

SEPT.  
16-22  
São Luís - MA  
Brazil

# SPACE WEEK NORDESTE 2024

SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGIES FOR  
THE BENEFIT OF NATURE AND SOCIETY



WWW.SPACEWEEKNORDESTE.COM.BR

**Labomer** | DARTilab

ORGANIZATION

## OFICINA CUBESATS E ENGENHARIA ESPACIAL

**Walter Abrahão / Lázaro Camargo**

**Divisão de Pequenos Satélites**

**DIPST - INPE**



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



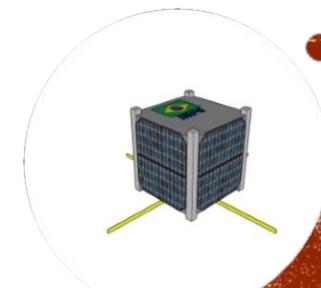
**SEMPRE+** SEMPRE INOVAÇÃO INCLUSÃO

X f flickr @ufmaoficial

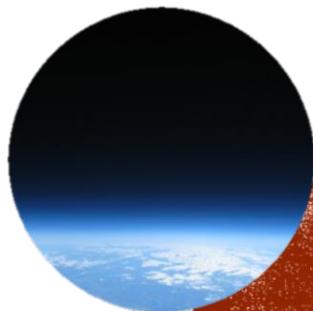
# ROTEIRO



**Encerramento**



**Ciclo de vida em  
40min...**



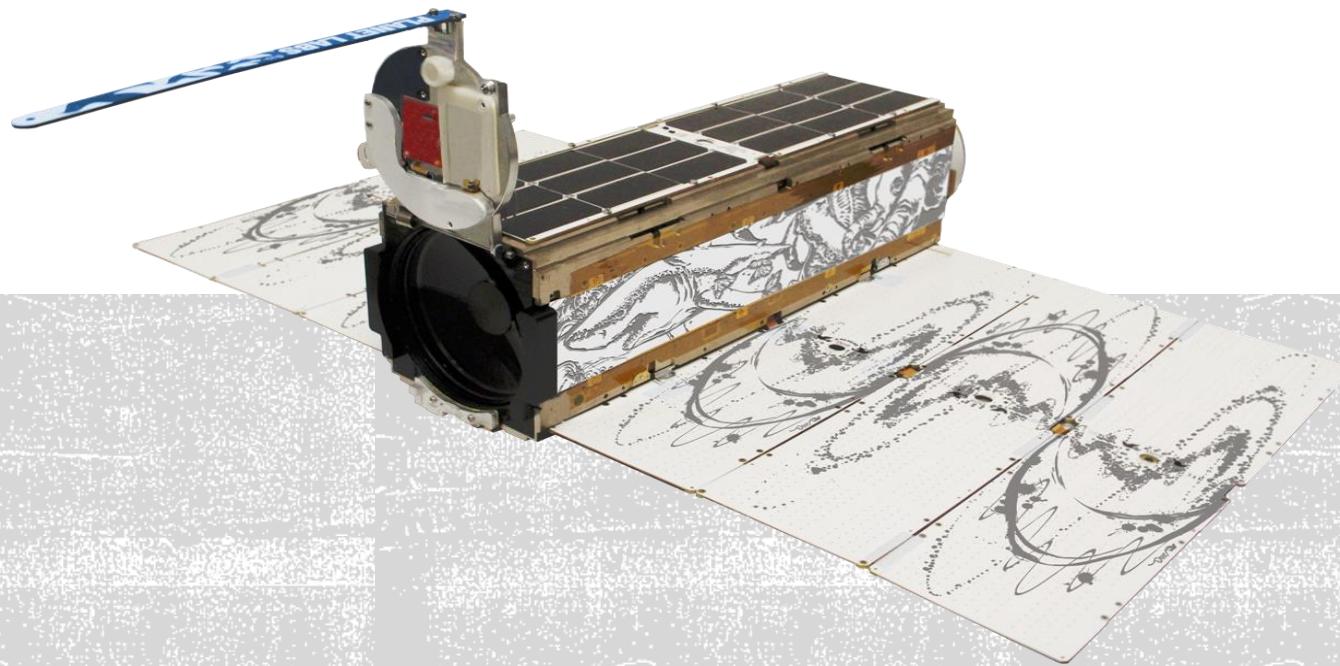
**Introdução  
sobre satélites**

**CHALLENGE ACCEPTED**



3

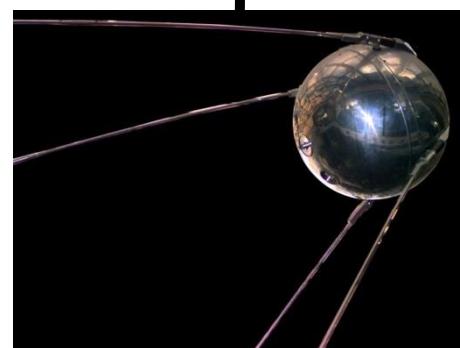
# INTRODUÇÃO



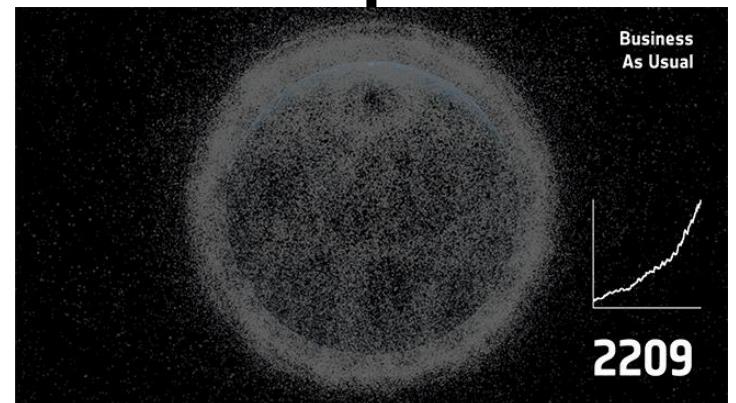
# SATÉLITES



1962 - Telstar

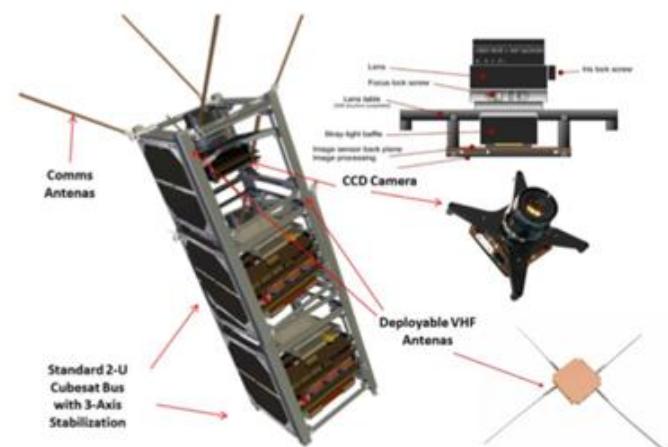
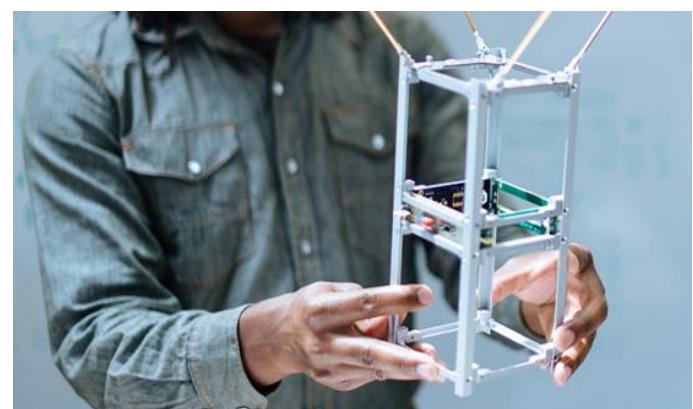


1957 - Sputnik



# CUBESATS

- Miniaturização
- Experiência em Eng. Espacial
  - Educacional
- Teste de tecnologias
- Experimentos Científicos

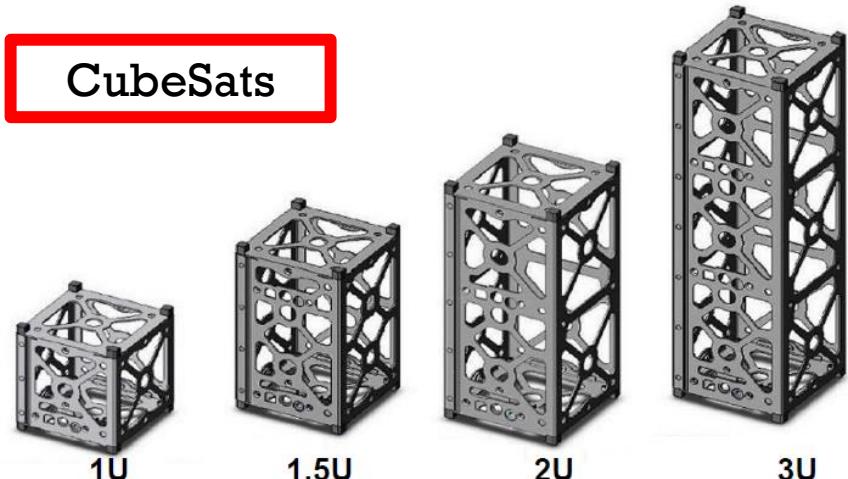


# CUBESATS É UM DOS “MODELOS” DE PEQUENOS SATÉLITES

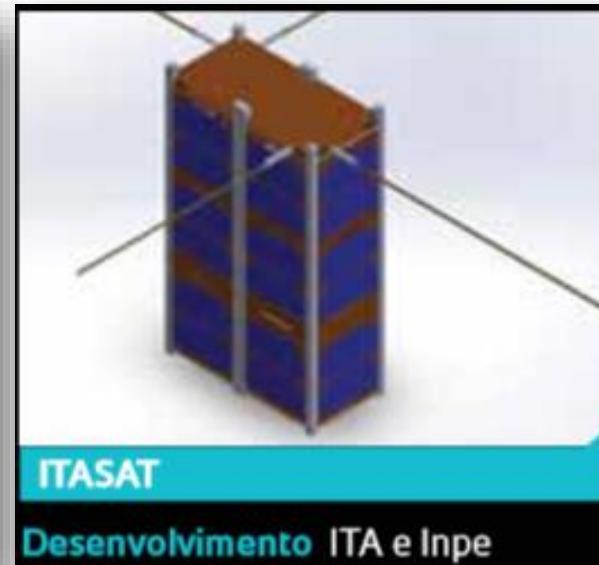


TubeSat with Sample Ejection Cylinder

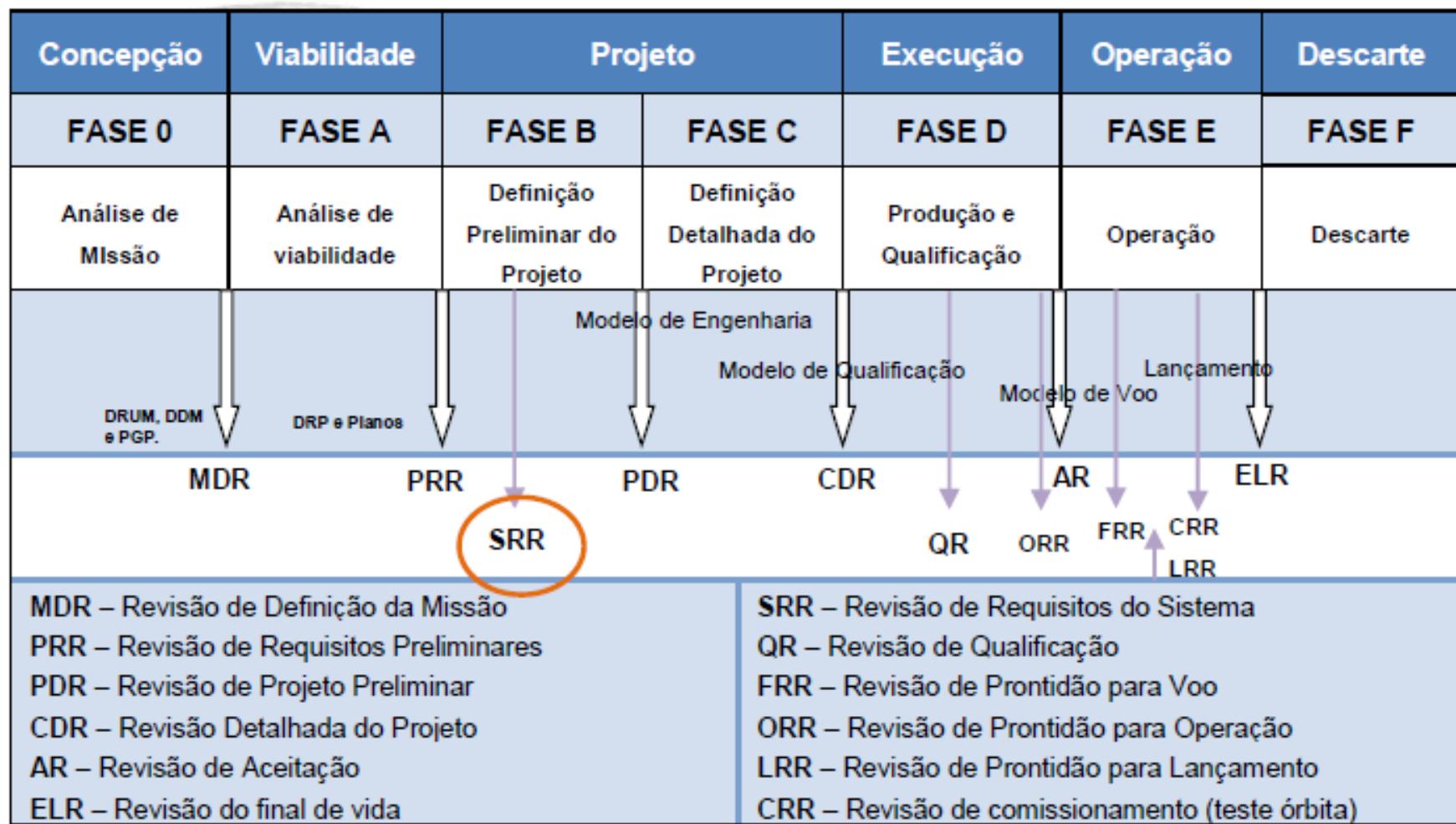
CubeSats



# ALGUNS DOS PEQUENOS SATELITES BRASILEIROS



# FAZER UM CUBESAT EXIGE UM GRANDE PLANEJAMENTO ...



# ... E DIFERENTES DISCIPLINAS...



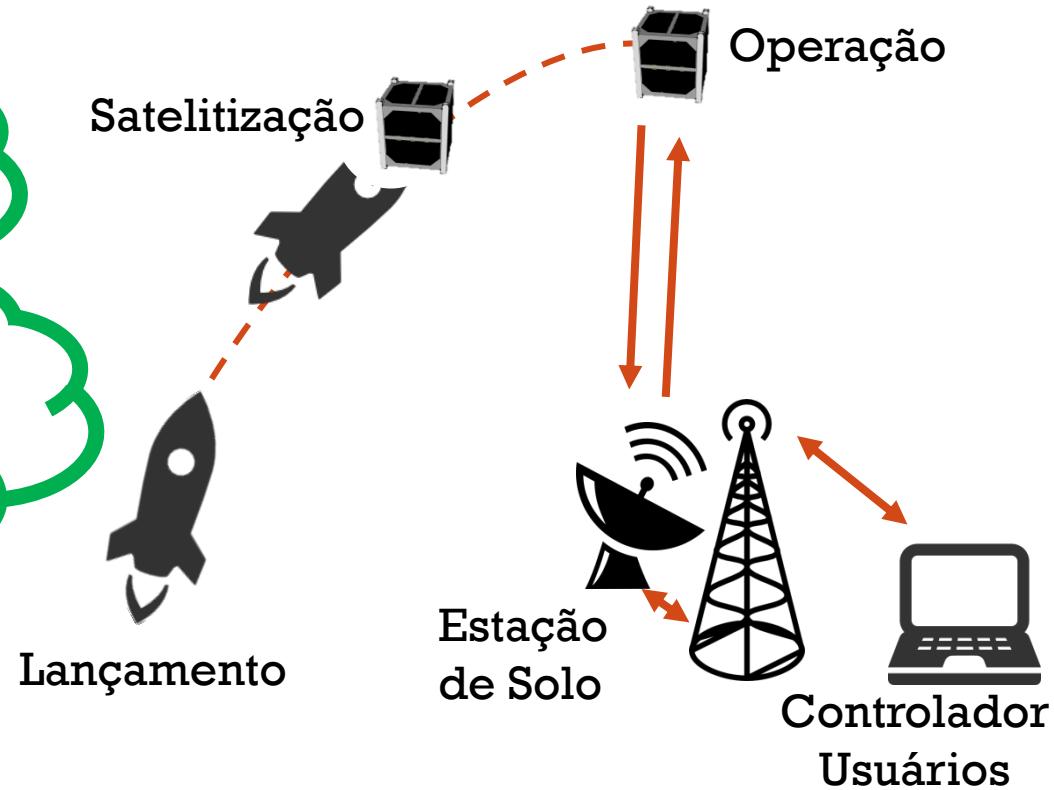


# CICLO DE VIDA

mockup de um cubesat  
!!! É bem simples !!!

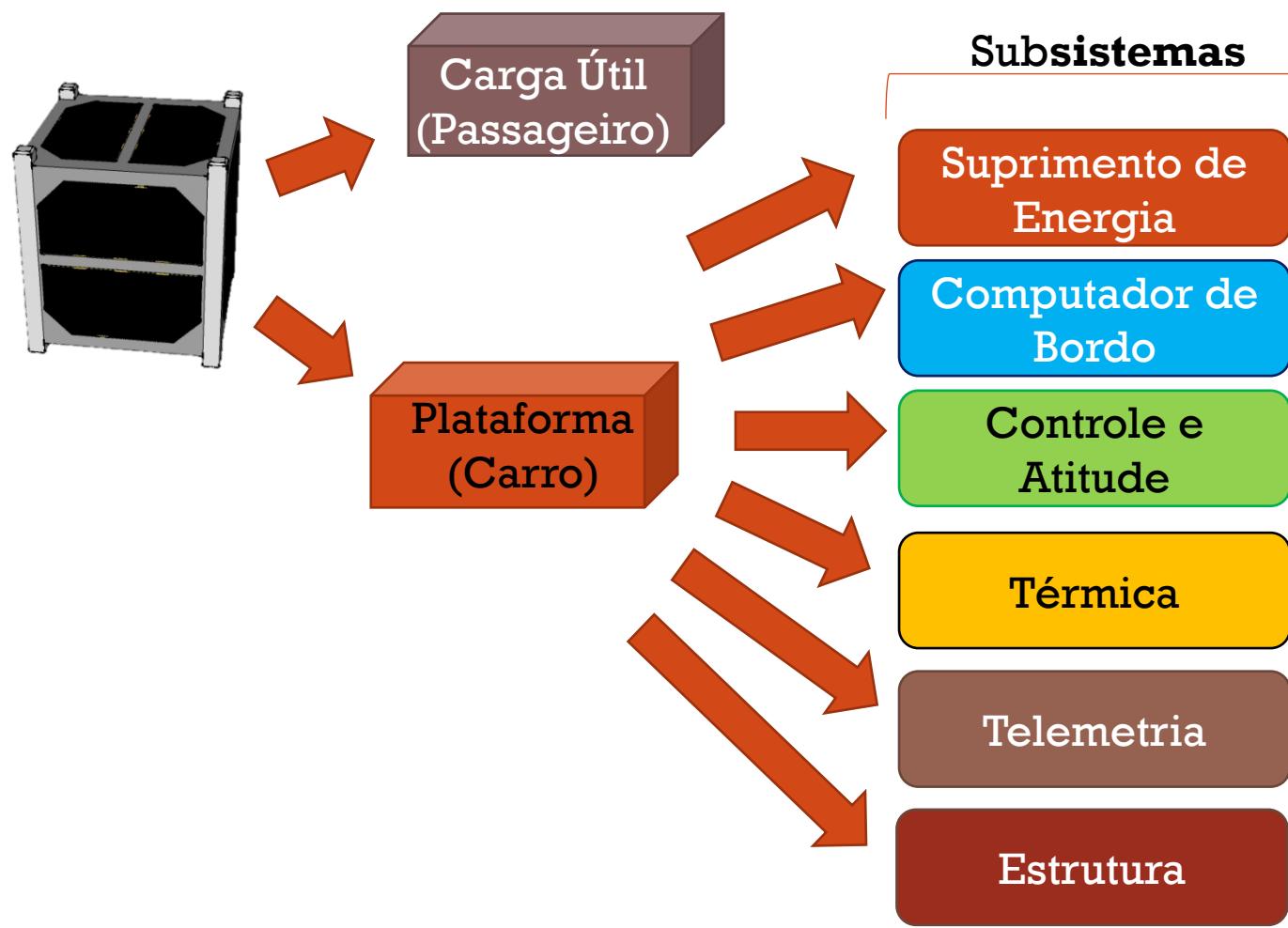
# FASE 0/A – ANÁLISE DE MISSÃO E VIABILIDADE

Objetivos?  
Qual sua  
missão?

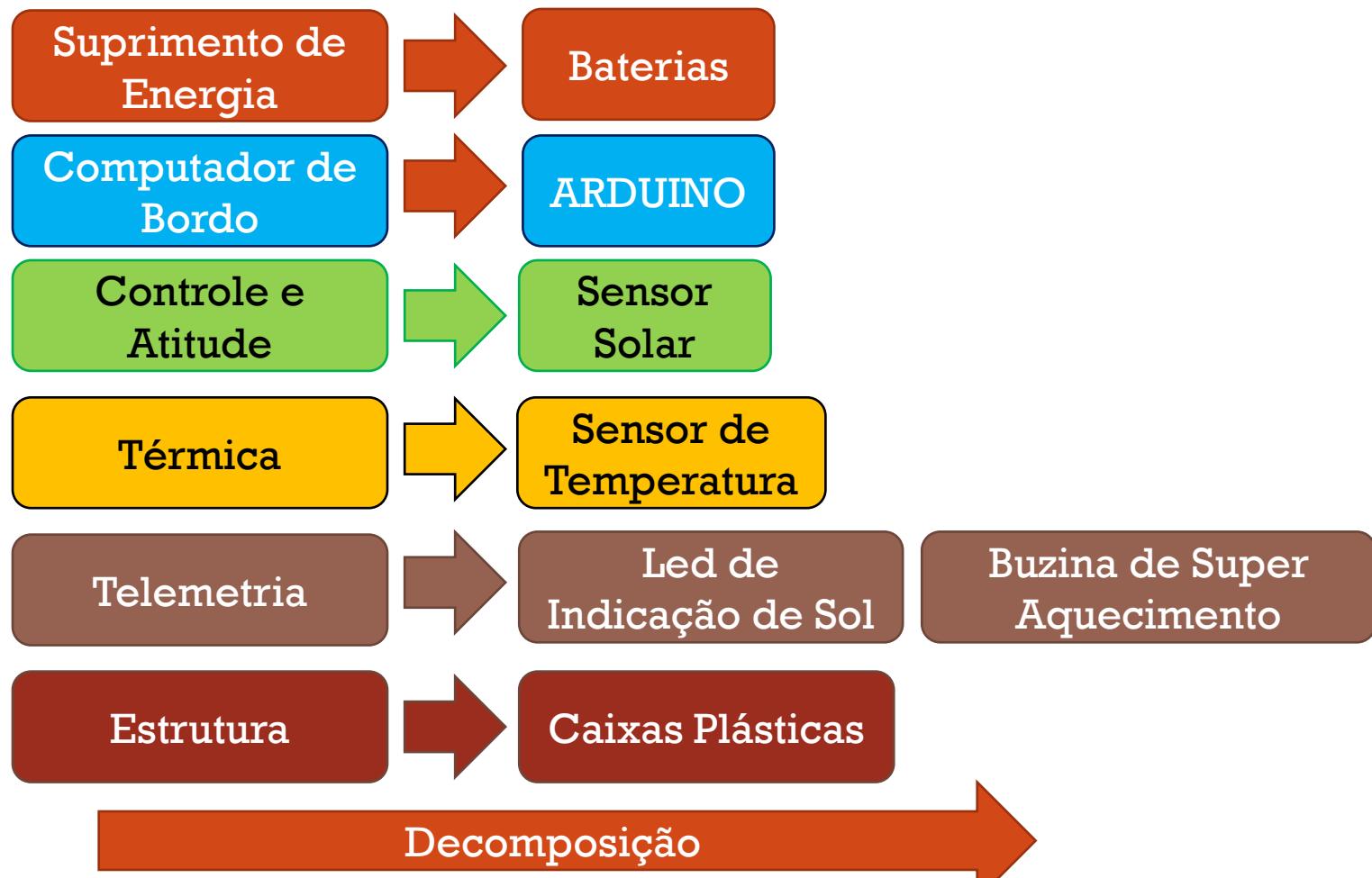


Dê um nome para sua **missão** e  
para o seu **satélite**

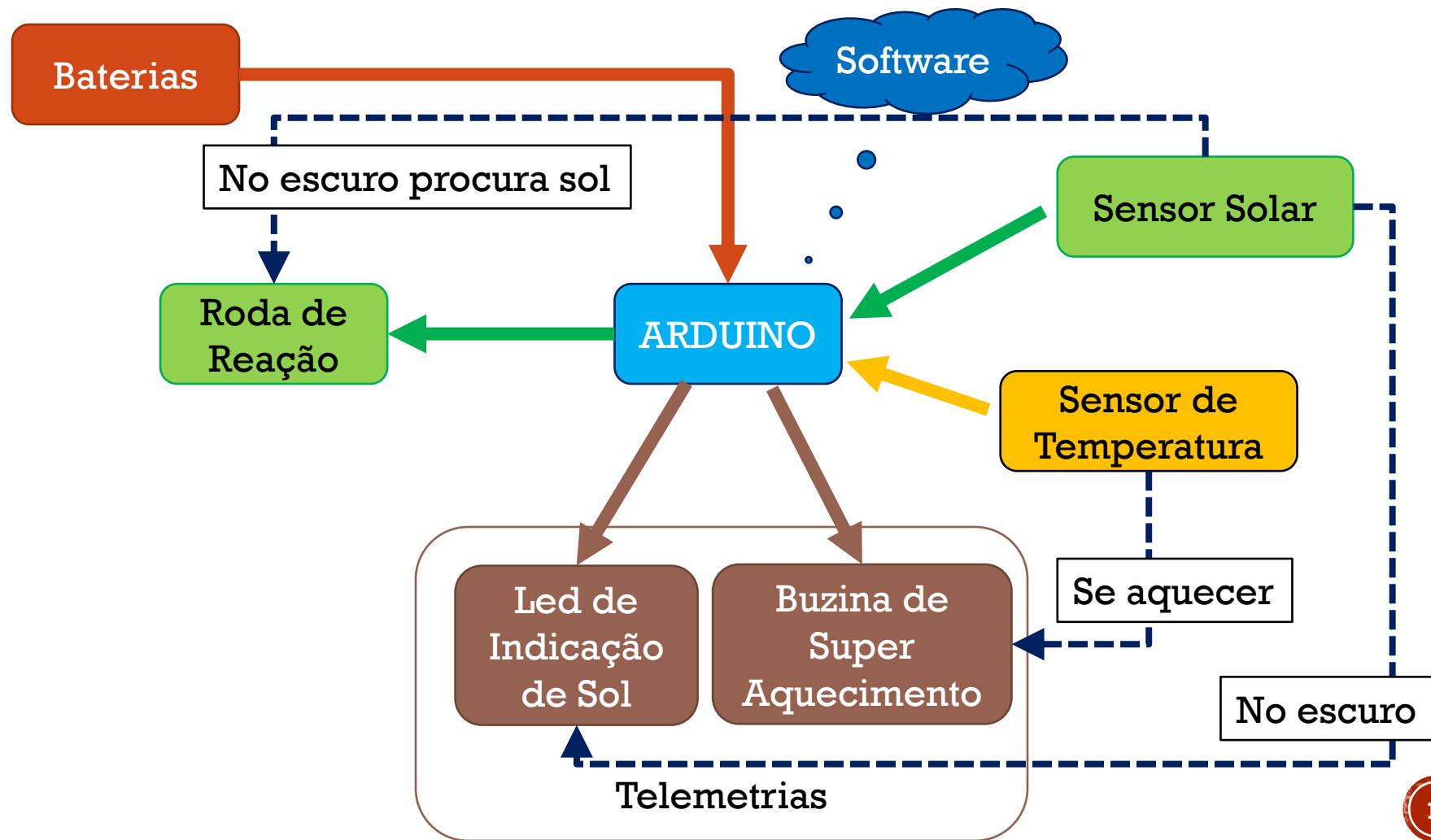
# FASE B - DEFINIÇÃO PRELIMINAR DO PROJETO



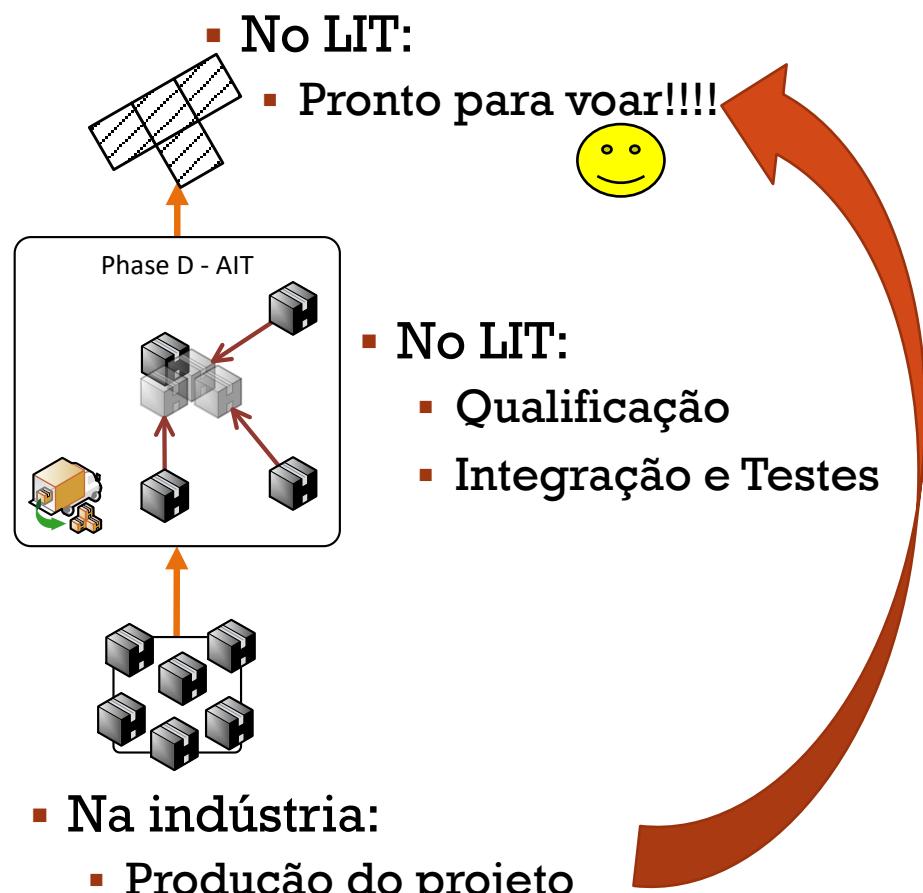
# FASE C – DEFINIÇÃO DETALHADA DO PROJETO



# FASE C – DEFINIÇÃO DETALHADA DO PROJETO



# FASE D – PRODUÇÃO, QUALIFICAÇÃO, INTEGRAÇÃO E TESTES



# FASE D – ETAPAS DE MONTAGEM E INTEGRAÇÃO



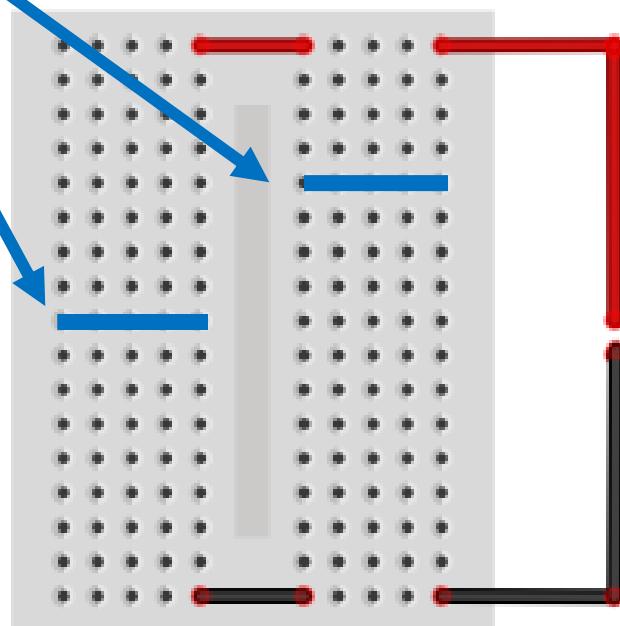
# 1. CONFERIR COMPONENTES

#PN	Nome	QTD	Verificado?
1	Estrutura	2	
2	Protoboard	1	
3	Arduino	1	
4	LED	1	
5	Sensor Solar	1	
6			
7	Sensor Temperatura (NTC)	1	
8	Resistor 10k	1	
9	Pilhas	4	
10	Porta Pilhas	1	
11	Conektor Fonte	1	
12	Fios M-M	6	
13	Fios M-F	4	
14	Lupa	1	
15	Buzina	1	

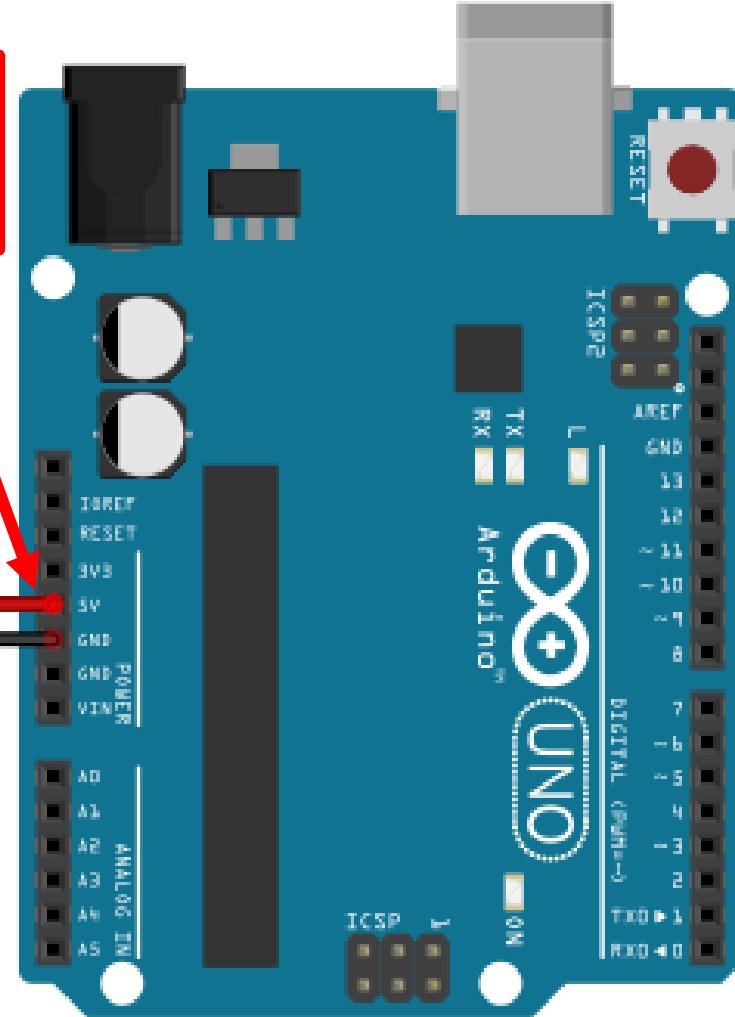
## 2. MONTAR BARRAMENTO DE ENERGIA

Como funciona:  
• Por dentro é interligado

Pinos:  
• 5V (VCC)  
• GND

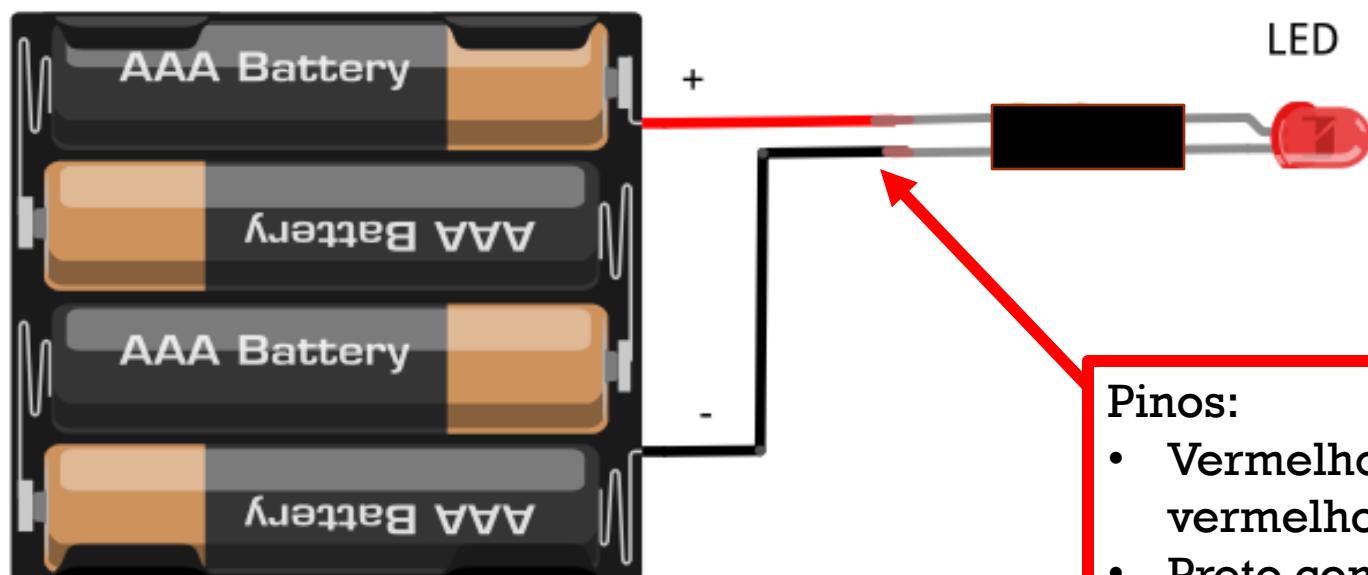


Usar dois fios M-M



# 3. TESTE DA BATERIA

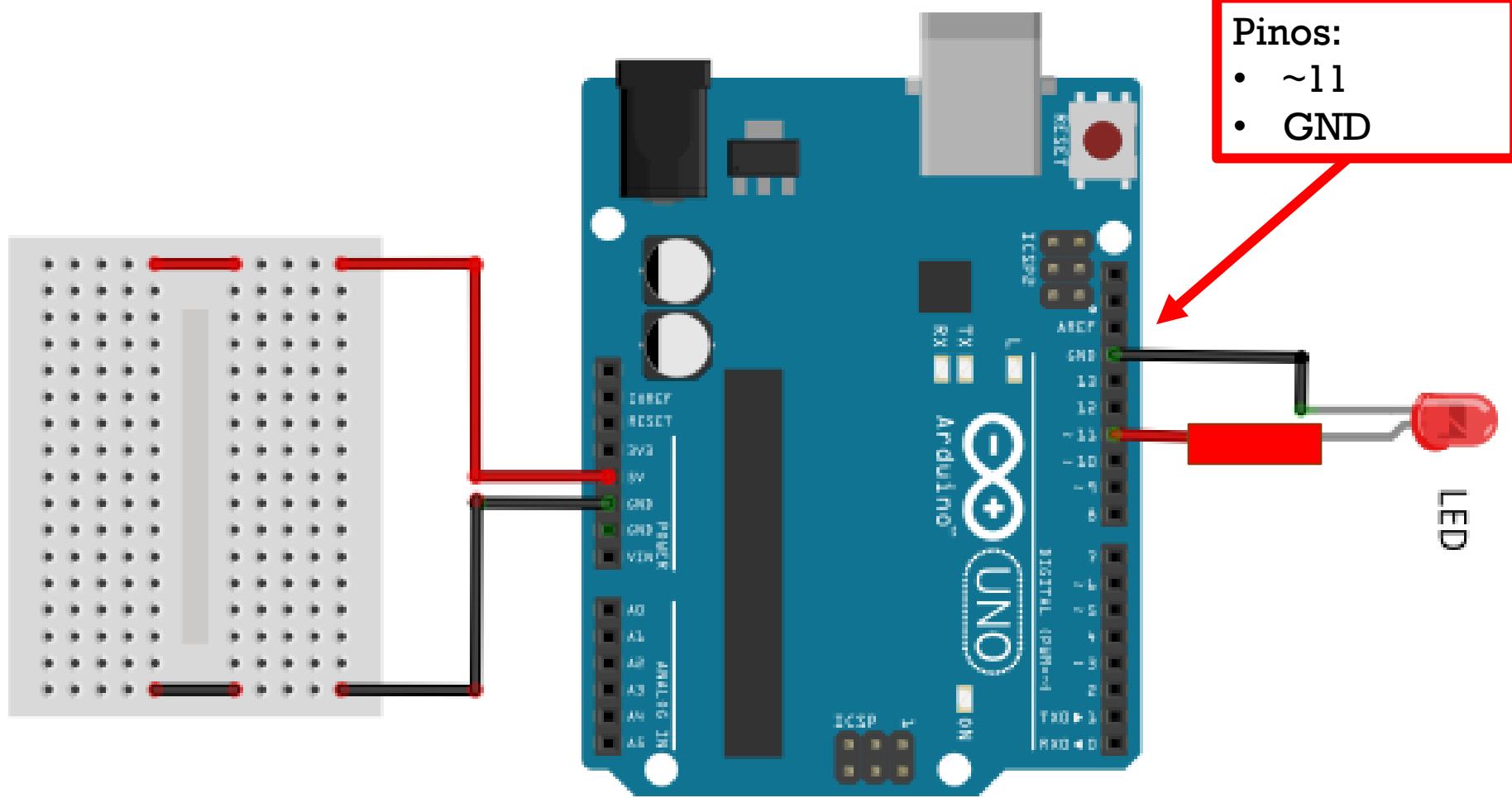
BATERIA



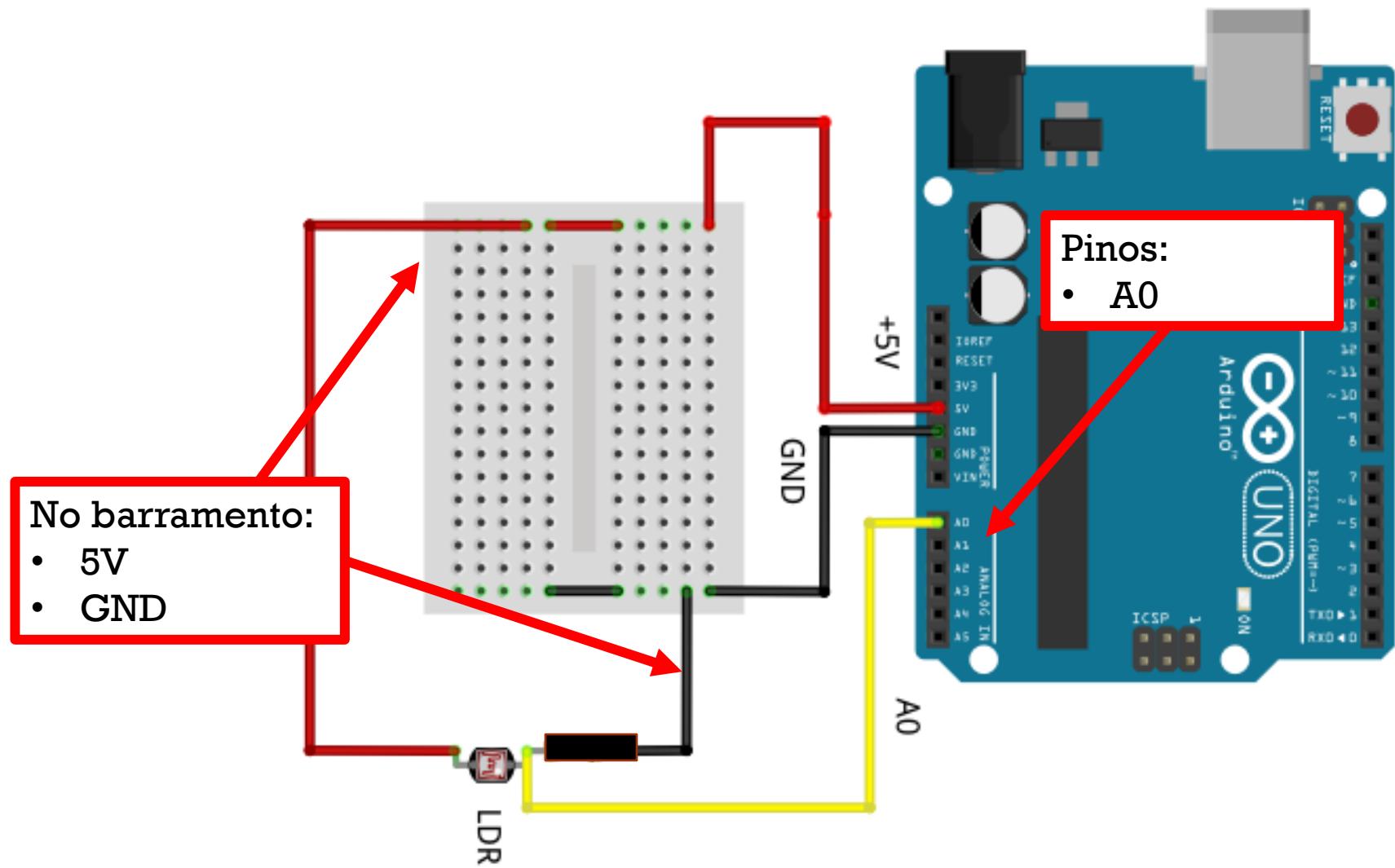
Pinos:

- Vermelho com vermelho (6V)
- Preto com Preto (GND)

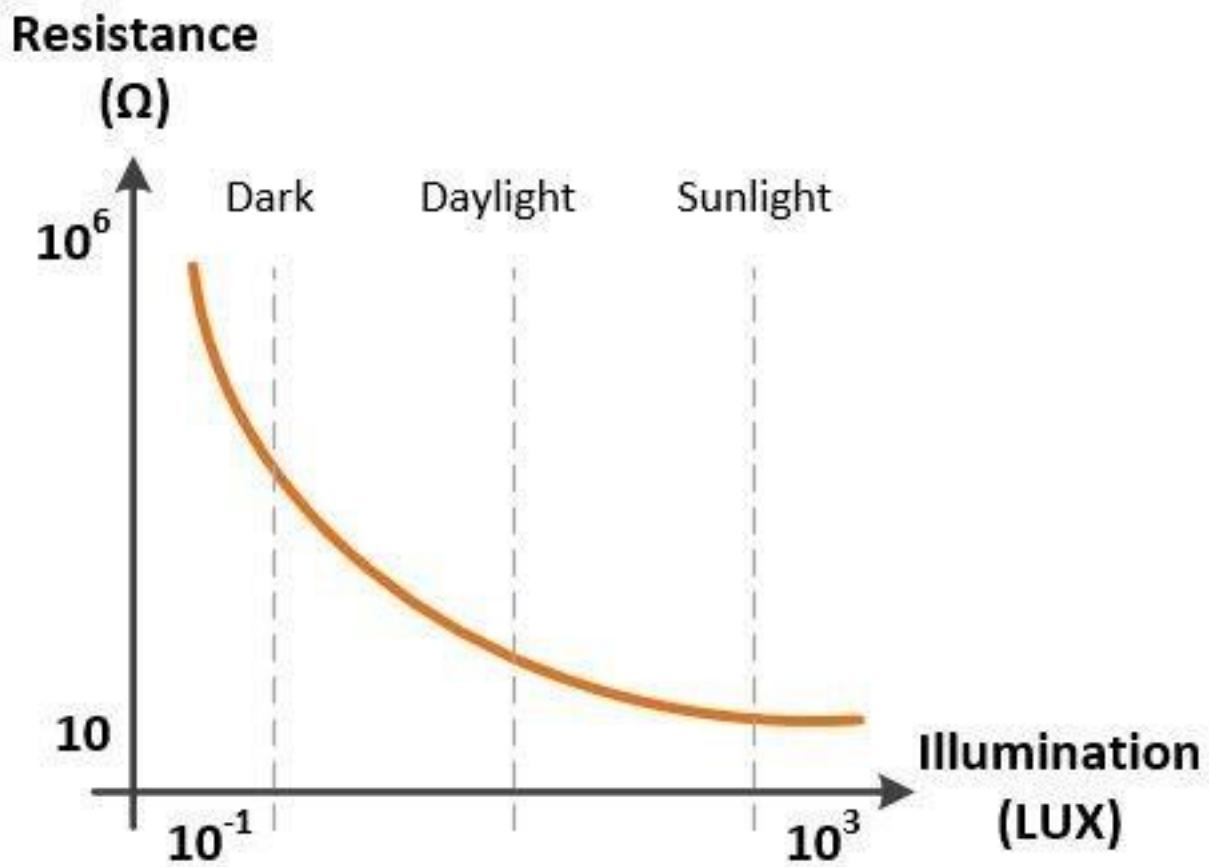
# 4. MONTAR LED INDICADOR DE SOL



# 5. MONTAGEM DO SENSOR DE SOL



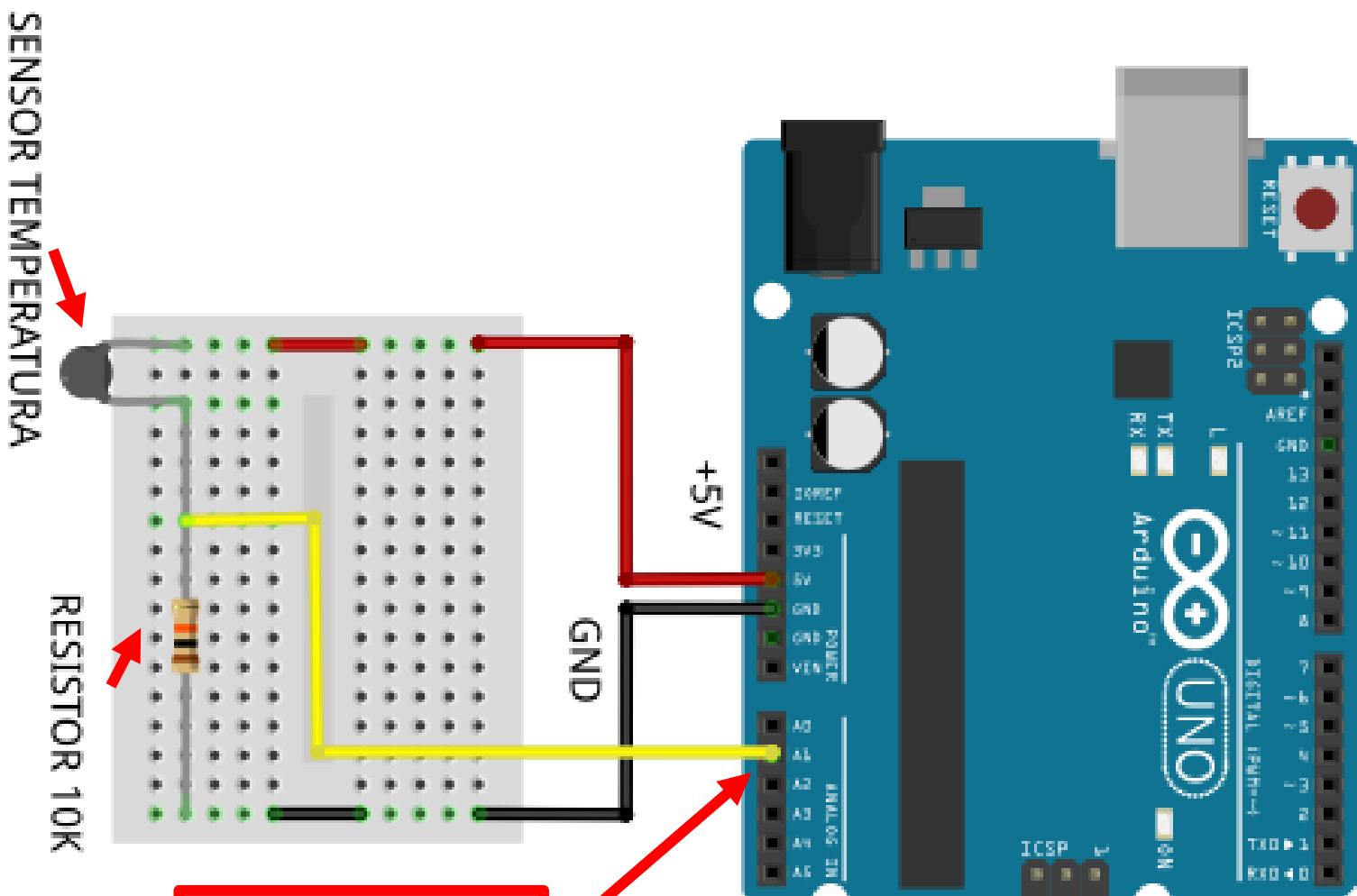
# SENSOR DE SOL - LDR



# 6. TESTE DO SENSOR DE SOL

1. **ligue a bateria**
2. **cubra o sensor,**
  1. e verifique se o led apaga
3. **desligue a bateria**

# 7. MONTAGEM DO SENSOR DE TEMPERATURA

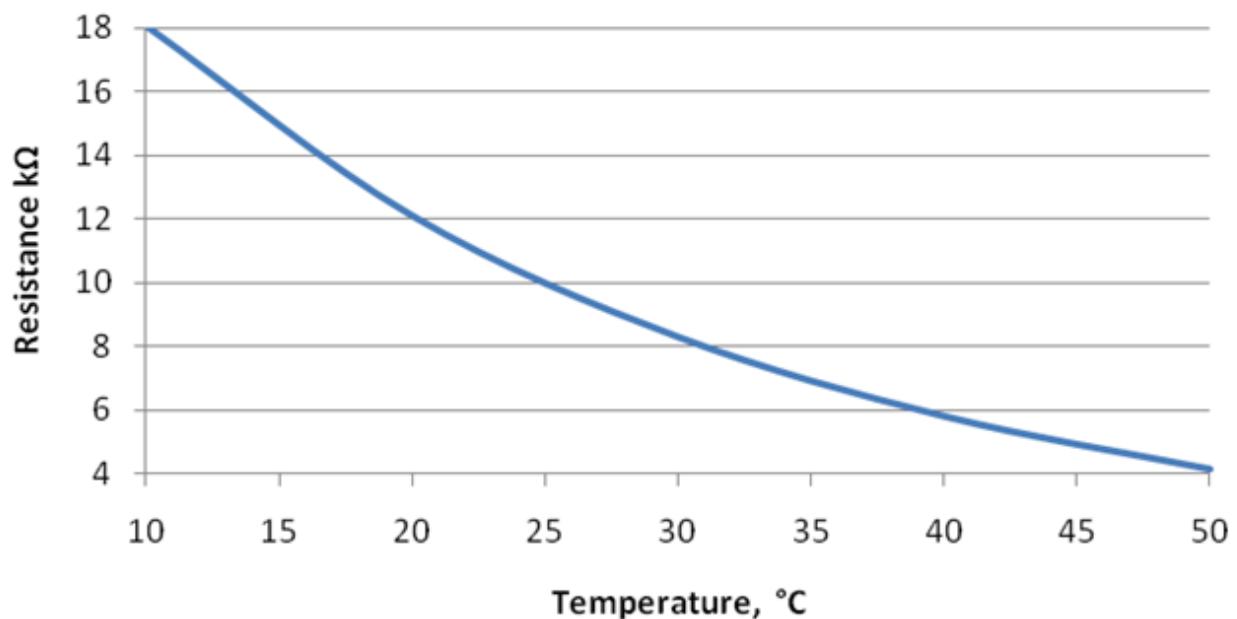


Pino:  
• A1

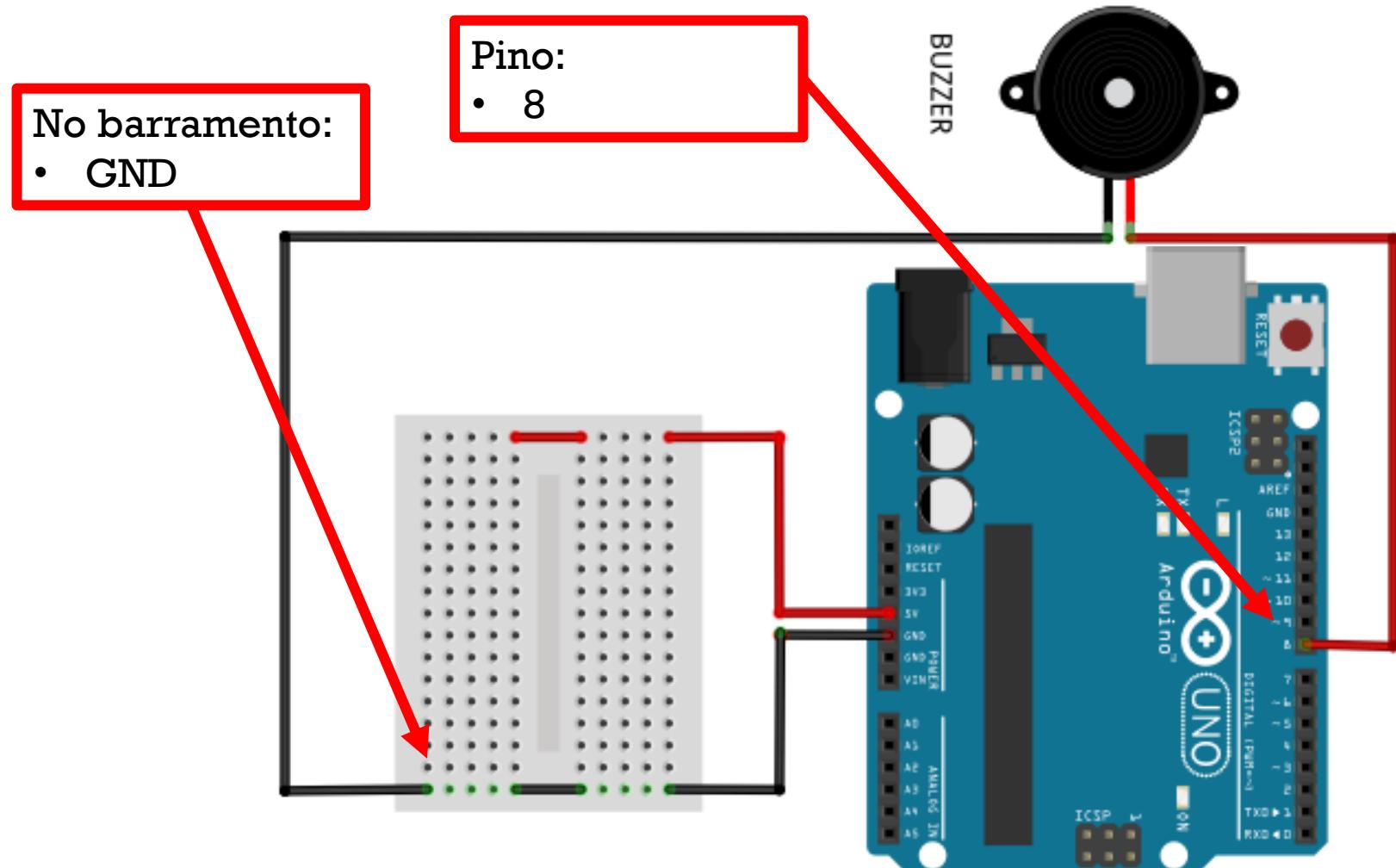
- Sensor de Temperatura
- Resistor

# SENSOR DE TEMPERATURA

Typical NTC Thermistor (10k $\Omega$  @ 25°C)



# 8. MONTAGEM DA BUZINA DE TEMPERATURA



# 9. TESTE DO SENSOR DE TEMPERATURA

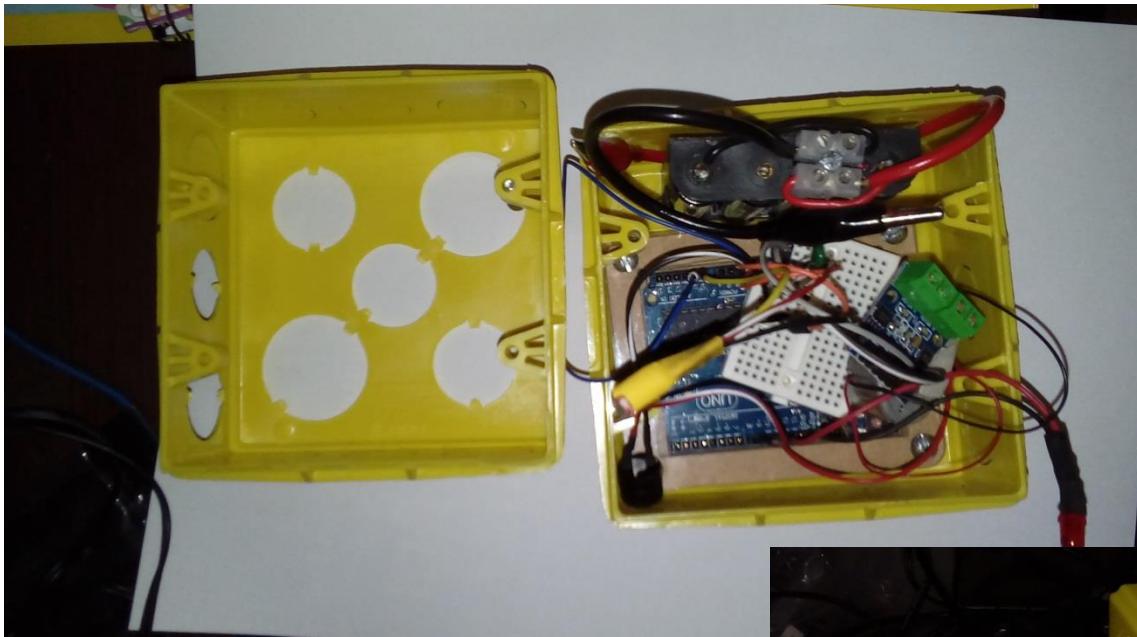
- 1. monte o Buzzer**
  
- 2. ligue a bateria**
  
- 3. toque no sensor de**
  - 1. temperatura, e**
  - 2. verifique se o buzzer apita**
  
- 4. desligue a bateria**

# 10. TESTE DO SATÉLITE INTEGRADO

- Ainda está tudo funcionando???



# 11. INTEGRAÇÃO À ESTRUTURA



- AIT – Coloque os equipamentos na estrutura



# 12. TESTE DE VIBRAÇÃO

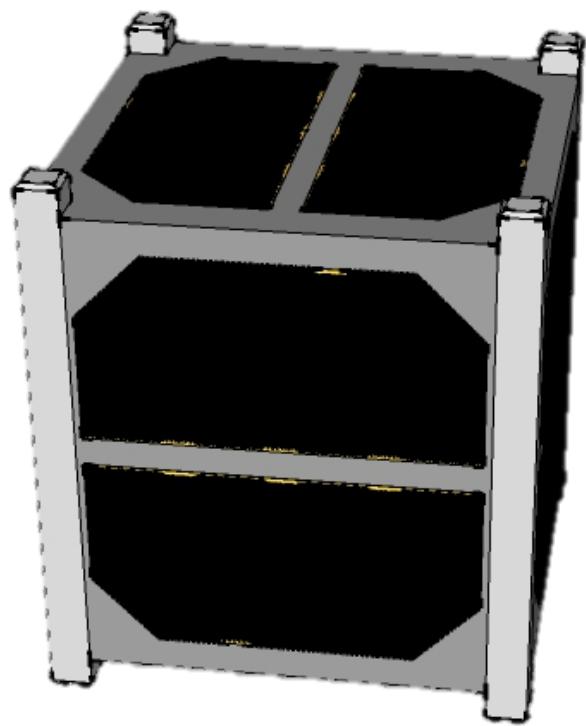
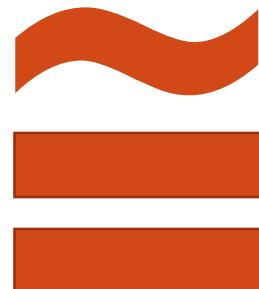


- Sacudir de leve!!!



# 13. TESTE DO MODELO DE VOO

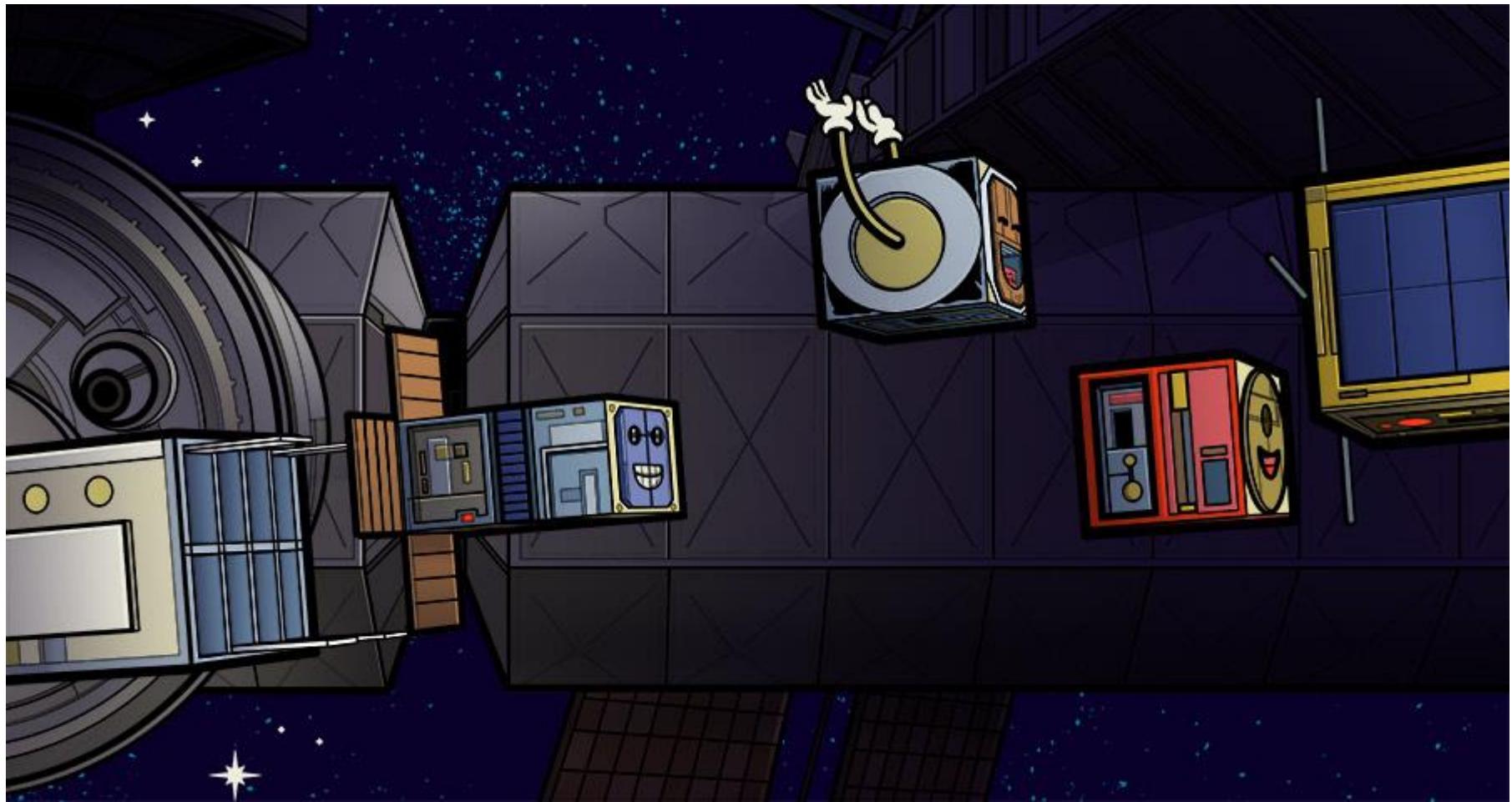
- Ainda está tudo funcionando???



# FASE E - LANÇAMENTO



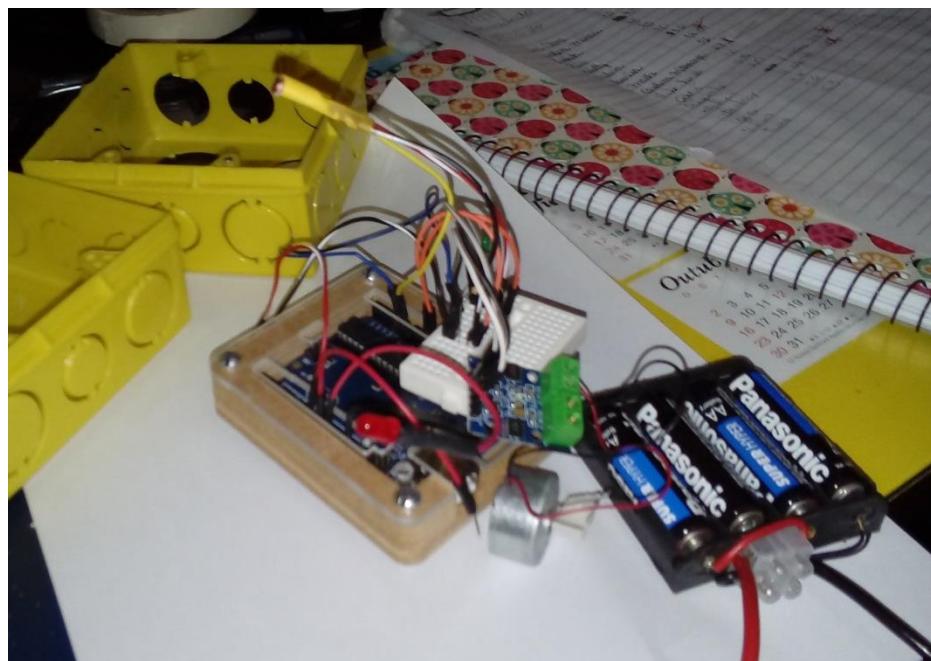
# “DEPLOYING”



# FASE E - OPERAÇÃO



# FASE F – DESCARTE



Vamos desmontar o Cubesat

1. Pilhas nos saquinhos
2. Componentes dentro da caixa de plástico
3. 1º lado da estrutura fica com o Arduino e pilhas
4. 2º lado fica com a caixa de plástico e porta pilhas
5. Acomodar a lupa
6. Fechar tudo

36

# O QUE NÓS VIMOS HOJE?



- Introdução à Engenharia Espacial.
- Possibilidades (“baixo custo”) → aprendizado / testes de tecnologia.
- Super Rápido Ciclo de Vida:
  - 0 → F
  - Montagem laboratorial eletrônica / lúdica
- Sensibilizar quanto a Engenharia Espacial
- E quem sabe nos encontramos:
  - iniciação científica,
  - mestrado,
  - e/ou doutorado.



**Os CubeSats podem nos ensinar três lições sobre economia moderna.**

- A primeira é por que os módulos baratos e padronizados são tão importantes.
- Falhar com pequenos satélites é mais barato do que ter sucesso com os grandes. Se não funcionar, tente novamente.
- A terceira, não despreze o setor público de modo tão rápido. É fácil definir a exploração do espaço privado em contraste com a Nasa e outras agências espaciais nacionais.



Os CubeSats podem em breve nos ensinar algo inteiramente novo sobre o funcionamento da economia.

O grande economista Alfred Marshall morreu em 1924. Ele chamou a economia de estudo da humanidade "no negócio comum da vida".

Os CubeSats nos permitem observar os negócios comuns da vida à medida que se desdobram, em todo o mundo, dia a dia e com algum detalhe.

Os analistas econômicos não demoraram a perceber essa possibilidade.

Não é preciso muita imaginação para ver como as imagens diárias das colheitas lhe dariam uma vantagem.

Com a análise correta e as fotografias corretas, você também poderá localizar caminhões na estrada ou contar tanques de armazenamento de óleo.



KEEP  
CALM  
AND

FLY CUBESAT



[walter.abrahao@inpe.br](mailto:walter.abrahao@inpe.br)

[lazaro.camargo@inpe.br](mailto:lazaro.camargo@inpe.br)

Divisão de Pequenos Satélites – DIPST/INPE



Muito obrigado!!!





**<http://www.inpe.br/cubedesign>**



# 2 CUBE DESIGN

# CATEGORIA: CUBESAT

As equipes deverão realizar uma missão de imageamento.



- A equipe deve ser composta por 3~5 integrantes mais um professor responsável.
- Não é necessário ser um CubeSat, apenas conter no envelope de 1U-2U sistemas análogos que executem as missões, respeitando os requisitos dimensionais do CubeSat Design Specification rev13 (CDSv13).
- Obs.: Os testes realizados durante a competição são apenas representativos e não garantem os níveis suficientes para uma qualificação de lançamento.
- As atividades deste regulamento estão organizadas por ordem de complexidade, não necessariamente cronológica.
- Inscrições, programação e outras informações estão no site: <http://www.inpe.br/cubedesign>

## Testes Ambientais

- **Ciclagem térmica:** -10°C até +50°C, 2 ciclos, aprox. 1,5°C/min, tempo de patamar 30 min em pressão ambiente (aprox. 5h de ensaio). O CubeSat deve permanecer ligado (somente pelas baterias), coletando a cada minuto as medidas da variação térmica externa ao CubeSat e a tensão/temperatura da bateria (interna ao CubeSat). Obs.: A bateria deve ser mantida sempre em uma temperatura positiva (realizar controle térmico ativo).
- **Vibração (dentro envelope de teste - Test-POD):** ensaio randômico segundo requisitos do Falcon 9 (Space X) - 14.1Grms e 2min/eixo.

\* Os testes ambientais ocorrerão após a execução da Missão

\* Os testes ambientais não são obrigatórios mas a sobrevivência implica num multiplicador de 1.4 nos resultados das missões.

\* Para realizar os testes ambientais é obrigatório ser aprovado numa inspeção de "Fit-Check" (onde serão conferidas as dimensões do envelope mecânico especificado no CDSv13) e de partes soltas (que possam causar acidentes no teste de vibração).

## Inspeções Pós Teste Ambientais

- Enviar (qualquer) telemetria para demonstrar que o CubeSat continua funcionando após os testes ambientais.

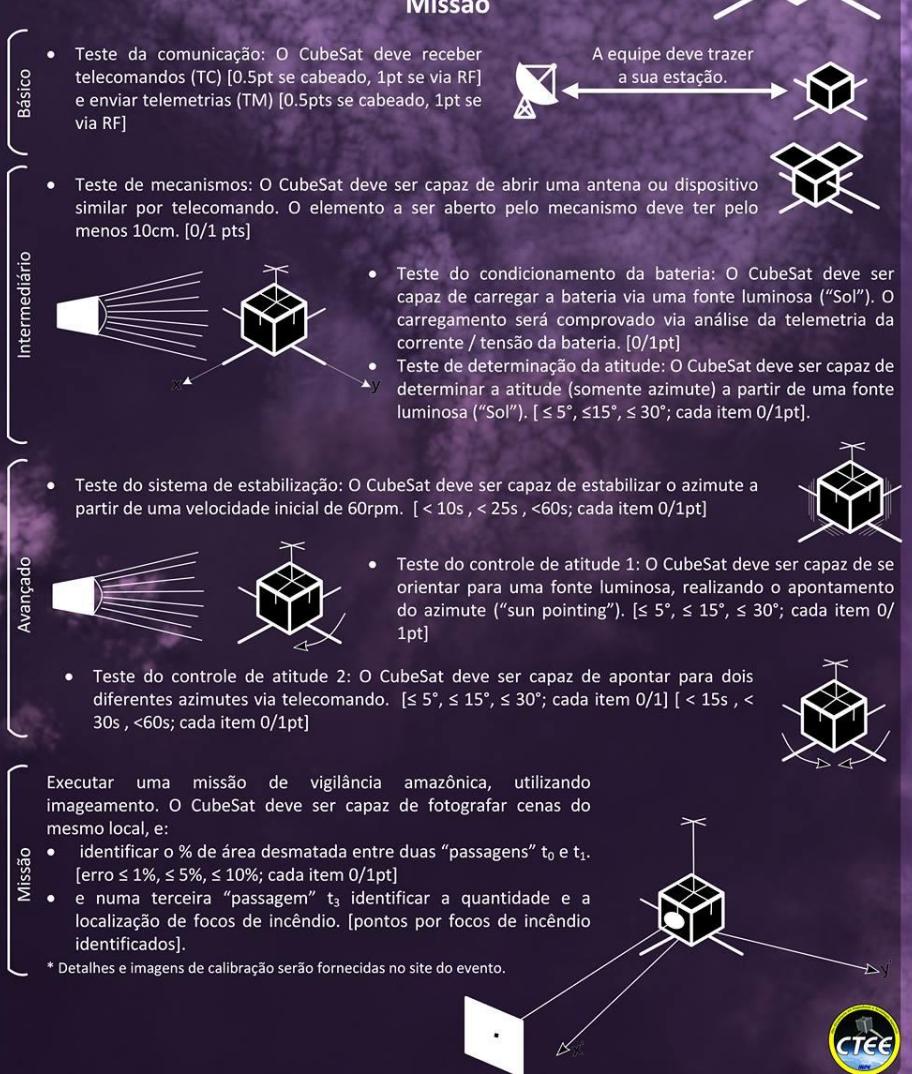


## Apresentação

- Todas as equipes deverão realizar uma apresentação contendo: projeto do CubeSat, telemetrias e resultados de cada etapa (básico/intermediário/avançado/missão), telemetria dos testes ambientais e do resultado das inspeções.
- As apresentações serão avaliadas por um conjunto de especialistas da área espacial.

## Avaliações

- Somatório das pontuações do: relatório, apresentações, missões (somatória dos pontos), fit-check e testes ambientais.



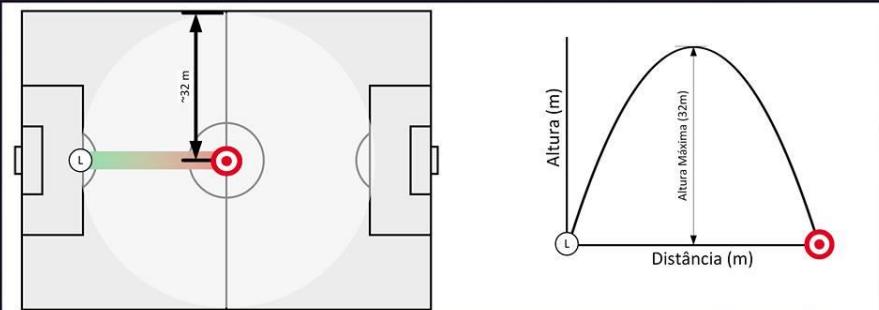


# 2<sup>o</sup> CUBE DESIGN

- A equipe deve ser composta por 3~5 integrantes mais um professor responsável.
- As atividades deste regulamento estão organizadas por ordem de complexidade, não necessariamente cronológica.
- Inscrições, programação e outras informações estão no site: <http://www.inpe.br/cubedesign>

## Objetivos

- Esta missão simula o lançamento, reentrada e pouso de um módulo espacial carregando experimentos.



## Inspeções

- Serão verificados os seguintes elementos: "fit check" das dimensões (figura abaixo), gravação e envio de telemetria, recebimento de telecomandos e massa ( $400\text{g} \pm 100\text{g}$  – sem carga útil).
- No início do evento cada equipe receberá a **carga útil** ( $25\text{x}35\text{x}55\text{mm}$ ) que armazenará a leitura do **nível do impacto** e **altura** e deverá ser posicionada segundo a figura abaixo.

## Apresentação

- Todas as equipes deverão realizar uma apresentação contendo: As medias de altitude e o registro da realização da missão em solo
- As apresentações serão avaliadas por um conjunto de especialistas na área espacial



# CATEGORIA: CANSAT

As equipes deverão garantir a sobrevivência do pouso de uma sonda.

## Missão

A equipe deve obrigatoriamente recuperar os dados de altitude do lançamento. [Via gravação ou Rádio]



- O CanSat deve estar numa condição "fechado" durante o lançamento.
- O Lançamento será feito por um tubo de ejeção com a mesma dimensão de um Pod de CanSat
- A equipe pode decidir por acionar o sistema de pouso: (i) por telecomando, (ii) autônomo (eletrônico) ou (iii) pré-acionado.
- Os dados coletados deverão ser usados para demonstrar os eventos e a variação de altitude.

Em solo, e apenas em solo, deve começar a realizar qualquer missão (ex. tocar um código Morse num buzzer).



## Avaliações

Quanto maior a pontuação, melhor a colocação.

- Fit-Check é eliminatório.**
- Proteção da carga útil (intensidade do choque no chão): Leve (700pts), Moderado (500pts), Forte (300pts) e Catastrófico (eliminado)
- Missão: Recuperação da informação da variação de altitude. (200pts)
- Missão: Execução de uma missão de solo, no solo. (200pts)
- Missão: Execução do acionamento do sistema de pouso: Autônomo (200pts); Telecomando (100pts); Pré-acionado (20pts)
- Massa: Massa total em g (500pts - massa)
- Projeto: Detalhamento e coerência com a execução (até 150pts)

A proteção da carga útil bem como o fit-check no Test-POD são eliminatórios, as demais categorias são classificatórias.





# 2 CUBE DESIGN

# CATEGORIA: MOCKUPS

As equipes deverão garantir a sobrevivência de uma carga útil.

## Desenvolvimento

- Categoria exclusiva para estudantes de 11 a 14 anos. Devem ser organizados grupos de 3~5 alunos (as). Cada grupo deve conter um responsável (responsável legal/professor (a)) que acompanhará o grupo nas atividades.
  - Inscrições, programação e outras informações estão no site: <http://www.inpe.br/cubedesign>

## Objetivo da missão

- Esta missão simula a reentrada na atmosfera Terrestre de um módulo espacial carregando experimentos. O objetivo é construir uma estrutura para proteger uma carga útil de uma queda de 6 metros.
  - No início do evento cada equipe receberá uma **carga útil** retangular de (25x35x55mm) que armazenará a leitura do **nível do impacto**.

## Projeto e Aquisição

- Os alunos terão 1 hora para planejar o seu projeto e receberão 100 SpaceCoins para que durante este período, o líder realize as compras dos materiais necessários. Compras durante a montagem também serão permitidas, porém serão penalizadas.
  - Materiais permitidos, e disponíveis: Folha Sulfite A4, Folha de Cartolina, Papelão, Folha de Papel celofane, Isopor, Barbante, Clips, Sacolas plásticas, Saco de lixo, Palito de dente, Palito de picolé, Palitos de churrasco, Bandeja de isopor, Fio flexível, Arame, Papel alumínio, Cola branca, cola instantânea.
  - Compras após o tempo de projeto receberão reajuste de 2x. Materiais melhores custam mais caro. Não será permitida troca de materiais e ferramentas entre as equipes. Ferramentas que os grupos podem trazer: Canetas / Lápis / Réguas / Tesoura / Alicate
  - Assim como em satélites, massa, volume e custo são críticos, quanto menores maior a pontuação.

## **Montagem e Integração**

- Os alunos terão três horas para montar, sozinhos, sem nenhum recurso digital/impresso. A estrutura deve proteger a carga útil durante a reentrada e toque no solo.
  - Durante a construção, fatores como a **organização, integração** e **cooperação** da equipe também serão avaliados. A desorganização desestabiliza uma missão levando a erros.
  - A equipe será desclassificada se for identificado qualquer auxílio de alguém externo à equipe.



Missão

Os avaliadores irão comparecer às mesas e:

- registrar o projeto com fotos
  - perguntar sobre as funcionalidades
  - perguntar como será o procedimento

Por fim os mockups serão armazenados nas caixas. É importante saber explicar e prever o seu comportamento durante a missão.

#### **Campanha de Lançamento**

- Cada bateria de reentrada irá permitir um teste por equipe, com uma queda livre de ~6 m. Serão permitidos até três reentradas por equipe.
  - Não será considerada a exatidão de cair e acertar um alvo.
  - O lançamento será realizado a partir do POD de lançamento (simulado em uma caixa). O fundo do POD se abre e libera o mockup em queda. A parte superior do POD não será fechada. As suas dimensões são de 30x30 cm de base e laterais com 30 cm de altura. O acionamento será manual.

## Avaliações

- Quanto menor a pontuação, melhor a colocação .
  - O resultado será a soma dos itens listados abaixo, e por fim aplicado o fator de multiplicação conforme o resultado da proteção após a queda.
  - Custo: Valor em SpaceCoin utilizado.
  - Massa: Valor em gramas do mockup sem carga.
  - Volume: Dimensões máximas XYZ somadas.
  - Trabalho em equipe: 0 – Organizado - 100 – Desorganizado.
  - Explicação do comportamento: 0 – Coerente com os efeitos físicos da descida – 100 - Não é coerente
  - Proteção da carga útil após a queda (fator): Leve (\*1), Moderado (\*1,2), Forte (\*1,4) e Catastrófico (\*2)