

OS DIFERENTES TIPOS DE SATÉLITES

Aula 2 - curso de extensão: A engenharia das missões espaciais
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE



Jhonathan O. Murcia Piñeros

E-mail: jhonathan.pineros@inpe.br

29 de setembro de 2021.



Sumário



○ Satélites

- Definição
- Órbitas e geometria da missão
- Classificação
- Subistemas

○ Missões

- Planejamento
- Tipos e aplicações

○ Satélites em constelações

○ Satélites do Brasil



Satélite artificial

- É um dispositivo projetado para ser posicionado em **órbita** ao redor da Terra ou outro corpo celeste. [1]
- Objeto construído pelos seres humanos, e posicionado em **órbita** elíptica ao redor de um planeta. [2]



[1] Fonte: Adaptada *NASA Thesaurus vol. 1*, p. 63, 915.

[2] Fonte: Adaptada *Space Mission Engineering: The New SMAD*, p. 208.

Órbitas

- A **órbita** é a trajetória dos corpos espaciais ao redor de outros sob a influência da gravidade.

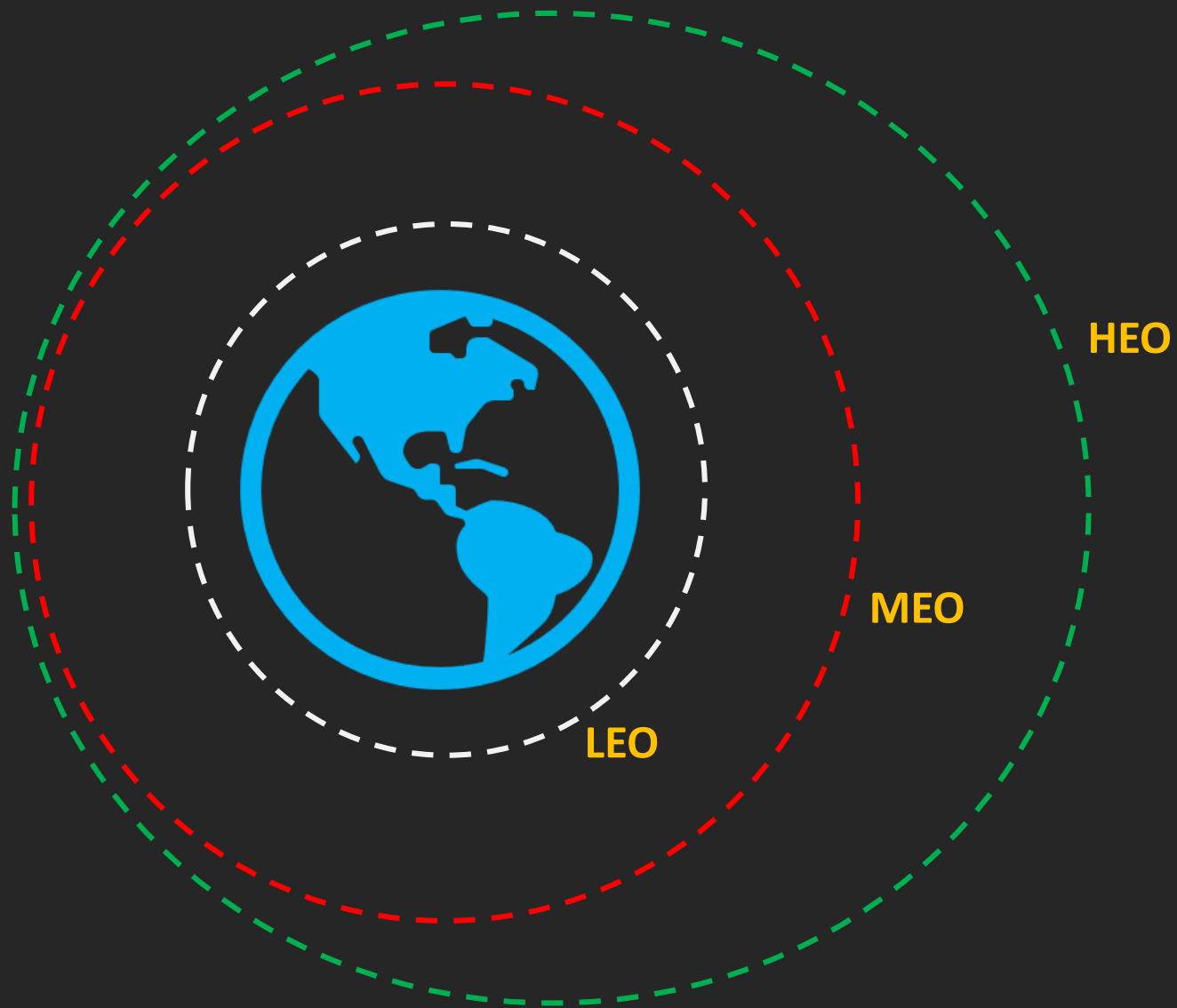
Classificação segundo a altitude [1,2,3]

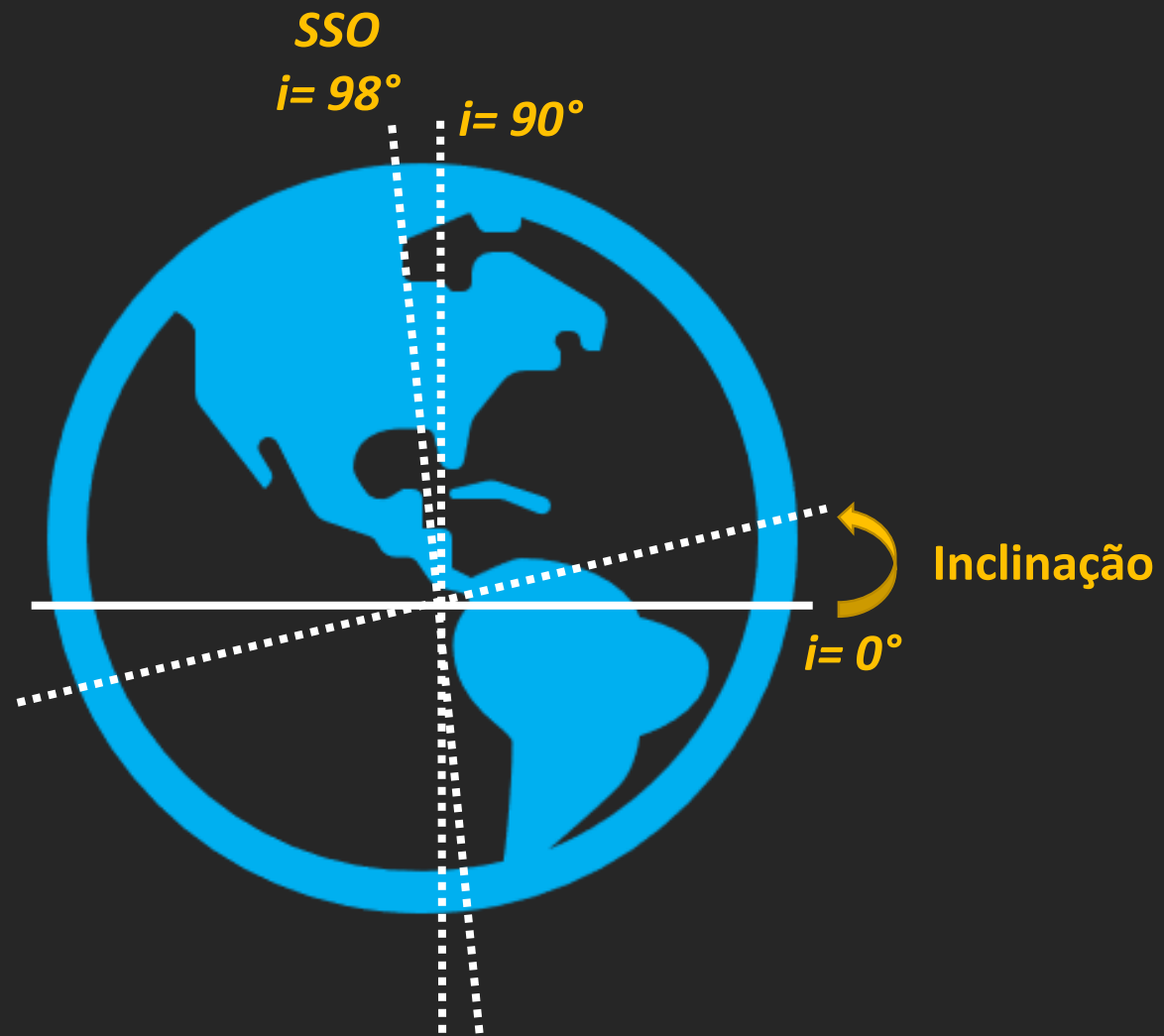
- Órbita baixa da Terra
(*Low-Earth Orbit - LEO*) altitude < 2.400 km.
- Órbita média da Terra
(*Medium-Earth Orbit - MEO*) 2.400 km – 35.700 km.
- Órbita Altamente Elíptica
(*Highly Elliptical Orbit - HEO*) altitude apogeu > 35.700 km.

[1] Fonte: Adaptada *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*, FAA AST, p. 93.

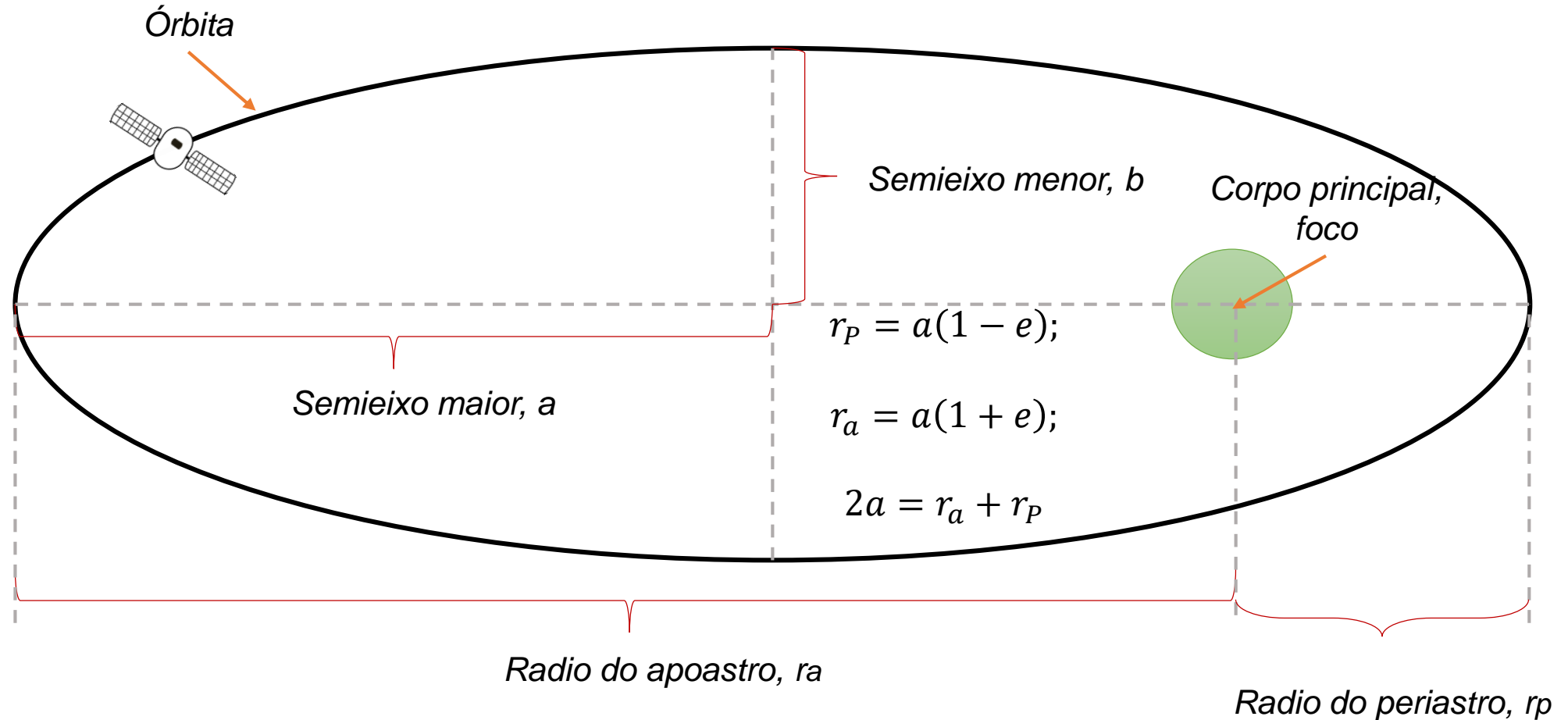
[2] Fonte: Adaptada *Space Mission Engineering: The New SMAD*, p. 208.

[3] Fonte: Adaptada *Types of Orbits*, European Space Agency ESA.

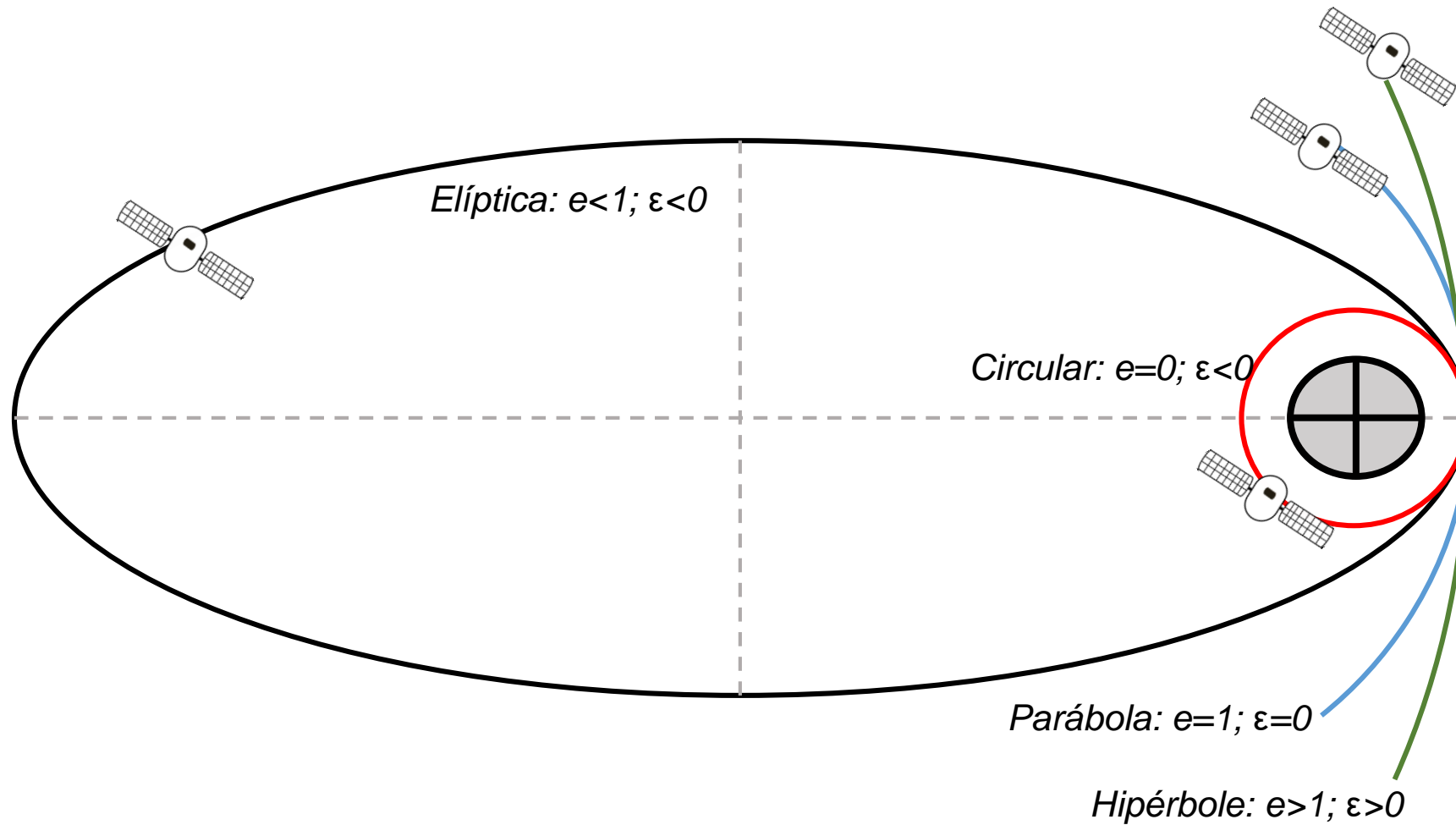


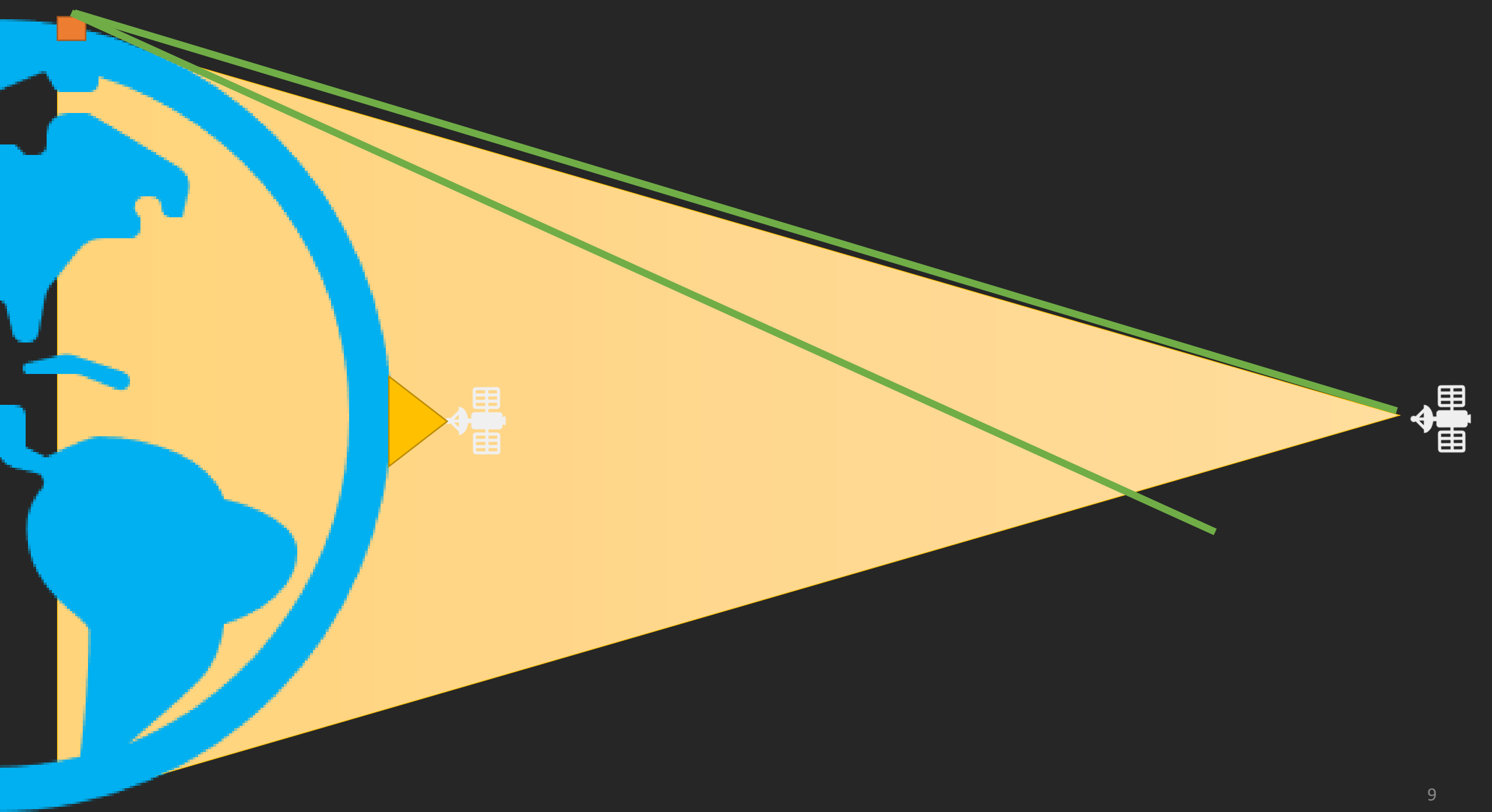


Geometria da órbita – lembrando a Aula 1

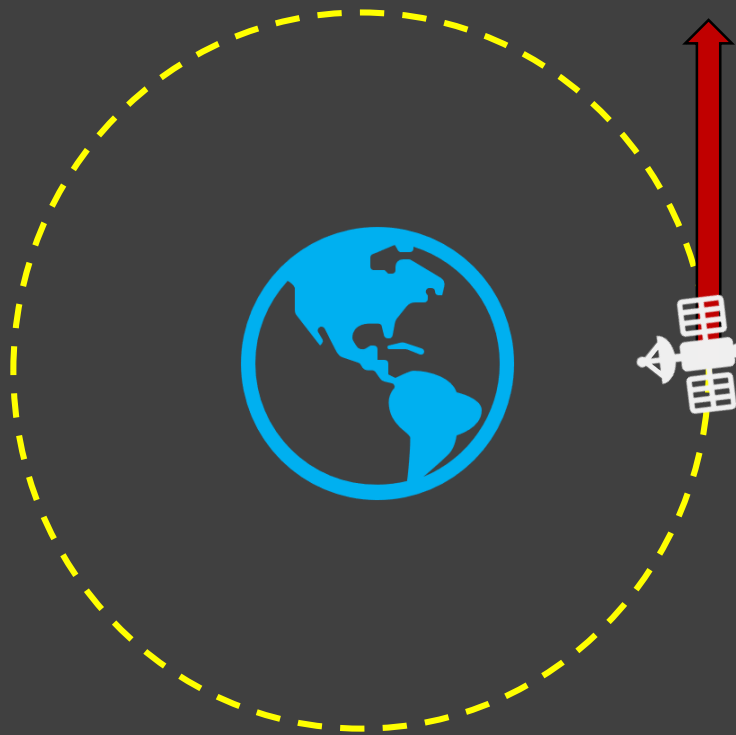


Seções cônicas





- **Altitude de 400 km**
- **Velocidade aprox. 7,67 km/s (27.512 km/h)**
- **Uma orbita em 1h 32 m**



$$v = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}}$$

Órbitas GEO (geossíncrona) numa altitude aprox. de 35.800 km.

GSO (Órbita geoestacionária)
[1,2].

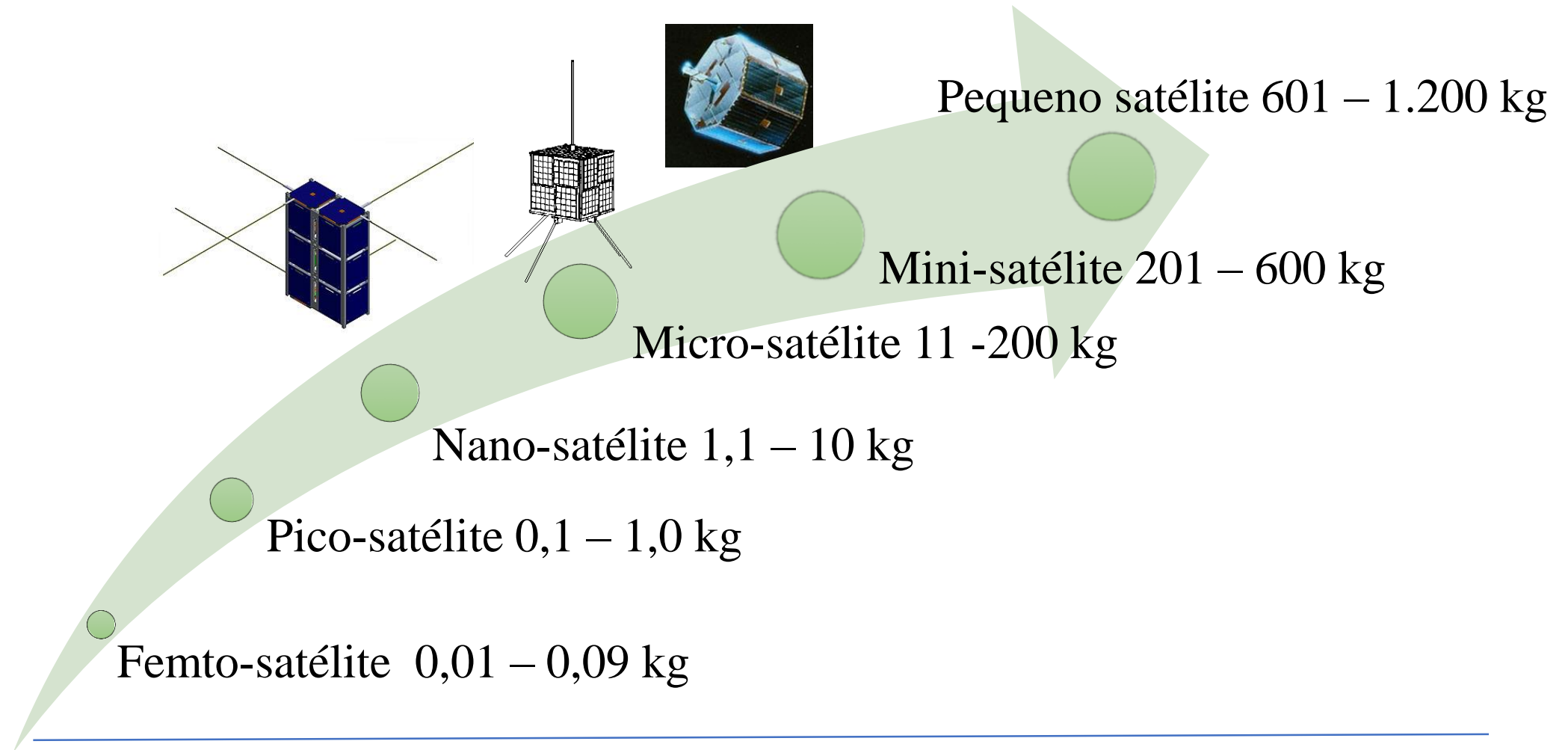
[1] Fonte: Adaptada *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*, FAA AST, p. 93.

[2] Fonte: Adaptada *Space Mission Engineering: The New SMAD*, p. 208.

Usos

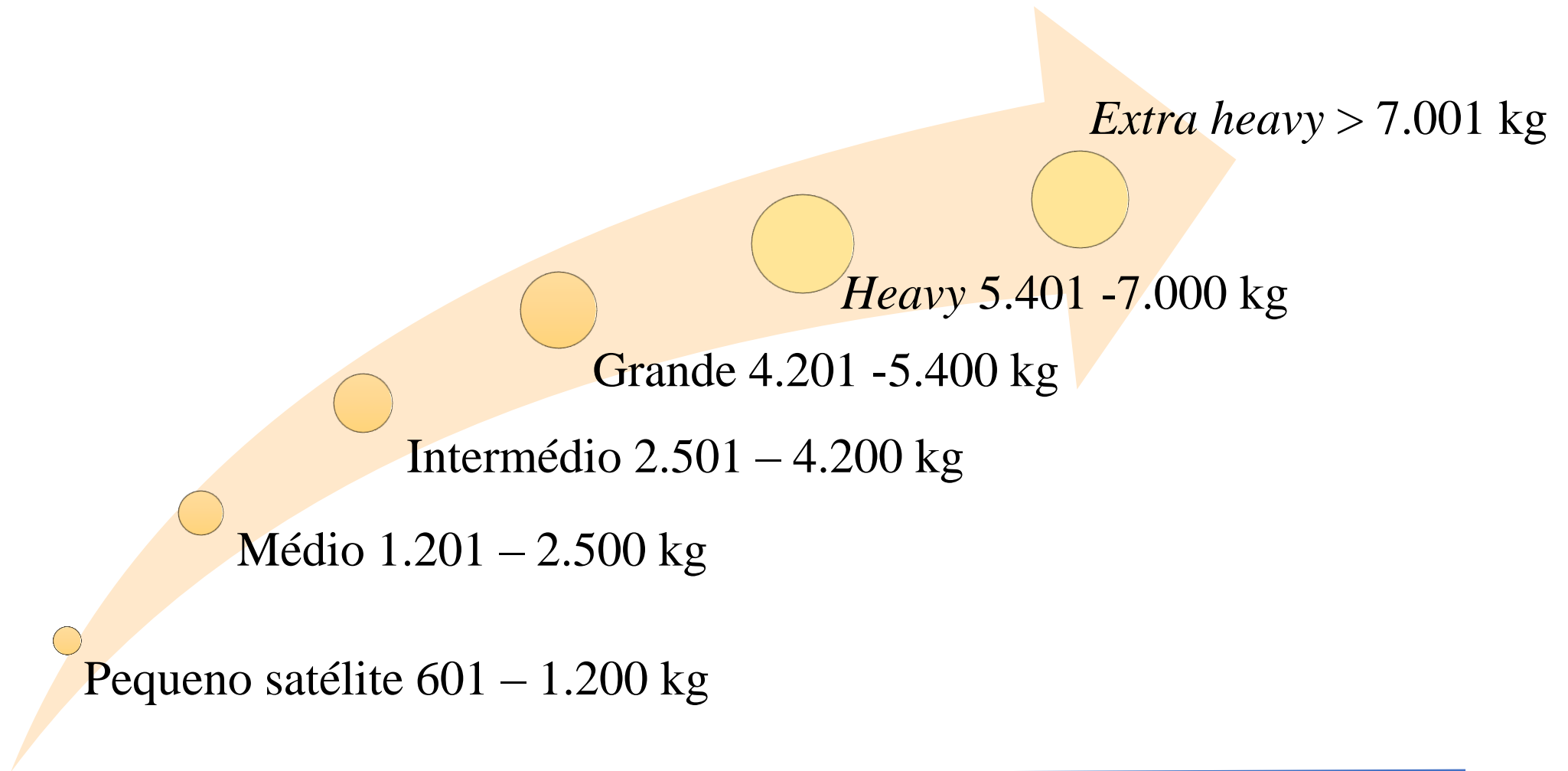
- **LEO:** *Sensoriamento remoto e a maioria das aplicações pelo baixo custo.*
- **MEO:** *Comunicação, navegação.*
- **GEO:** *Comunicação e satélites meteorológicos.*

Classificação de veículos espaciais segundo a massa - I



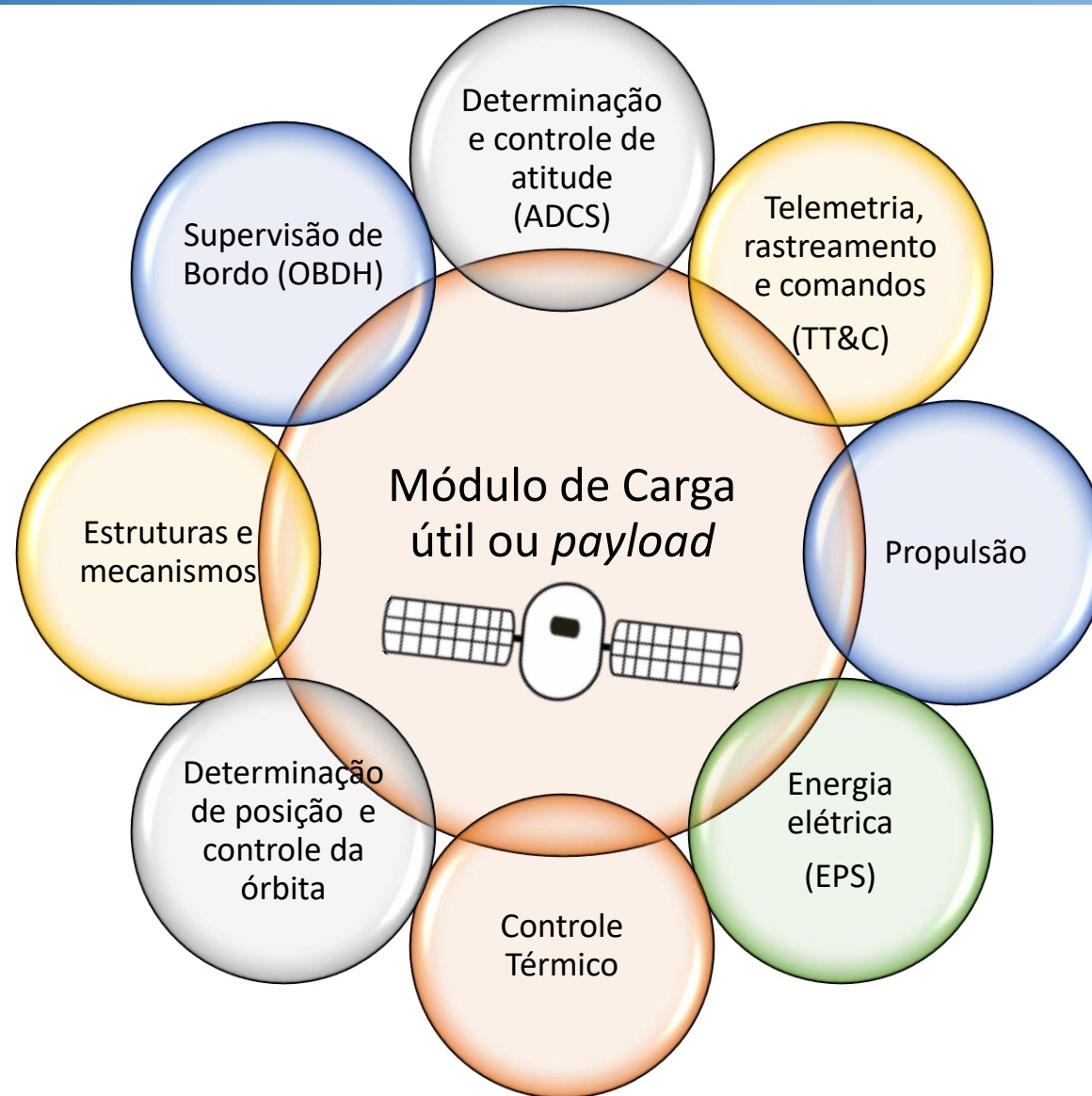
Fonte: Adaptada *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018, FAA AST, p. 94.*

Classificação de veículos espaciais segundo a massa - II



Fonte: Adaptada *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018, FAA AST, p. 94.*

Subsistemas



Missão

- **A atividade principal** para a qual vai ser desenvolvido o satélite, em um tempo determinado, com recursos limitados.
- Envolve as necessidades, os conceitos da operação, os objetivos e requisitos.
- Com a implementação da metodologia é procurada a garantia da missão, mediante os requisitos, processos e padrões.

Planejamento

Da definição da missão e seleção da carga útil.

Processo inicial do projeto do satélite

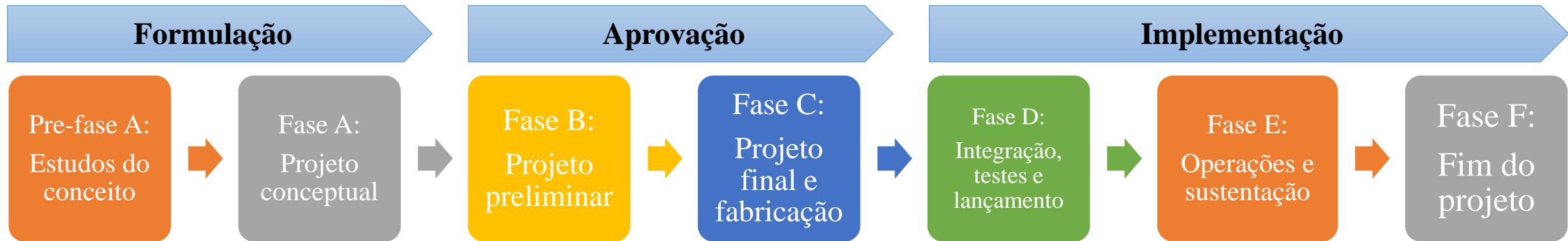
O propósito do satélite é dar suporte à carga útil.

Os requisitos:

- Massa
- consumo de energia,
- velocidade de processamento e transmissão de dados,
- apontamento e outros aspectos da carga útil.

No final, o satélite dará suporte para os ajustes na órbita, a manutenção da órbita, apontamento, o controle, o armazenamento dos dados e descarga, geração, armazenamento e distribuição da energia, suporte estrutural e controle térmico .

Diagrama geral do ciclo de vida do projeto, NASA



Aplicações das missões espaciais

Comunicações e navegação

- Serviços de telefone
- **TV**
- Radioamadores
- **Internet**
- Retransmissão
- **Navegação**

Científicos

- **Monitoramento da Terra**
- Solar
- Detecção de partículas
- Atmosféricos
- Campo magnético
- Astronomia

Segurança e defesa

- Monitoramento de fronteiras
- Comunicações
- Vigilância espacial
- Sistemas de alerta de mísseis

Educativos e treinamento

Testes, desenvolvimento tecnológico

Outras aplicações

- Monitoramento do tempo/meteorológicos.
- Recursos da Terra.
- Detecção de incêndios.
- Oceanografia
- Monitoramento de desastres naturais
- Busca e resgate
- Rastreamento de cargas e veículos.
- Detritos espaciais

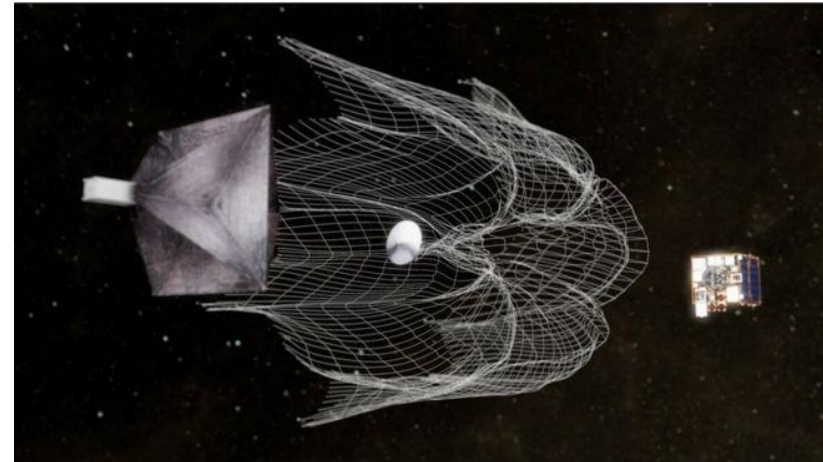
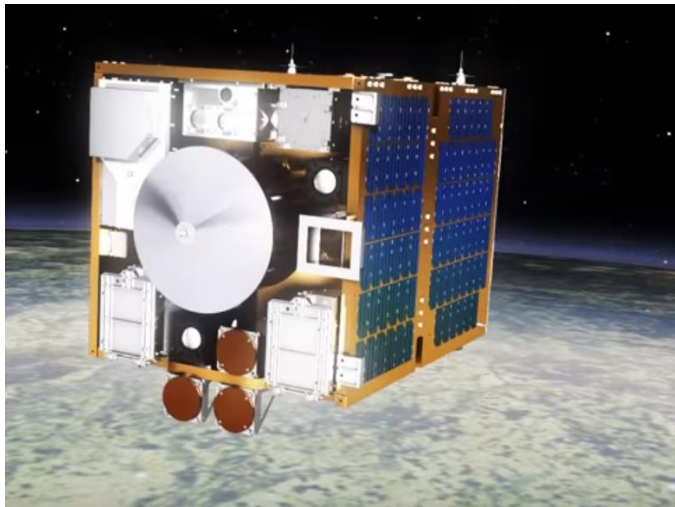
- Telecomunicações: (2017) SGDC em órbita geoestacionária



- Sensoriamento remoto: (2020) CBERS, LEO SSO

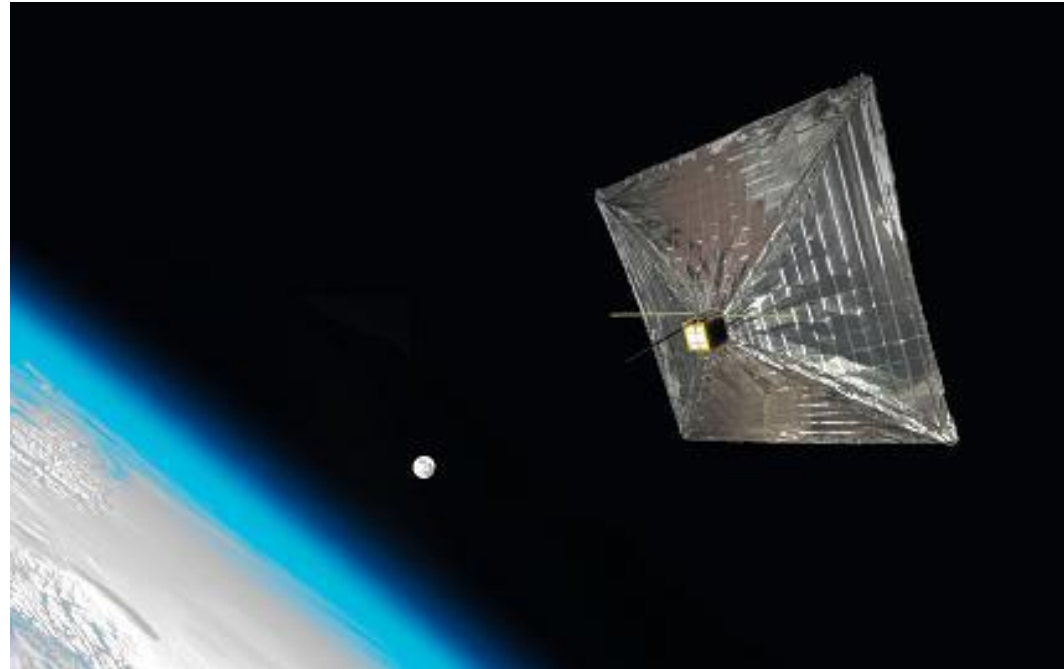


-
- Testes: RemoveDEBRIS 100 kg
Active Debris Removal (ADR)
16/09/2018



Fonte: BBC News (2018).

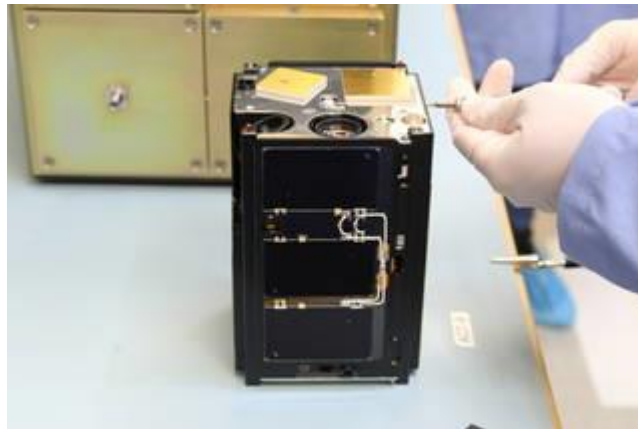
-
- Testes: de-orbiting device FRODO
Strathclyde University 2013.



-
- Comunicações.

Optical Communications and Sensor Demonstration (OCSD)

Aerospace Corporation

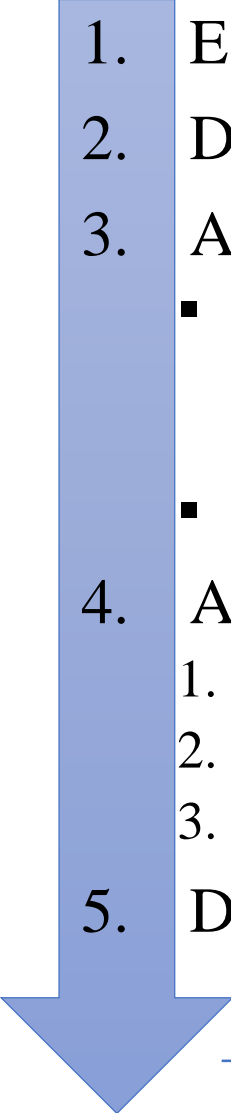


Fonte: NASA Facts (2018).

Constelações de satélites



Processo de seleção de órbita – Aula 11

- 
1. Estabelecer os tipos de órbita.
 2. Determinar os requisitos de missão relacionados à órbita.
 3. Avaliar o desempenho da órbita.
 - A cobertura.
 - Órbitas específicas
 - Único satélite vs constelação
 - Outros impactos no desempenho da órbita
 4. Avaliar o custo.
 1. Avaliar as opções de lançamento e custos.
 2. Manobras de fim de vida.
 3. Custo total do Delta-V.
 5. Documentação e iteração

Único satélite vs. constelação

Único satélite

- Redução de custo porque minimiza as despesas gerais da missão.
- Único lançamento.

Constelação

- Melhor cobertura.
- Confiabilidade.
- Diferentes condições de iluminação para observação.
- Cobertura contínua para comunicações e navegação.

planet.

- Sensoriamento remoto.
- *SkySat Constellation*



- +180 Satélites Dove.



- Agricultura de precisão
- Governos
- Defesa
- Educação e pesquisa
- Monitoramento de desastres naturais
- Energia e infraestrutura
- Negócios
- Seguros
- Mapeamento
- Marítimo

- Comunicações.

STARLINK - SPACE X

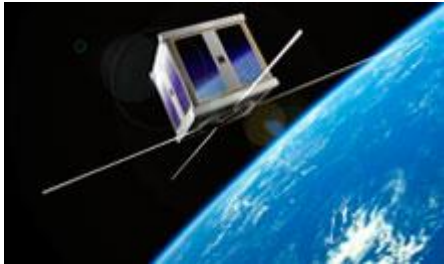
Mais de 1.600 satélites em LEO para Internet.

- Navegação

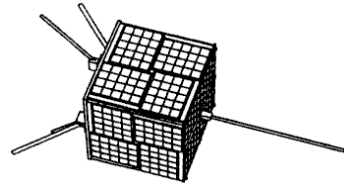
Global Positioning System (GPS)

O segmento espacial mais de 27 satélites em MEO.

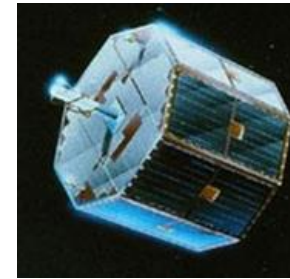
Satélites Brasileiros – Aula 5



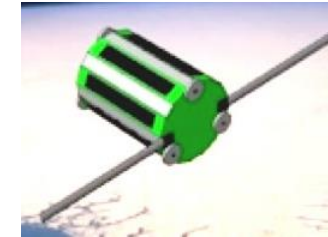
NanoSatC-Br1
2014



DOVE-OSCAR 17
1990



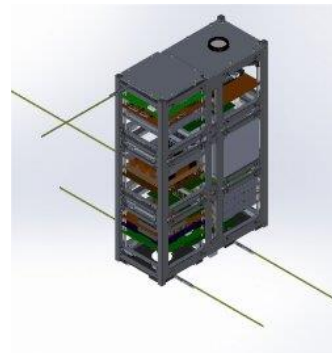
SCD-1 e SCD-2
1993 e 1998



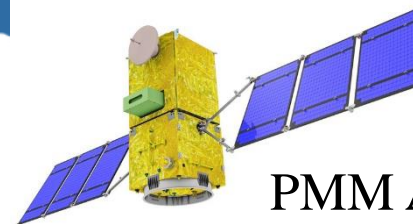
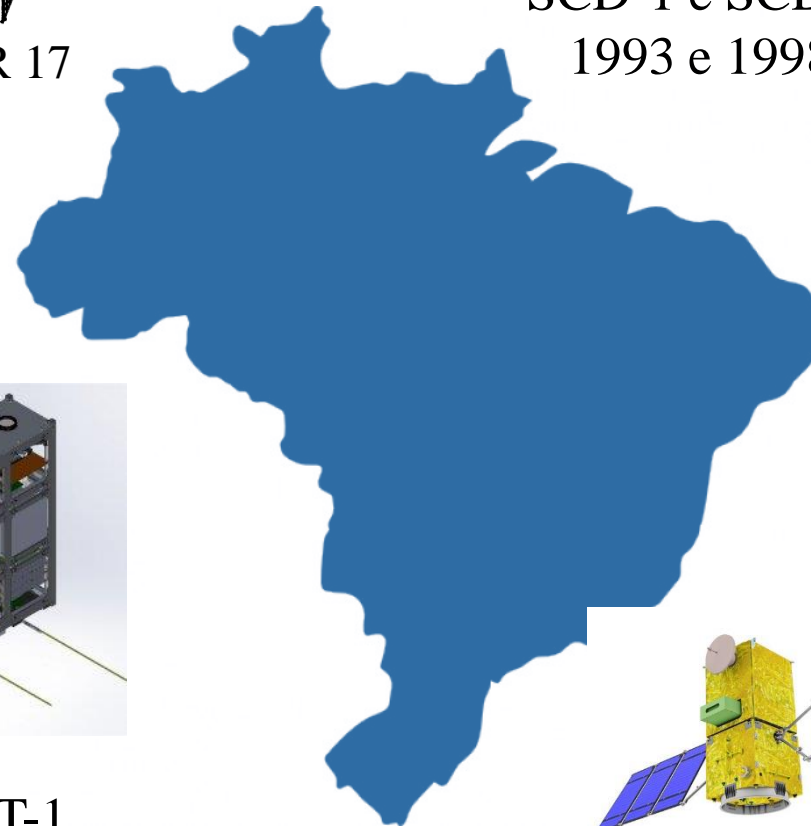
TANCREDO -1
2017



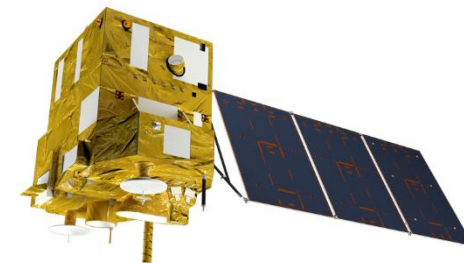
SERPENS 1
2015



ITASAT-1
2018



PMM AMAZÔNIA-1
2021



CBERS 04A
2020

Para finalizar

- Os diferentes tipos de satélites: órbita, peso e aplicações.
- Os diferentes tipos de missões
- Satélites individuais e que atuam em constelações.

Referências

- ESA, Types of orbits. Disponível em: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits
- NASA Thesaurus Vol. 1. Disponível em: <https://www.sti.nasa.gov/docs/thesaurus/thesaurus-vol-1.pdf>
- Space Mission Engineering: The New SMAD (2011). J. wertz, D. Everett and J. Puschell. Microcosm Press, Hawthroen, CA.
- Systems Engineering Handbook Rev. 2, (2016) NASA. Disponível em: <https://www.nasa.gov/connect/ebooks/nasa-systems-engineering-handbook>
- The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018, FAA AST. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2018_AST_Compendium.pdf





Perguntas?



Obrigado!