebimento de telecomandos e envio de telemetrias via RF. As principais características e dados de desempenho da PMM utilizada no satélite Amazonia 1 são apresentadas na Tabela 3. É importante mencionar que os números apresentados podem ser customizados de acordo com as necessidades de outras missões.

Tabela 3 – Características da PMM.

Características	Desempenho
Massa	300kg
Capacidade de Massa para carga útil	300kg
Geração de energia	1000W
Baterias	60Ah
TM/TC	RF banda S
Precisão apontamento	<0.05° (3 σ)
Determinação de atitude	<0.035° (3 σ) (sem calibração)
Estabilidade	<0.001°/s (3 σ) (freq. <2 Hz)
Agilidade (rolamento)	30° em 3min
Precisão na posição	100m (3 σ)

Document Properties Record

Document Title: AMAZONIA 1: Descritivo da Missão e do Satélite

Authors:	Signature	Date
Bruno de Castro Braz		
Júlio Cesar Lima D'Alge		
Approved by:		
Adenilson Roberto da Silva		

"O registro da aprovação deste Documento está arquivado no Sistema de Gestão de Documentos da Missão Amazonia 1."

List of Authorized Access	
Names	Company/Local

Page Updating Record			
First Issue date: 13/09/2021			
Revision	Date	Updated Pages	Reference

To Be Defined Items Table		
TBD number	Description	Affected Section

To Be Confirmed Items Table		
TBC number	Description	Affected Section