



**CANSAT**  
júnior



## Formação de Professores



# Can-quê?

- Simulação de satélite real no volume de uma lata de refrigerante
  - Lançado de uma altitude na ordem das centenas de metros
  - 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
- Documentação
  - Checklists
  - Relatórios (pedidos e de testes)
  - Manuais

# Diferenças do CanSat Portugal

- Kit traz material necessário para construir antena e paraquedas (para além do CanSat em si)
- Não há “Missão Secundária” obrigatória
- Construção simples, sem necessidade de soldar, com circuito já desenhado
- Programação simplificada com Scratch

Pretende-se um foco na aprendizagem e no método científico.

Mesmo que não seja possível aos alunos compreender os tópicos completamente, ganham competências úteis para o futuro.

# Divisão Temática

Separámos o projeto em 3 fases:

1. Construção do Paraquedas
2. Comunicações (Rádios e Antenas)
3. Eletrónica e Programação



# Construção do Paraquedas

Oportunidades pedagógicas:

- Que forças atuam no satélite?
- Atrito
- Velocidade vs Aceleração
- Ilusão de subida do paraquedas

# Paraquedas

- Objetivo: aterrar com 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 os 35 cm.
4. **Não** se aplica a regra dos 10cm<sup>2</sup> por grama

# Comunicações

## Rádios e Antenas

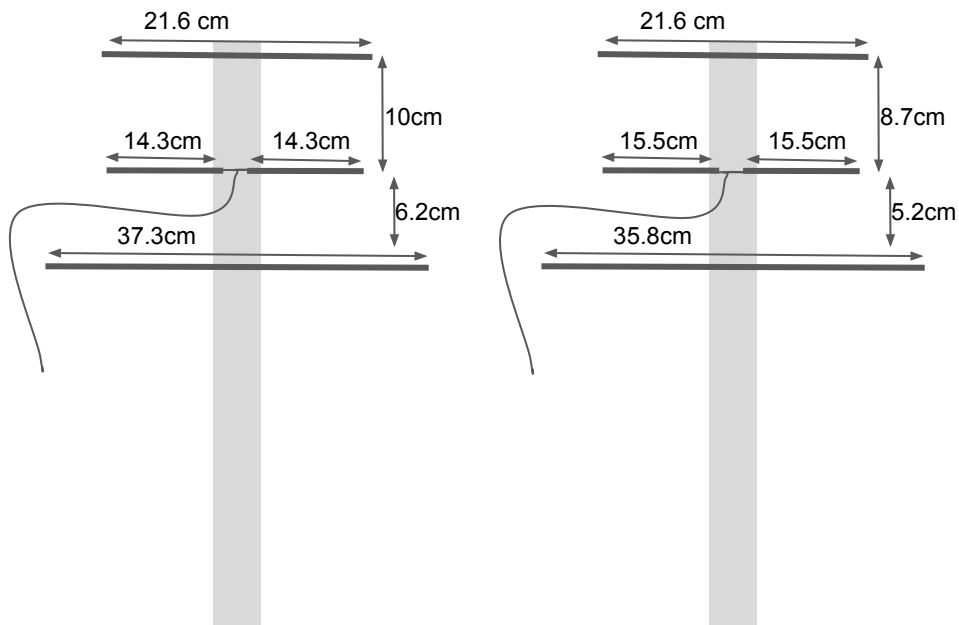
Oportunidades pedagógicas:

- Ondas eletromagnéticas
  - Comparação com ondas mecânicas (som)
  - Propagação
- Sinais e transmissão
  - “Como é que os dados são transmitidos?” - AM/FM/...
  - Ruído - detecção e correção de erros
  - Colisões com outros sinais
- Explorar vários tipos de antena

# Antena

- Muitos tipos, deixamos as nossas recomendações
- Para o CanSat: fio monopolo de quarto de comprimento de onda ( $\lambda=0.69\text{m}$ )
  - Dimensionamento e construção fáceis
  - Omnidirecional (perpendicular à antena)
- Para a estação terrestre: Yagi-Uda
  - Dimensionamento e construção complicados - partir de um modelo já existente e ajustar
  - Direcional
- Devem conseguir um alcance de 1km (sem obstáculos)

# Antena Yagi-Uda



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

# Transceivers

- RFM69HCW - consegue sintetizar frequências entre os 424MHz e 510MHz
- Código fornecido/gerado opera-o em modo-pacote, mas simula transmissão contínua
  - Importante fazer *flush* para garantir o envio de todos os dados
- Detecção de erros implementada com CRC16 (CCITT)
- Recomendação: dados em formato CSV
  - Uma transmissão por linha
  - Campos separados por ponto e vírgula (;)

# Eletrónica e Programação

Oportunidades pedagógicas:

- Circuitos elétricos
- Estrutura de um robot:  $\mu\text{C}^1$ , sensores, atuadores
- Programação

<sup>1</sup> $\mu\text{C}$  - microcontrolador

# O Kit

- Para além dos materiais necessários para o paraquedas e antena, o kit contém várias PCBs e componentes:
  - PCBs para Arduino (x2), *transceiver* (x2) e sensores (x1)
  - Arduino Nano Every (microcontrolador) (x2)
  - RFM69HCW (*transceiver*) (x2) (já soldado à placa)
  - DS18B20 (sensor de temperatura)
  - BMP180 (sensor de pressão)
  - *Buzzer* ativo
  - TXB0104 (*level shifter*) (componente necessário à comunicação)
  - Componentes estruturais (invólucro, tampa, porcas, anilhas, etc.)
  - 2 pilhas de 9V

# O Kit

- 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 que será disponibilizado até 15 de fevereiro)
  - Recomenda-se criar separação entre as várias placas
  - Desafia-se as várias equipas a escolherem o melhor posicionamento para o *master switch*
  - A organização terá algumas peças de substituição mas recomenda-se a todas as equipas trazerem os componentes extras que considerarem necessários (baterias, sensores, etc.)



# 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
  - Exemplos simples para cada sensor, rádio e buzzer serão fornecidos
- Será fornecido código de apoio para a estação base

# Recomendações finais

- Definem objetivos claros (para além dos 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
- 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 novo e “verde” - estamos ainda a avaliar até onde podemos levar isto

# Data da Final: 18/abril



# 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)



# Obrigado!

