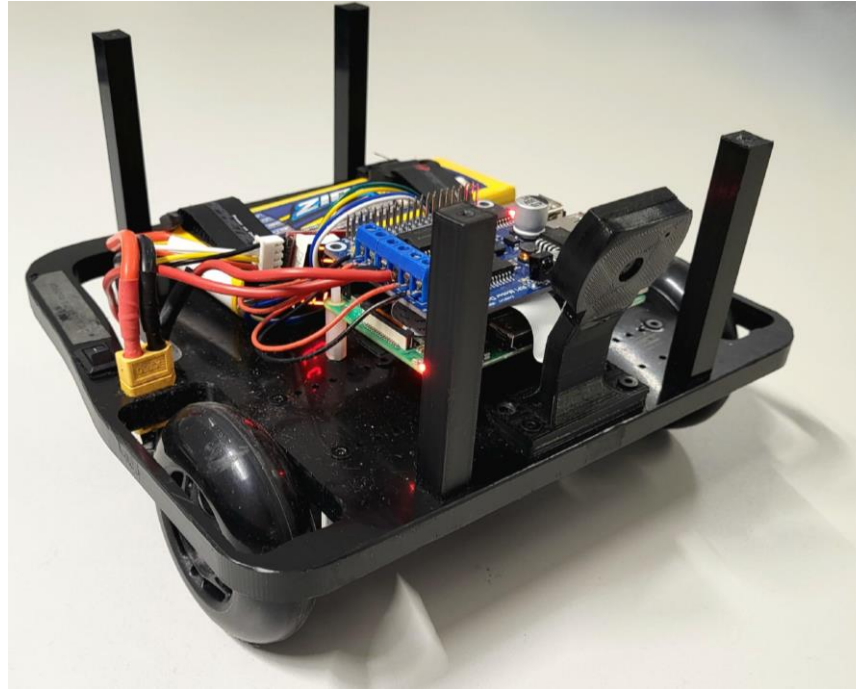


# Robô Seguidor de Linha com Recurso a uma RaspiCam



Autores: André Moreira Oliveira  
Tiago Francisco Pereira Cunha

Nº 1181045

Nº 1180922

Mestrado de Sistemas Autónomos  
RSDIS 2022



## **1. Introdução:**

- Contextualização;
- Objetivos;
- Plataforma.

## **2. Implementação do Projeto:**

- Diagrama dos Pacotes;
- Controle dos Motores;
- Tratamento de Imagem;
- Processamento de Imagem.

## **3. Experiências e Resultados;**

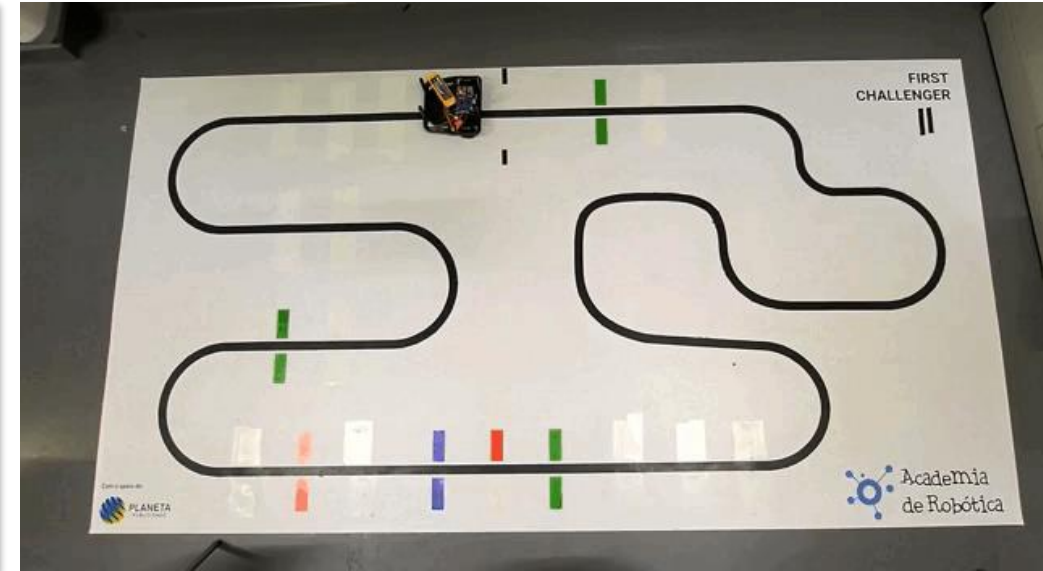
## **4. Demonstração;**

# Introdução



## Contextualização

- Desenvolvimento de um sistema dotado para controlo do movimento de um robô com rodas diferenciais;
- Recurso a ROS para fazer uso de variáveis do robô, *e.g.*, orientação, velocidade linear e angular;
- Sistema dinâmico que permita acompanhar as tomadas de decisões em tempo real.



## Objetivos

- Desenvolvimento de um **ROS node tele\_op\_keyboard** para controlo da plataforma por teleoperação;
- Desenvolvimento de um **ROS node motor\_control** para controlo dos motores por **PWM**;
- Desenvolvimento de um **ROS node image\_processing** para controlo da plataforma por seguimento de uma linha preta;
- **Controlo dos motores** através do mecanismo **PID**;
- Adaptação do **node image\_processing** para publicação num tópico a imagem processada

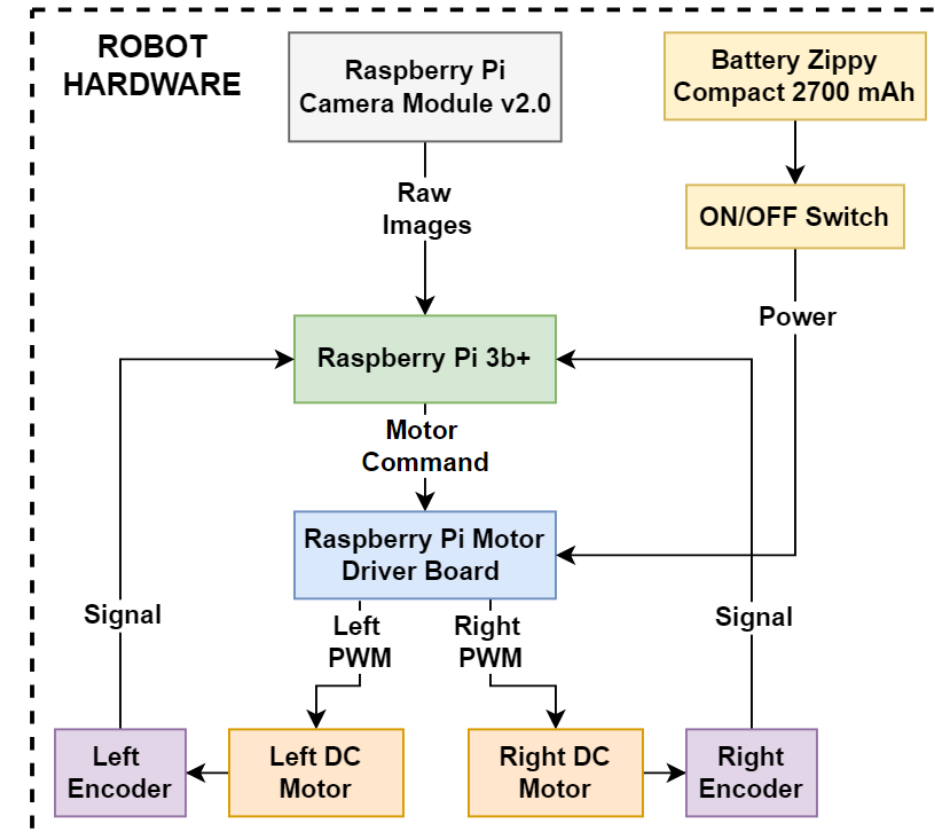
## Plataforma

### Hardware:

- **Raspberry Pi 3b+;**
- Raspberry Pi **Camera Module v2.0** e o respetivo suporte;
- Raspberry Pi **Motor Driver Board;**
- Dois **Direct Current (DC) motors** e respetivas rodas;
- Uma **castor wheel**;
- **Bateria Zippy Compact 25C Series Li-PO 2700 mAh;**
- Interruptor on/off;
- Suporte para toda a plataforma.

### Software:

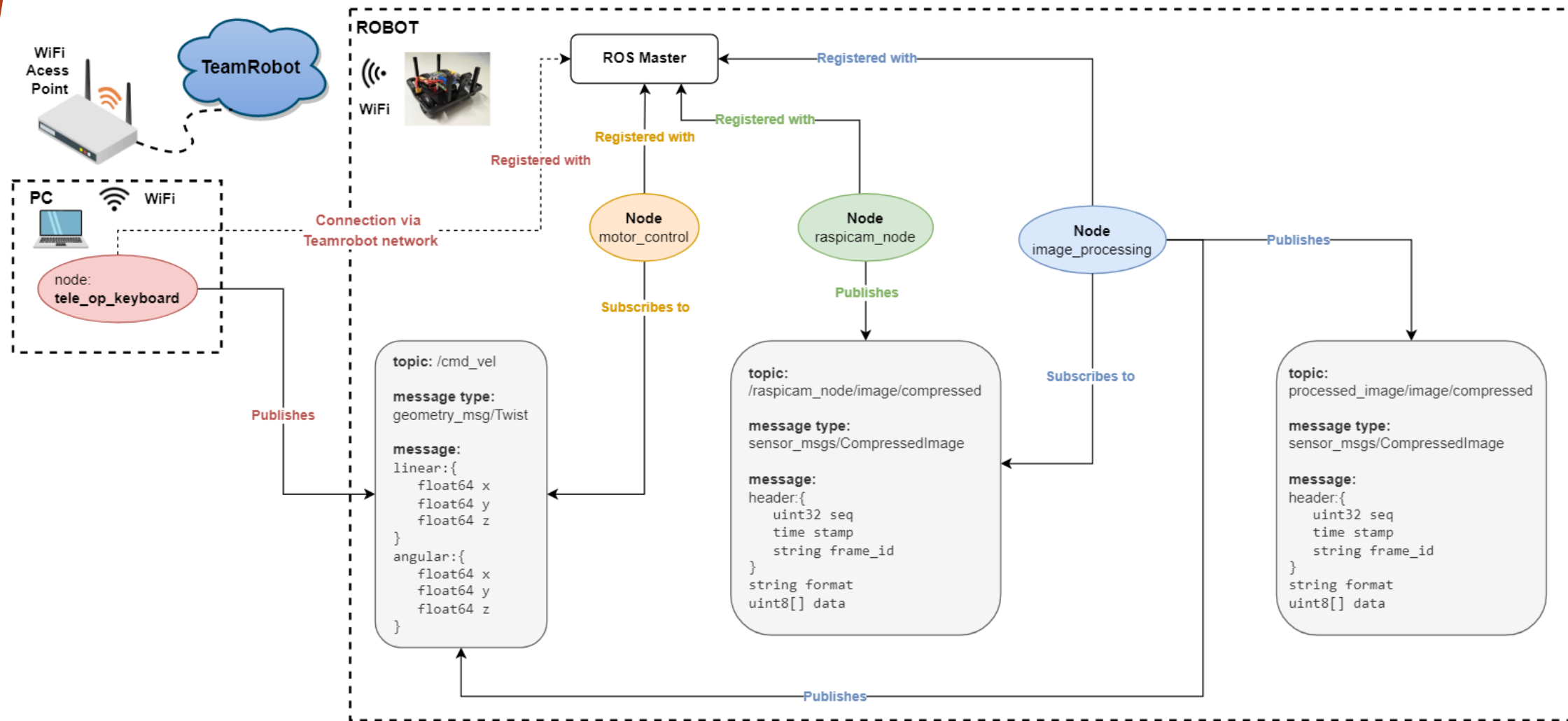
- Raspberry Pi possui uma distribuição **Linux Ubuntu 18.04** (Bionic) LTS4 com uma imagem da Ubiquity Robotics (**ROS Melodic Morenia**);
- Biblioteca **WiringPi, OpenCV, numpy, math, pickle.**



# Implementação do Projeto

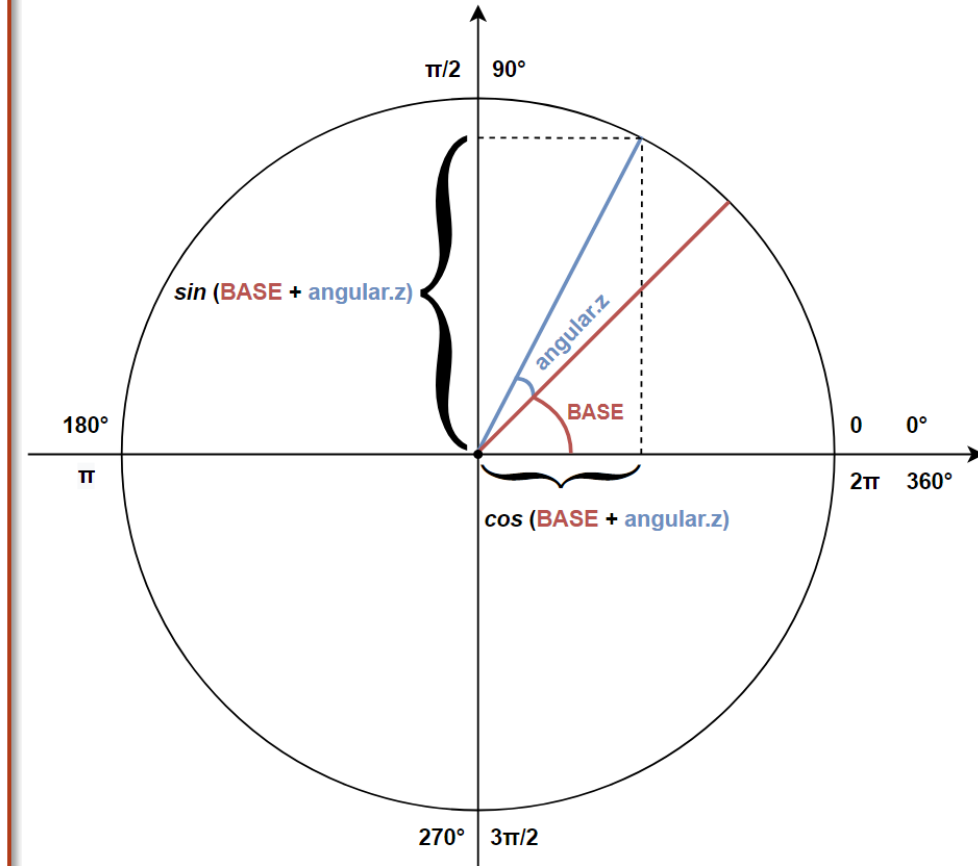


## Diagrama dos Pacotes



## Controlo dos Motores

- Identificação dos devidos pinos para controlo do sentido e velocidade de rotação dos motores;
- Recurso à biblioteca **WiringPi** para desenvolvimento de um **ROS node motor\_control** e controlar sentido e velocidade de rotação;
- **PWM gerado** para cada motor segue uma **relação trigonométrica** face ao **ângulo** publicado no **tópico /cmd\_vel**;
- Ângulo recebido limitado em  $\pm 45^\circ$ ;
- Movimentos diagonais, *e.g.*, frente-esquerda, a velocidade entre o motor direito e esquerdo encontra-se condicionada por uma relação **trigonométrica** que atua nos  $90^\circ$  do primeiro quadrante;





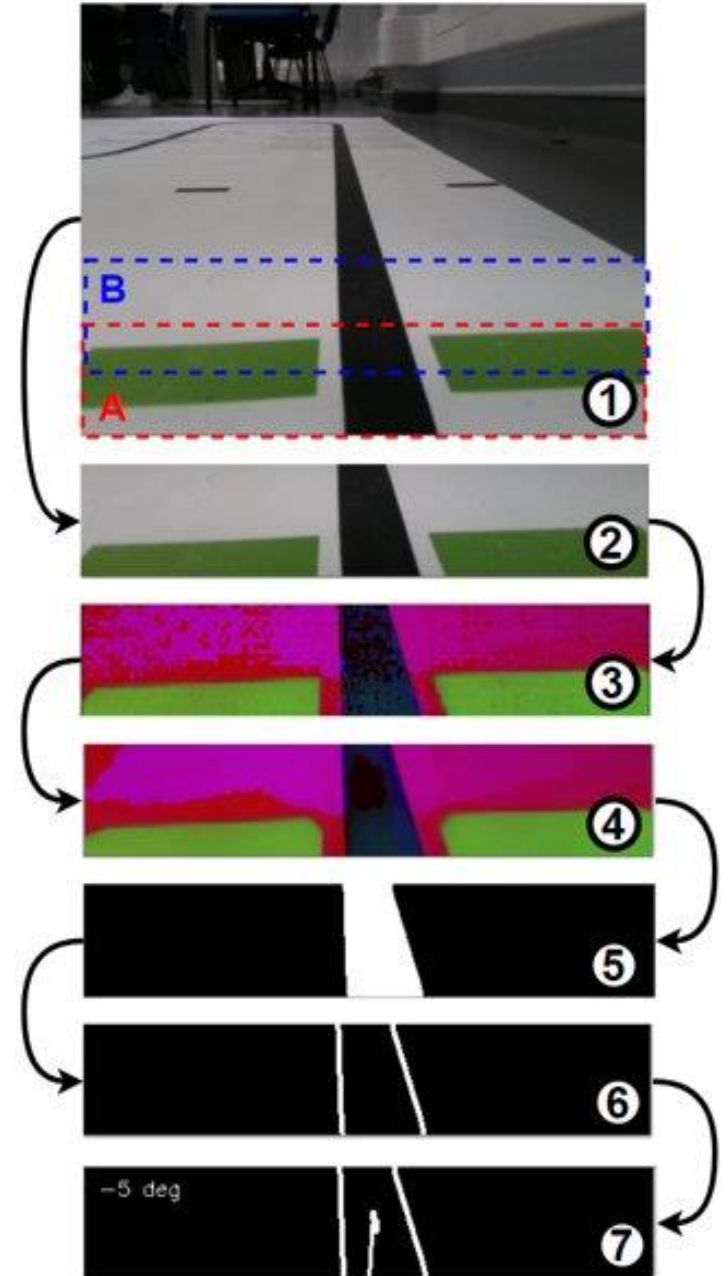
## Tratamento de Imagem

### Configurações do funcionamento da camera

- 10 *frames* por segundo para uma resolução de 410x308 pixéis;

### Pipeline do tratamento de imagem

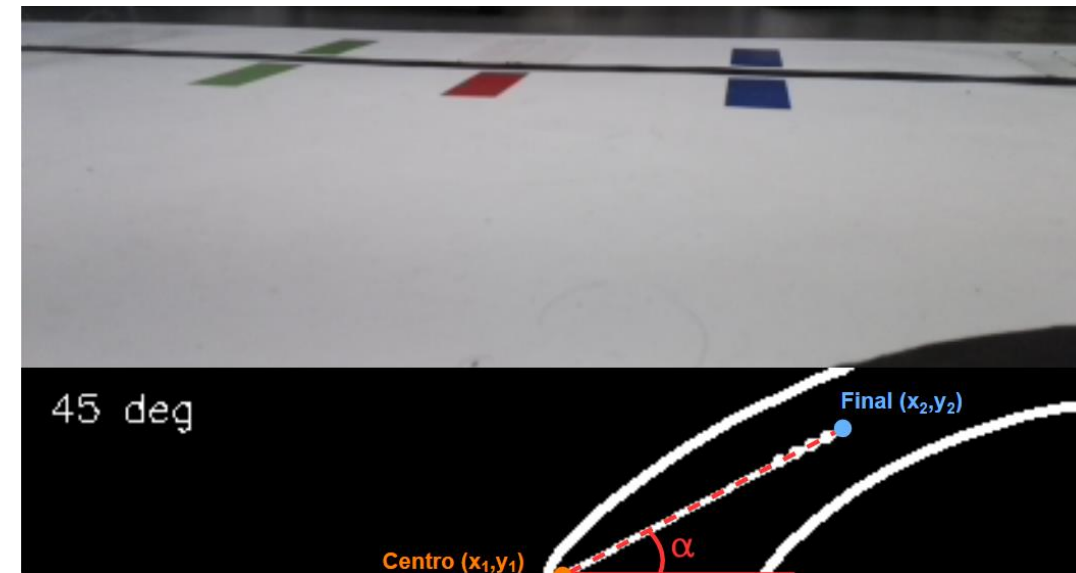
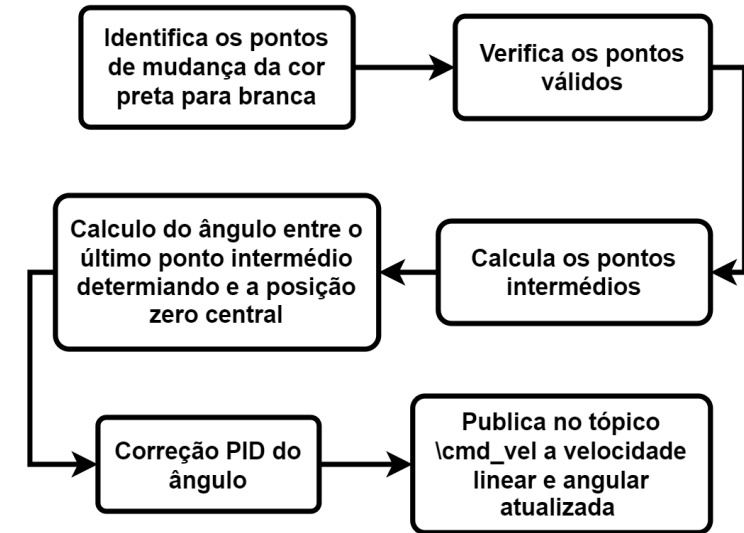
1. Descomprimir a imagem;
2. Selecionar uma região de interesse;
  - A. Quando o robô de circula a uma velocidade alta;
  - B. Quando o robô de circula a uma velocidade baixa.
3. Converter a imagem BGR para HSV;
4. Aplicar um *blur* à imagem;
5. Binarizar a imagem;
6. Destacar os contornos da linha;
7. Desenhar informações relevantes para *debugging*.



## Processamento de Imagem

### *Pipeline* do tratamento de imagem

- Analisar a matriz de valores da imagem de modo anotar pontos onde se dá a transição da cor preta para a cor branca;
- Garantir que os pontos anotados correspondem aos contornos da linha;
- Calcular a média para cada par de pontos encontrados;
- Calcular o ângulo  $\alpha$  da posição do ponto intermédio mais distante relativamente a posição zero central;
- Corrigir o ângulo  $\alpha$  pela atuação de um controlador PID;
- Publicar velocidade angular anteriormente estipulada pelo PID no tópico `\cmd_vel`.



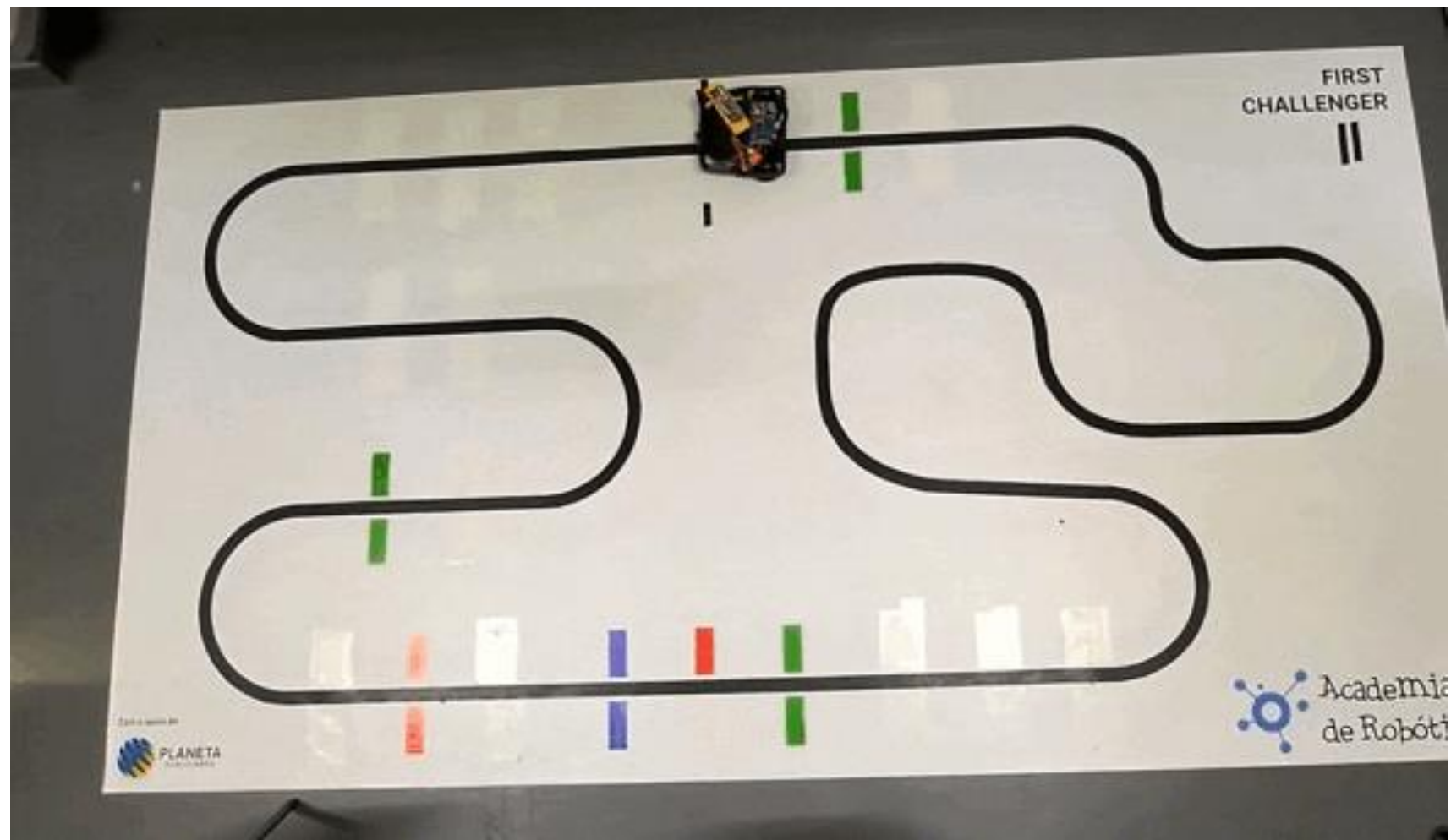
# Experiências e Resultados



## Script Python

- Ler logs de imagens comprimidas;
- Testar e otimizar técnicas de processamento e tratamento de imagem;
- Visualizar a performance do sistema;





# Demonstração



# Robô Seguidor de Linha com Recurso a uma RaspiCam

**FIM!**  
**Obrigado pela atenção!**

André Oliveira  
Tiago Cunha

Maio de 2022

Mestrado de Sistemas Autónomos

RSDIS 2022

