

# Design e Análise de Sistemas Espaciais

# Atividade Prática de Concepção

# Atividade para Quinta: Design de 4 missões

1. Need: Monitoramento da vegetação e rios via satélite.

O sistema deve...

O sistema deve...

2. Objectives:

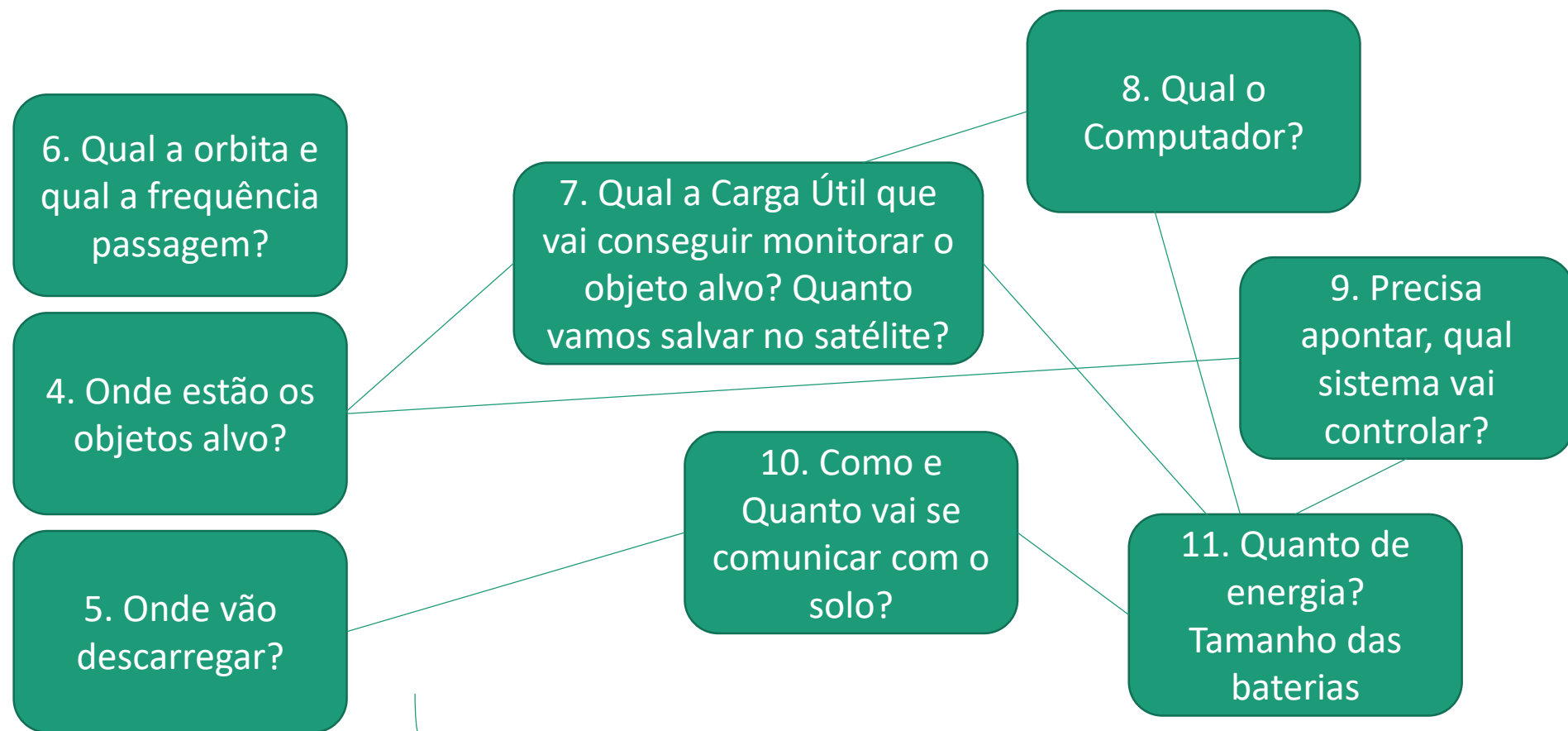
- Ver fotos dos rios
- Ver fotos da vegetação
- Coletar altura dos rios
- Ver fotos de queimadas

O sistema deve...

O sistema deve...

3. Requirements and Measures of Effectiveness

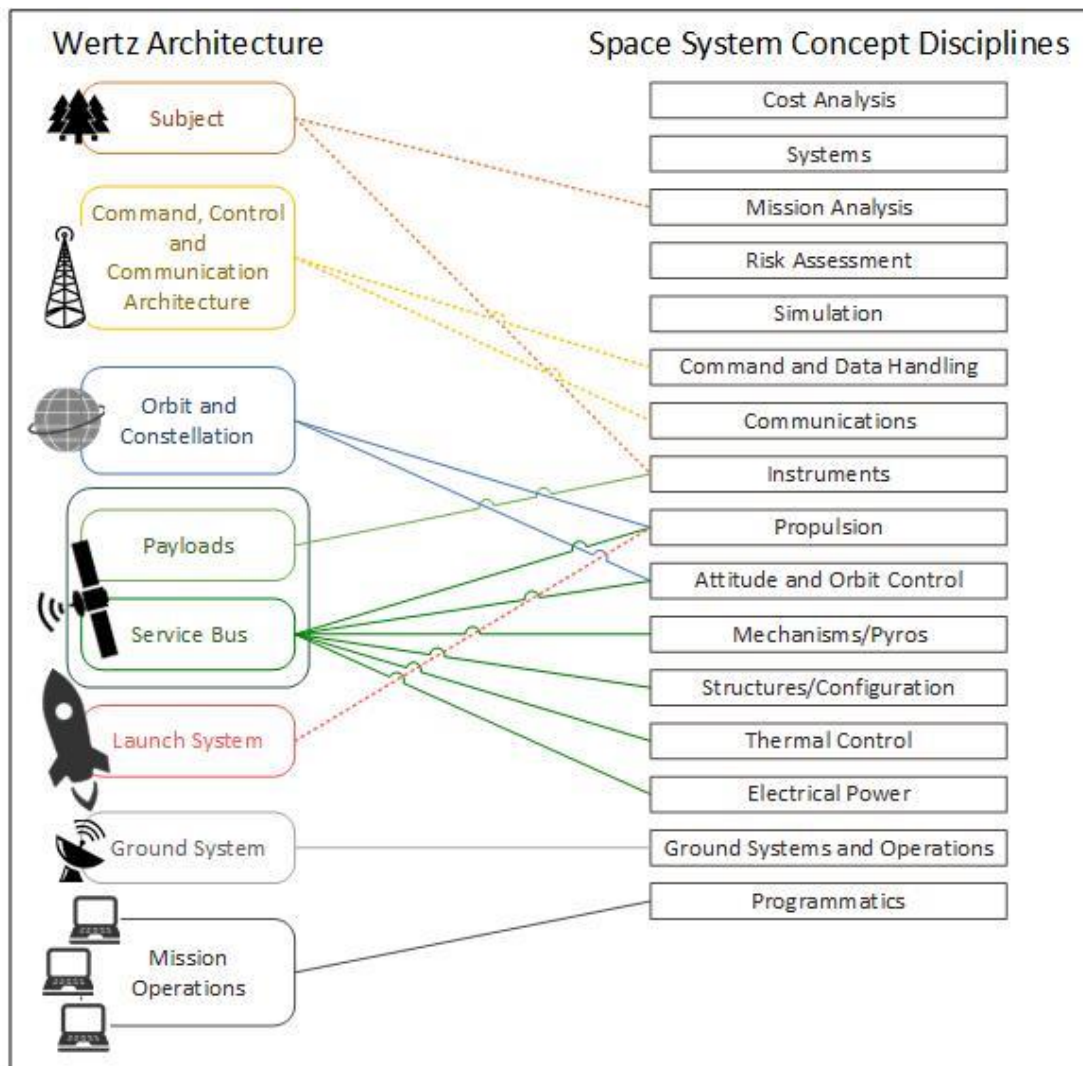
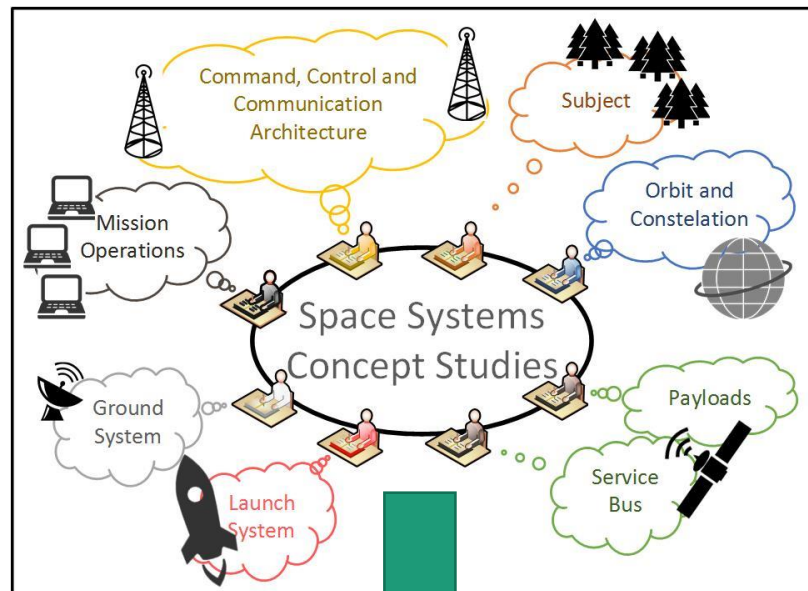
# Atividade para Quinta: Design de 4 missões



Documentar: \$\$, Curva de Consumo (similaridade)

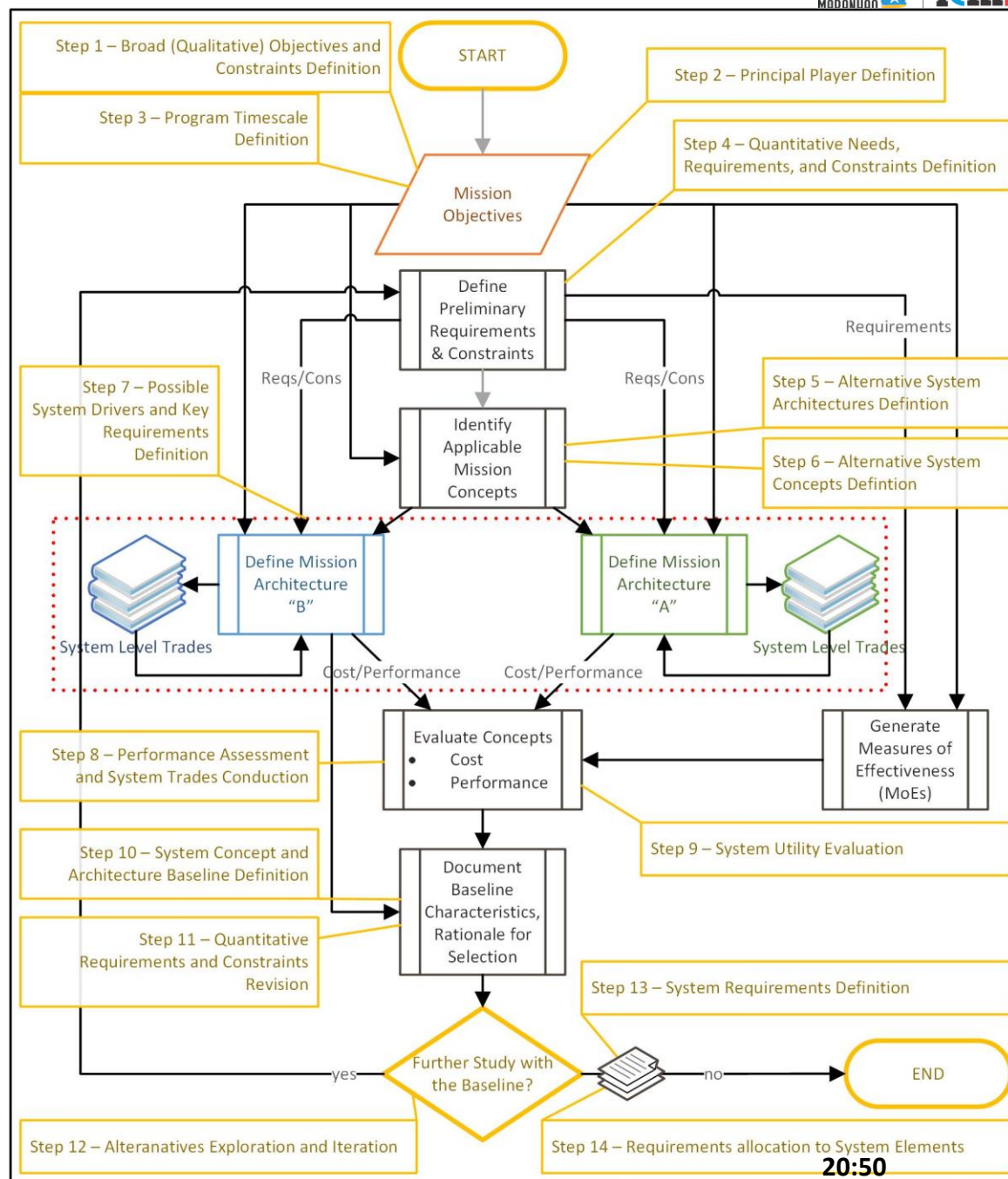
# Voltando...

# Disciplinas Envolvidas



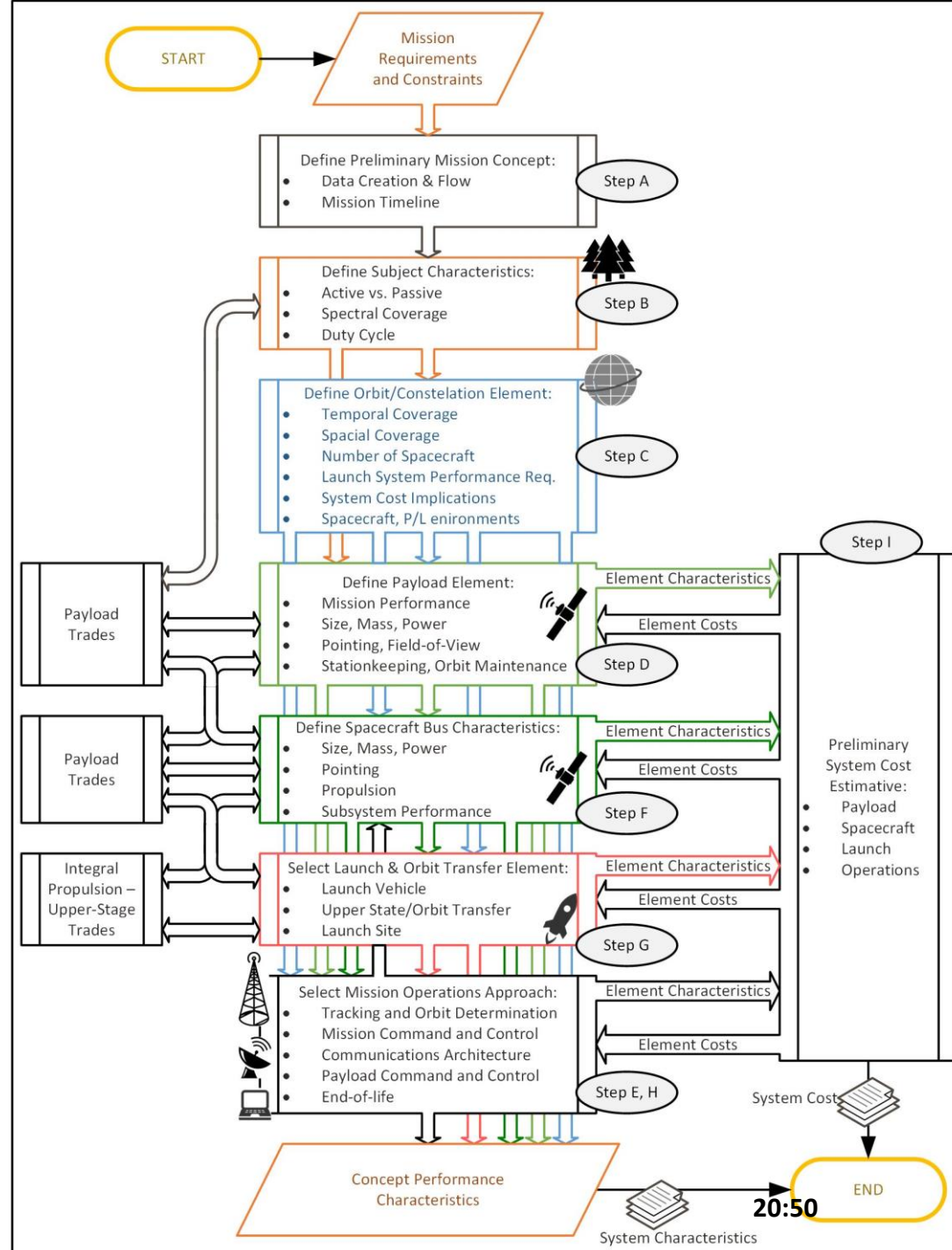
# Processo

- Objetivos
- Requisitos e restrições iniciais
  - Gerar medidas de efetividade
- Conceitos de missão/arquitetura aplicáveis
- Trade de conceitos
- Documentar escolhas



# Criação de Arquitetura

- A – Dados envolvidos e cronograma
- B – Assunto do problema
- C – Orbitas
- D – Cargas Úteis
- E – Comunicações e Operações
- F – Plataforma
- G - Lançadores
- H – Comunicações e Operações

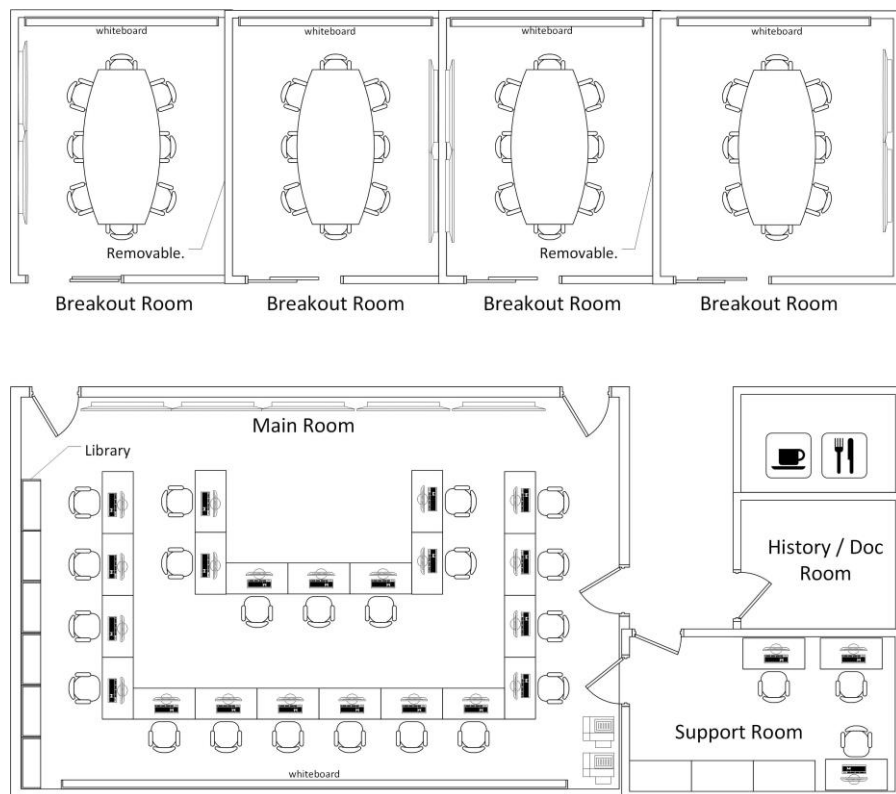




# Centros de Design Simultâneo



# Ambiente de Trabalho Integrado





# Design Simultâneo “STARTER KIT”



# Entendendo o Tema

Estudo da  
natureza

AS ESPACIAIS

Requisitos e  
Objetivos da Missão

1. Determinar os  
objetivos fundamentais  
da missão

2. Determinar que possíveis  
“naturezas” podem ser usadas  
para atender os objetivos.

3. Determinar uma larga classe de  
maneiras que as S/C podem detectar  
e interagir com essas “naturezas”

4. Determinar se a  
natureza é passiva ou  
controlável

5a. Para controláveis – trade no espaço/solo  
5b. Para passivas – trade só no espaço

8. Revisar frequentemente por  
métodos alternativos, e possíveis  
CTEE usos em outras missões

6. Determinar se múltiplas  
naturezas e múltiplas cargas-  
uteis podem ser usadas

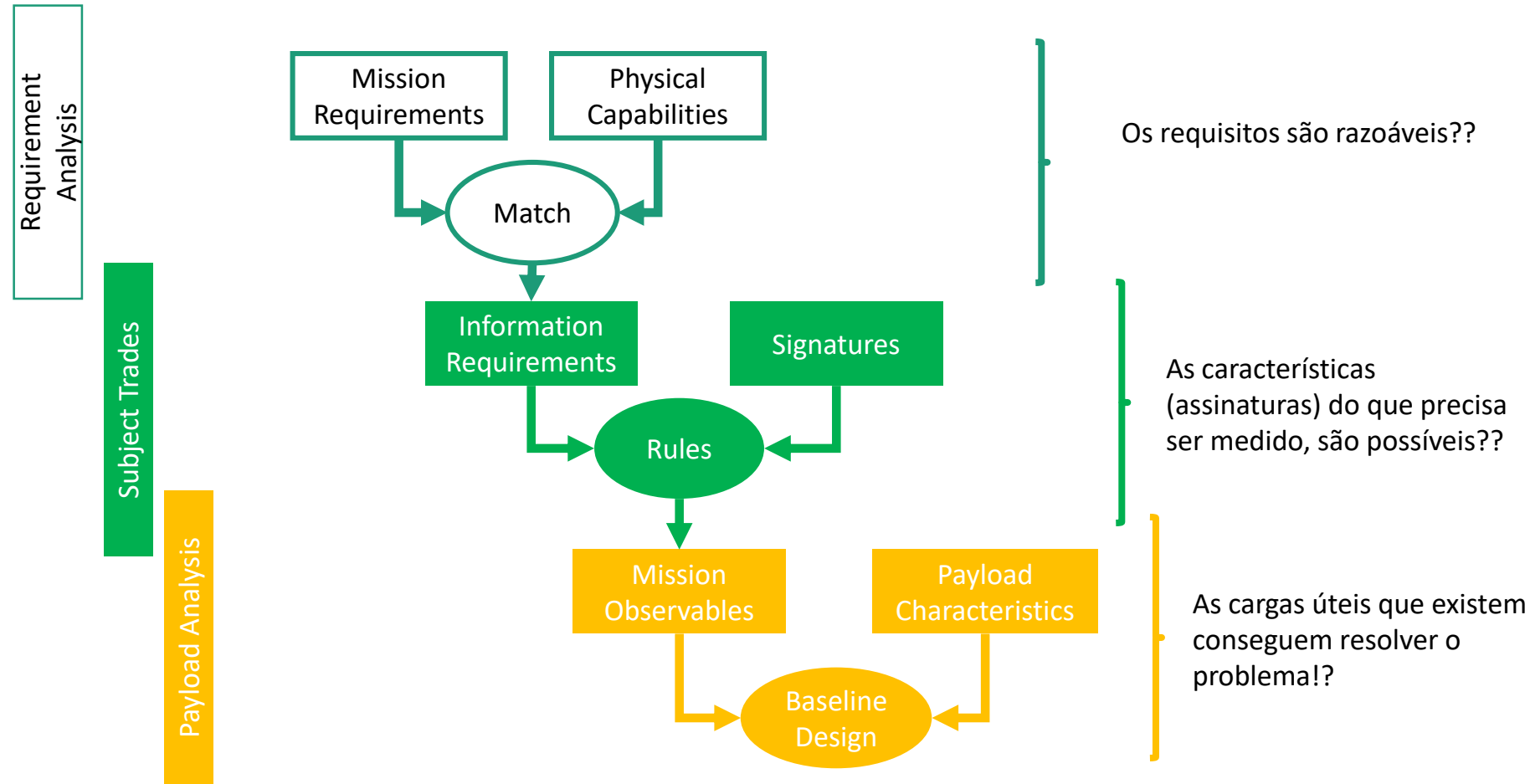
7. Definir e  
documentar uma  
seleção inicial

# Panorama do Design de Cargas-Úteis

# Tipos



# Processo para ligar os requisitos da missão com o Design da Carga Útil





Design da Carga  
útil

AS ESPACIAIS

Requisitos e  
Objetivos da Missão

1. Selecionar os objetivos  
das carga-uteis

2. Conduzir estudos e  
balanços

3. Desenvolver o  
conceito de operação

4. Determinar as  
capacidades para atender os  
objetivos da missão

5. Identificar cargas  
candidatas

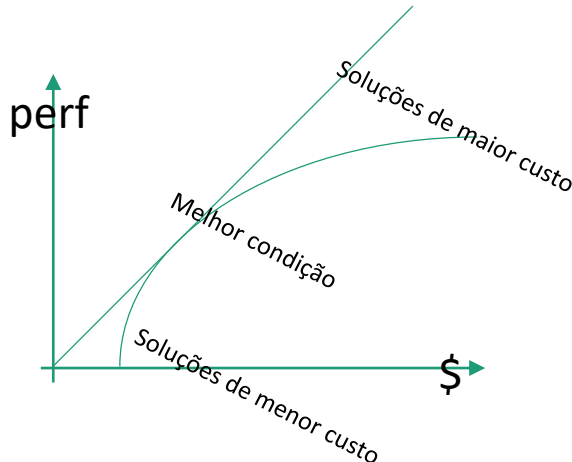
6. Estimar as capacidades  
das candidatas e suas  
características

8. Avaliar o custo e  
operacionalidade da  
carga e da missão

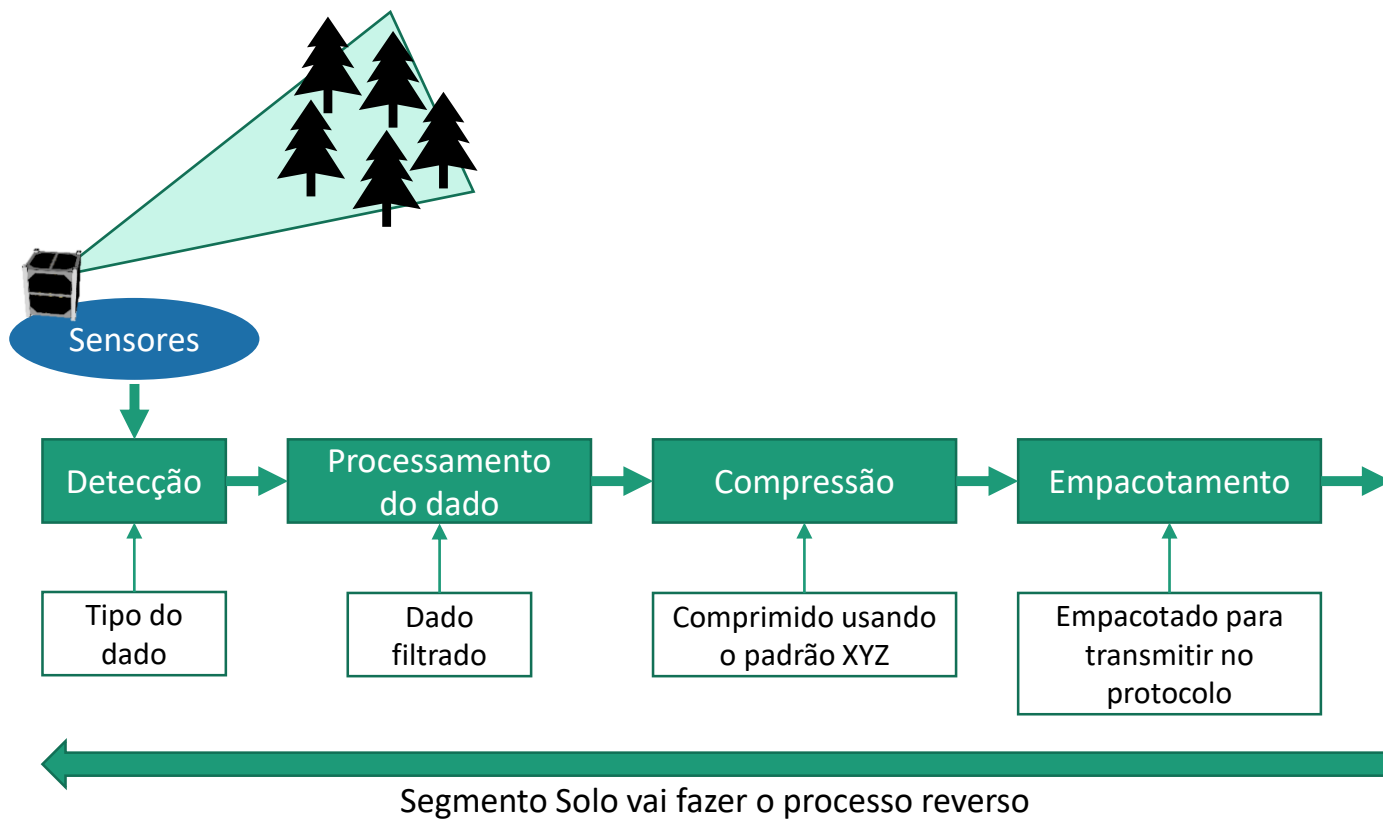
7. Avaliar candidatas e  
selecionar um baseline

9. Identificar e negociar  
requisitos derivados

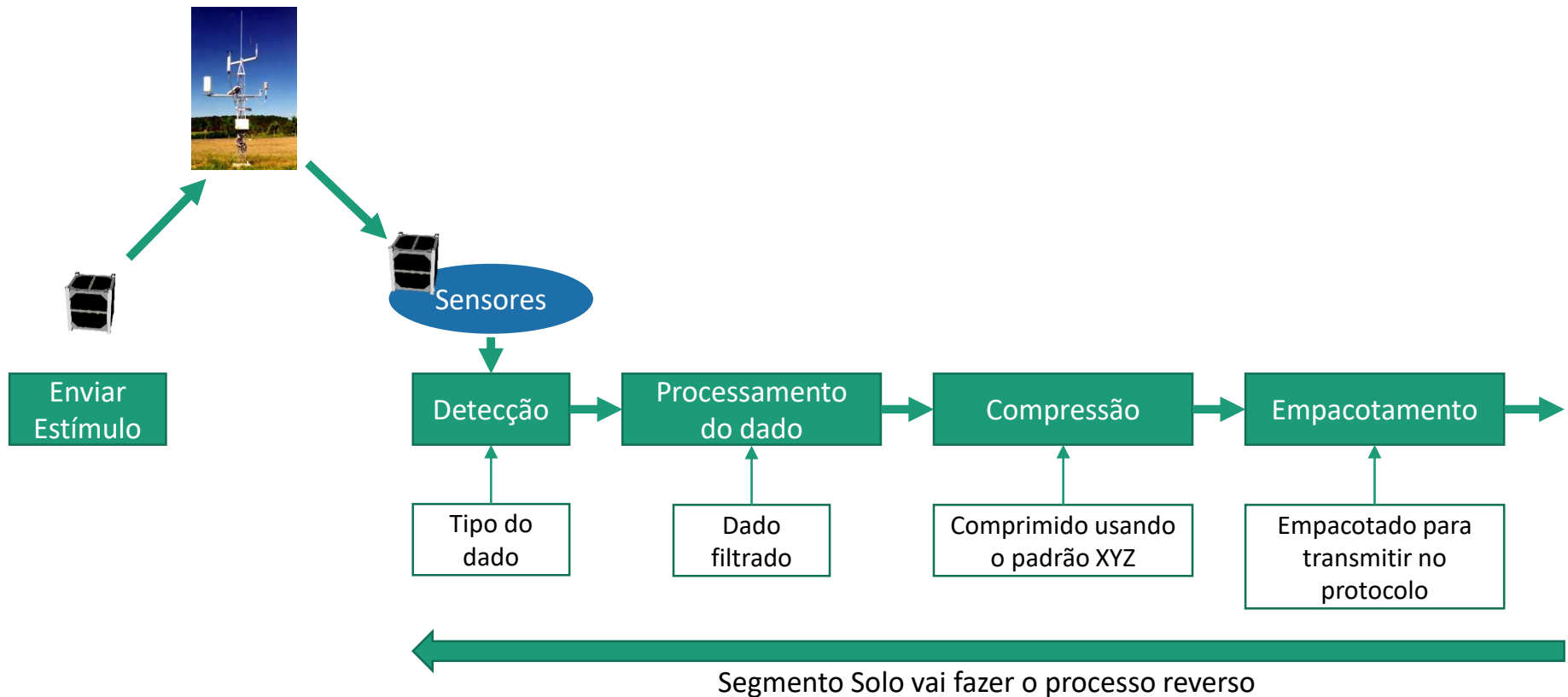
10. Documentar e iterar



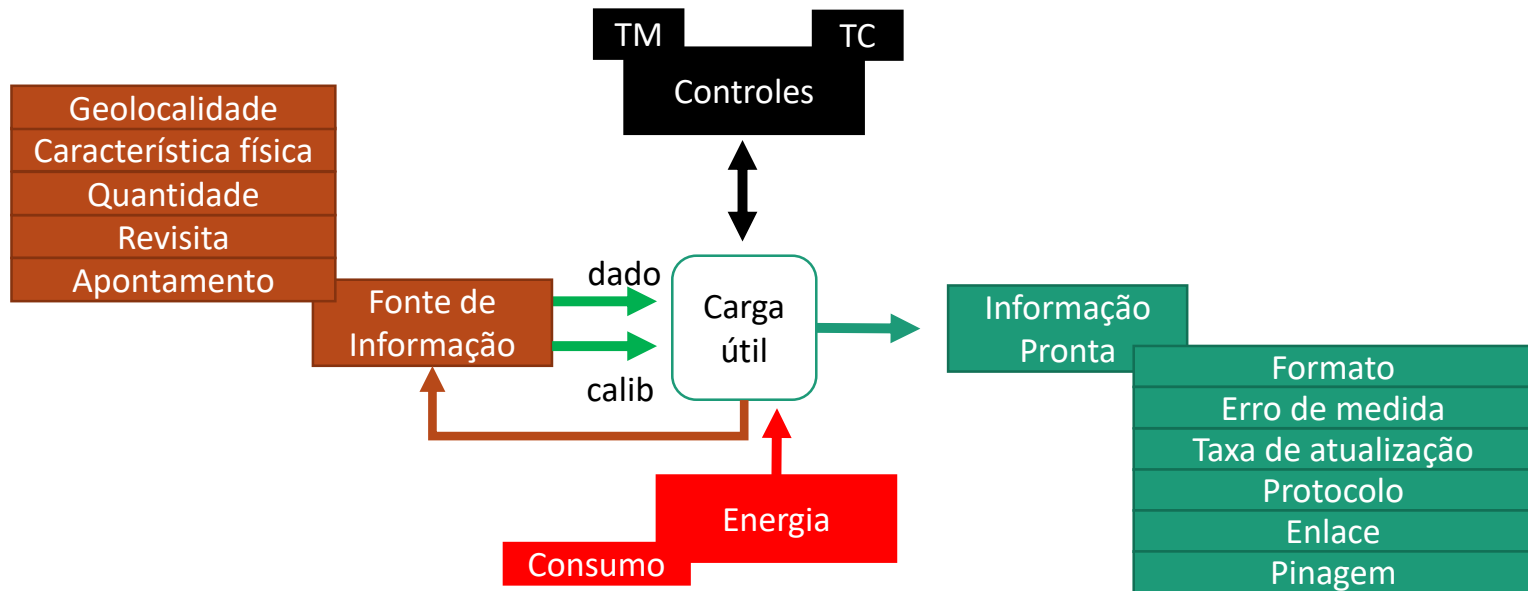
# Fluxo de Informação : Exemplo passivo



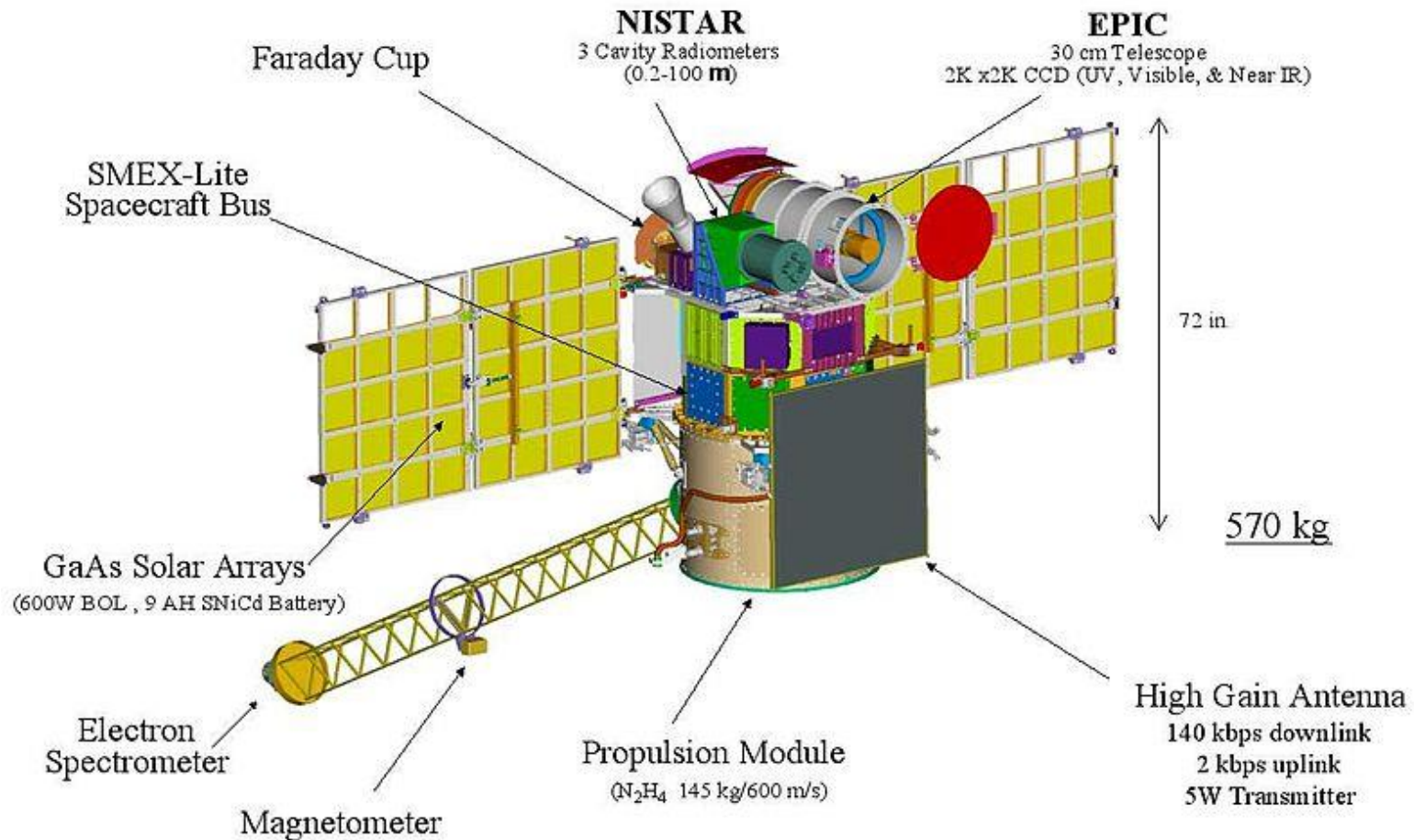
# Fluxo de Informação : Exemplo Controlável



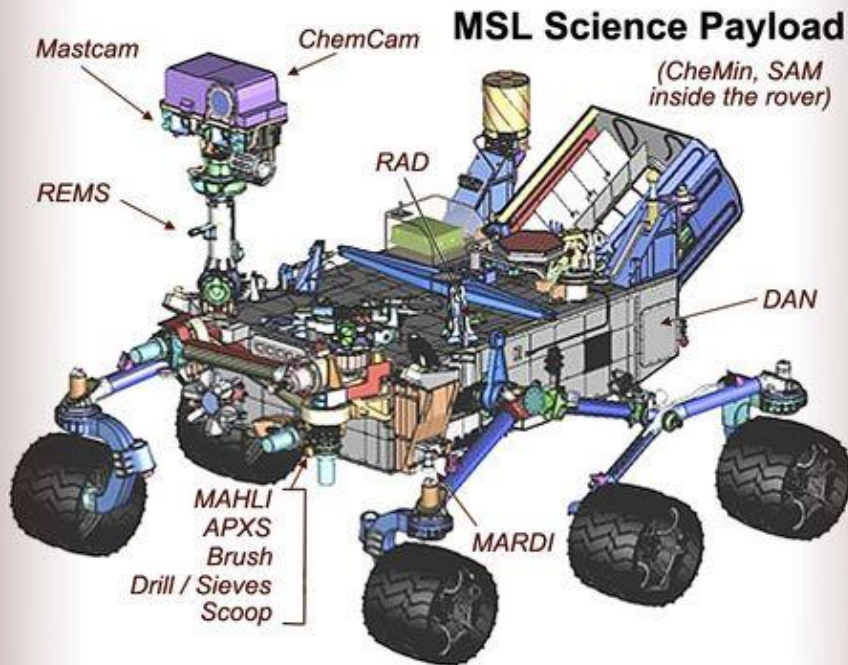
# Pensar nas Interfaces



# Deep Space Climate Observatory spacecraft



# Curiosity



<https://mars.nasa.gov/msl/mission/instruments/>

## Cameras

[Mast Camera \(Mastcam\)](#)

[Mars Hand Lens Imager \(MAHLI\)](#)

[Mars Descent Imager \(MARDI\)](#)

## Spectrometers

[Alpha Particle X-Ray Spectrometer \(APXS\)](#)

[Chemistry & Camera \(ChemCam\)](#)

[Chemistry & Mineralogy X-Ray](#)

[Diffraction/X-Ray Fluorescence Instrument \(CheMin\)](#)

[Sample Analysis at Mars \(SAM\) Instrument Suite](#)

## Radiation Detectors

[Radiation Assessment Detector \(RAD\)](#)

[Dynamic Albedo of Neutrons \(DAN\)](#)

## Environmental Sensors

[Rover Environmental Monitoring Station \(REMS\)](#)

## Atmospheric Sensors

[Mars Science Laboratory Entry Descent and Landing Instrument \(MEDLI\)](#)

# Panorama do Design dos Subsistemas de Serviço

Design da S/C

Requisitos e  
Objetivos da Missão

Design da Carga-Útil

1. Documentar os direcionadores,  
requisitos, e parâmetros das cargas-úteis

2. Determinar a configuração geral e os  
principais balanços

3. Particionar o sistema em subsistemas

4. Estabelecer os orçamentos/balanços e  
requisitos dos subsistemas

5. Desenvolver os Designs dos  
Subsistemas

6. Avaliar a configuração geral frente aos  
requisitos e restrições

7. Explorar Opções

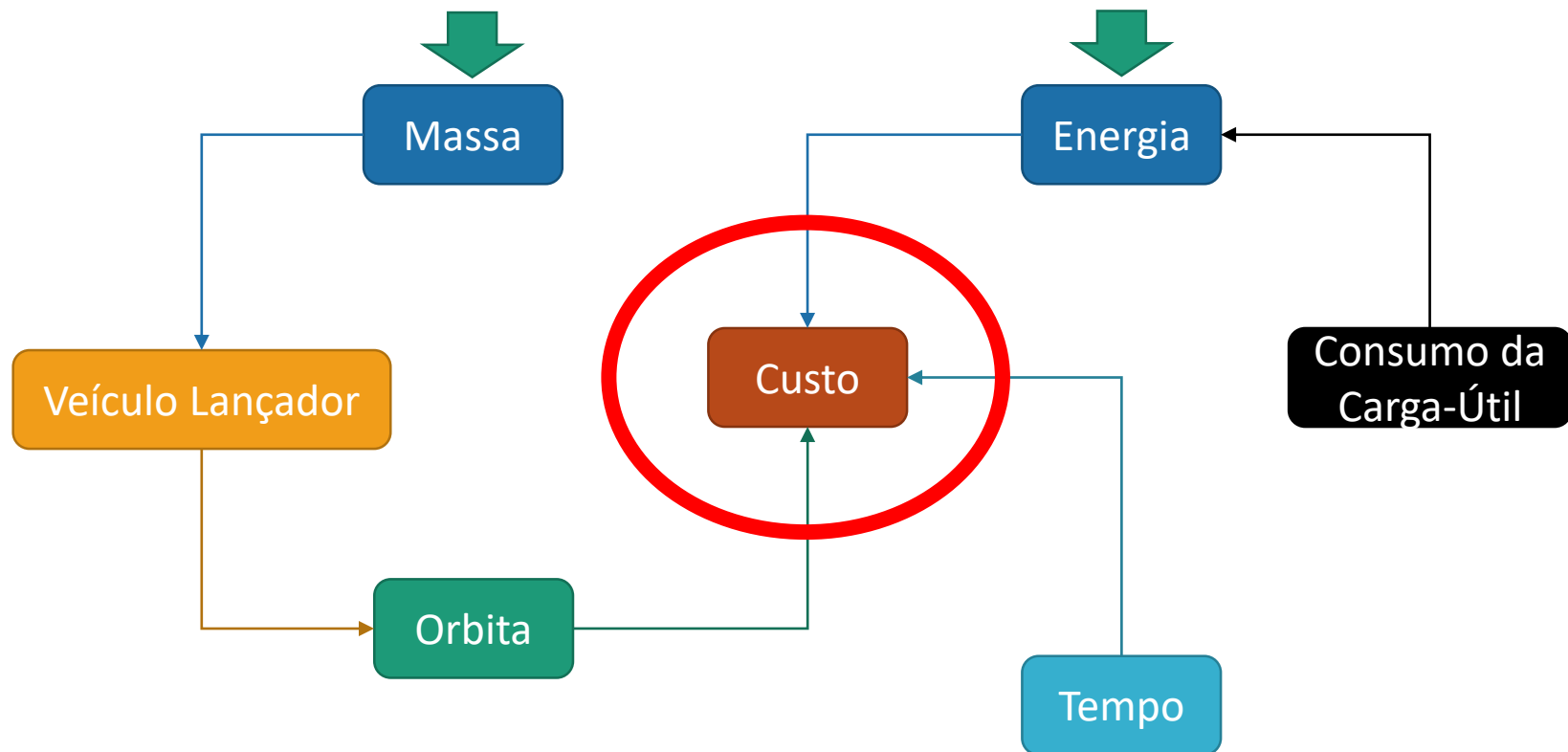
8. Documentar e Iterar



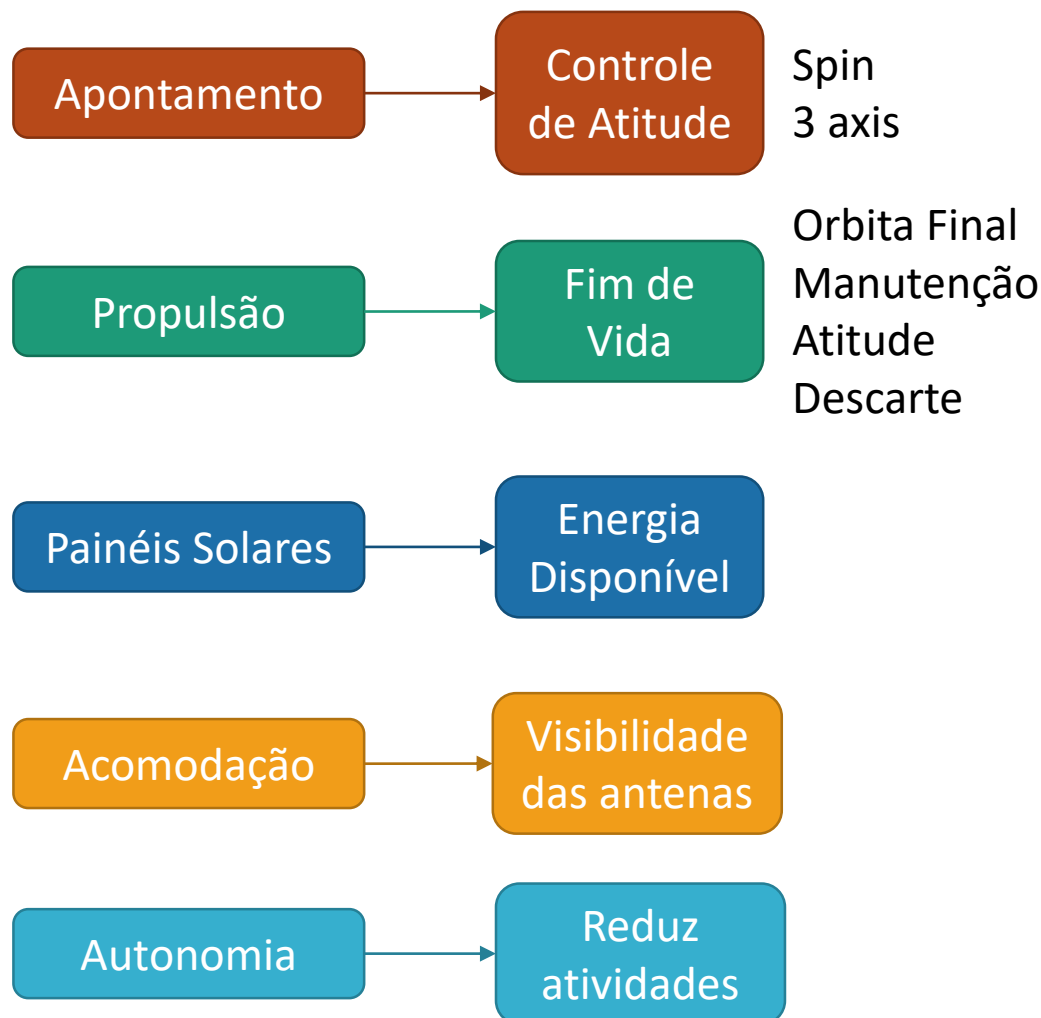
# Direcionadores de Design

Drivers	Fonte	Impacto
<b>Massa</b>	Massa da Carga-Útil	Veículo Lançador
<b>Consumo</b>	Consumo da Carga-Útil	Sistema de Energia, tamanho e configuração do painel
<b>Custo</b>	Organização financiadora	Bursts de recursos
<b>Cronograma</b>	Organização financiadora	Processo de desenvolvimento
<b>Tempo de vida</b>	Design da Missão	Redundância, qualidade
<b>Confiabilidade</b>	Design da Missão	Redundância, qualidade
<b>dV</b>	Design da Missão	Cargas dos Propelentes
<b>Órbita</b>	Design da Missão	Painel solar, térmico, radiação, veículo
<b>Acomodação da Carga-Útil</b>	Motivo da Missão	Comunicação, armazenamento de dados, segmento solo
• Taxa de dados, volume, latência		
• Requisitos de apontamento	Resolução / Antenas	Controle de Atitude
• Massa, volume e FOV	Restrições da Carga-Útil	Design Mecânico
• Outros	Tempo, contaminação, etc	Sistema de dados, osciladores

# Drivers para balanços



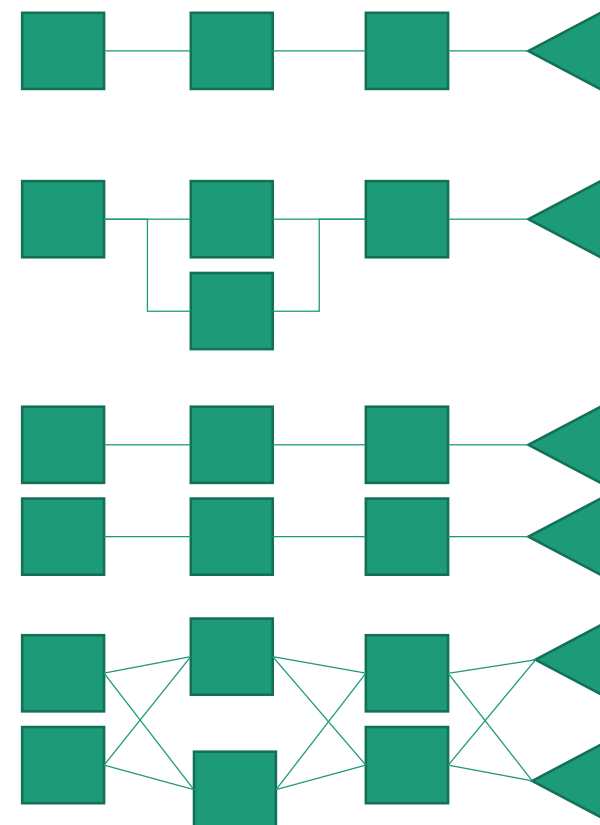
# Drivers para balanços



# Redundâncias

Tempo de Vida	Redundâncias
< 1 ano	Single Stringed
1-3 anos	Selected Redundancy
3-5 anos	Block Redundancy
>5 anos	Cross Strapped

Confiabilidade	Descrição
Experimental	Missões curtas, demonstrar capacidades
Operacional	Missões para dados críticos ou serviços
Para humano	Veículos com humanos



# Segmentação da S/C

S/C

Propulsão

Controle de Atitude

Controle de Orbita (Navegação)

Computador

Comunicação

Suprimento de Energia

Estrutura e Mecanismos

Térmico

# Drivers para a Propulsão

Drivers	Origem	Impacto
dV	Design da Missão	Combustível
Massa seca da S/C	Design da S/C	Combustível
Potência para Manobras e Controle	Design do Controle e da Trajetória	Tamanho dos propulsores

# Drivers para o Controle de Atitude

Drivers	Origem	Impacto
Precisão do Apontamento	Reqs. Carga útil	Sensores e atuadores
Conhecimento do Apontamento	Reqs. Carga útil	Sensores
Estabilidade	Reqs. Carga útil	Atuadores e apêndices
Manobras	Reqs. Carga útil	Atuadores
Taxa de Giro	Reqs. Carga útil	Atuadores
Momento de Inércia	Configuração	Atuadores
Tempo entre saturação	Disponibilidade	Armazenador de Momento
Torques externos	Configuração / Orbita	Armazenador de Momento
Sol, Terra, e Lua	Reqs. Carga útil	Algoritmos dos sensores
Reqs. de Segurança	Confiabilidade, tempo de vida	Algoritmos dos sens/atuadores
Configuração dos Painéis	Orbita	Estabilidade e torques externos
Reqs. das antenas	Design dos sistemas de dados	Alg. Controle de Apontamento

# Drivers para o Computador de bordo

Drivers	Origem	Impacto
Interface de dados dos instrumentos	Reqs. Carga-Útil	Design de Hardware
Requisitos de processamento	Conceito de operação, algoritmos	Processador, consumo
Volume de armazenamento dos dados	Carga útil, conceito de operação	Design de Hardware
Precisão de tempo	Carga-útil	Osciladores, Design de Hardware



# Drivers para Comunicações

Drivers	Origem	Impacto
Taxa de dados e Distancia	Carga útil, conceito de operação	Potencia de transmissão, antena
Frequência	Taxa de dados, regulações	Design de Hardware
Estação de Solo	Conceito de operação	Sensibilidade do receptor, tipo de antena, potencia de transmissão, movimentação da antena
Ciclo de trabalho	Conceito de operação	Potencia média durante a orbita

# Drivers para Suprimento de Energia

Drivers	Origem	Impacto
Consumo	Reqs. Carga-Útil	Painel solar, baterias
Distribuição	Design da S/C	Cablagem, potencia dos eletrônicos
Duração do Eclipse	Orbita	Bateria
Voltagem do barramento	Design da S/C	Cablagem, potencia dos eletrônicos
Ciclos de trabalho	Conceito de Operação	Painel solar, baterias

# Drivers para Estrutura e Mecanismos

Drivers	Origem	Impacto
Veículo Lançador	Massa de lançamento	Dureza e resistência da estrutura
Acomodação da carga-útil	Configuração da Carga-útil	Formato da estrutura
Área do painel solar	Design do Suprimento de Energia	Apêndices, formas gerais
Estabilidade estrutural	Reqs. de apontamento	Dureza, junções, escolha dos materiais
Centro de massa	Veículo lançador e Design do Controle	Layout, balanço de massa
Área de irradiação	Dissipação de Calor	Layout
Blindagem	Orbita, Controle, Configuração	Layout, área de irradiação, escolha dos materiais

# Drivers Térmicos

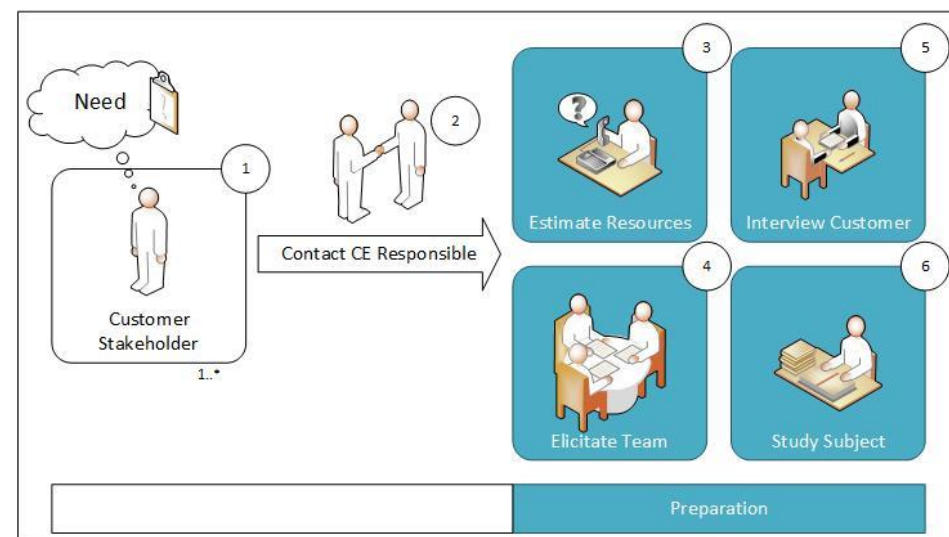
Driver	Origem	Impacto
Ambiente	Orbita	Todo o design térmico
Dissipações elétricas	Design da S/C	Área dos radiadores
Temperaturas operacionais e de sobrevivência	Carga-útil e componentes	Todo o design térmico
Configuração da estrutura	Drivers Mecânicos	Restrições para os radiadores
Estabilidade estrutural	Reqs. Apontamento	Limites de temperatura.

# Parâmetros que são acompanhados pelo Engenheiro de Sistemas

Parâmetro	Sub-sistema	Sub-sistema	Sub-sistema	Sub-sistema	Sub-sistema
Massa					
Potência (Consumo)					
Apontamento e Alinhamento					
Propelente ou dV					
Link de TT&C					
Sistema de dados:					
Utilização da CPU					
Memórias não-voláteis					
Memórias voláteis					
Utilização do Barramento de dados					
Periféricos ao barramento					
Temporização					
Latência dos dados					
Disponibilidade Operacional					20:52

# Processo

# Processo...



- Sabendo a missão, antes de começar é importante montar um banco com as possíveis soluções
  - Ex.: <http://www.nanosats.eu/tables.html>
- A cada iteração um grupo apresenta e faz um trade (balanço e ajuste)
- Até que todos apresentem, façam trades e decidam se está suficiente.

