

# CanSat Júnior

3ª Edição

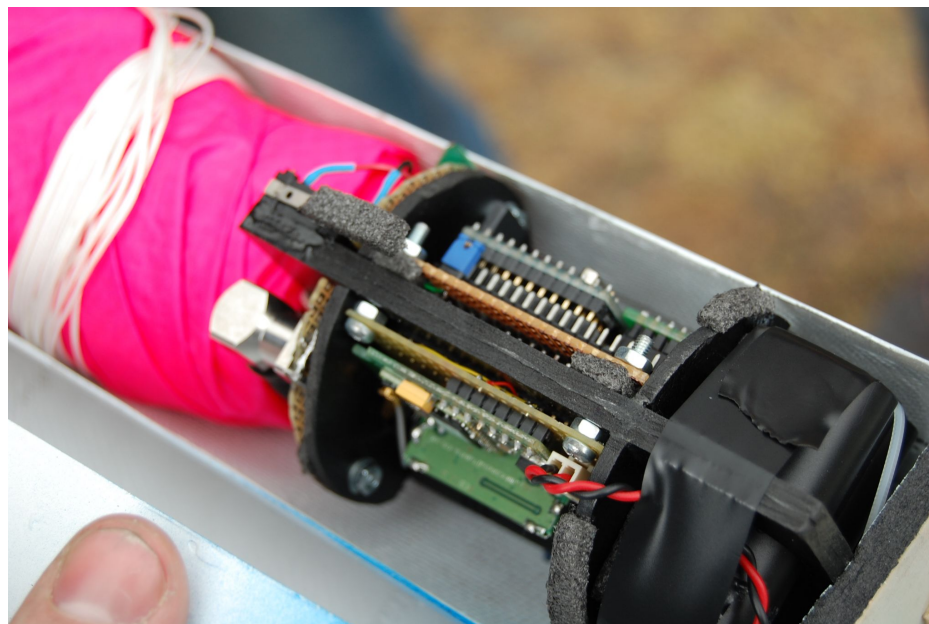
Workshop de Professores



**CANSAT JUNIOR**

# Can-quê?

- Simulação de satélite real no volume de uma lata de refrigerante
  - Lançado de até 1km de altura
  - Realiza missão científica
  - Aterra com segurança
- Desafios
  - Dimensão
  - Massa
  - Autonomia
  - Alcance de Transmissão
  - Fiabilidade
  - Resiliência
  - Recuperação

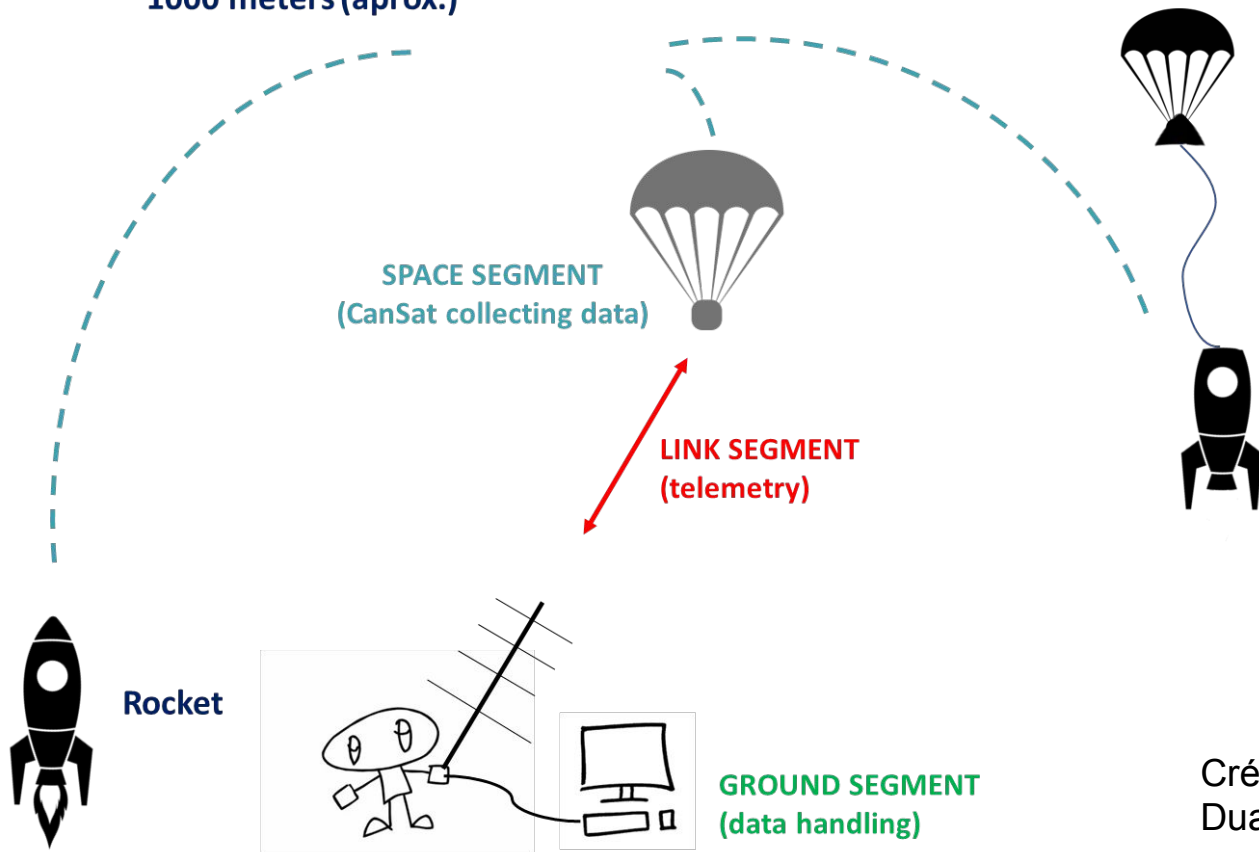


# Componentes típicas de um projeto CanSat

- **CanSat**
  - Sensores
  - Microcontrolador (Arduino)
  - Transceiver
  - Paraquedas
  - Invólucro
- **Estação Base**
  - Transceiver
  - Computador
  - Programa que guarde as transmissões do CanSat
  - Antena
- **Documentação**
  - **Checklists**
  - **Relatórios (pedidos e de testes)**
  - **Manuais**



1000 meters (aprox.)



Créditos da imagem:  
Duarte Cota

## CanSat Júnior

- Kit traz material necessário para desenvolver todo o projeto: construir antena, paraquedas e o CanSat;
- Não há “Missão Secundária” obrigatória;
- Construção simples;
- Sem necessidade de soldar;
- Programação simplificada (por blocos) com Scratch

Foco na aprendizagem e no método científico.

Desenvolvimento de competências úteis para os alunos.

# Divisão Temática

## Sistema de Recuperação

- Forças que atuam no satélite
- Atrito
- Velocidade vs aceleração
- Ilusão de subida do paraquedas

## Comunicações

- Ondas eletromagnéticas vs ondas mecânicas
- Modulação de sinal (AM/FM/...)
- Ruído e colisões de sinal
- Antenas

## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot (sensores, atuadores)
- Programação

## Sistema de Recuperação

- Forças que atuam no satélite
- Atrito
- Velocidade vs aceleração
- Ilusão de subida do paraquedas

## Comunicações

- Ondas eletromagnéticas vs ondas mecânicas
- Modulação de sinal (AM/FM/...)
- Ruído e colisões de sinal
- Antenas

## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot (sensores, atuadores)
- Programação

# Paraquedas

- Objetivo: velocidade terminal entre 8 e 11 m/s
- Tipos
  - Parapente permite controlo da descida - difícil de implementar
  - *Flat Shape* - fáceis de construir, conseguem pouco atrito
- Forma de um paraquedas *Flat Shape*
  - Mais lados = mais estabilidade
  - Incluir chaminé (*spill hole*) para estabilidade
- Testar (se possível gravar um vídeo)
- Recursos úteis:
  - <https://wiki.mchobby.be/index.php?title=ENG-CANSAT-PARACHUTE>



## Dimensionar um paraquedas

No paraquedas temos 2 forças a atuar na vertical: gravidade e atrito

Resolver  $F_D = F_G$  na velocidade terminal

Força de atrito:  $F_D = \frac{1}{2} \rho C_D A v^2$

Força da gravidade:  $F_G = m g$

$m$  - massa do satélite (kg)

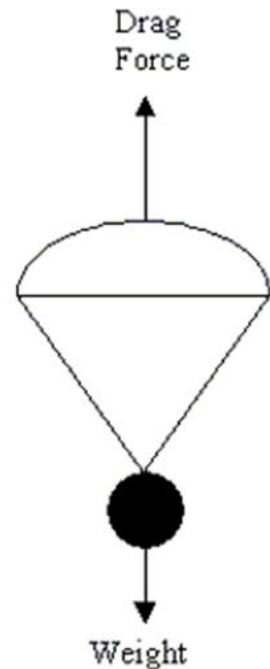
$g$  - aceleração gravítica na terra ( $m/s^2$ )

$\rho$  - densidade do ar ( $kg/m^3$ )

$C_D$  - **coeficiente de atrito - obtido experimentalmente** (0.75-0.8 para círculo)

$A$  - área do paraquedas ( $m^2$ ) - valor a obter

$v$  - velocidade terminal (m/s)



# Comportamento desejado do paraquedas

1. Assim que o CanSat é ejetado, o paraquedas deve colocar-se no sítio certo naturalmente.
  - Dobrar o paraquedas corretamente
  - Criar dispositivo de abertura se considerarem necessário
2. A queda deve ser sem o CanSat a baloiçar ou a rodar sobre si mesmo.
  - Perigo de enrolamento dos fios - usar destorcedor
  - Chaminé
3. Para paraquedas circular o diâmetro não deve passar dos 35 cm.

# Recomendações

- Dimensão dos “fios”:
  - Maior ou igual ao diâmetro do paraquedas
  
- Dimensão da chaminé
  - 0,3 vezes diâmetro do paraquedas

# Vamos lançar?



## Sistema de Recuperação

- Forças que atuam no satélite
- Atrito
- Velocidade vs aceleração
- Ilusão de subida do paraquedas

## Comunicações

- Ondas eletromagnéticas vs ondas mecânicas
- Modulação de sinal (AM/FM/...)
- Ruído e colisões de sinal
- Antenas

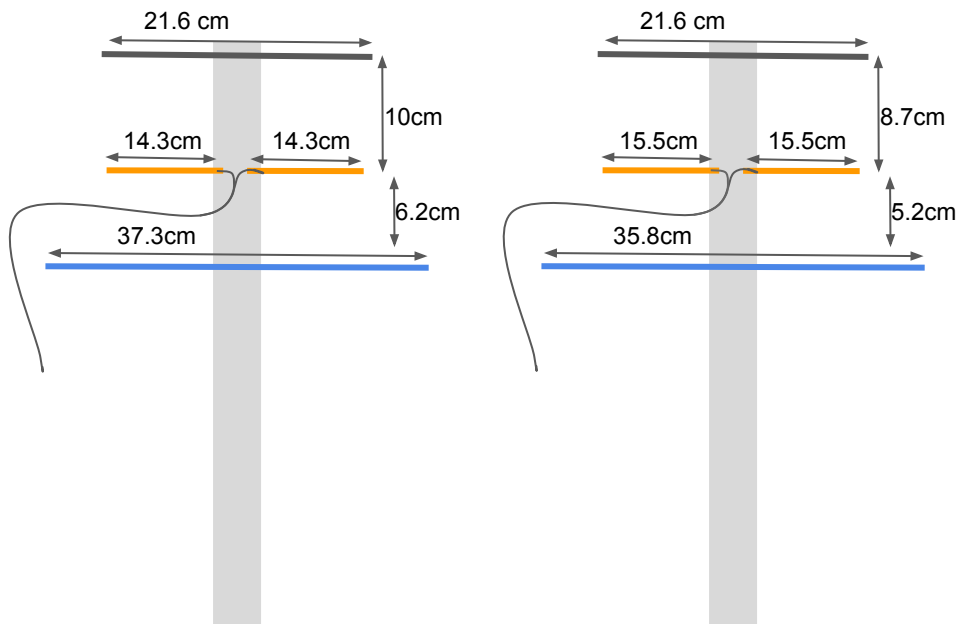
## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot (sensores, atuadores)
- Programação

# Antena

- Para o CanSat: fio monopolo de quarto de comprimento de onda ( $\lambda \approx 0.69\text{m}$ )
  - Dimensionamento e construção fáceis
  - Omnidirecional (perpendicular à antena)
  - Vem cortada e soldada no kit
- Para a estação terrestre: Yagi-Uda
  - Dimensionamento e construção complicados - partir de um modelo já existente e ajustar
  - Direcional
  - Material necessário à construção incluído no kit
- Devem conseguir um alcance de 1km (sem obstáculos)

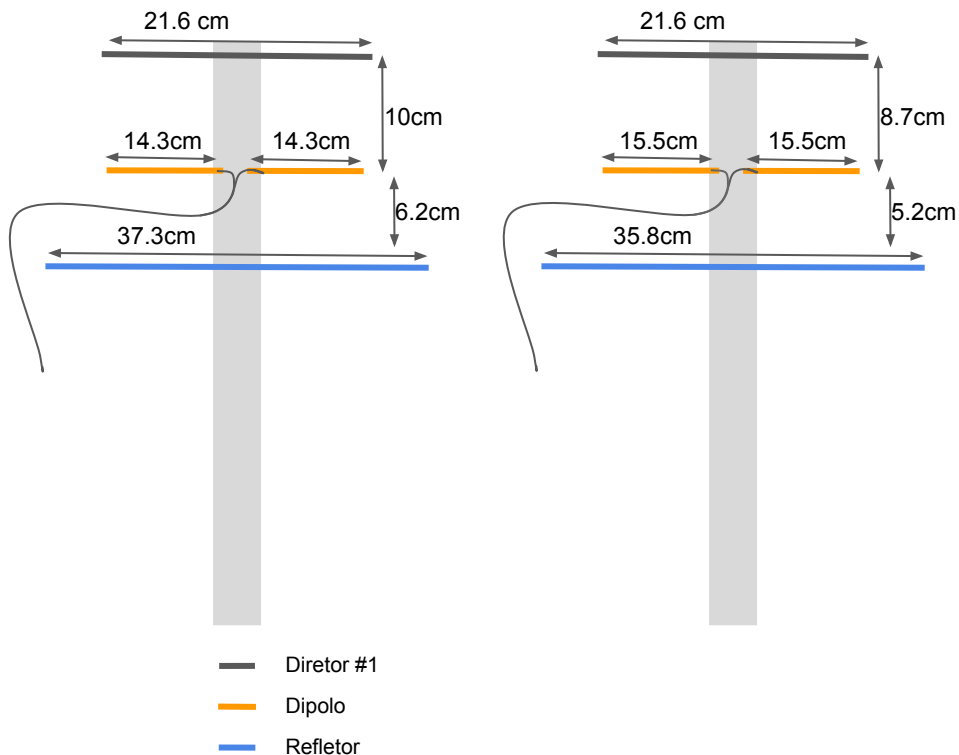
# Antena Yagi-Uda



- Diretor #1
- Dipolo
- Refletor

- A calha incluída no kit serve de *boom* (eixo)
- A fita métrica (também incluída no kit), cortada forma os elementos (refletor, dipolo e diretor/diretores) da antena, transversais ao *boom*

# Antena Yagi-Uda



- Calculadora de dimensões:

[https://www.changpuak.ch/electronics/yagi\\_uda\\_antenna\\_DL6WU.php](https://www.changpuak.ch/electronics/yagi_uda_antenna_DL6WU.php)

<https://www.rfwireless-world.com/calculators/3-element-Yagi-Antenna-Calculator.html>

Reflector length =  $0.495 \cdot \lambda$

Dipole length =  $0.473 \cdot \lambda$

Director length =  $0.440 \cdot \lambda$

Reflector to Dipole spacing =  $0.125 \cdot \lambda$

Dipole to Director spacing =  $0.125 \cdot \lambda$

$\lambda = c/f$

$\lambda$ -Wavelength in meters

c-Velocity of propagation in air ( $3 \cdot 10^8$  m/s)

f-Carrier frequency in MHz



## Transceivers

- RFM69HCW - consegue sintetizar frequências entre os 424 MHz e 510 MHz
- Código fornecido/gerado opera-o em modo-pacote, mas simula transmissão contínua
  - Alguns dados podem ficar por enviar até o início da próxima transmissão
  - A operação *flush* força o envio destes dados pendentes
- Se forem detetados erros de transmissão em parte dos dados (CRC16), essa parte é rejeitada
- Recomendação: dados em formato CSV
  - Uma transmissão por linha
  - Campos/colunas separados(as) por ponto e vírgula (;)

# Mãos à obra



## Sistema de Recuperação

- Forças que atuam no satélite
- Atrito
- Velocidade vs aceleração
- Ilusão de subida do paraquedas

## Comunicações

- Ondas eletromagnéticas vs ondas mecânicas
- Modulação de sinal (AM/FM/...)
- Ruído e colisões de sinal
- Antenas

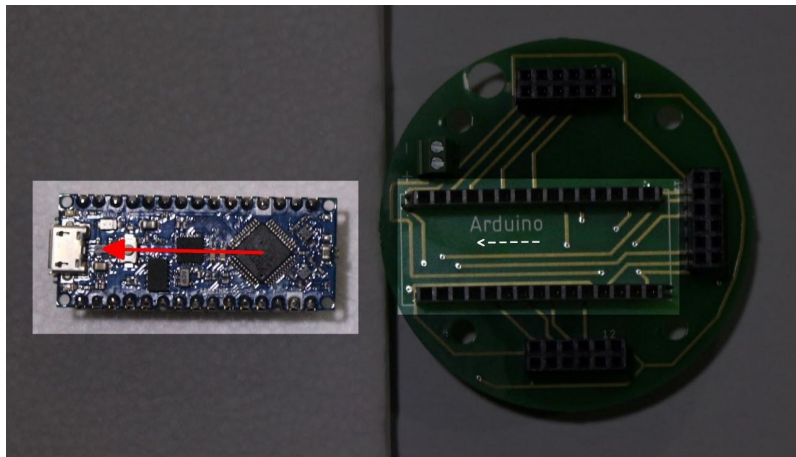
## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot (sensores, atuadores)
- Programação

## O Kit: Conteúdos

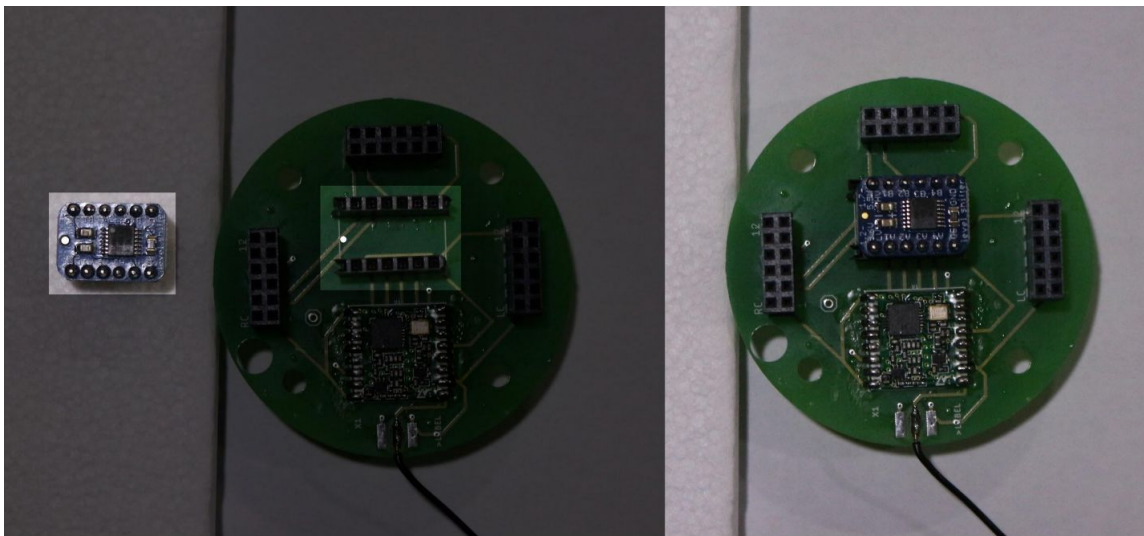
Para além dos materiais necessários para o paraquedas e antena, o kit contém várias PCBs e componentes:

- PCBs para microcontrolador (x2)
- Microcontrolador (Arduino Nano) (x2)



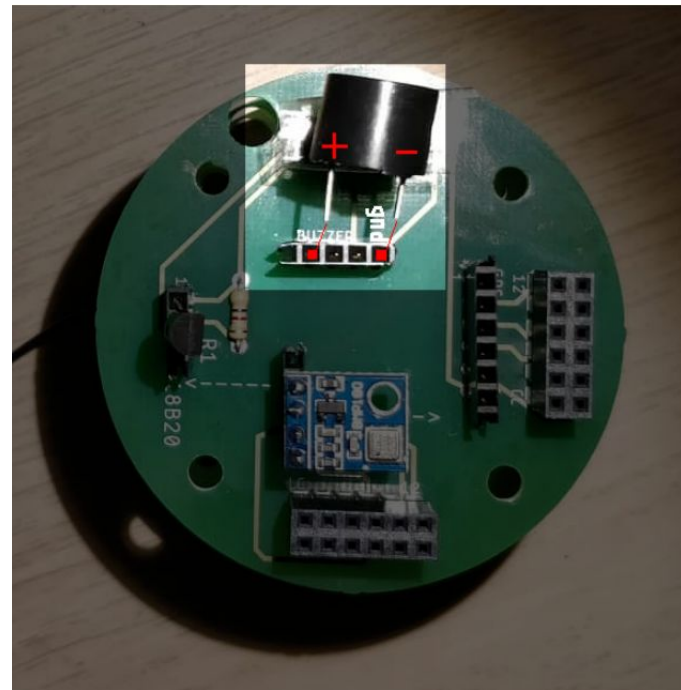
## O Kit: Conteúdos

- PCBs para *transceiver* (x2)
- *Transceiver* (RFM69HCW) (x2) (soldados nas placas respetivas)
- *Level Shifter* (TXB0104, componente necessário à comunicação) (x2)



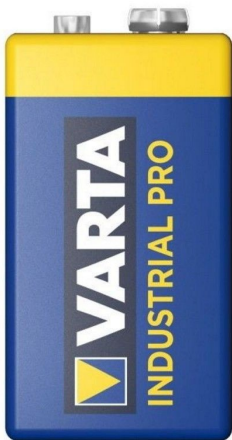
## O Kit: Conteúdos

- PCB para sensores (x1)
- Sensor de Temperatura (DS18B20)
- Sensor de Pressão (BMP180)
- *Buzzer* ativo



## O Kit: Conteúdos

- Componentes estruturais (invólucro, tampa, porcas, anilhas, etc.)
- 2 pilhas de 9V



## O Kit

- Manual completo em <https://cj.breda.pt/>
- Quase todos os componentes podem ser facilmente substituídos/reutilizados
- Estação base usa Arduino e *Transceiver*
- Cuidado a montar!
  - Atenção às indicações de orientação dos componentes (verificar o manual)
  - Recomenda-se criar separação entre as várias placas
  - Desafia-se as várias equipas a escolherem o melhor posicionamento para o *master switch*
  
- Guardem uma pilha para a competição!



# Programação

- Um Arduino é tipicamente programado com C/C++
  - Erros de compilação ininteligíveis e tiros no pé frequentes
- Editor baseado em Scratch disponível em: <https://cj.breda.pt/>
  - Gera código C/C++ que terá de ser compilado pela IDE do Arduino
  - Disponibilizamos exemplos simples para cada sensor, rádio e buzzer
  - Todos os blocos estão documentados no manual

# Programação

- Disponibilizamos código de apoio para a estação base
  - Programa a carregar no Arduino e programa de captura de dados para correr no computador
- Não esquecer: enviar tempo juntamente com os dados!
  - Ver bloco “Tempo Ativo” (função *millis* em C/C++ do Arduino)

## FAQ

- A temperatura medida é  $-127^{\circ}\text{C}$ . O que se passa?
  - Verificar ligação do sensor de temperatura;
  - ATENÇÃO: se estiver ligado ao contrário vai estar **MUITO QUENTE**.
- Erro de compilação “QualquerCoisa.h: No such file or directory”
  - Verifique que todas as bibliotecas indicadas no manual estão instaladas.
- Não consigo carregar o meu programa no Arduino: “Ocorreu um erro a enviar o rascunho”
  - Verifique a ligação do Arduino ao computador;
  - Garanta que o modelo da placa selecionado é o correto;
  - Garanta que a porta de série selecionada é a correta.

## Recomendações finais

- Leiam manual e regulamento!
- Definem objetivos claros (em concordância com os regulamentados)
  - Para evitar problemas de falta de tempo, priorizem-nos
- Documentem tudo o que fazem (para que seja contabilizado)
- Documentem tudo o que fazem para **provar que cumpriram os vossos objetivos**
  - Procedimento de testes/checklist e resultados

# Recomendações finais

- Não tenham medo de errar!
  - Erros bem documentados (sintomas, causa, proposta de correção, lições aprendidas) podem ser mais valiosos do que um projeto a funcionar bem
- Deem-nos feedback e façam perguntas
  - O projeto é recente e tem margem para evoluir

# E agora...

# Vamos construir um

# CanSat!

# Contactos

- Estamos disponíveis para responder quaisquer questões que surjam, bastam mandar um email!
  - Filipe Almeida : [filipedgeraldo@gmail.com](mailto:filipedgeraldo@gmail.com) (questões gerais, eletrónica, paraquedas e antenas)
  - André Breda: [andrebreda@tecnico.ulisboa.pt](mailto:andrebreda@tecnico.ulisboa.pt) (questões gerais, programação, paraquedas e antenas)