

Projeto BIRHex

PLATAFORMA ROBÓTICA AUTÔNOMA PARA
INSPEÇÃO DE AMBIENTES QUE SEGUE A
MORFOLOGIA RHEX

Equipe do projeto



Etevaldo Cardoso
Gerente de Projeto
Eng. Elétrica



Vitor Silva
Membro
Eng. Computação



Amã Fair
Membro
Eng. Automação



Paulo da Veiga
Membro
Eng. Automação

Cliente: Instituto Brasileiro de Robótica

Orientador: Marco Antonio dos Reis

Docente: João Lucas da Hora

Coordenadores: Murilo Plinio / Taniel Franklin / Sérgio Pitombo

Centro Universitário SENAI CIMATEC

O Centro Universitário SENAI CIMATEC é uma instituição focada no ensino da engenharia, reconhecida pelo MEC/INEP e com uma vasta atuação em PD&I.



Centro Universitário SENAI CIMATEC

O Instituto Brasileiro de Robótica é pioneiro no país no desenvolvimento de projetos de robôs para a indústria. É uma iniciativa com foco no desenvolvimento da indústria e da inovação como fator de incremento à competitividade do setor. Os projetos contam com a parceria do Centro de Pesquisa Alemão para Inteligência Artificial (DFKI).

As áreas do conhecimento que mais se beneficiam com o instituto são:

- Automotiva;
- Energia;
- Mineração;
- Petróleo e Gás;

Justificativa

A partir de pesquisa realizada pelo IBGE, a população soteropolitana está em aproximadamente 50% residindo em zona de risco. Esse número, somado à quantidade de eventos envolvendo desmoronamentos na cidade demonstrou uma necessidade no acompanhamento dessa problemática.

Justificativa

Considerando as características técnicas e linhas de pesquisas do cliente, se mostrou aplicável o desenvolvimento e construção de um sistema autônomo de inspeção em terra e que poderá ser uma ferramenta de uso aplicável à indústria e civil além da contribuição para a academia.

- Custo humano alto;
- Trabalho manual e repetitivo;
- Alta taxa de falsos positivos e/ou demora em identificar pontos críticos;

Objetivos

- **Desenvolver simulação e projeto detalhado de robô hexápode;**
- Estudar as versões de robô com estilo RHex já desenvolvidas.
- Estudar conceitos importantes da robótica móvel como navegação e localização.
- Desenvolver os softwares do robô e os ambientes de simulação no Gazebo integrado com o ROS.
- Criar esquemáticos elétricos e modelos mecânicos.
- Realizar testes de desempenho das funcionalidades implementadas na simulação.

RHex



Criado a primeira versão entre 1999 e 2001



McGill
UNIVERSITY

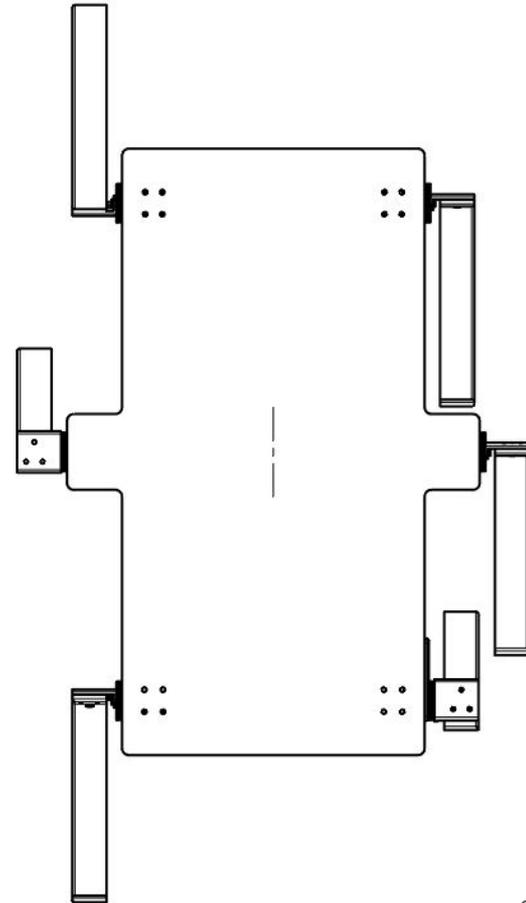


RHex



Criado a primeira versão entre 1999 e 2001

Característica principal: **Seis patas**



RHex

Criado a primeira versão entre 1999 e 2001

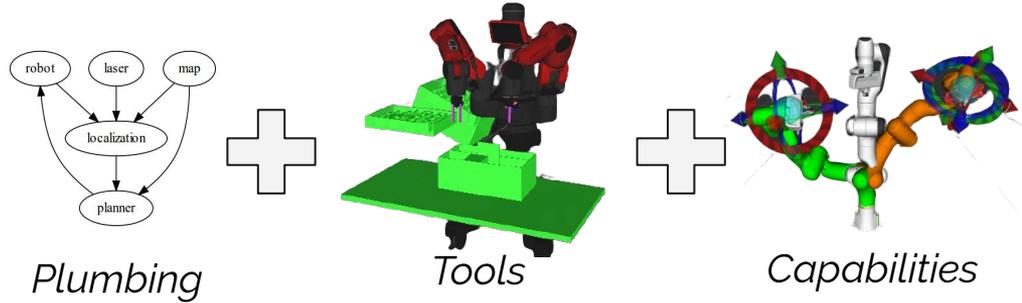
Característica principal: **Seis patas**

Variações de Modelo



Framework ::::ROS

O que é?

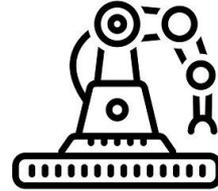


::::ROS =



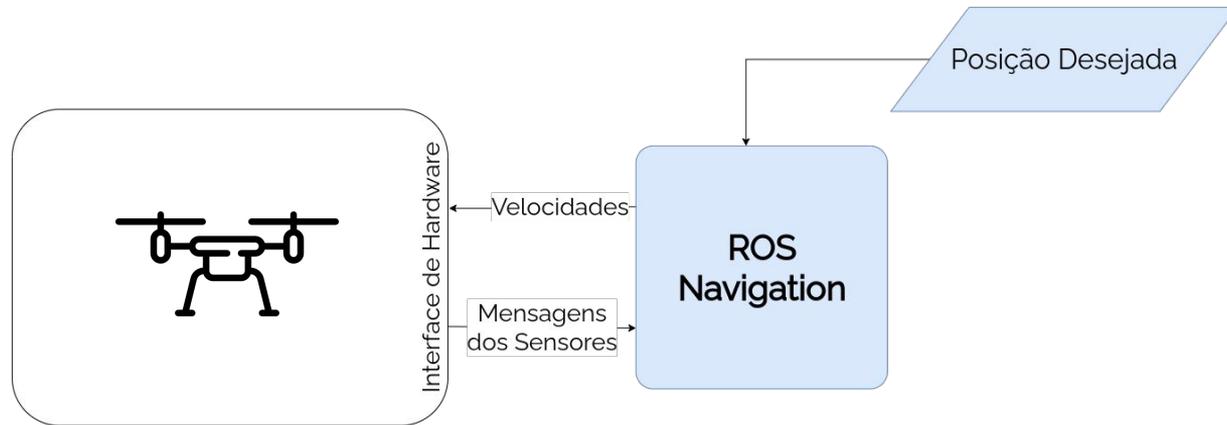
Ecosystem

Framework :: ROS



O que é?

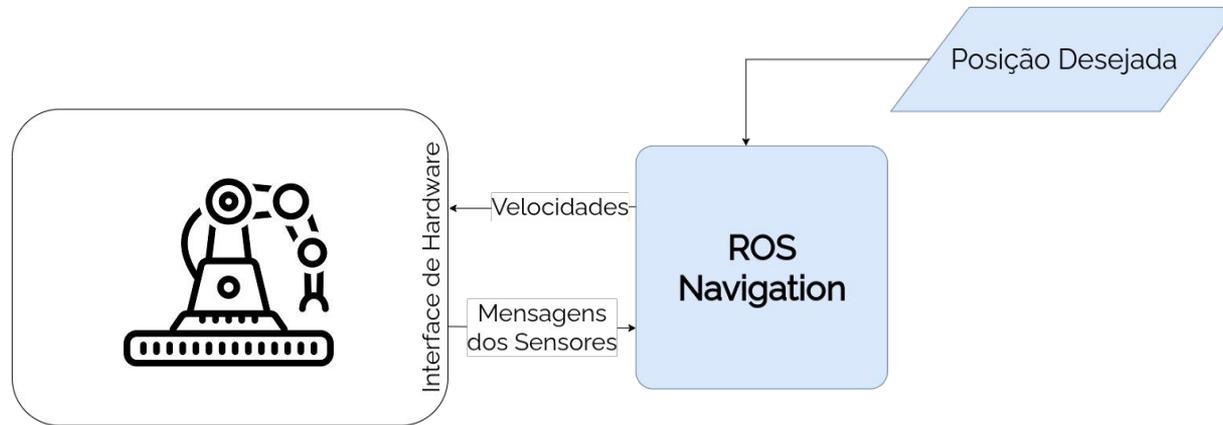
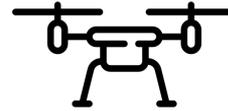
Re-uso de códigos



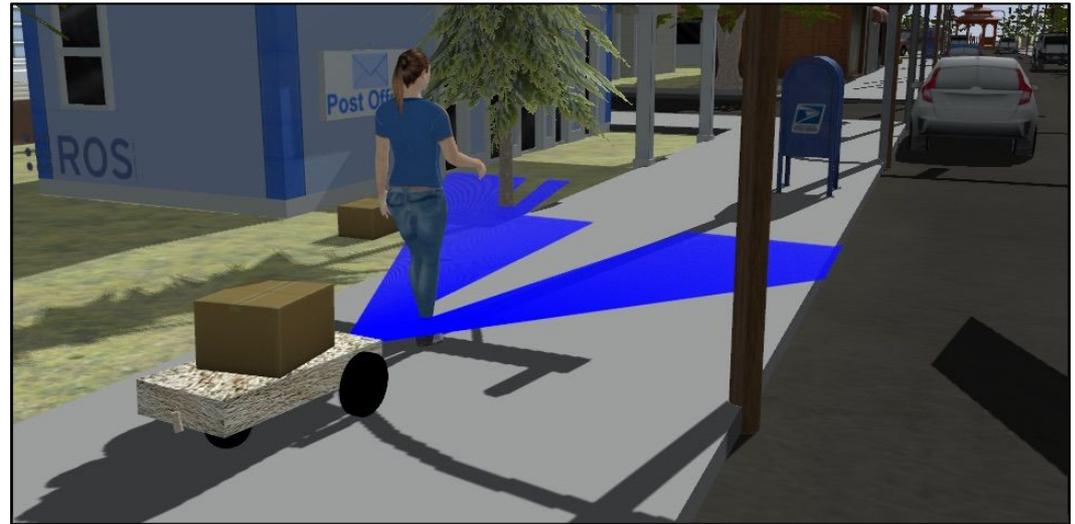
Framework :: ROS

O que é?

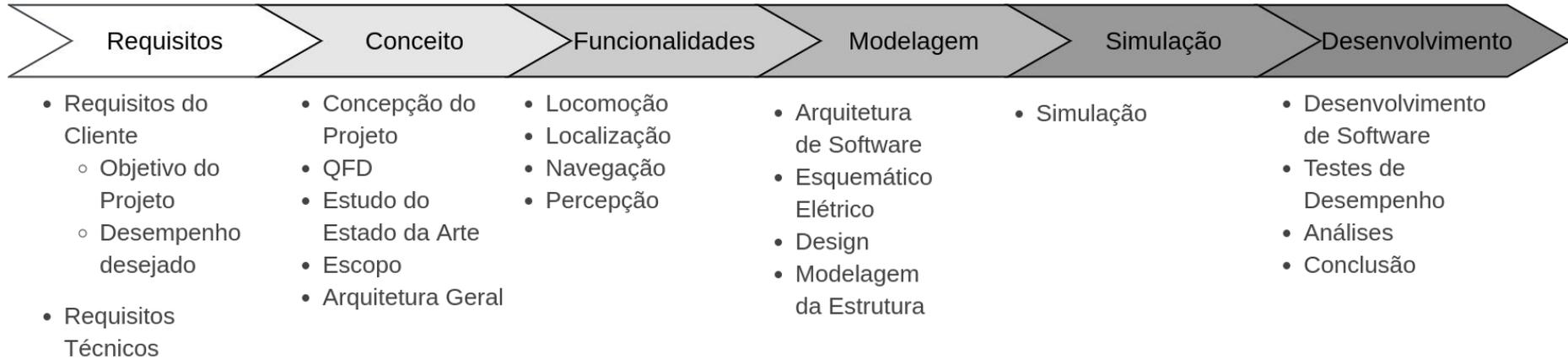
Re-uso de códigos



Simulador: Gazebo



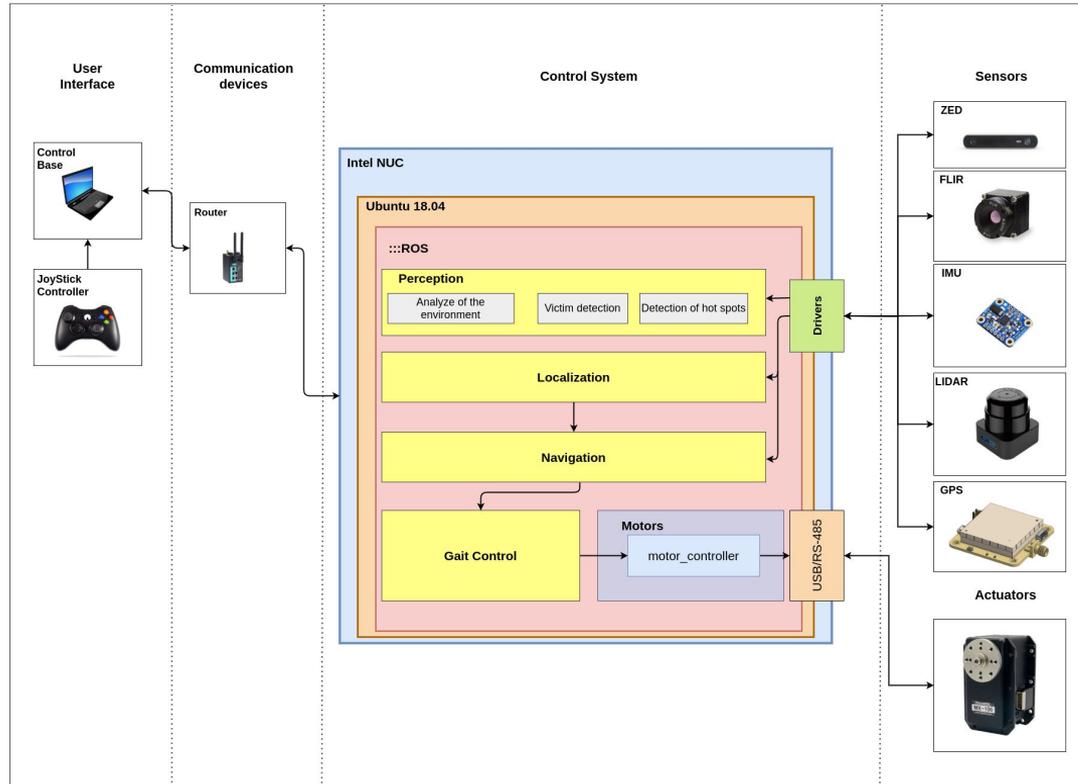
Metodologia



Requisitos do Cliente

- Autonomia de 1 hora
- Peso limite até 10 Kg
- Sistema modular
- Navegação autônoma
- Mapeamento e Localização no ambiente
- Locomoção em ambientes acidentados
- Detecção de áreas quentes
- Simulação do sistema robótico

Arquitetura Geral



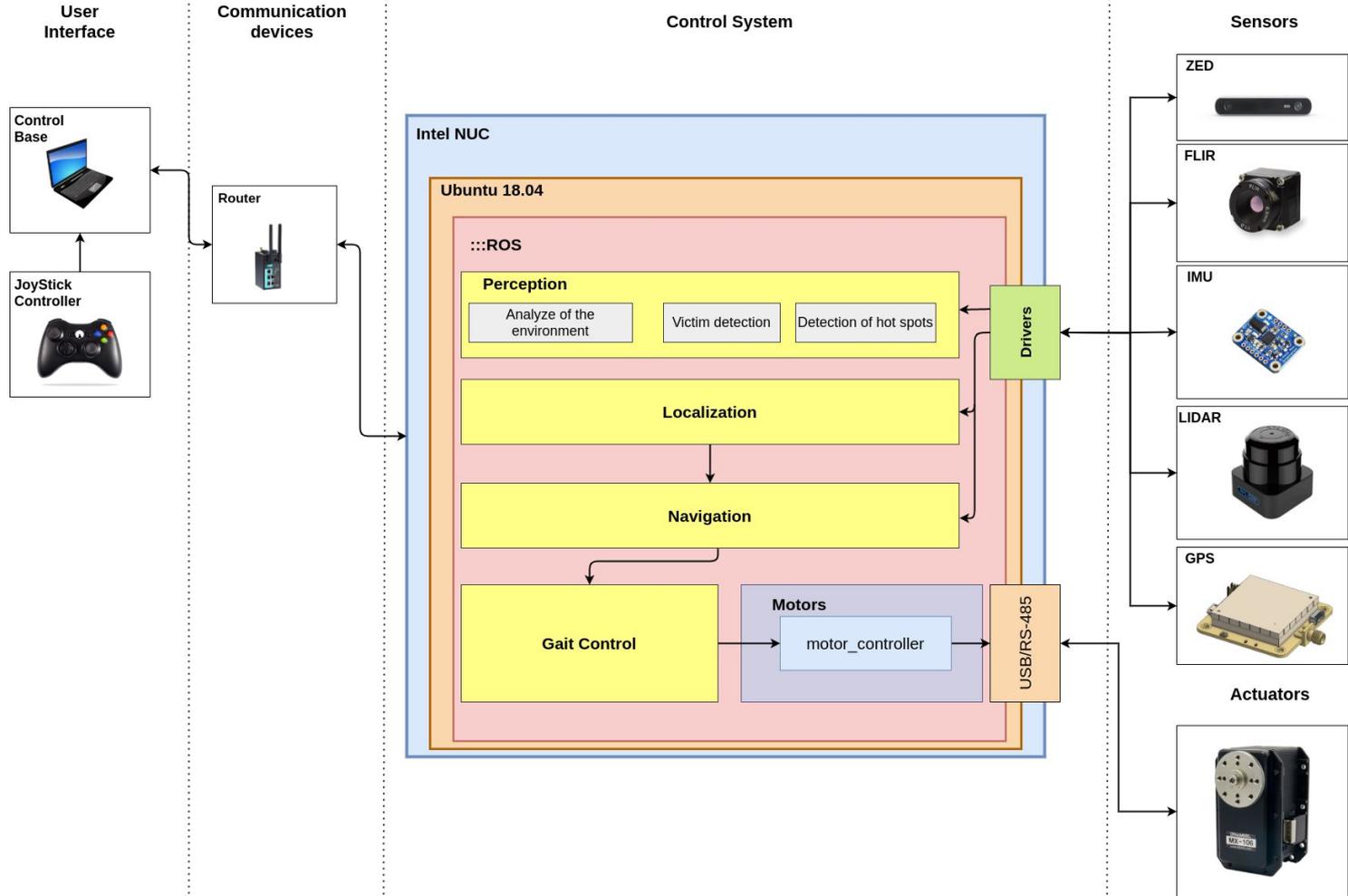
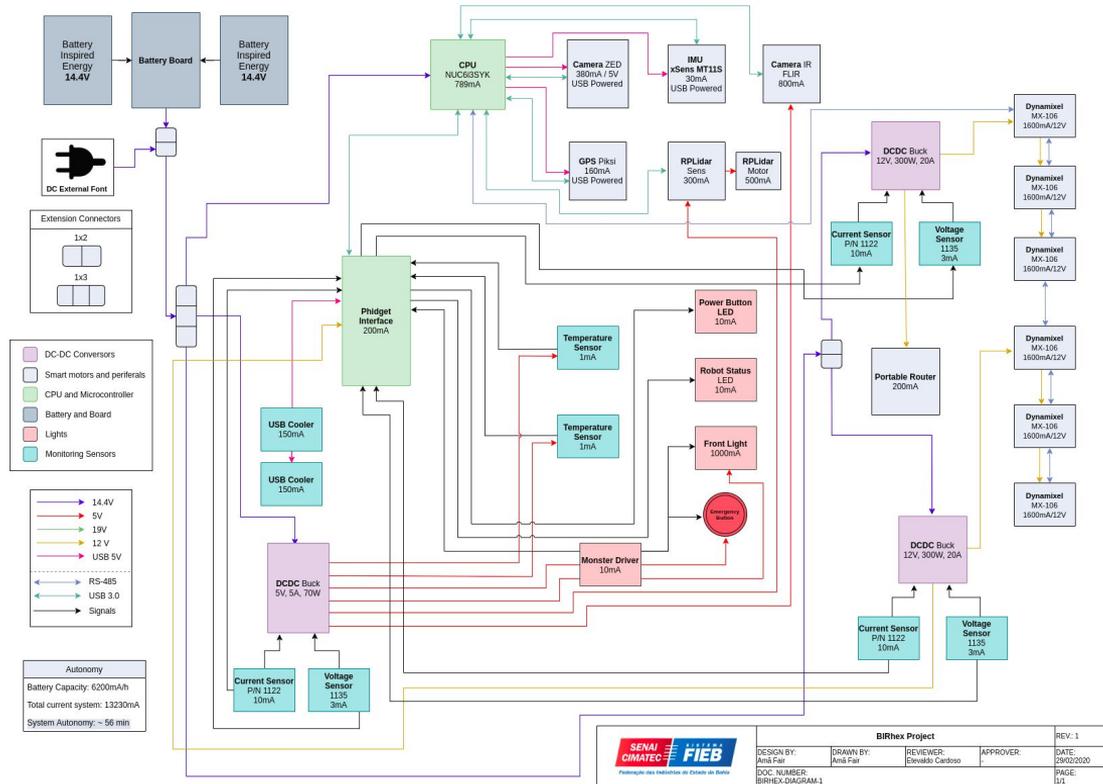
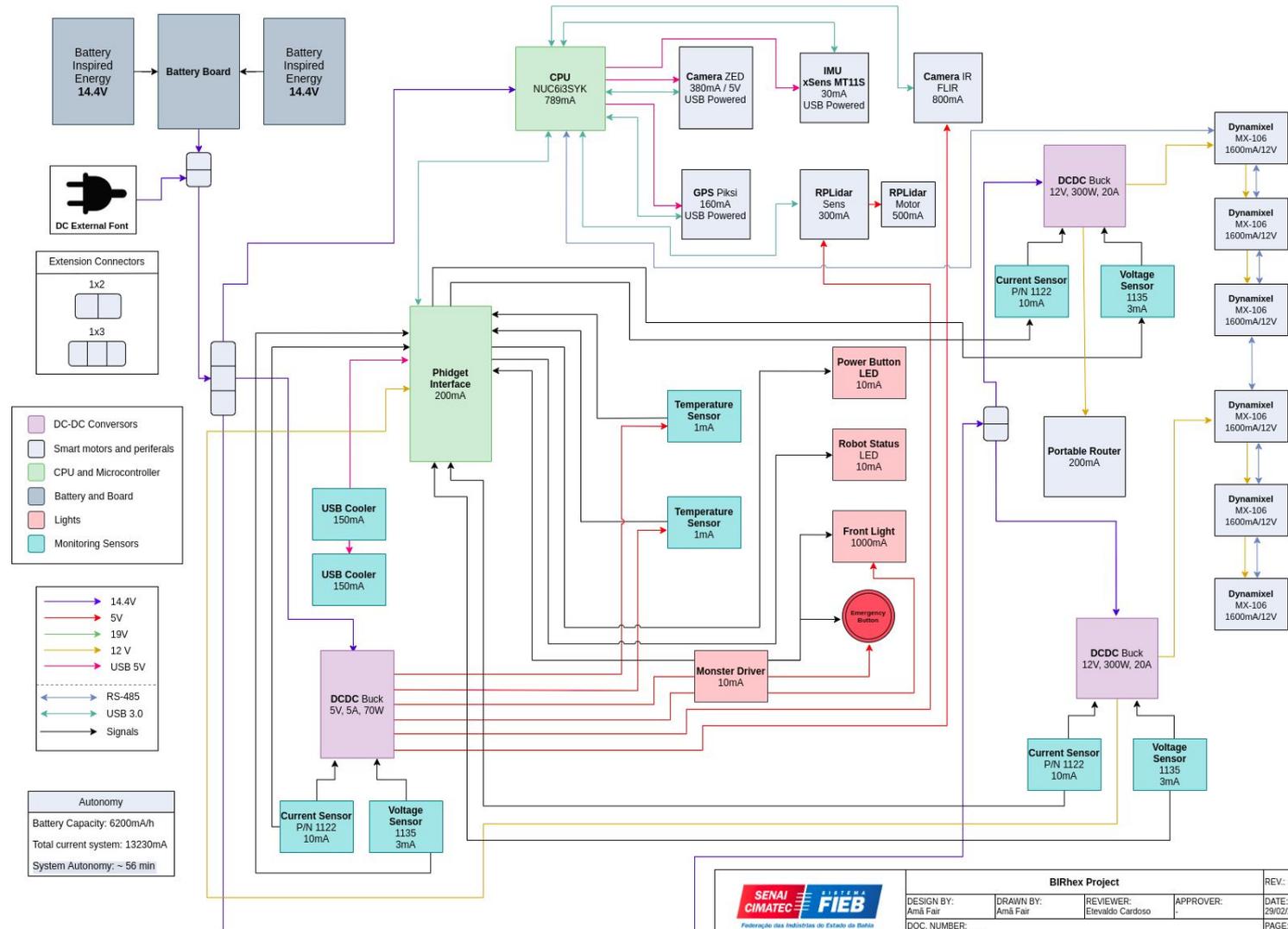


Diagrama de Componentes Elétricos



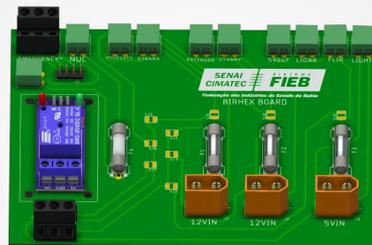


BIRhex Project				REV.: 1	
 <small>Federação das Indústrias do Estado do Bahia</small>	DESIGN BY: Amã Fair	DRAWN BY: Amã Fair	REVIEWER: Etevaldo Cardoso	APPROVER:	
	DOC. NUMBER: BIRHEX-DIAGRAM-1				DATE: 29/02/2020
					PAGE: 1/1

Design Eletrônico

Características gerais das placas:

- **Legendas** indicativas para todos os componentes
- Boards **compactas**
- Posicionamento **estratégico** no modelo
- **Saídas extras** para expansão do projeto



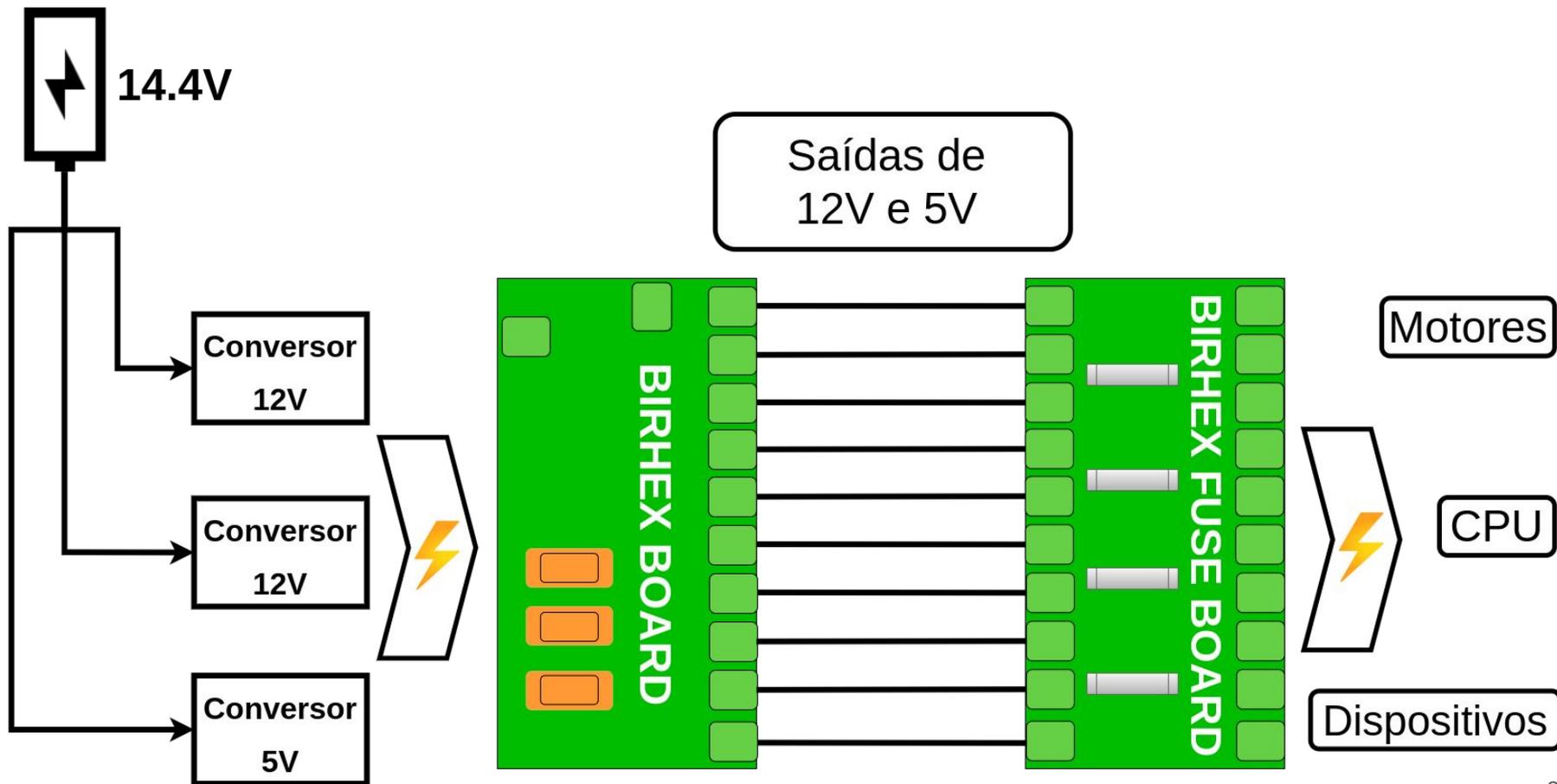
**BIRHEX Test
Board**



**BIRHEX
Board**



**BIRHEX Fuse
Board**



Dispositivos Inteligentes

- Parte da percepção do robô se dá através de dispositivos que permitem implementar as funcionalidades de localização e navegação:



RPLidar A1M8



Câmera Infravermelho FLIR



Câmera Stereo ZED

Dispositivos Inteligentes

O robô também conta com outros dispositivos que auxiliam na localização e locomoção:



IMU xSens

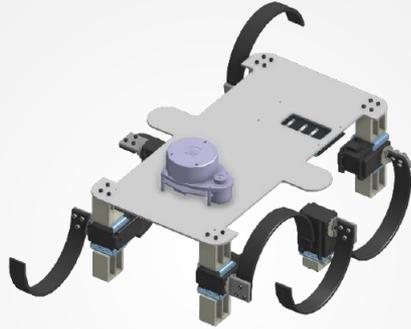


GPS Piksi

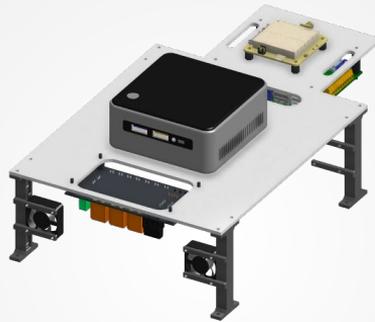


Servomotor Dynamixel

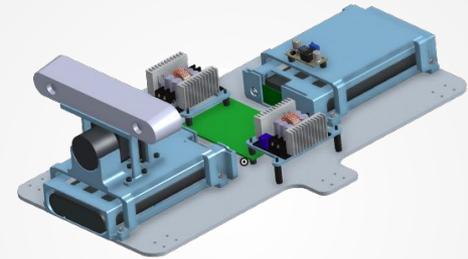
Design Mecânico



External
Devices



Upside
Housing



Downside
Housing

External Devices

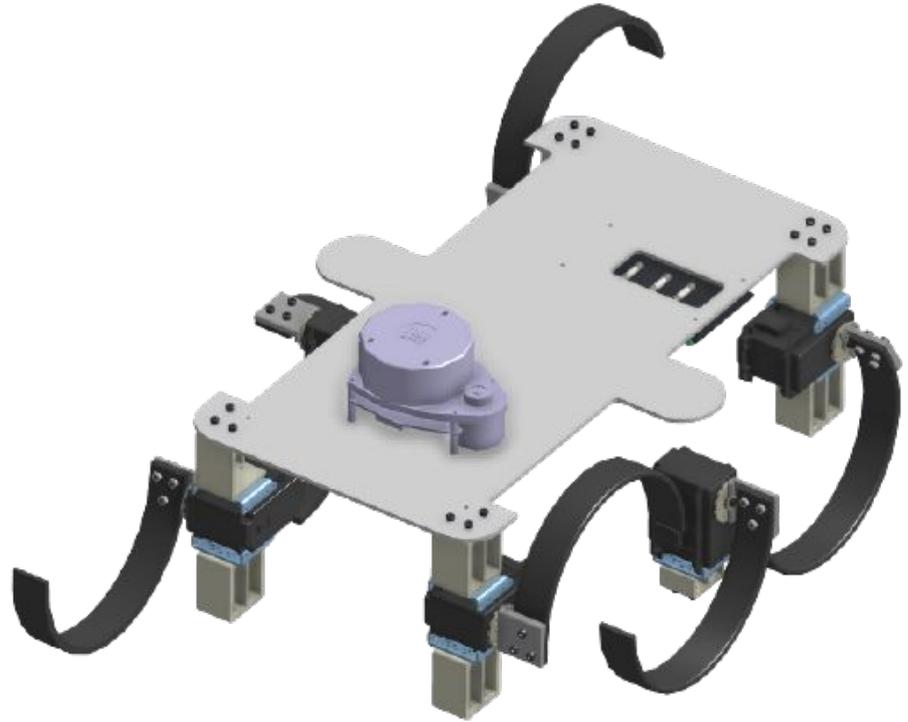
Externo ao robô temos:

- 6 conjuntos de patas

- Lidar

- Caixa de fusíveis

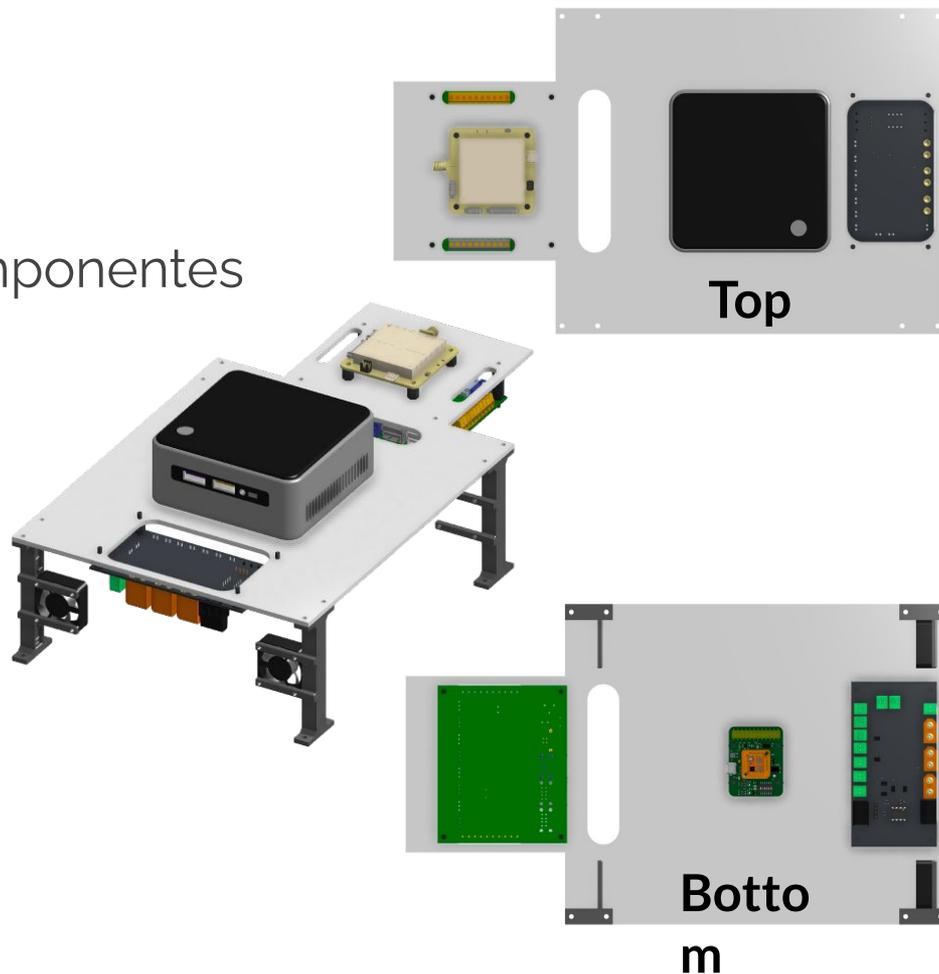
- Tampa superior



Upside Housing

Na Upside Housing temos componentes distribuídos em 2 lados:

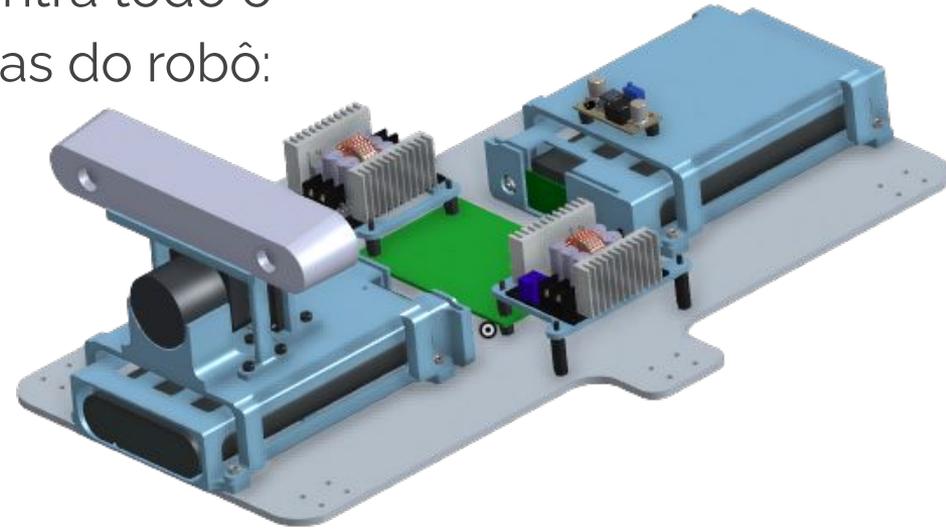
- Top:
 - GPS Piksi
 - CPU Nuke
- Bottom:
 - Phidgets Interface
 - IMU xSens
 - BIRhex Board



Downside Housing

Na Downside Housing se concentra todo o sistema de potência e as câmeras do robô:

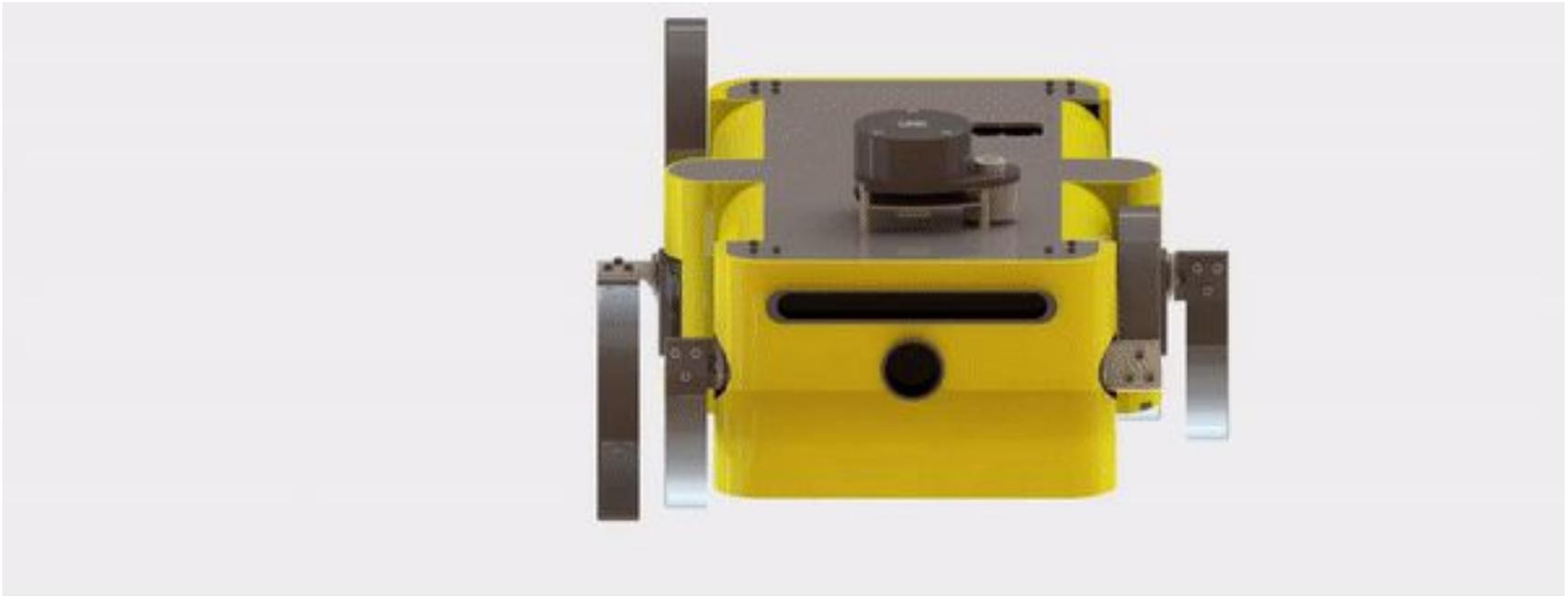
- Conversores DCDC
- Baterias
- Board de paralelização
- Zed Stereo Camera
- FLIR Câmera



Montagem Completa



Montagem Completa



Montagem Completa

Peso: 8.0 kg

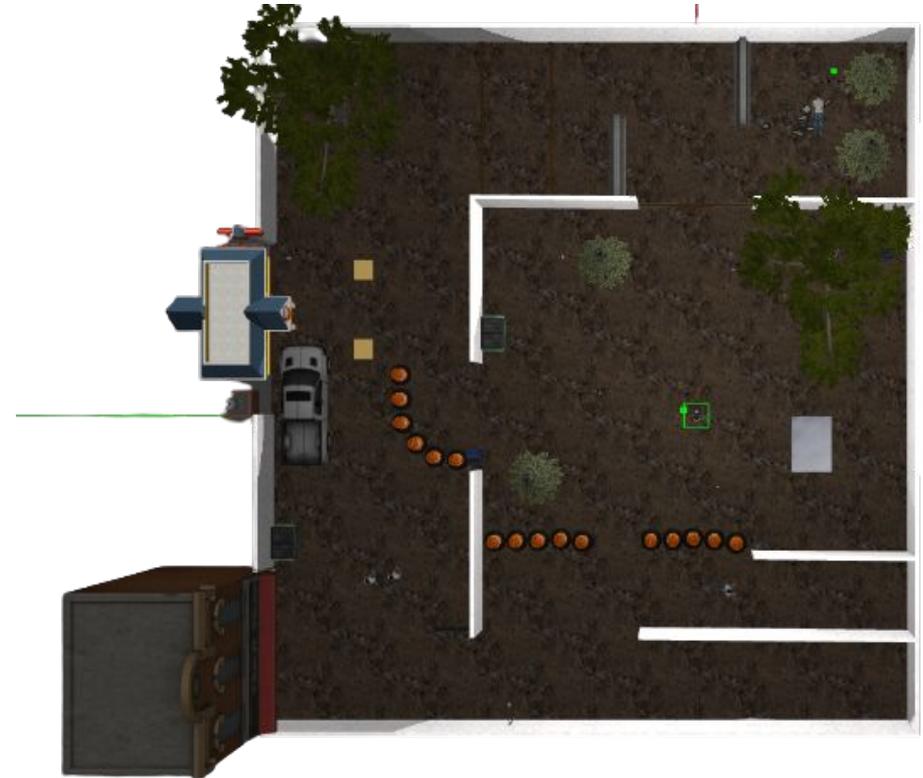
Dimensões: 400 x 220 x 140mm

Autonomia: > 1h

Velocidade: 15cm/s



Modelo de Simulação do Ambiente





Modelo de Simulação do Ambiente

Obstáculos



Bifurcações



Modelo de Simulação do Ambiente

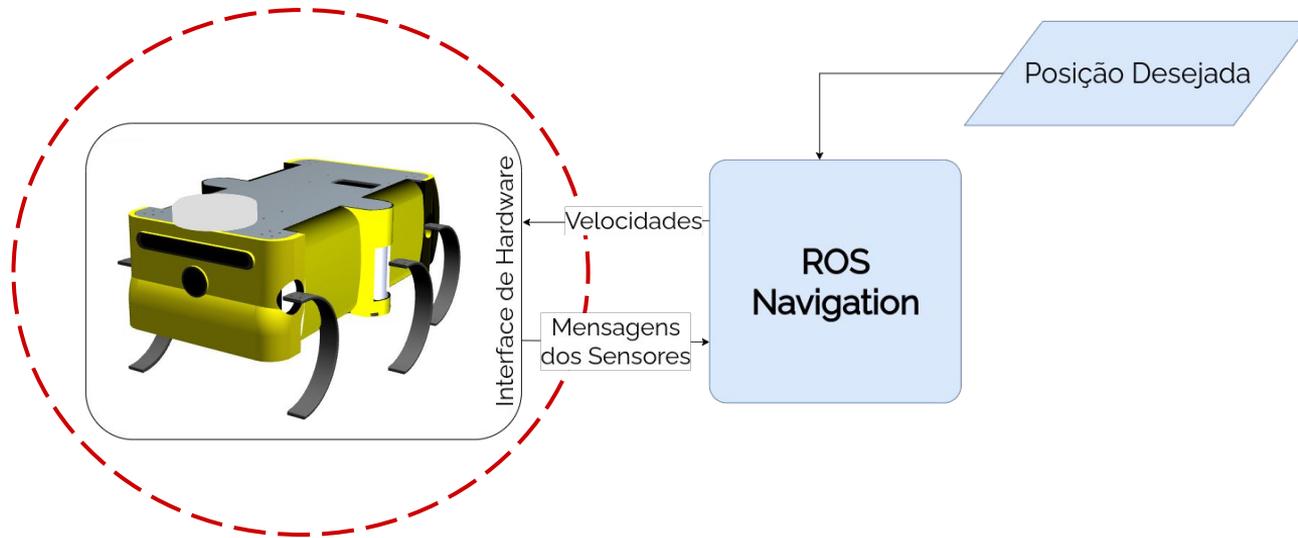
Entradas sem saída



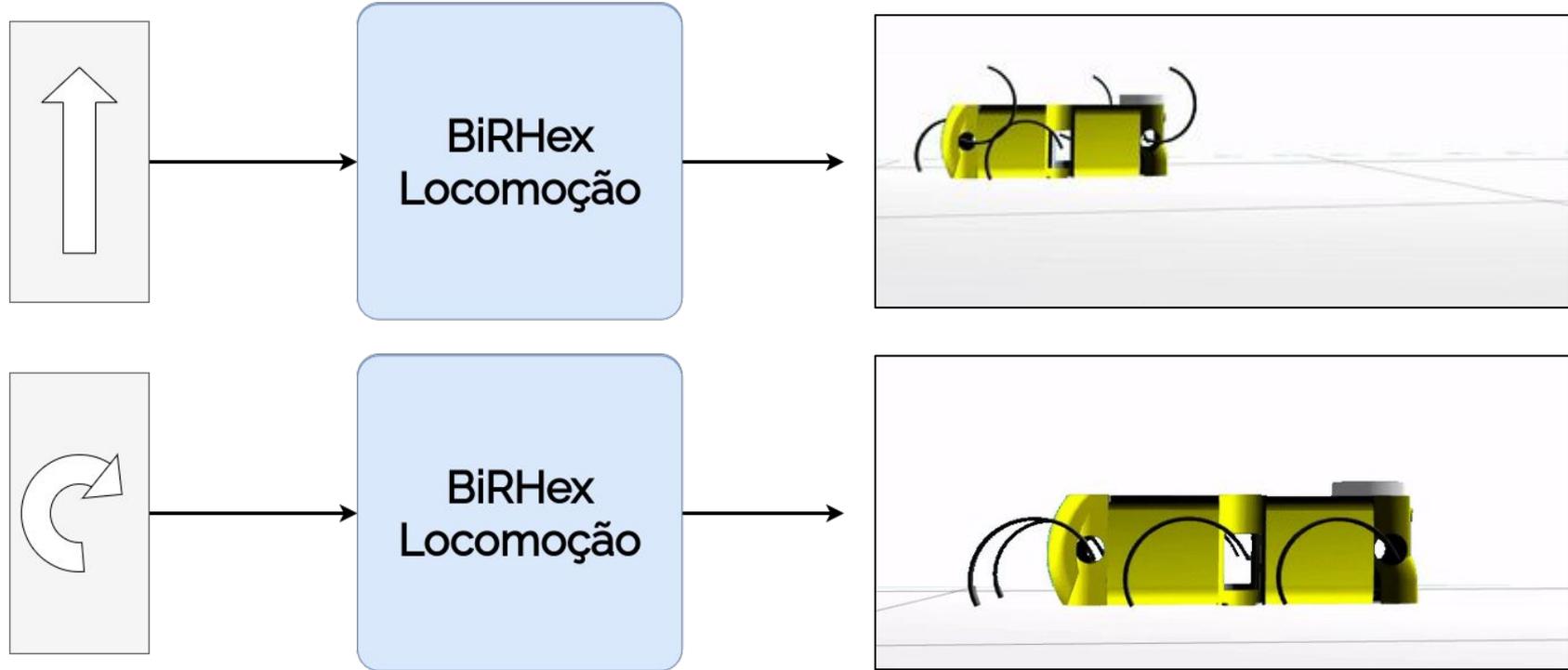
“Túnel” e Vítima



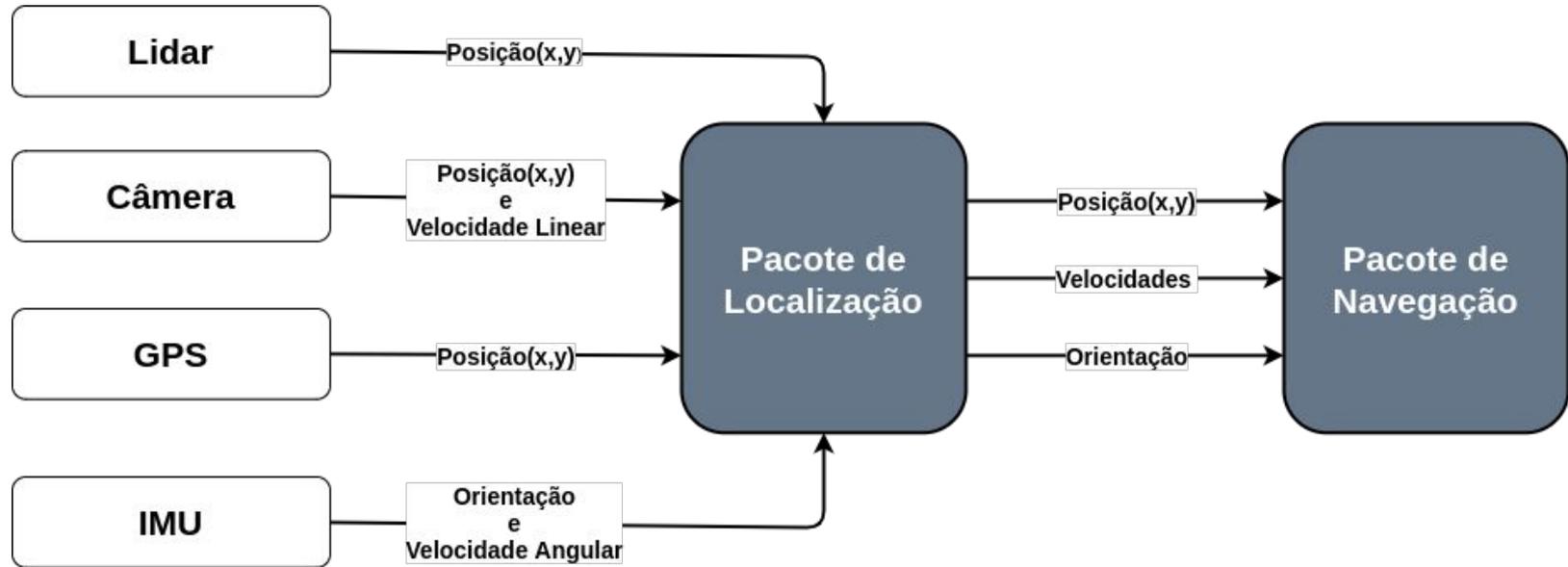
Pacote de Locomoção



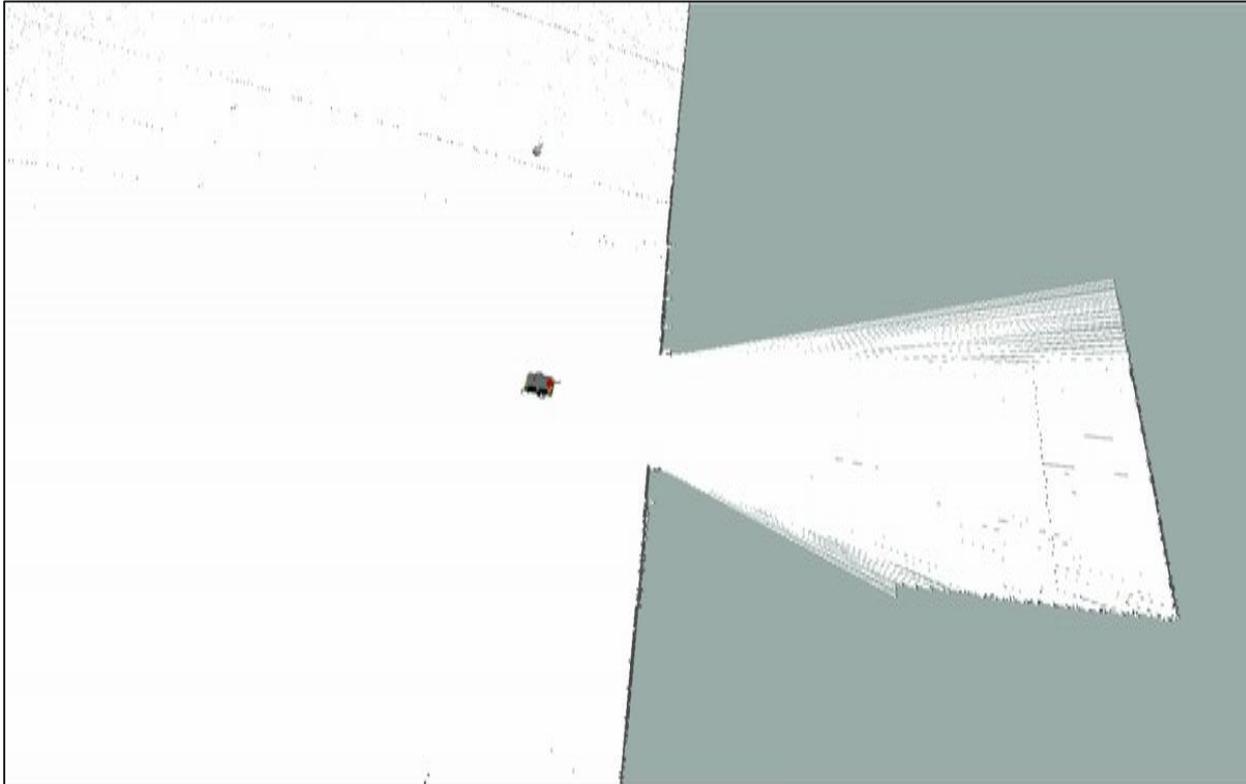
Pacote de Locomoção



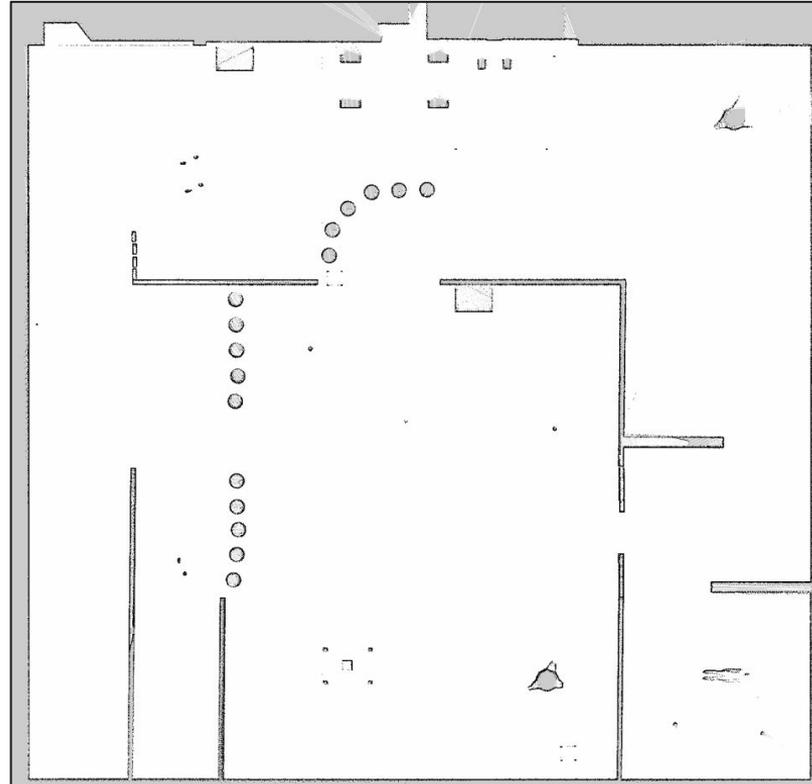
Pacote de Localização



Pacote de Localização - Mapeamento



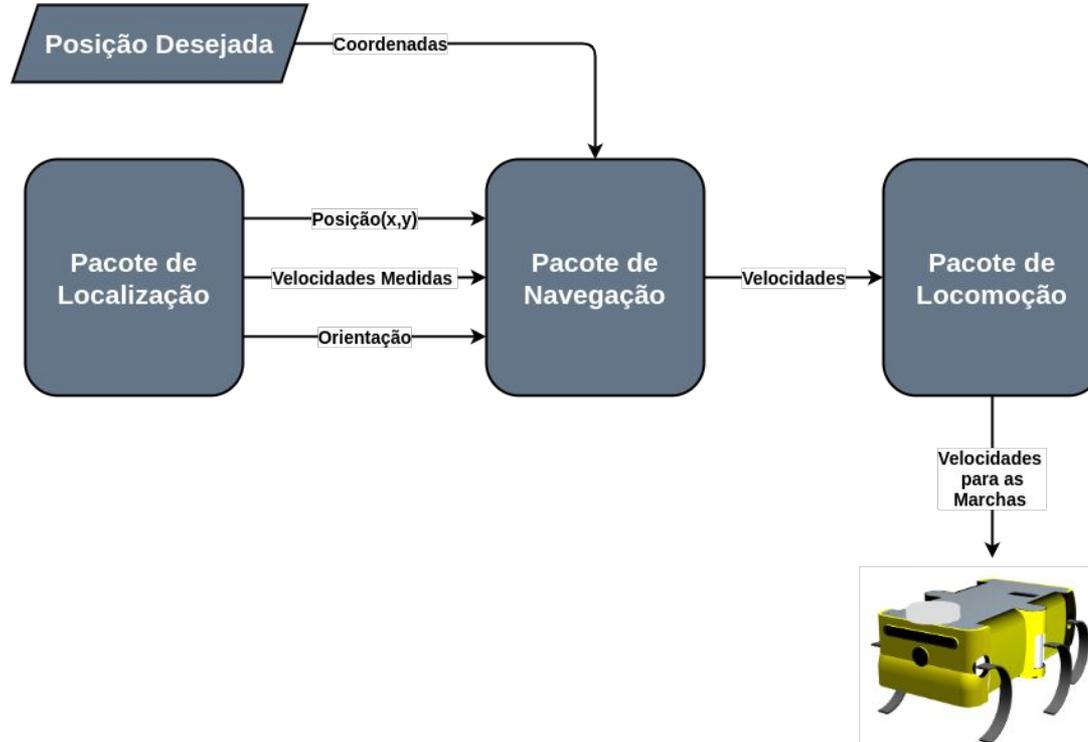
Pacote de Localização - Mapeamento



Pacote de Localização - Reconstrução 3D



Pacote de Navegação

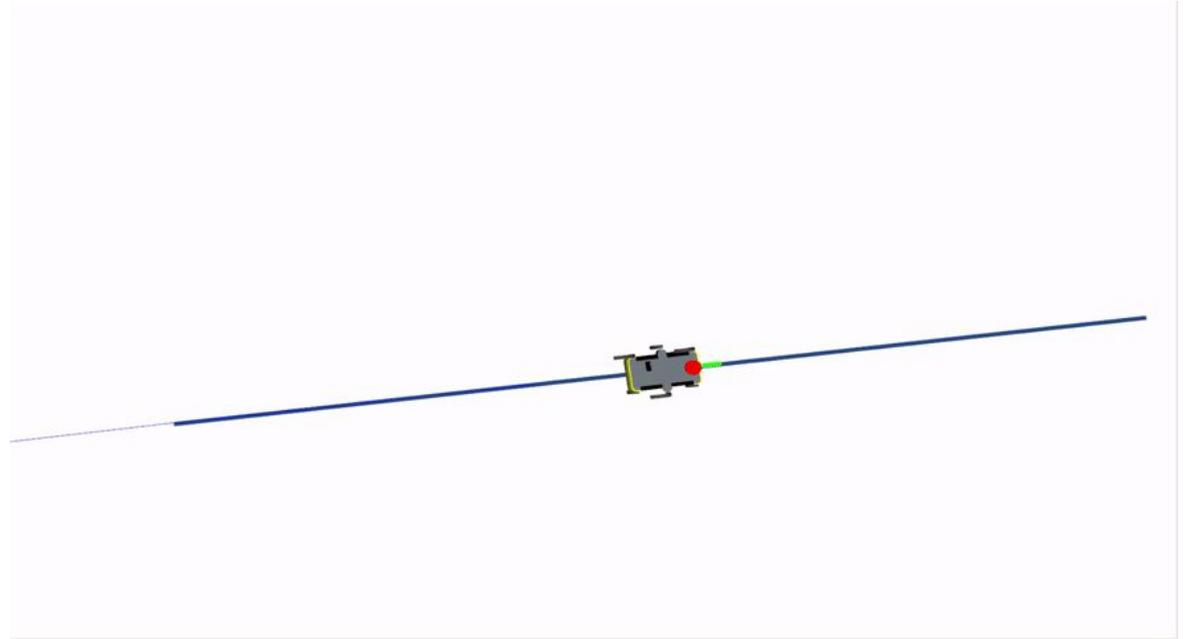


Pacote de Navegação

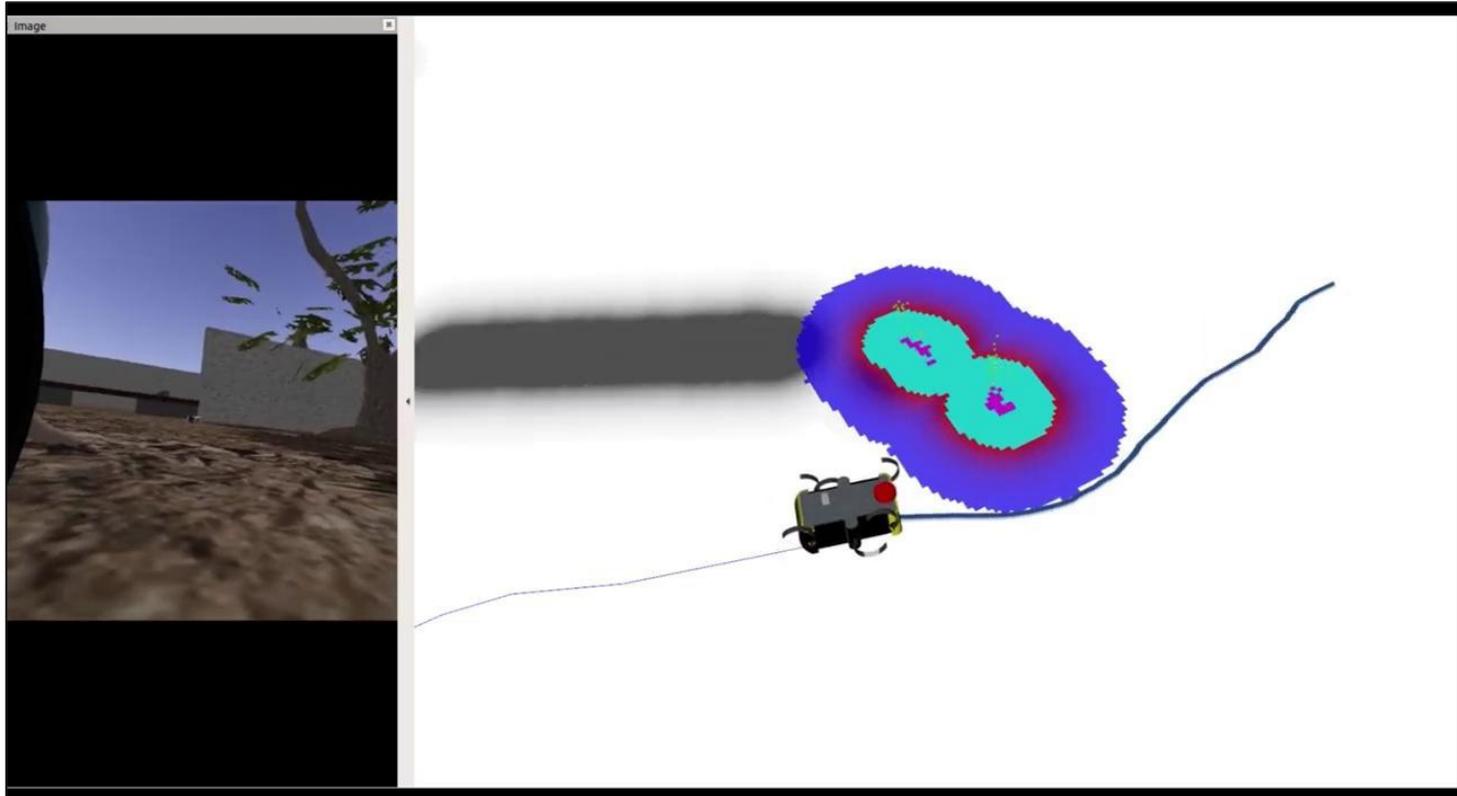
Planejador:

Global

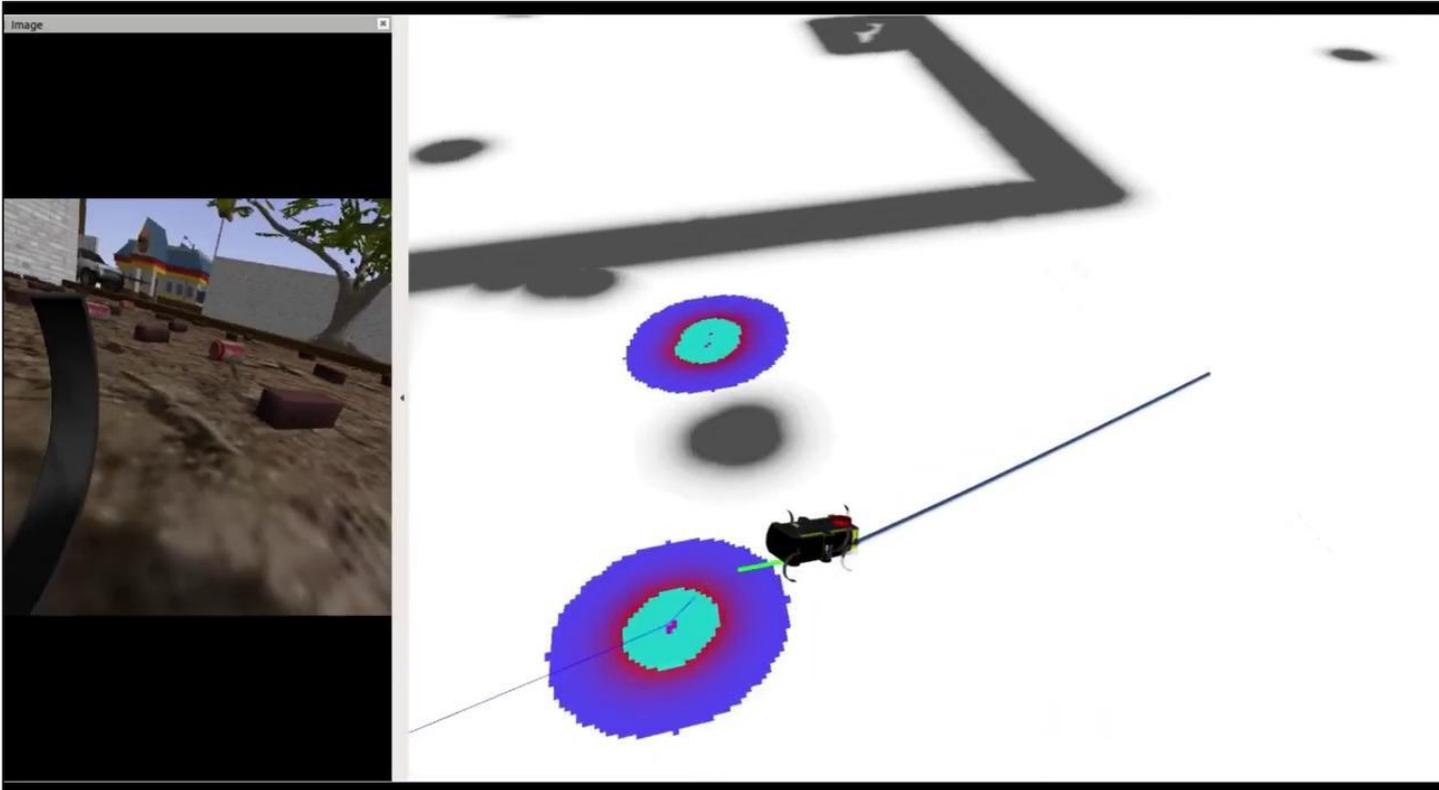
Local



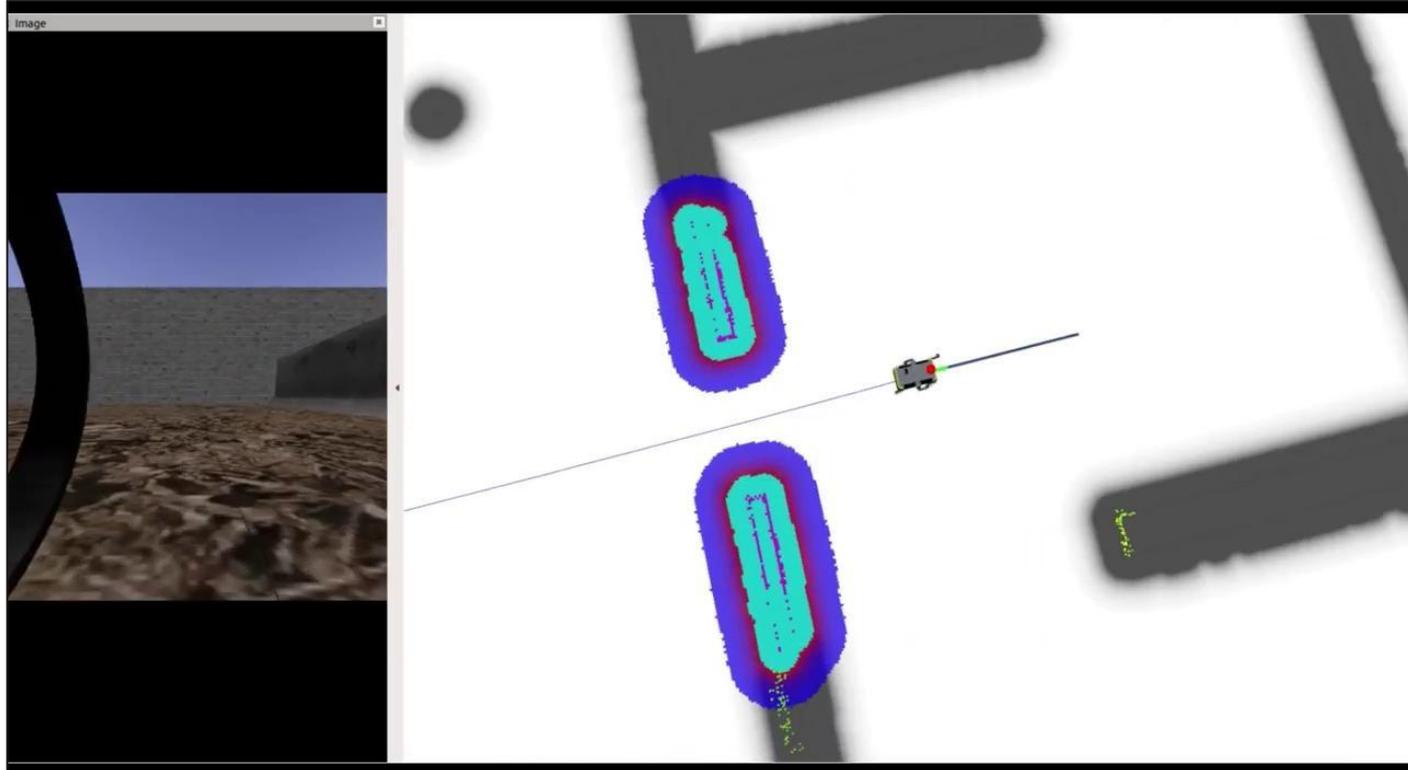
Pacote de Navegação - Evitando Obstáculos



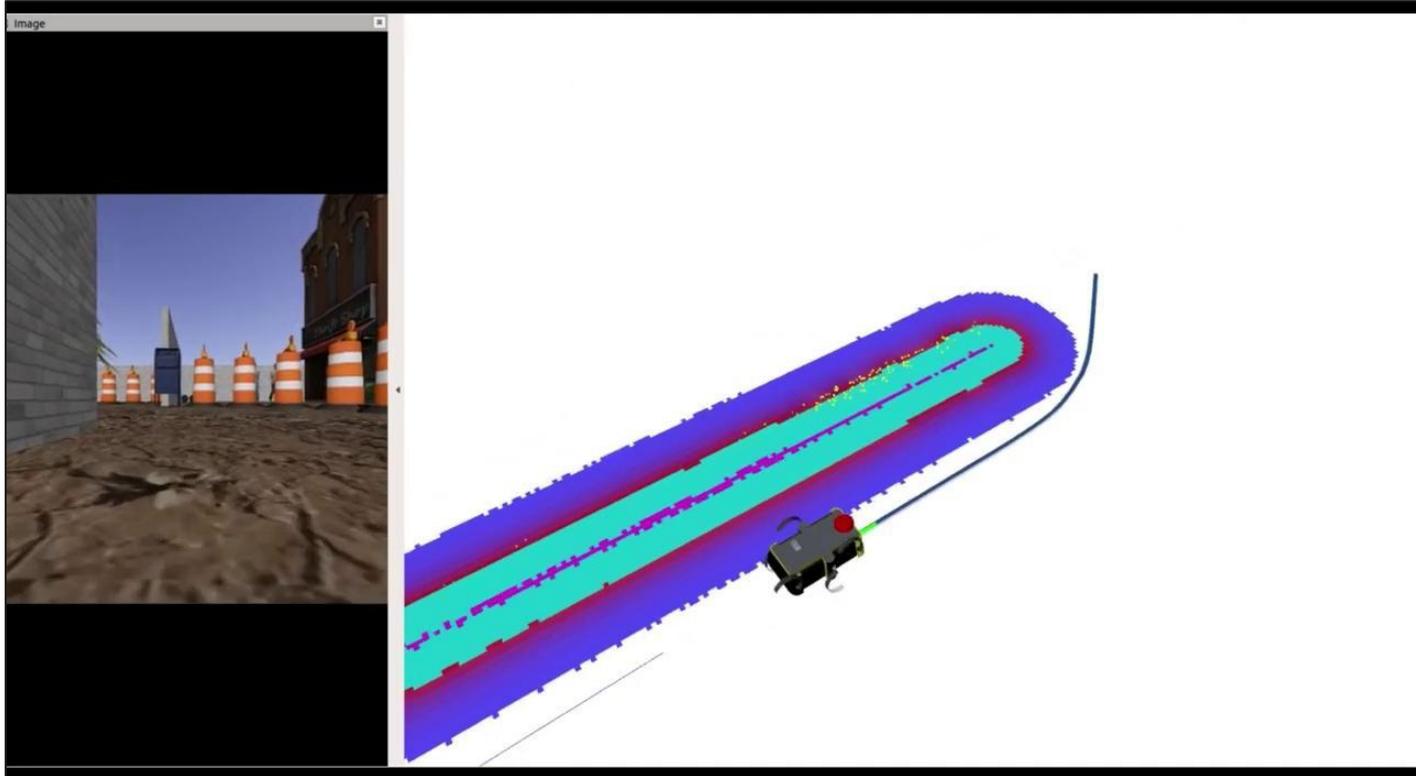
Pacote de Navegação - Transpondo Obstáculos



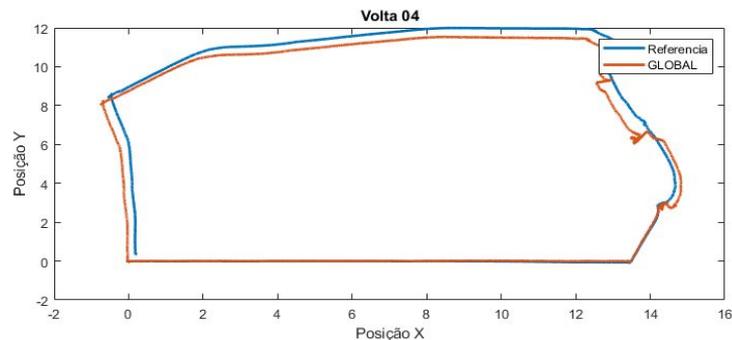
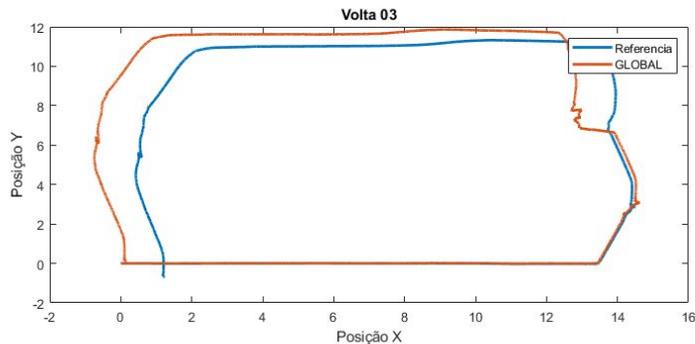
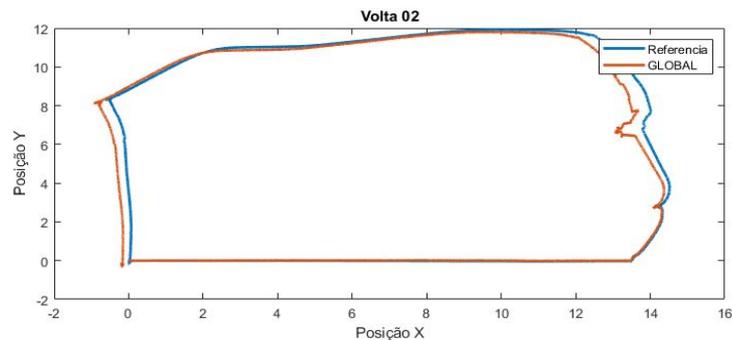
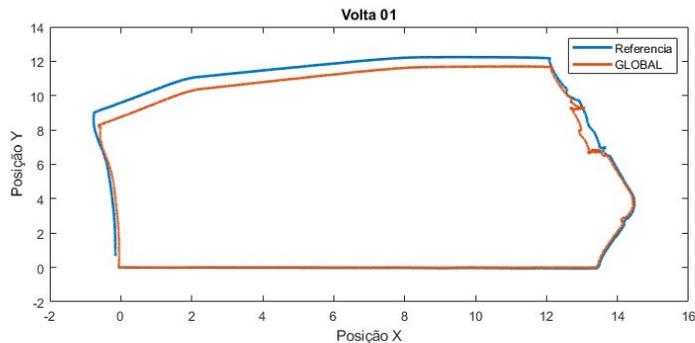
Pacote de Navegação - Com mapa



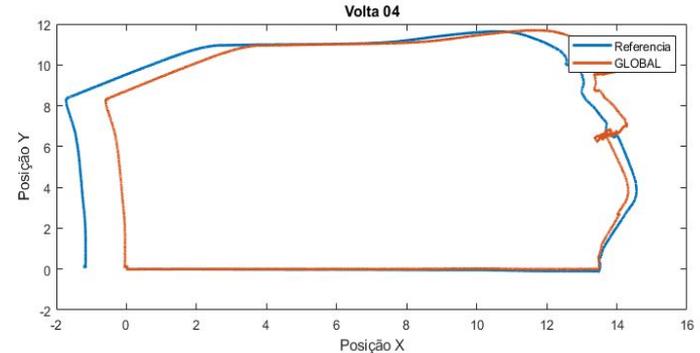
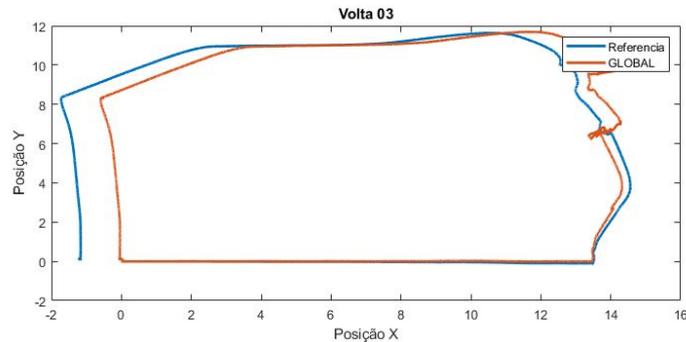
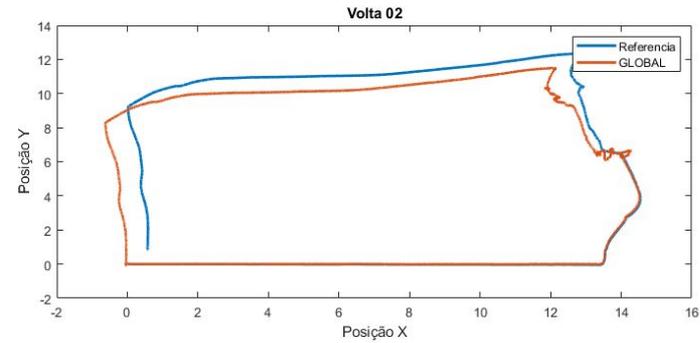
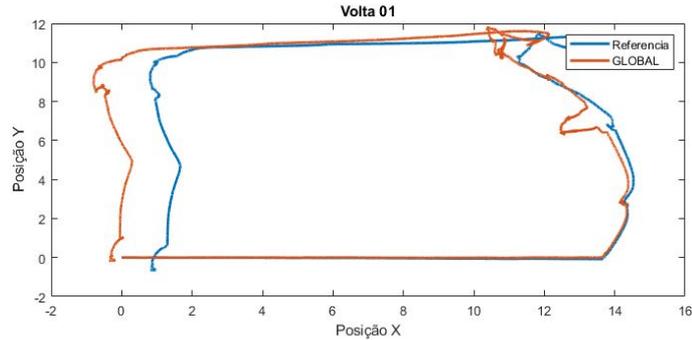
Pacote de Navegação - Sem mapa



Análise da Localização e Navegação com Mapa



Análise da Localização e Navegação sem Mapa



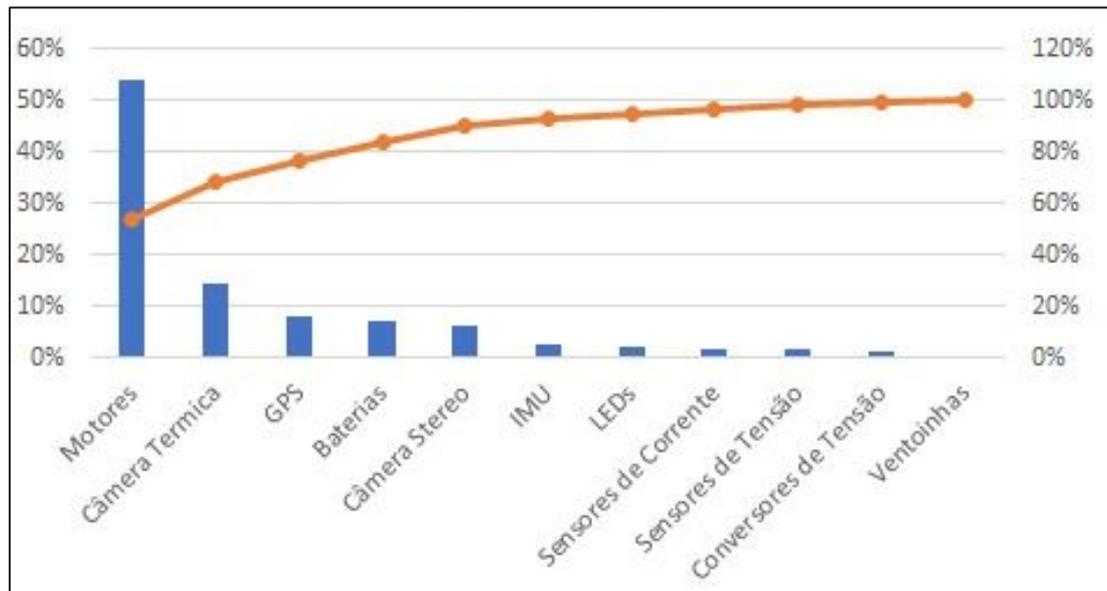
Custos



A determinação do preço do BIRhex se deu com base em suas dimensões, variações de componentes, confiabilidade e funcionalidades esperadas. A partir dos pontos considerados nas especificações, temos a seguinte composição de custo:

- Homem-Hora
- Laboratório de montagem
- Componentes comprados
- Componentes impressos (impressora 3D)
- Computadores para desenvolvimento
- Chapas

Custos



Checklist Requisitos

- ✓ Autonomia de 1 hora
- ✓ Peso limite até 10 Kg
- ✓ Sistema modular
- ✓ Navegação autônoma
- ✓ Mapeamento e Localização no ambiente
- ✓ Locomoção em ambientes acidentados
- X Detecção de áreas quentes
- ✓ Simulação do sistema robótico

7/8

Conclusão

- O modelo BIRhex foi desenvolvido com sucesso e seu objetivo de modelagem foi alcançada;
- O objetivo de unificar componentes de hardware, mecânico e software com um conjunto de sensores, atuadores e câmeras demonstrou-se viável para o desenvolvimento do projeto;
- A partir de comparações e medições realizadas observou-se que dentre as necessidades requeridas o BIRhex possui uma boa taxa de precisão;

Trabalhos futuros

A decorative horizontal bar consisting of a teal segment on the left and an orange segment on the right.

- Implementação da câmera IR;
- Construção do protótipo físico;
- Melhorias no design;
- Novas marchas;
- Incremento de velocidade;

