

Navegação Assistida e Semi-Autónoma da Plataforma ROBONUC

Luís Pedro Esteves Sarmiento

Orientador: Prof. Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Plano da Apresentação

Introdução

- Enquadramento
- Plataforma ROBONUC
- ROS
- Objetivos

Testes e Resultados

- Hodometria
- Segurança
- Navegação semi-autónoma

Desenvolvimento da Solução

- Hodometria
- Mapeamento
- Navegação

Conclusão

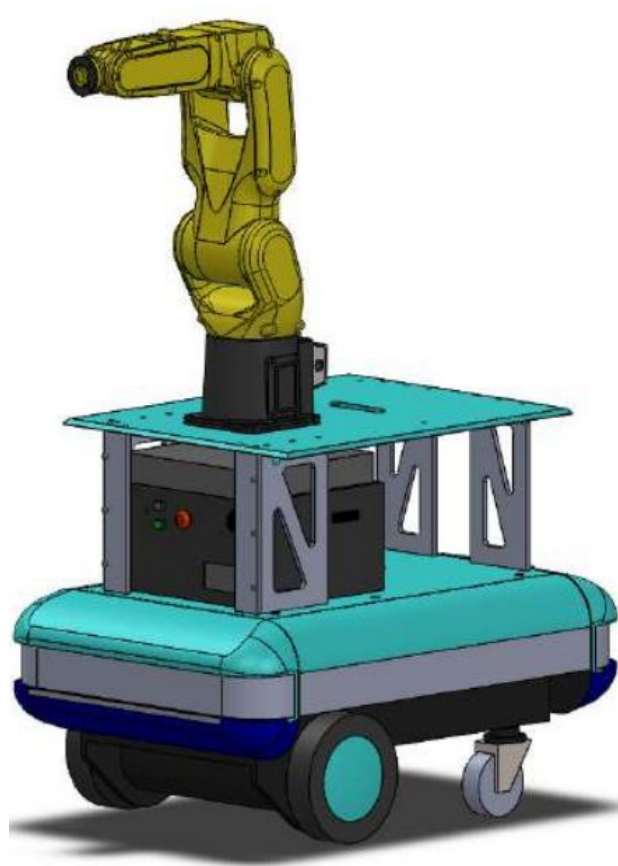
Introdução

Enquadramento

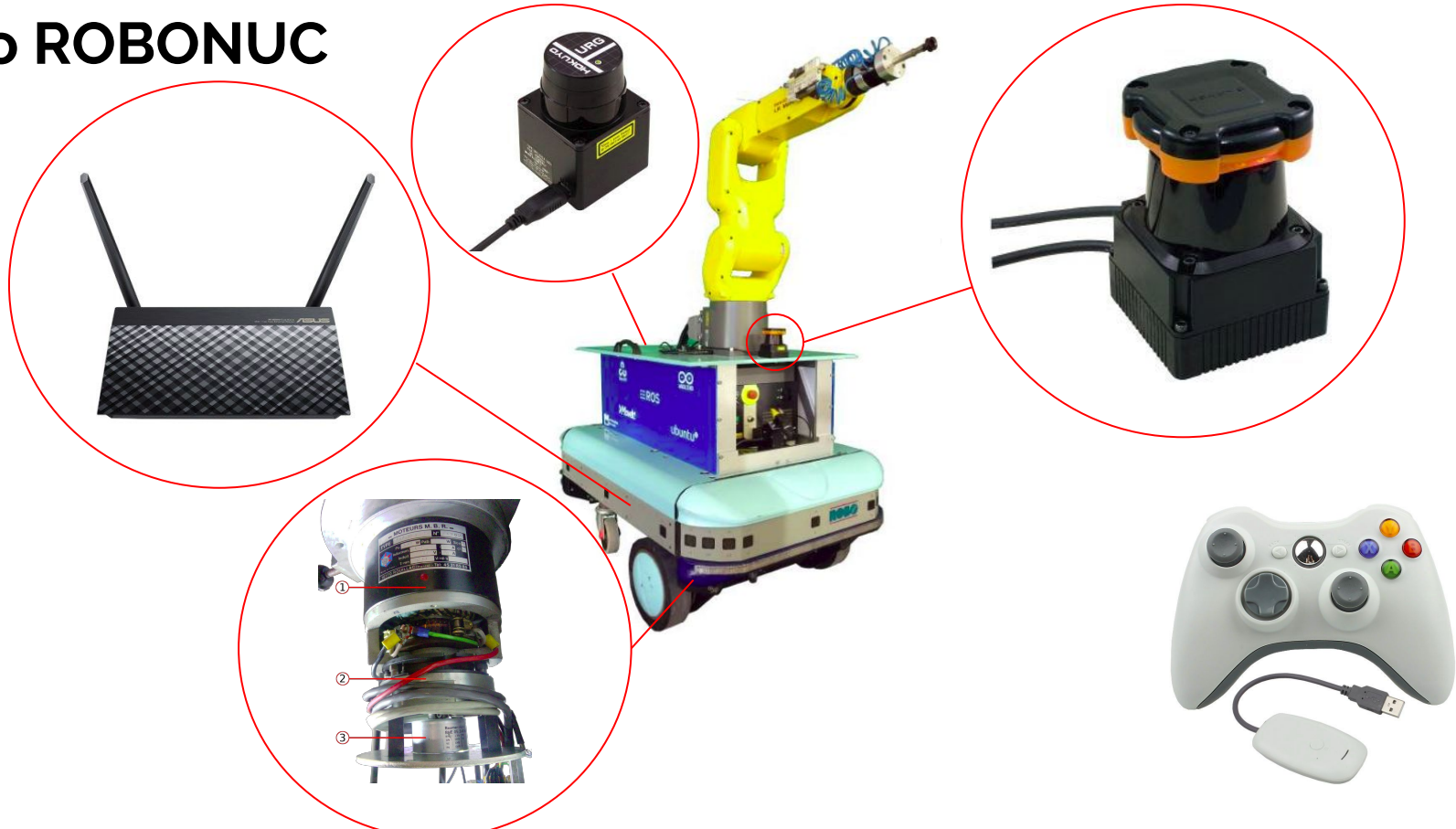
- Operação em ambientes não estruturados ou dinâmicos
- Auxílio ao operador
- Aumento da segurança

ROBONUC

- **Plataforma Móvel**
- **Manipulador FANUC**



Plataforma Móvel do ROBONUC

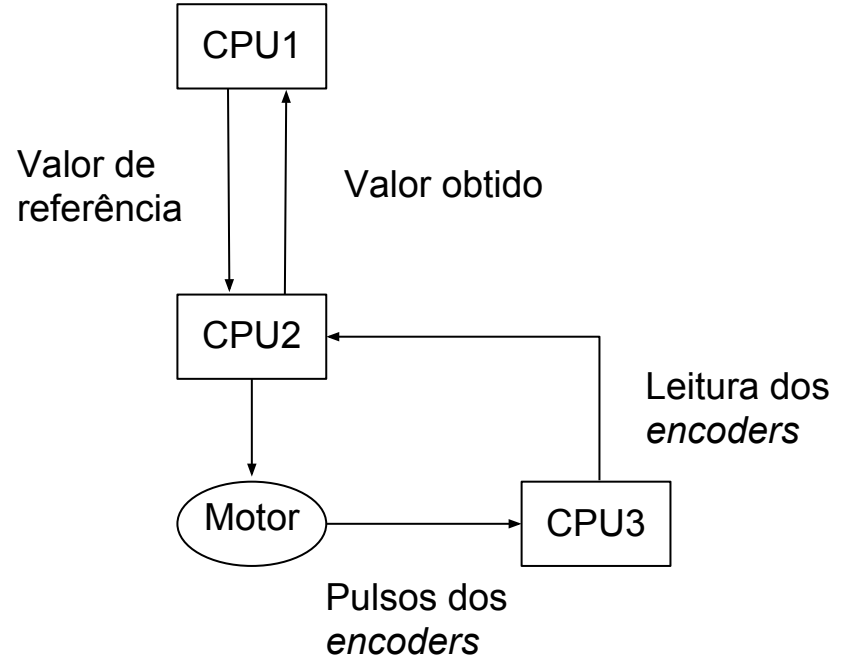


Unidades de Processamento

CPU1 - Mini PC Cubi

CPU2 - Arduino Leonardo ETH

CPU3 - Arduino Micro



ROS

- Opensource
- Modular
- Múltiplas linguagens de programação
- Sistemas computacionais distribuídos

Objetivos

- Unidade de hodometria
- Percepção e navegação local
- Solução de teleoperação e navegação assistida da plataforma

Desenvolvimento da Solução

Localização

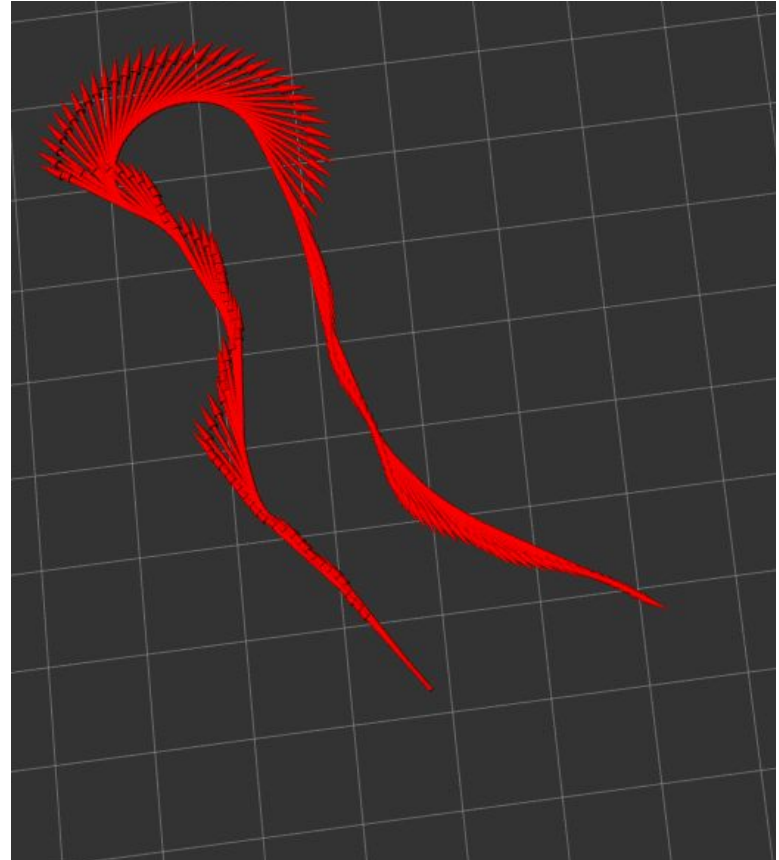
- Hodometria
- Mapeamento

Hodometria

Determinação do deslocamento pelo movimento das rodas

Desvantagens:

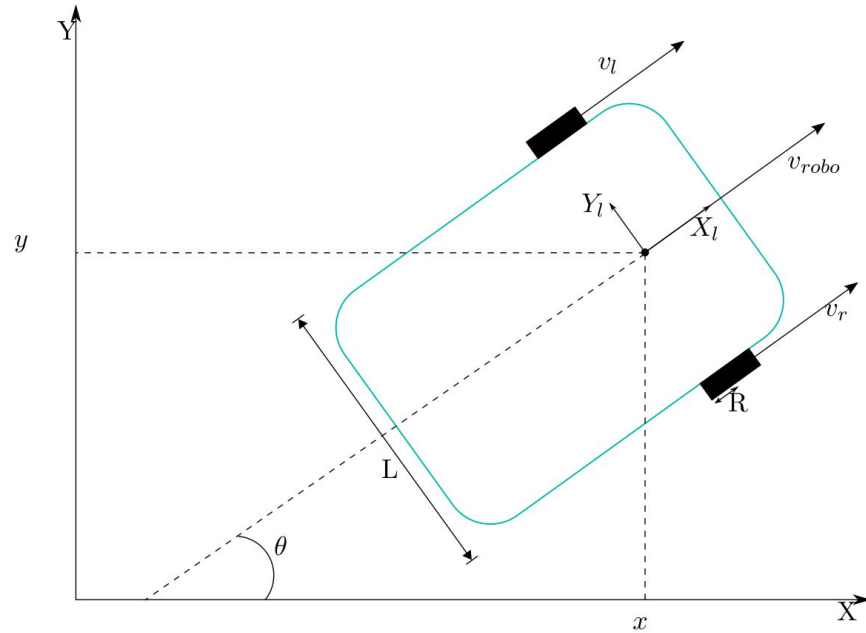
- Aproximação do movimento a segmentos de reta
- Deslizamento das rodas não contabilizado
- Erros cumulativos



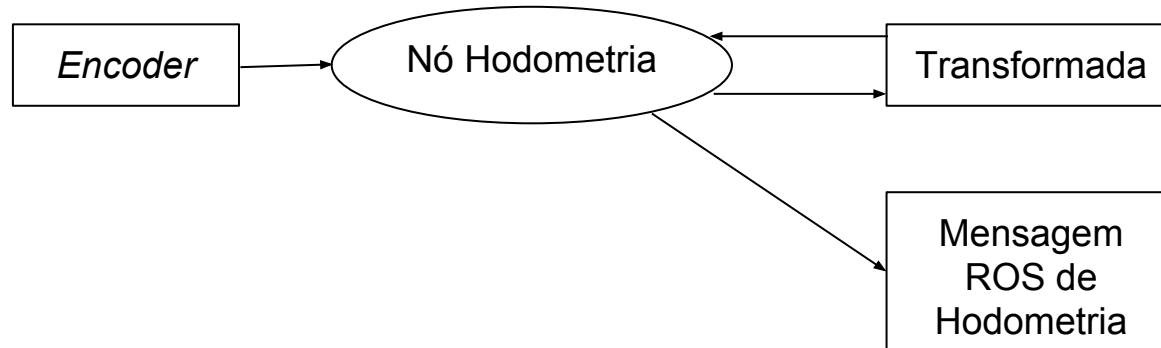
Cinemática da Plataforma

$$\begin{cases} \dot{x} = \frac{R}{2}(v_r + v_l) \cos \theta \\ \dot{y} = \frac{R}{2}(v_r + v_l) \sin \theta \\ \dot{\theta} = \frac{R}{L}(v_r - v_l) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta x_l = \frac{R}{2}(v_r dt + v_l dt) \\ \Delta y_l = 0 \\ \Delta \theta_l = \frac{R}{L}(v_r dt - v_l dt) \end{cases}$$



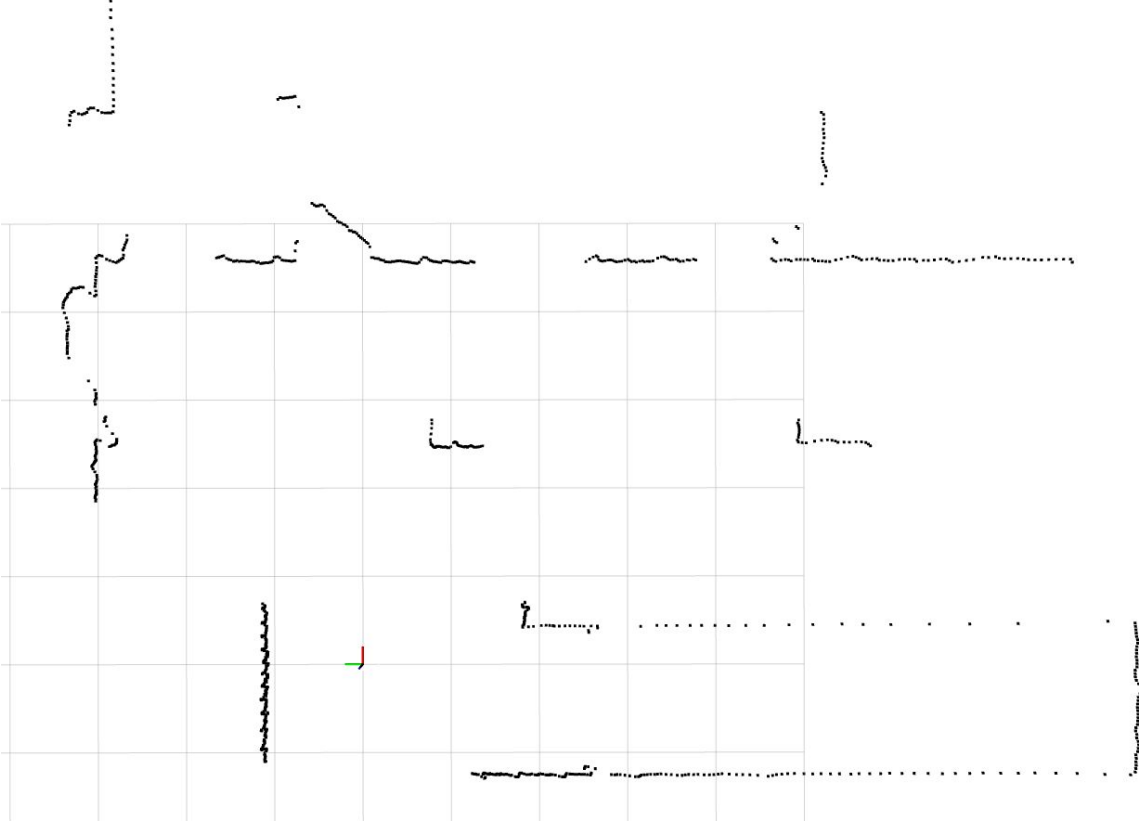
Nó Hodometria



Mapeamento

- LIDAR
- SLAM

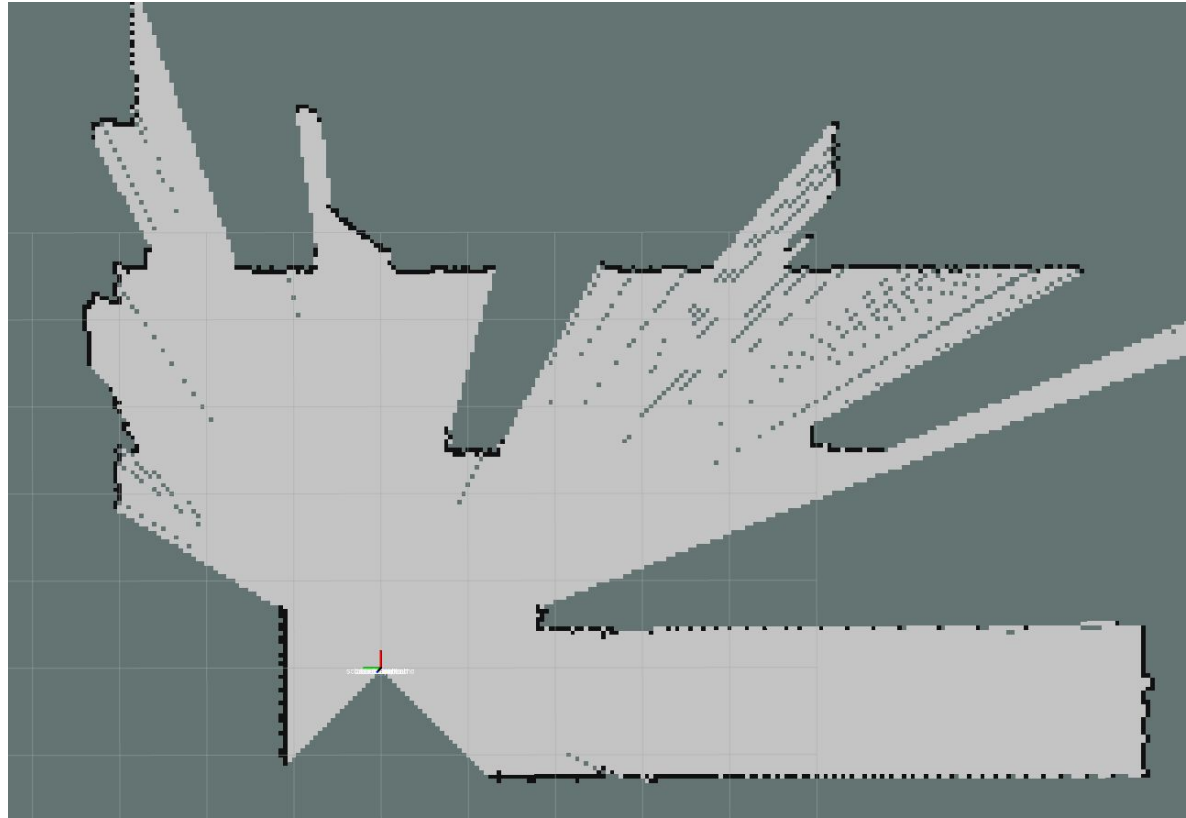
LIDAR



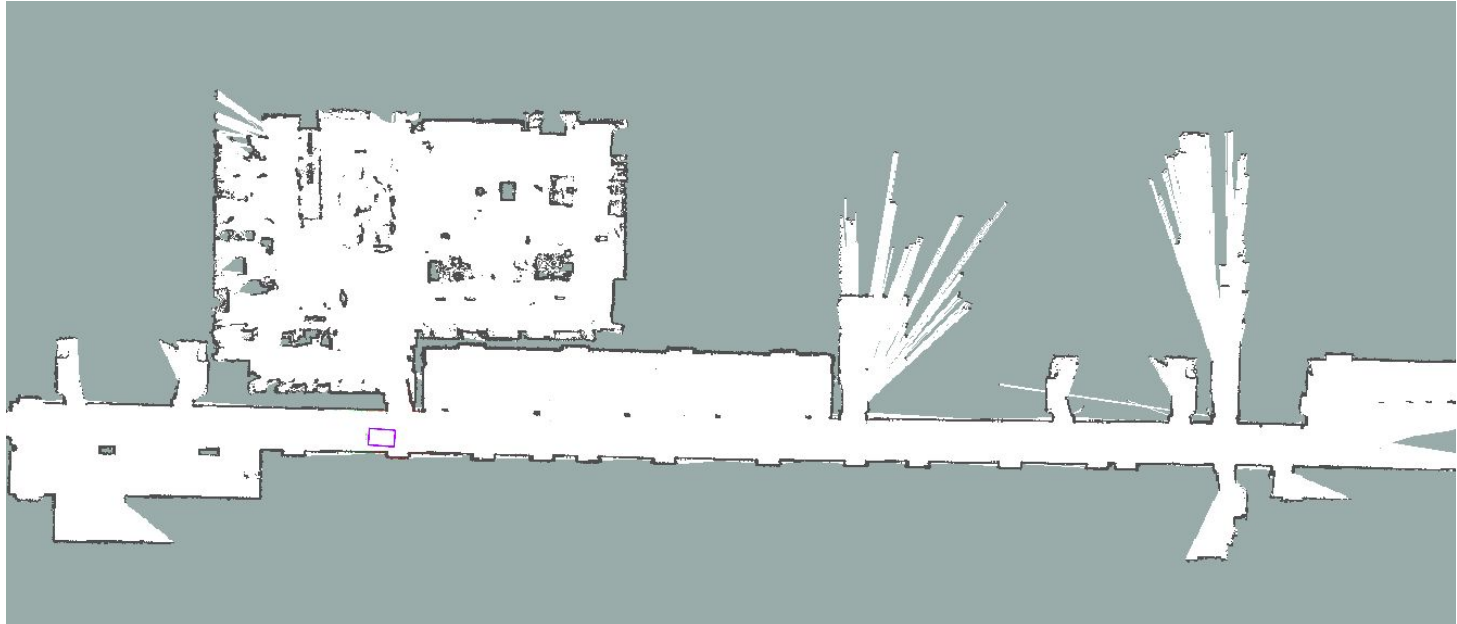
SLAM

Simultaneous Localization and Mapping

HectorSLAM



HectorSLAM



Navegação

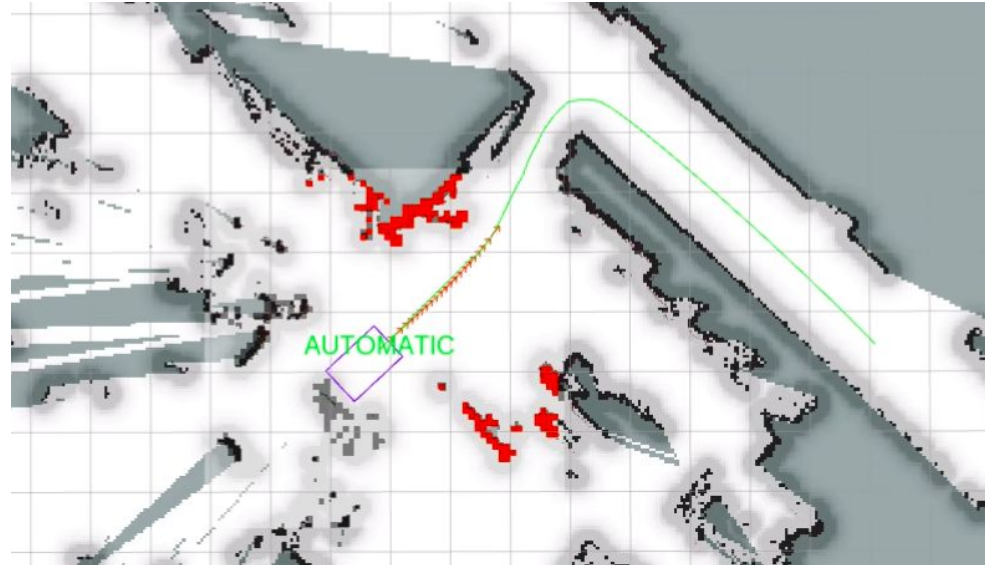
- Manual
- Automático
- Semi-Automático

Modo Automático

Teb Local Planner

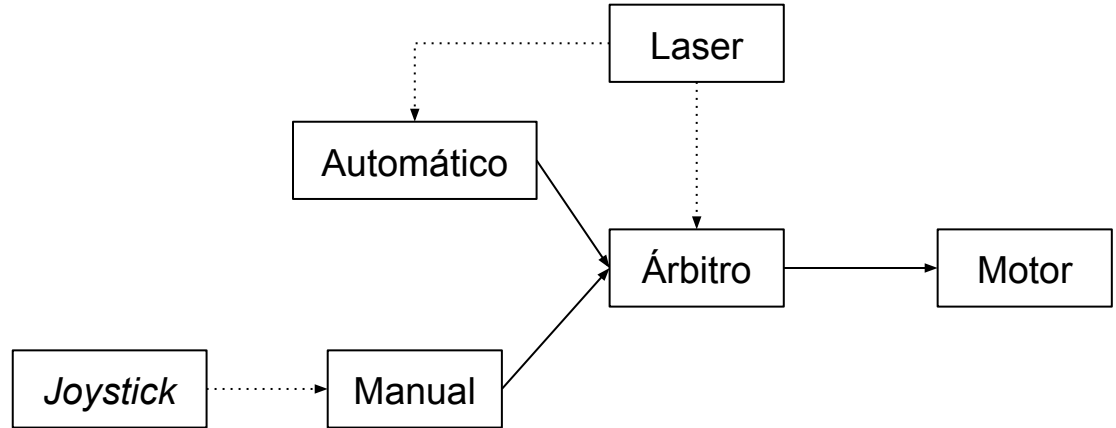
Requisitos:

- Mapa
- Hodometria
- LIDAR
- Geometria do robô
- Cinemática do robô



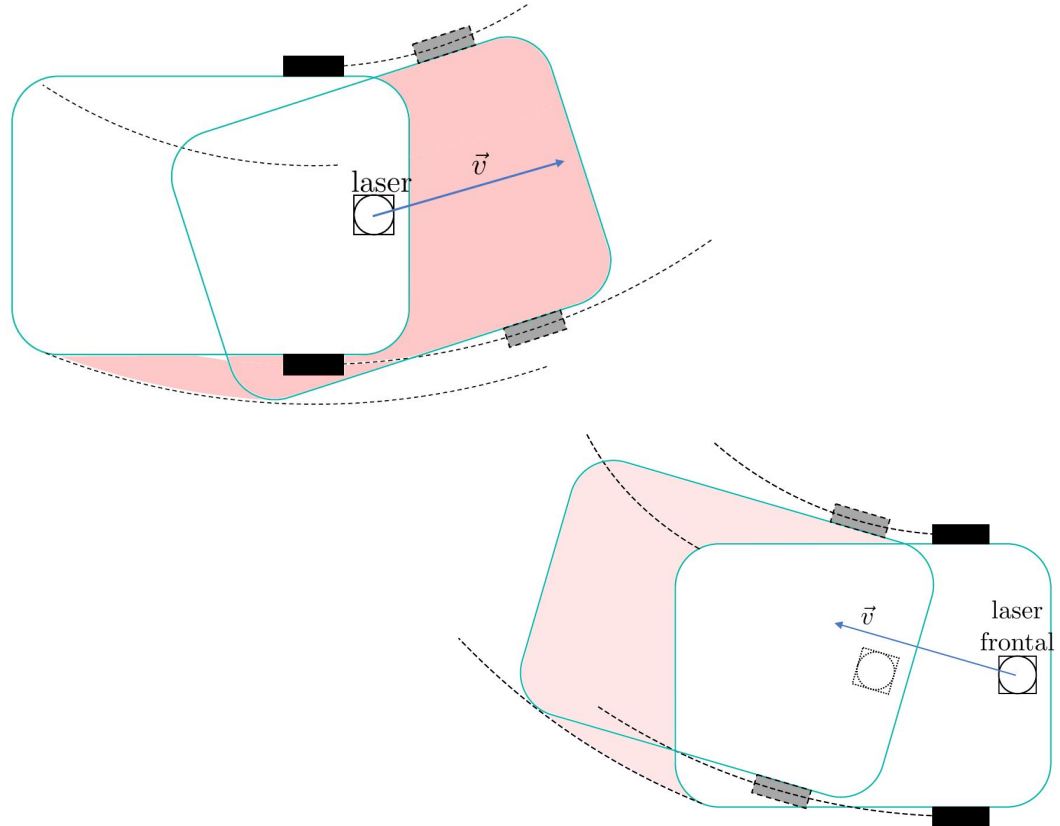
Modo Semi-Automático

- Opção entre modo manual e automático
- Mudança para modo automático em caso de risco de colisão



Distância de Paragem

$$d = \underbrace{k_1 v}_{\text{Distância de Reação}} + \underbrace{k_2 v^2}_{\text{Distância de Travagem}}$$

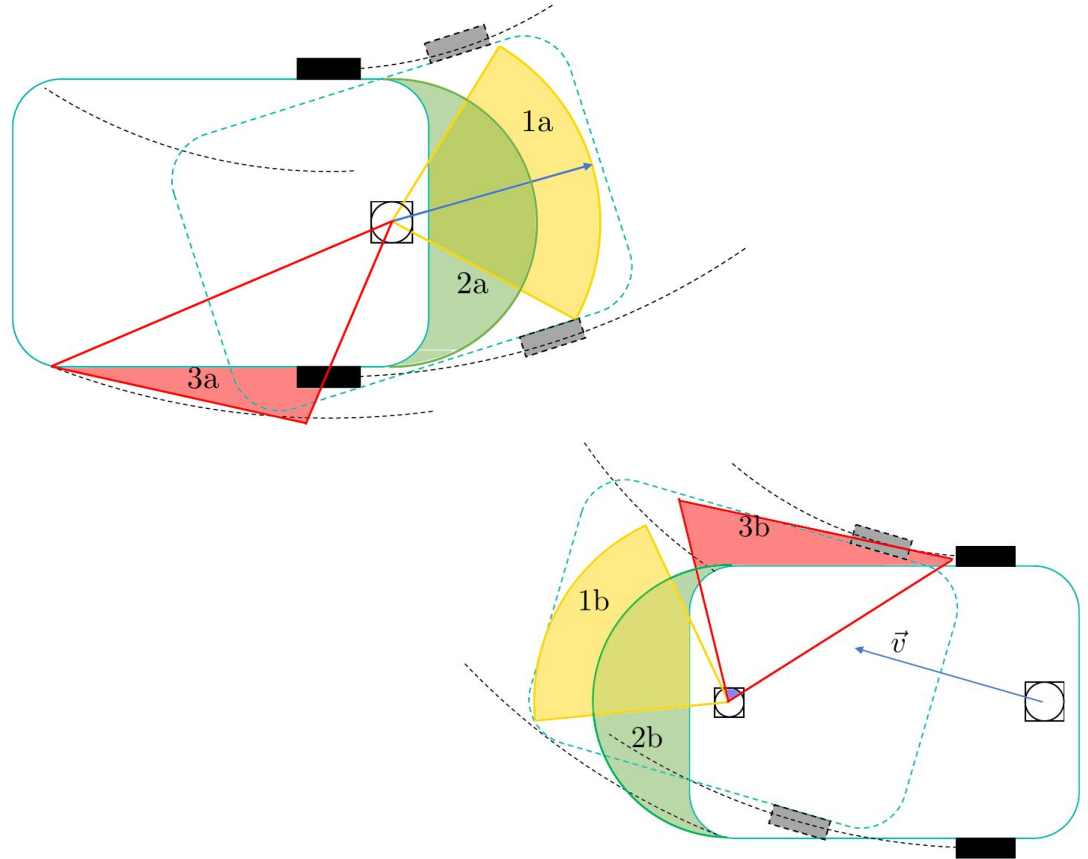


Zonas de Risco

Área 1 - Proteção da
dianteira/traseira para
velocidades lineares

Área 2 - Proteção da
dianteira/traseira para
velocidades angulares e lineares

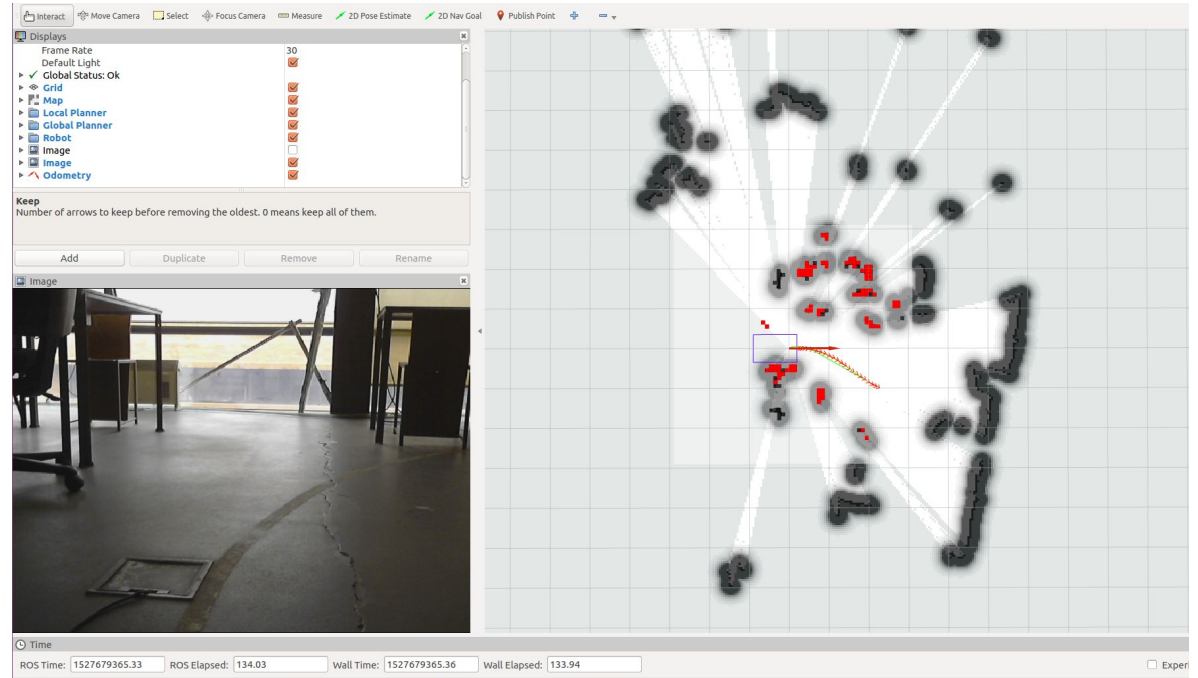
Área 3 - Proteção da lateral para
velocidades lineares



Sistema Remoto

Comando Xbox

Ros distribuido

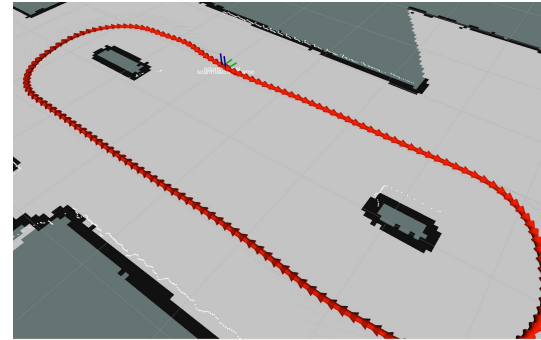
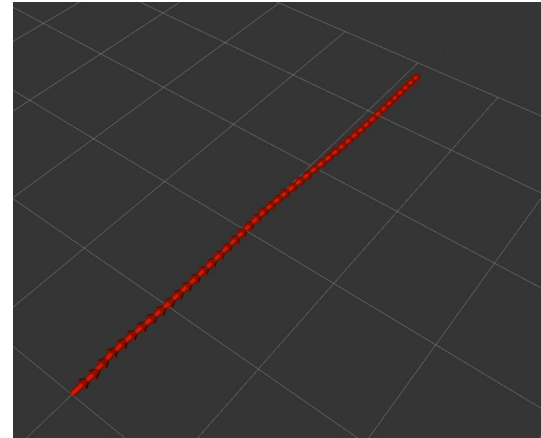


Testes e Resultados

Hodometria

5m em linha reta

Circuito oval com ponto inicial e final coincidente

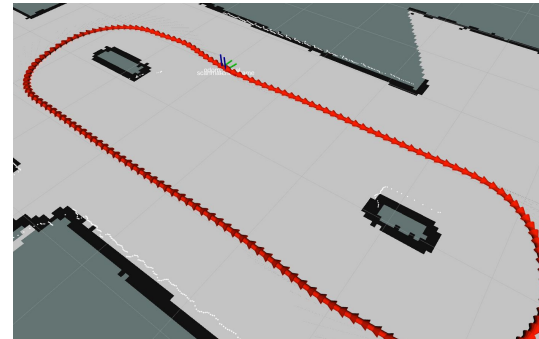
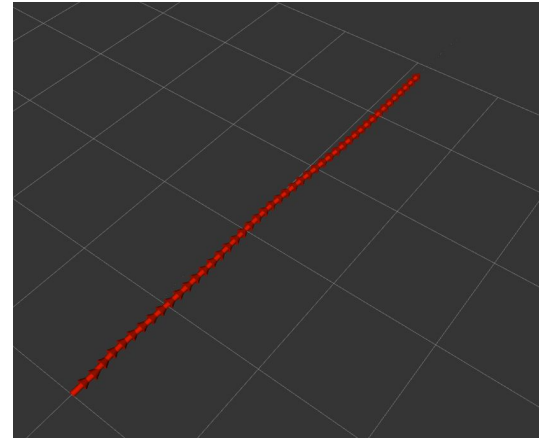


Hodometria

5m em linha reta

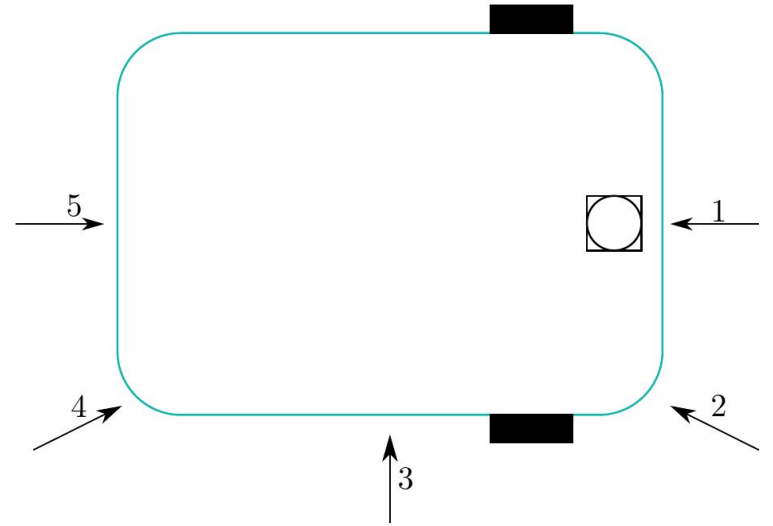
Circuito oval com ponto inicial e final coincidente

Raio (mm)	Distância (m)	Erro (%)
12,0	4,67	6,66
12,8	4,97	0,59



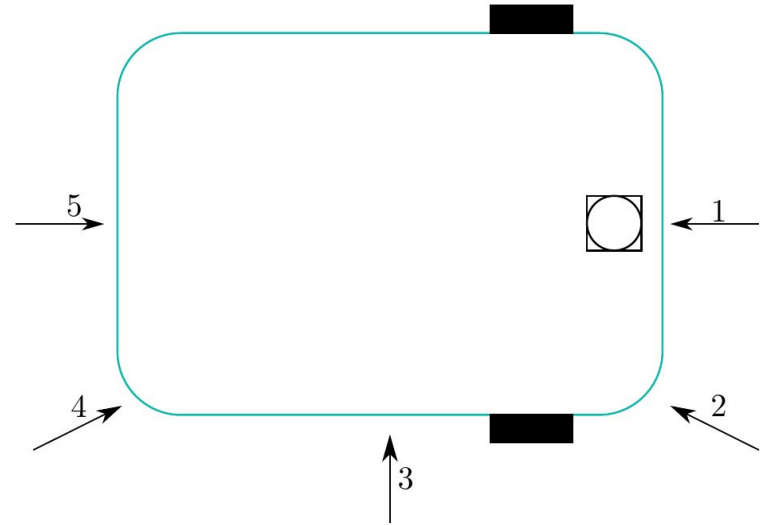
Segurança

Teste colisão frontal, traseira e lateral



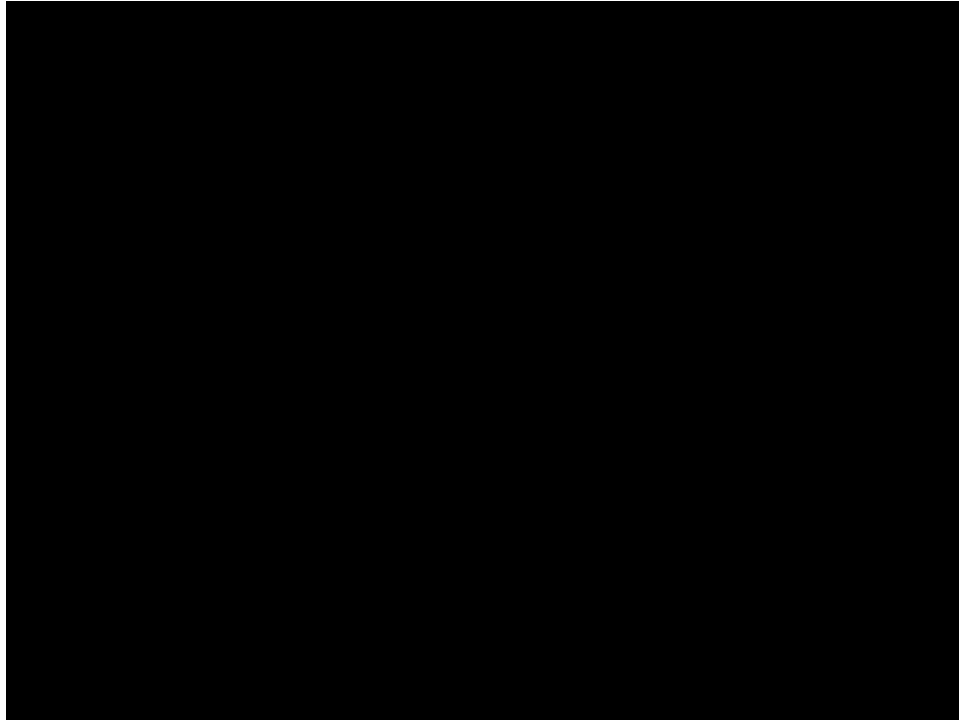
Segurança

Teste colisão frontal, traseira e lateral

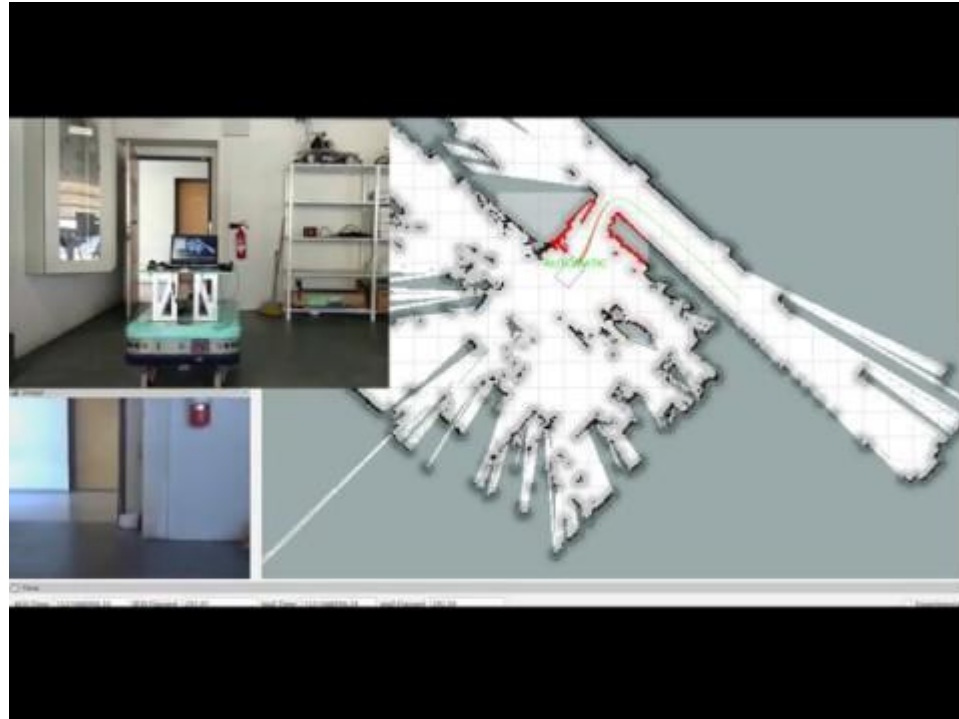


Direção	1 (m/s)		2 (m/s)		3 (rad/s)		4 (m/s)		5 (m/s)	
Velocidade	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5	0,15	0,5
Distância (cm)	20,4	28,4	11,4	18,0	15,6	29,8	12,4	20,2	22,8	28,4

Navegação Semi-Automático



Navegação Semi-Automático



Conclusão

Conclusão

- ✓ Desenvolvimento de uma solução de hodometria
- ✓ Introdução de um sistema de percepção local recorrendo ao HectorSALM
- ✓ Desenvolvimento de uma solução de navegação autónoma e manual com assistência

Trabalhos Futuros

Alterar posição dos sensores LIDAR

Actualização do sistema de segurança para situações não previstas

Alterar a rede do sistema remoto para uma rede externa

**Obrigado pela
vossa atenção**