

# CanSat Júnior

5ª Edição

Formação de Professores



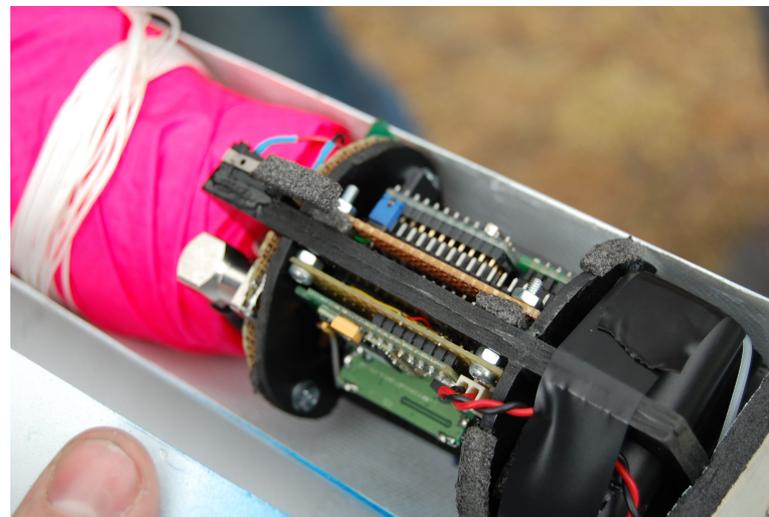
**CANSAT JUNIOR**

# Índice

1. **Introdução ao CanSat Júnior e ESERO Portugal**
2. Como participar no CanSat Júnior
3. Construir um CanSat Júnior (quase)
4. Atividade Prática: Programar um CanSat Júnior

# 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.
- No CanSat **Júnior**:
  - Satélite é construído por equipas de até 6 alunos com orientação de um professor;
  - Construção dividida em 3 fases (sistema de recuperação, comunicações, eletrónica e programação);
  - Lançamento na final com todas as equipas.



O que é o



**Portugal**

# O que é o ESERO Portugal?

- ESERO (*European Space Education Resource Office*) é um programa educativo da Agência Espacial Europeia (ESA).
- Promove educação usando o Espaço como contexto inspirador.
- Estabelecido em cada estado membro em colaboração com instituições existentes ligadas à educação de ciência.
  - Em Portugal: Ciência Viva



# O que é o ESERO Portugal?



CLIMATE DETECTIVES



MOON CAMP



MISSION X  
TRAIN LIKE AN ASTRONAUT



ASTRO PI



CANSAT  
PORTUGAL



TUDO A 0€

E muito mais em  
<https://www.esero.pt/> !

# Índice

1. Introdução ao CanSat Júnior e ESERO Portugal
2. **Como participar no CanSat Júnior**
3. Construir um CanSat Júnior (quase)
4. Atividade Prática: Programar um CanSat Júnior

# Como participar no CanSat Júnior

- Ler [regulamento](#)
- Equipas com máx. 6 alunos + professor orientador
- Vídeo de apresentação
  - **2 a 3min**
  - Incluir objetivos da equipa/elementos, motivação, divisão de tarefas.
  - Estética irrelevante.
  - Enviado como link no formulário de inscrição.
- Inscrições abertas até **7 de fevereiro**
- Resultados dia **14 de fevereiro**



## 5.ª Edição do CanSat Júnior

O CanSat Júnior está de volta para a edição 2024-2025! Este projeto escolar do Esero Portugal desafia os alunos do 3.º ciclo do ensino básico de todas as escolas do país a planear e construir um satélite com o tamanho de uma lata de refrigerante. Organizem a vossa equipa, desenhem a vossa missão e mãos na lata!

Formação de Professores

Inscrição Equipas

<https://www.esero.pt/projetos-escolares/2024-2025/cansatjuniorR>

# Fui selecionado, e agora?

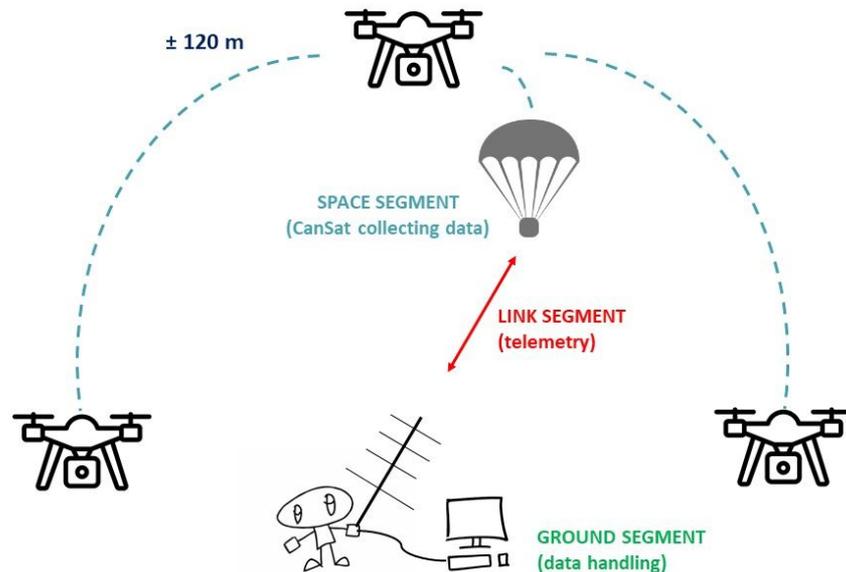
- Ler [regulamento](#)
- Kit é enviado para a escola.
- Ao longo do projeto:
  - Papel do professor é **orientar**, não fazer.
  - **Relatórios intermédios** (11/abril, 15/maio, 15/junho).
  - Entrega dos relatórios **condiciona ida à final**.
- Final com todas as equipas selecionadas **dias 27-28/junho**

# Índice

1. Introdução ao CanSat Júnior e ESERO Portugal
2. Inscrever uma equipa no CanSat Júnior
3. **Construir um CanSat Júnior (quase)**
4. Atividade Prática: Programar um CanSat Júnior

# 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



Créditos da imagem: Duarte Cota

# Componentes típicas de um projeto CanSat

- **CanSat**
  - Sensores
  - Microcontrolador (Arduino)
  - Transceiver
  - Paraquedas
  - Invólucro
- **Estação Base**
  - Transceiver
  - Computador
  - Programa que guarda as transmissões do CanSat
  - Antena

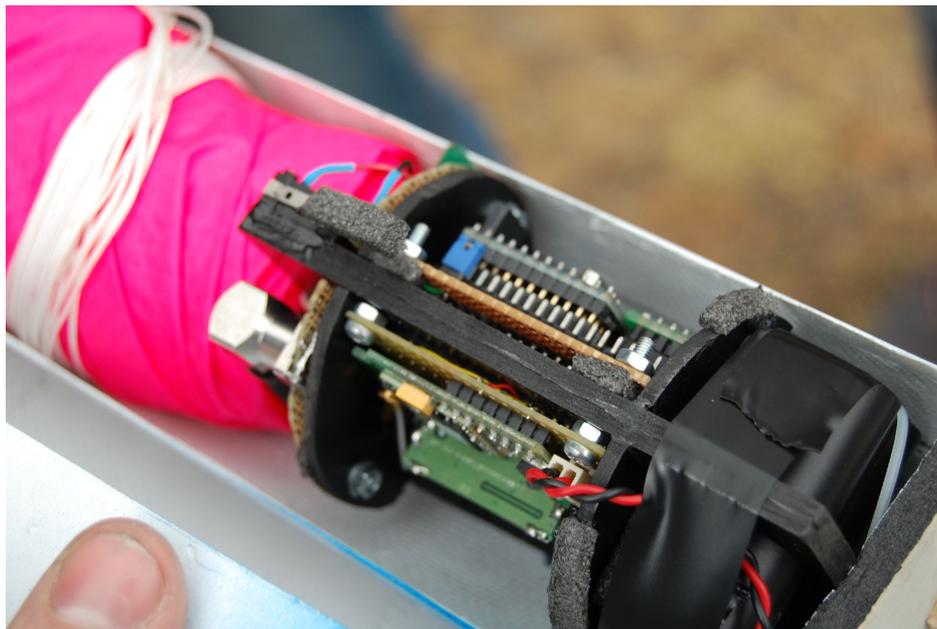
- **Documentação**

- **Checklists**
- **Relatórios (pedidos e de testes)**
- **Manuais**



# 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



## CanSat Júnior vs CanSat Portugal

- Kit traz material necessário para desenvolver **todo** o projeto: construir paraquedas, antena, estação-base\* e o CanSat;
- Não existe “Missão Secundária”;
- 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.

\*excepto computador

# 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
- 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
- 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)

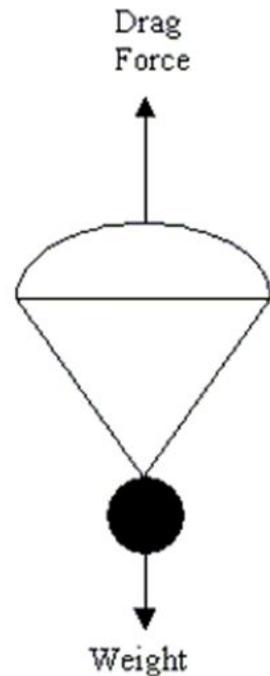
$g$  - aceleração gravítica na terra ( $m/s^2$ )

$\rho$  - 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

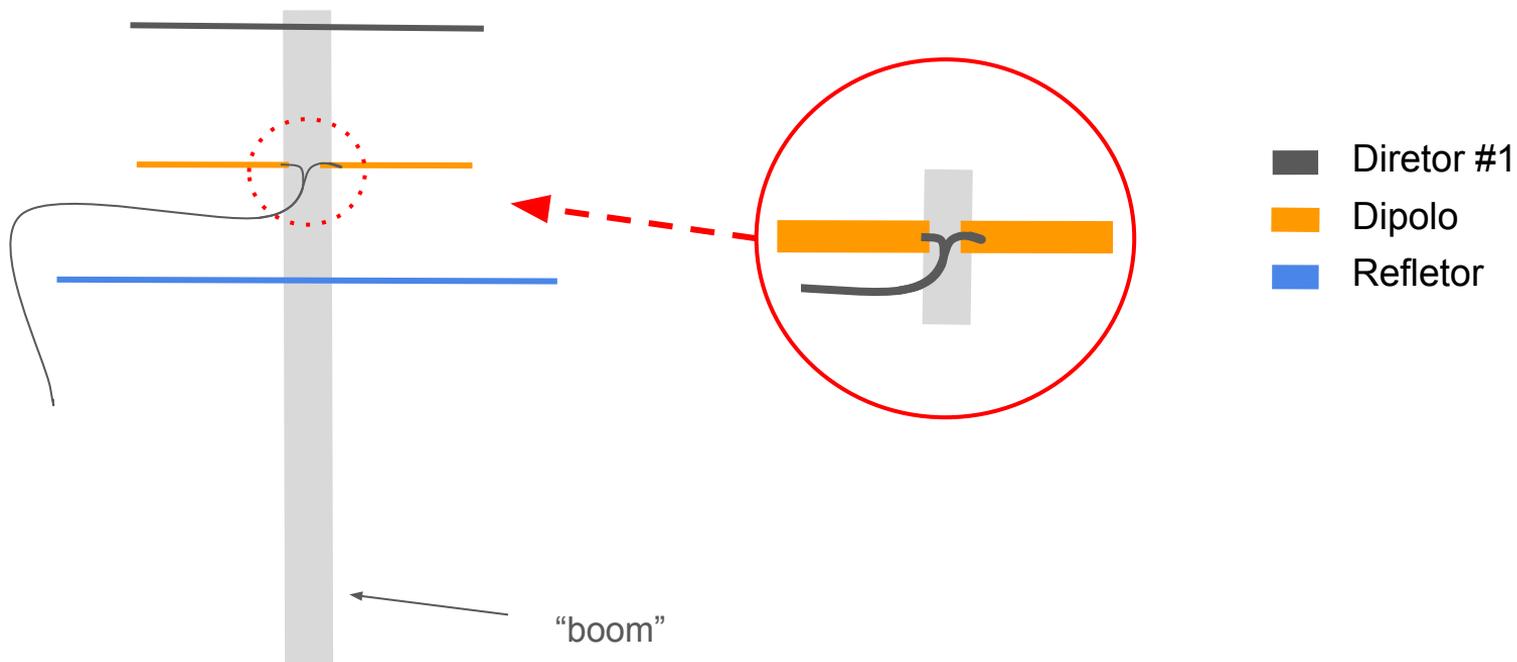
## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot
- Programação

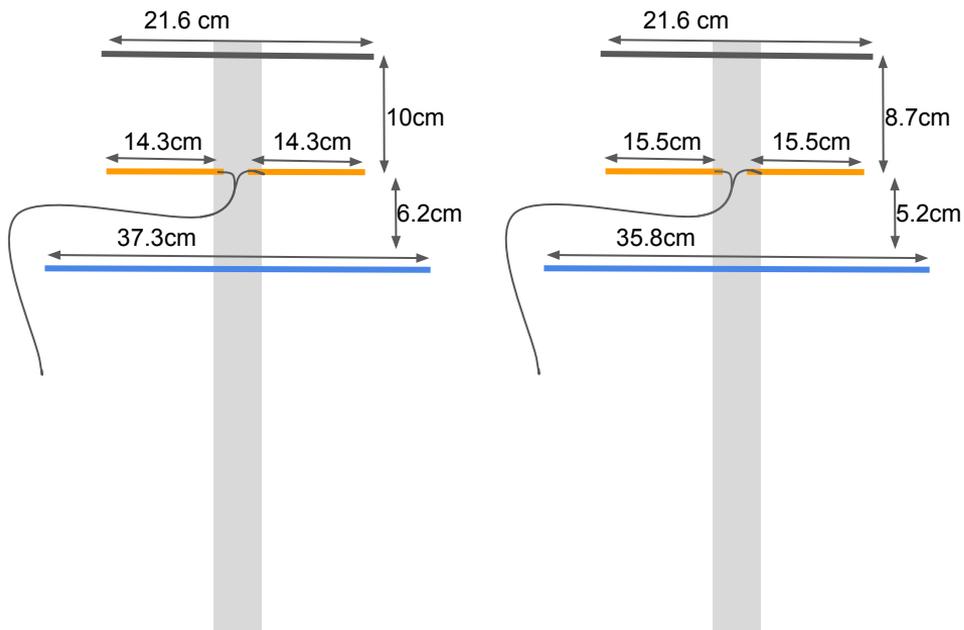
# Antena

- 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



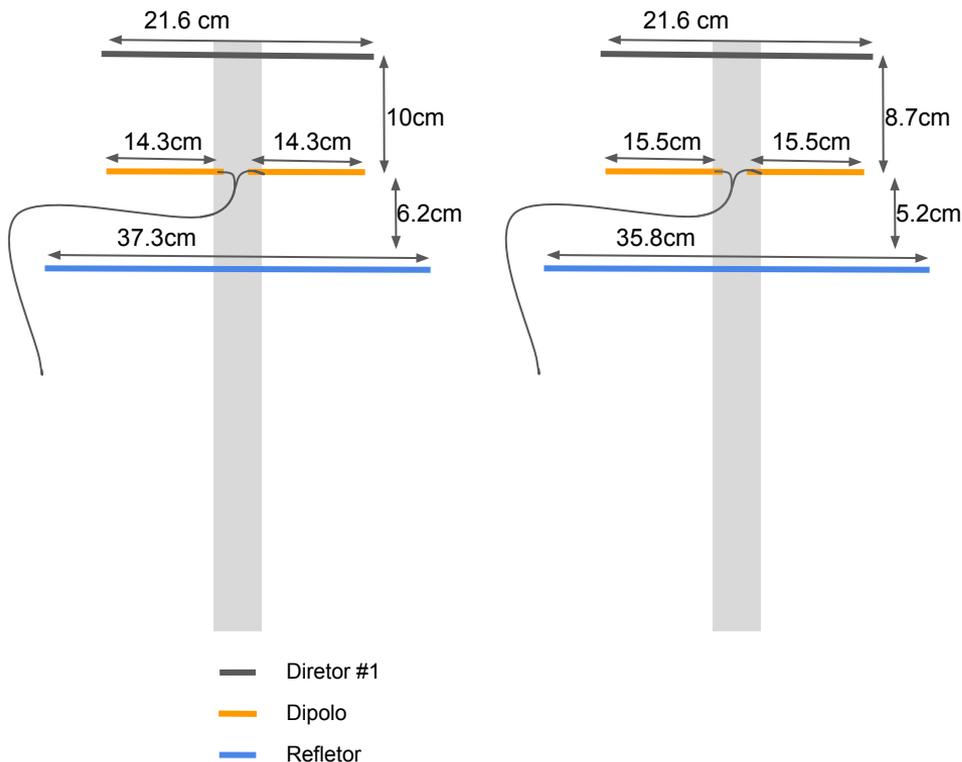
# Antena Yagi-Uda



- 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 =  $0.495 * \lambda$

Dipole length =  $0.473 * \lambda$

Director length =  $0.440 * \lambda$

Reflector to Dipole spacing =  $0.125 * \lambda$

Dipole to Director spacing =  $0.125 * \lambda$

$\lambda = c/f$

$\lambda$ -Wavelength in meters

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

f-Carrier frequency in MHz

## Transceivers (os rádios)

- 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

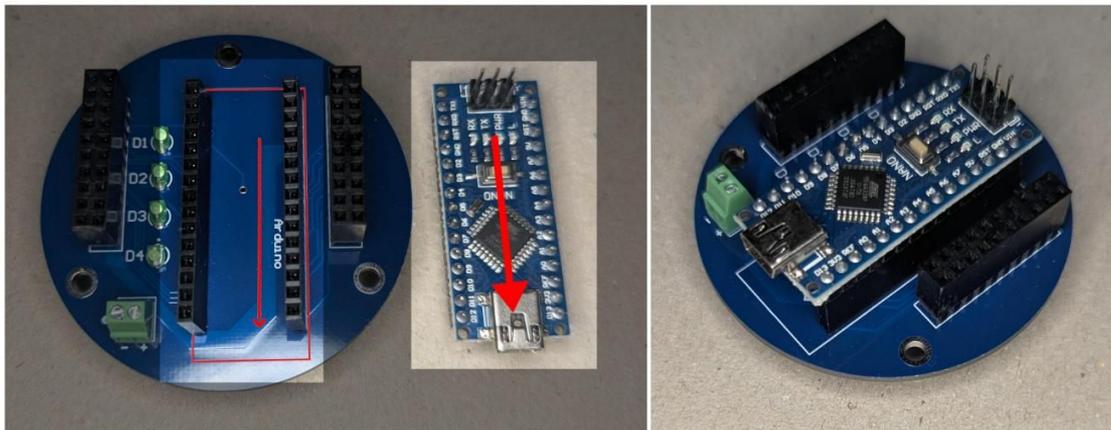
## Eletrónica e Programação

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot
- Programação

## O Kit: Conteúdos

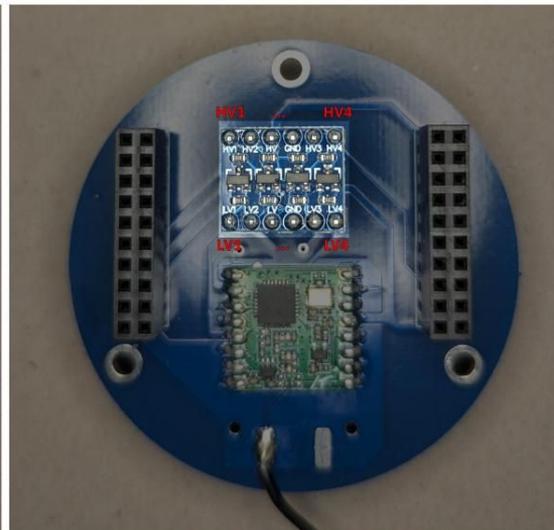
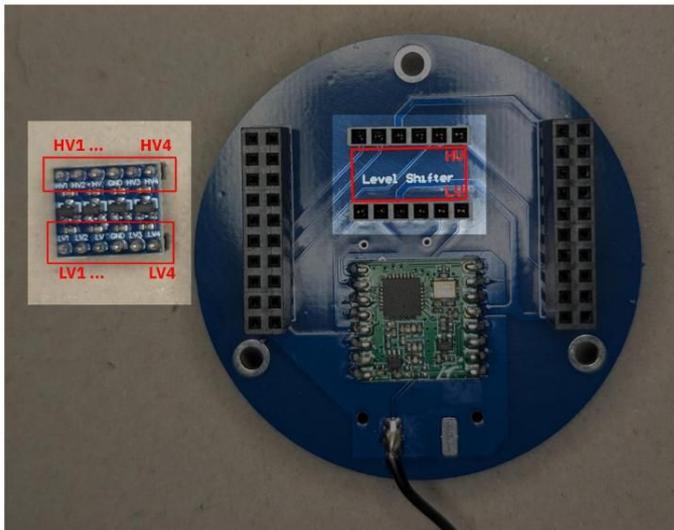
Para além dos materiais necessários para o paraquedas e antena, o kit contém várias PCBs e componentes:

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



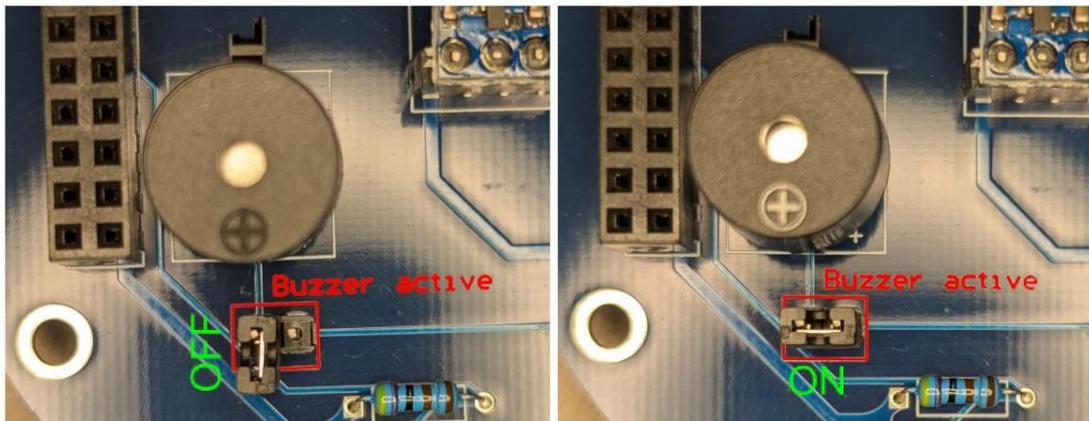
## O Kit: Conteúdos

- 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://cjkkit.fab-eng.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://cjkkit.fab-eng.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
- Simulador
  - Suporta sensores de pressão e temperatura
  - Buzzer simulado como LED
  - Rádio ainda não disponível

# 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)

# 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

## 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.

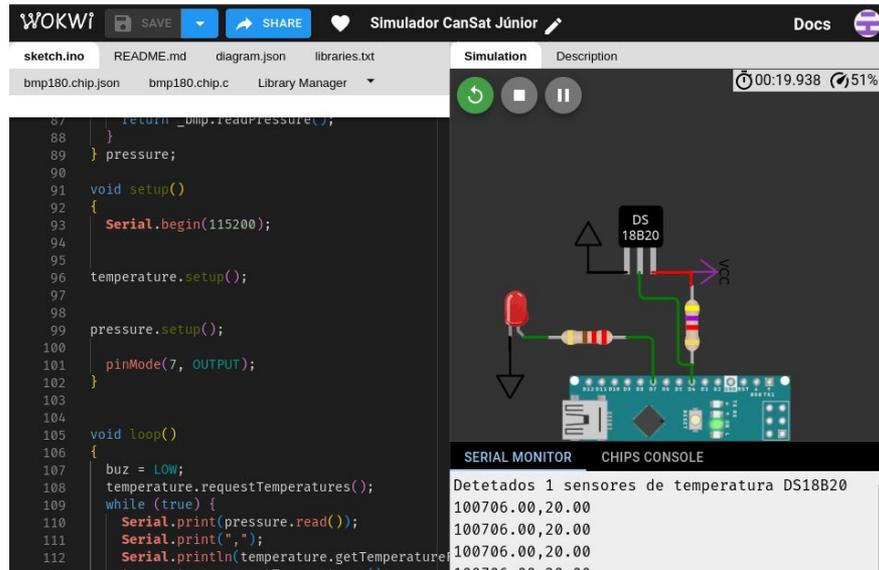
# Contactos

- Estamos disponíveis para responder quaisquer questões que surjam, bastam mandar um email!
  - ESERO: [esero@cienciaviva.pt](mailto:esero@cienciaviva.pt) (questões gerais, regulamento, logística, certificados, etc.)
  - Filipe Almeida : [filipe.almeida@fab-eng.pt](mailto:filipe.almeida@fab-eng.pt) (questões técnicas, foco em eletrónica)
  - André Breda: [andre.breda@fab-eng.pt](mailto:andre.breda@fab-eng.pt) (questões técnicas, foco em programação)

# Índice

1. Introdução ao CanSat Júnior e ESERO Portugal
2. Como participar no CanSat Júnior
3. Construir um CanSat Júnior (quase)
4. **Atividade Prática: Programar um CanSat Júnior**

# Mãos à obra



The screenshot displays the Wokwi web-based simulator interface. The top bar includes the Wokwi logo, 'SAVE' and 'SHARE' buttons, the title 'Simulador CanSat Júnior', and a 'Docs' link. Below the bar, there are tabs for 'sketch.ino', 'README.md', 'diagram.json', and 'libraries.txt'. A file manager shows 'bmp180.chip.json' and 'bmp180.chip.c'. The main area is split into two panes: a code editor on the left and a simulation window on the right. The code editor shows the following code:

```
87     return _bmp.readPressure();
88   }
89   } pressure;
90 }
91 void setup()
92 {
93   Serial.begin(115200);
94 }
95
96 temperature.setup();
97
98 pressure.setup();
99
100 pinMode(7, OUTPUT);
101 }
102 }
103
104 void loop()
105 {
106   {
107     buz = LOW;
108     temperature.requestTemperatures();
109     while (true) {
110       Serial.print(pressure.read());
111       Serial.print(",");
112       Serial.println(temperature.getTemperature());
113     }
114   }
115 }
```

The simulation window shows a breadboard circuit with a red buzzer, a resistor, and a DS18B20 temperature sensor connected to an Arduino Uno. The sensor is labeled 'DS18B20' and 'VCC'. Below the circuit, there are two tabs: 'SERIAL MONITOR' and 'CHIPS CONSOLE'. The 'SERIAL MONITOR' tab is active, displaying the following output:

```
Detetados 1 sensores de temperatura DS18B20
100706.00,20.00
100706.00,20.00
100706.00,20.00
100706.00,20.00
```