Arquitetura HIL para teste de sistemas embarcados como *vehicle interface* de veículos autônomos baseados no Autoware

Projeto – Etapa 3

Gabriel Toffanetto França da Rocha
g289320@dac.unicamp.br

Professor Dr. Rodrigo Moreira Bacurau

IM420X – Projeto de Sistemas Embarcados de Tempo Real

Faculdade de Engenharia Mecânica
Universidade Estadual de Campinas

12 de novembro de 2024

Agenda

Introdução

Proposta

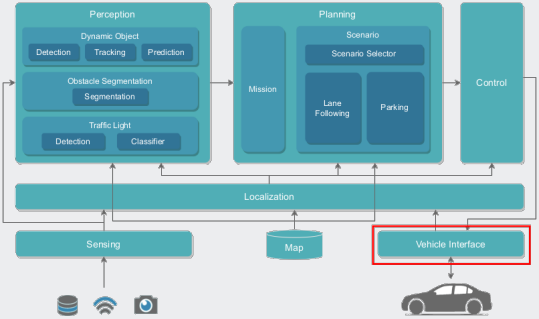


Figura 1: Escopo do projeto na arquitetura Autoware.

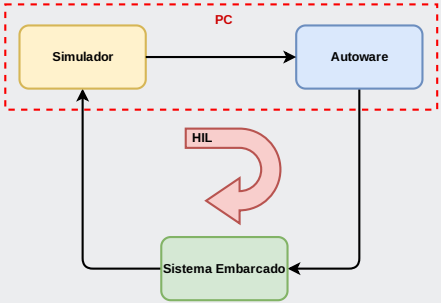


Figura 2: Arquitetura de teste do *hardware*.

Sistema embarcado

Diagrama de blocos

- Sobrecarga do micro-ROS para controle e tráfego dos dados do simulador;
- Aproximação que leva à *overhead* comparado com a arquitetura real.

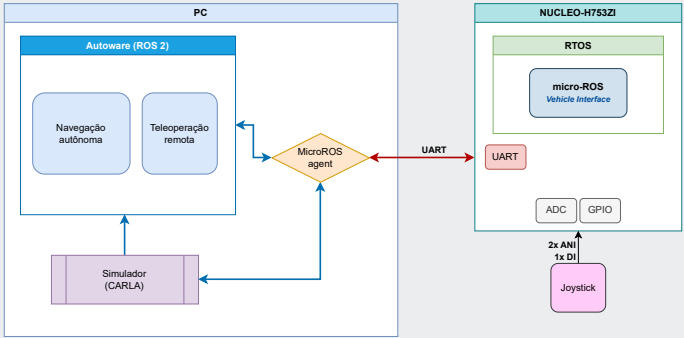


Figura 3: Diagrama de blocos atualizado.

Diagrama de blocos

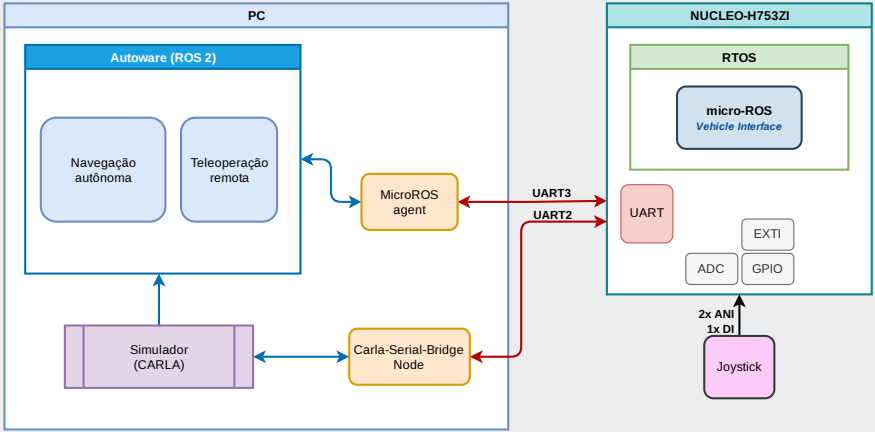


Figura 4: Diagrama de blocos atualizado.

Diagrama de tarefas

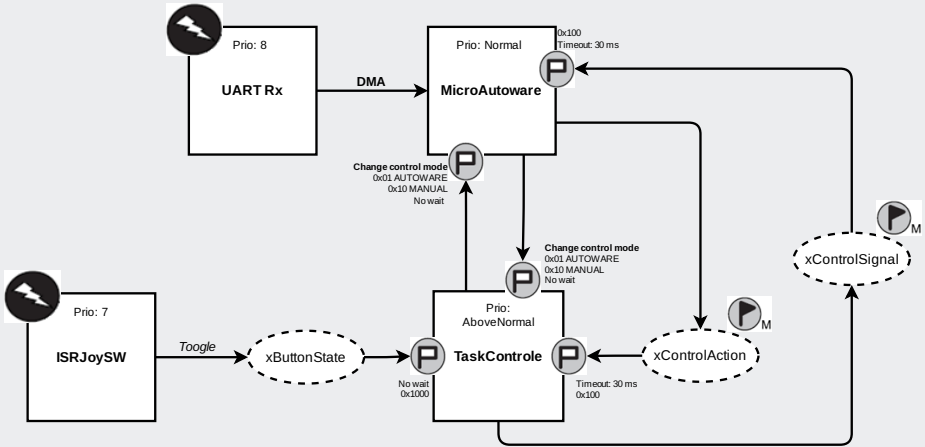


Figura 5: Diagrama de tarefas antigo.

Diagrama de tarefas

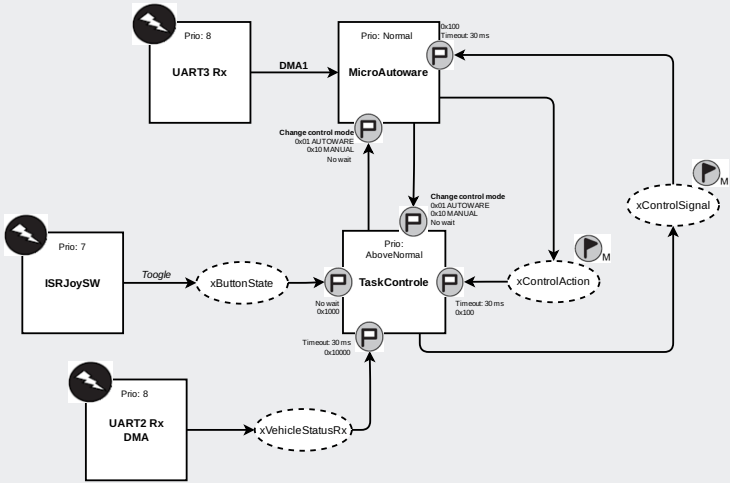


Figura 6: Diagrama de tarefas atualizado.

Comunicação com o simulador

Sistema embarcado ⟶ CARLA

- `float fSteeringAngle;`
- `float fSteeringVelocity;`
- `float fSpeed;`
- `float fAcceleration;`
- `float fJerk;`
- `unsigned char ucControlMode;`

CARLA ⟶ Sistema embarcado

- `float fLongSpeed;`
- `float fLatSpeed;`
- `float fHeadingRate;`
- `float fSteeringStatus;`

Padrão de Mensagem: Sistema embarcado ⟶ CARLA

- **#S**%c%c%c%c**W**%c%c%c%c**V**%c%c%c%c**A**%c%c%c%c**J**%c%c%c%c**M**%c**$**
- 30 bytes

Padro de Mensagem: CARLA ⟶ Sistema embarcado

- **#A**%c%c%c%c**B**%c%c%c%c**C**%c%c%c%c**D**%c%c%c%c**$**
- 22 bytes

Máquinas de estados de comunicação

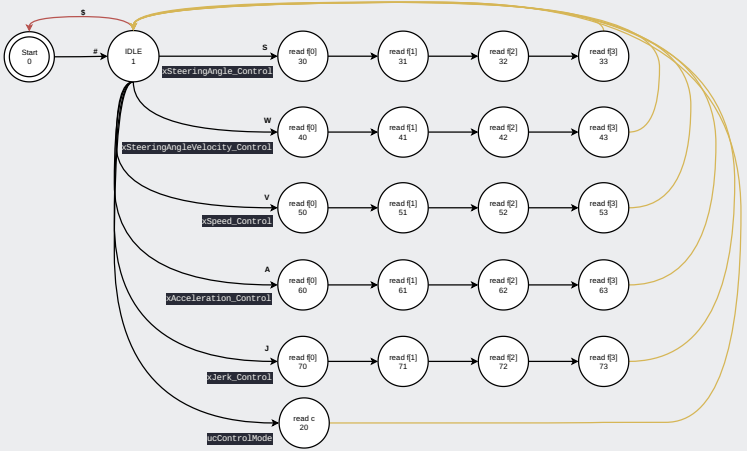


Figura 7: Maquina de estados da comunicação sistema embarcado ⟶ CARLA (`CarlaSerialBridgeNode`).

Máquinas de estados de comunicação

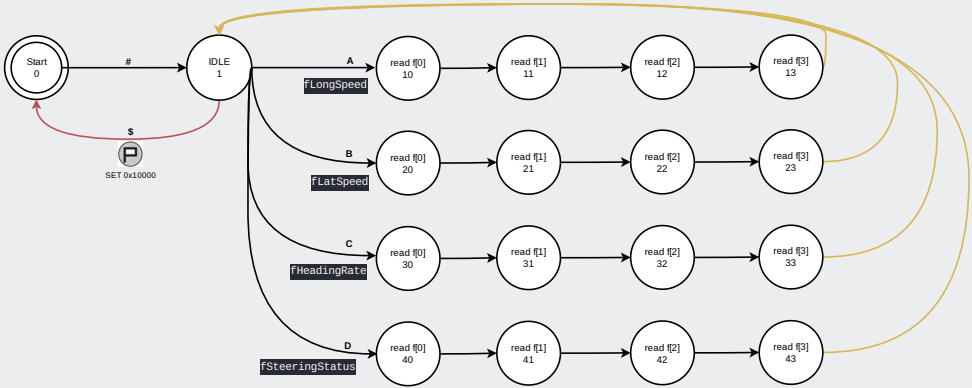


Figura 8: Maquina de estados da comunicação CARLA ⟶ sistema embarcado (`HAL_UART_RxCpltCallback()`).

Testes dos módulos

Montagem do *hardware*

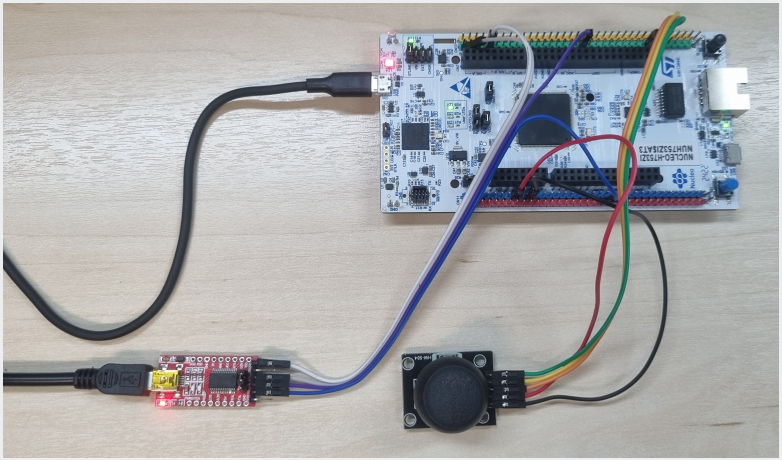


Figura 9: Montagem física dos componentes utilizados.

Leitura do *Joystick* + Comunicação serial com o `CarlaSerialBridge`

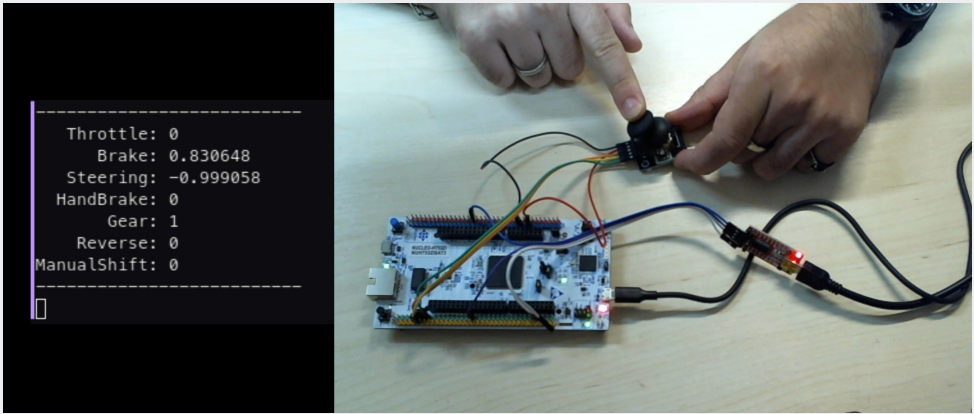


Figura 10: Leitura do Joystick pelo *node* `CarlaSerialBridge`.

Interrupção JoySW

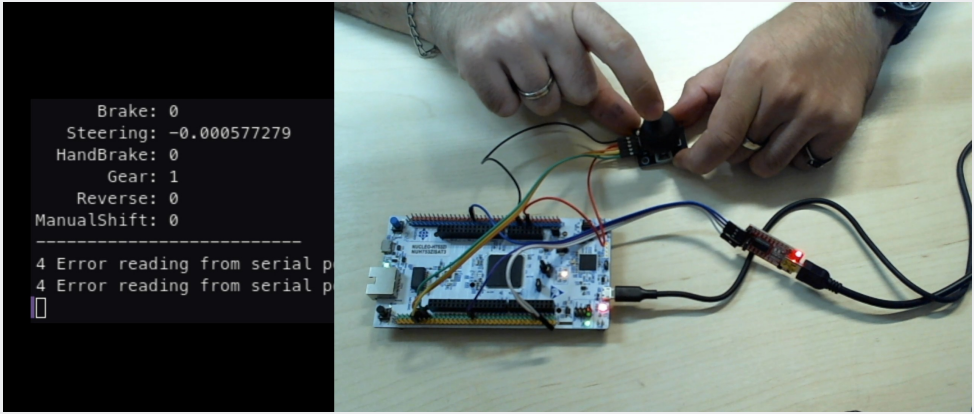


Figura 11: Troca de modo de condução pela interrupção EXTI JoySW.

Modo de operação manual

Figura 12: Validação da comunicação serial com o simulador e controle manual.

micro-ROS *Vehicle Interface*

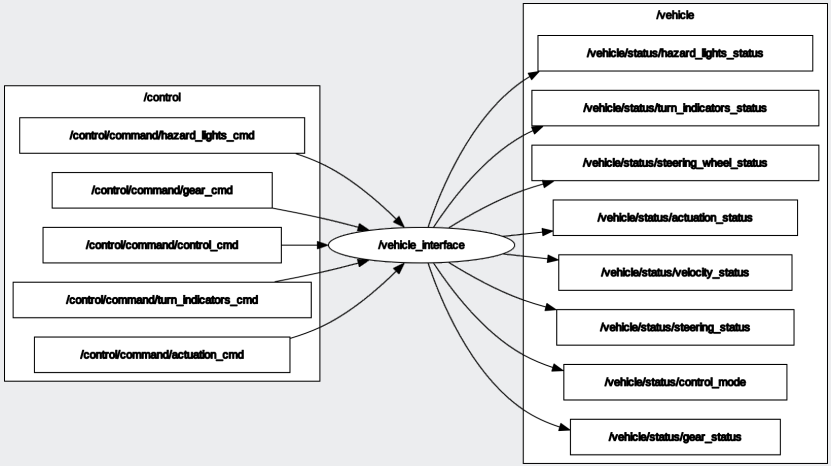


Figura 13: Diagrama de *nodes* e *topics* para a *vehicle interface* construída.

ROS

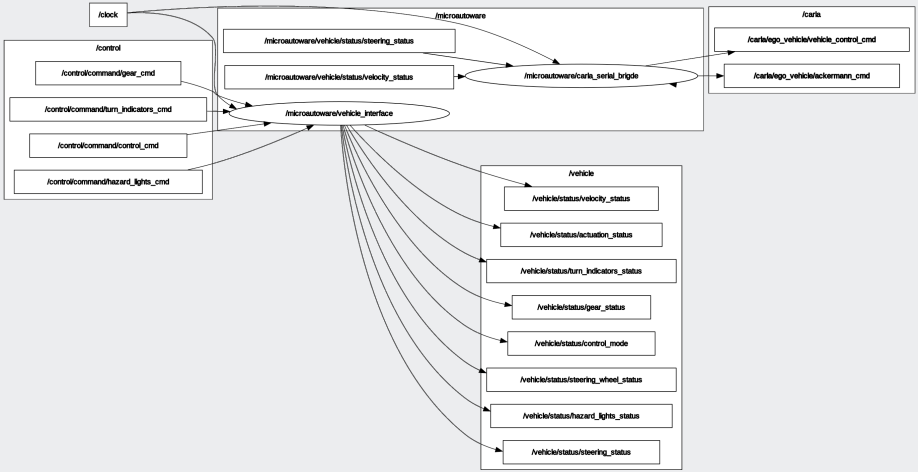


Figura 14: Diagrama de *nodes* e *topics* da arquitetura HIL.

ROS: micro-ROS *Vehicle Interface*

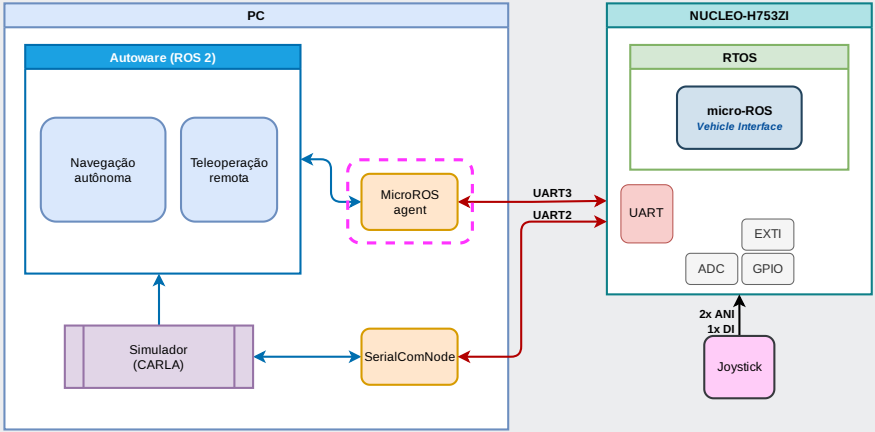


Figura 15: Diagrama de blocos – micro-ros.

ROS: micro-ROS *Vehicle Interface*

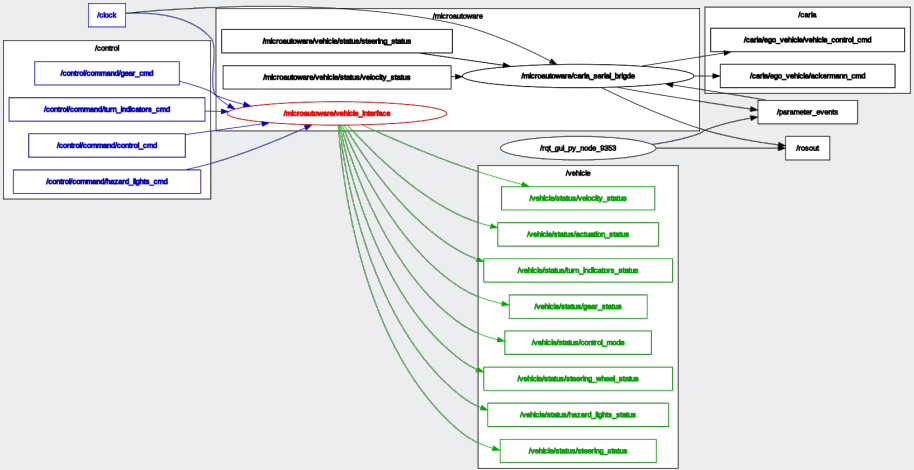


Figura 16: Diagrama de *nodes* e *topics* da arquitetura HIL (*vehicle interface*).

ROS: CARLA-Serial-Bridge

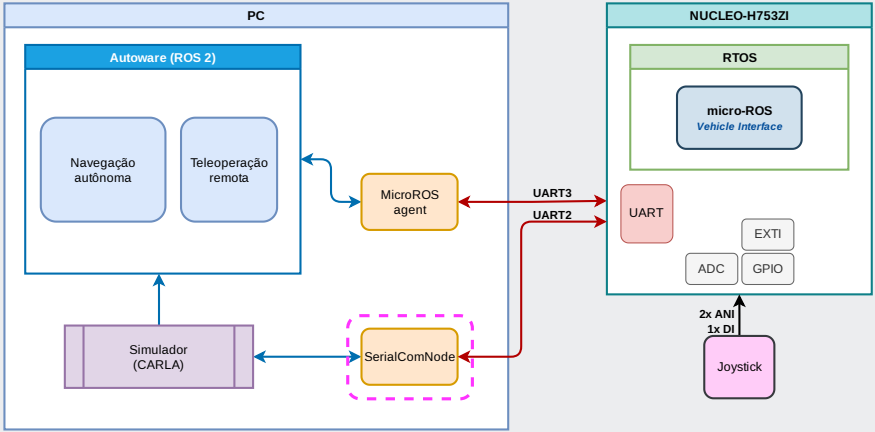


Figura 17: Diagrama de blocos – CARLA-Serial-Bridge.

ROS: CARLA-Serial-Bridge

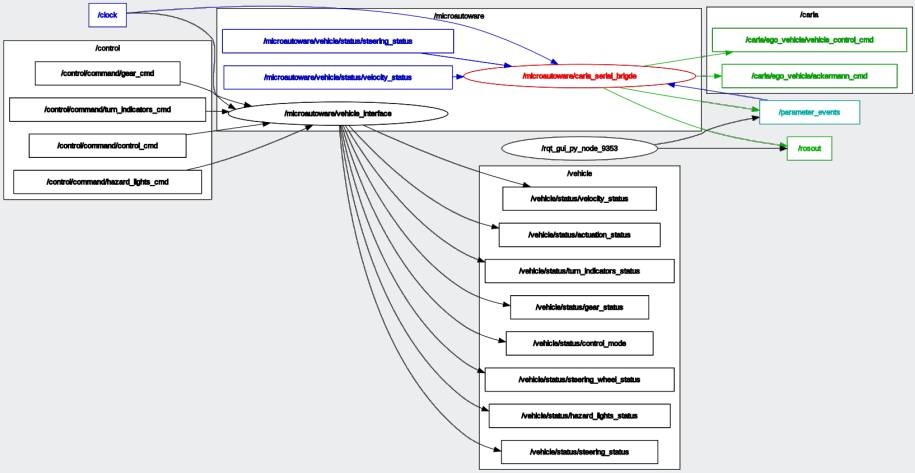


Figura 18: Diagrama de *nodes* e *topics* da arquitetura HIL (ponte serial com o CARLA).

Teste do fluxo de dados ROS × micro-ROS

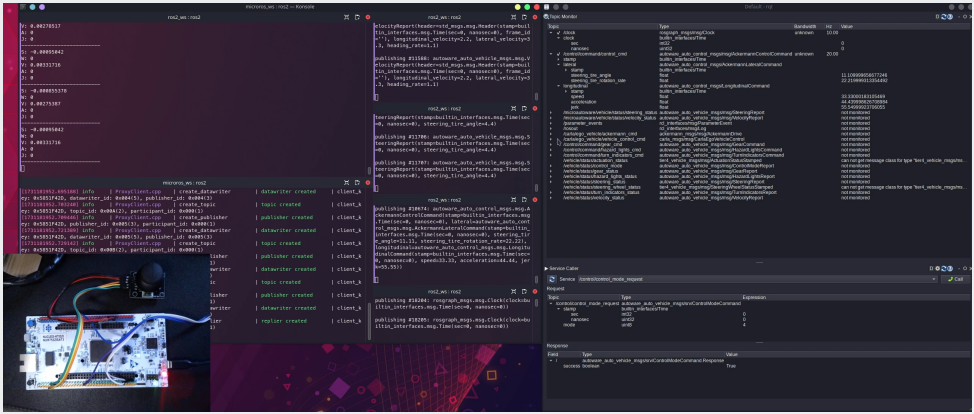


Figura 19: Validação da comunicação dos tópicos e serviços no micro-ROS.

Problemas encontrados

Problemas encontrados

Problemas diagnósticados

- Perda de ThreadFlags;
  - Leitura de *flags* com `osThreadFlagGet()` antes de `osThreadFlagWait()`.
- *Bounce* no botão JoySW.
  - *Debounce* em *software* por meio de bloqueio por 1000 *ticks*.

Problemas à serem verificados

- Escolha dos *timeouts*;
- Escolha das taxas de envio de dados;
  - CARLA $\leftrightarrow$ microAutoware $\leftrightarrow$ Autoware.
- Política de entrada e saída do modo de emergência.

Cronograma

Cronograma

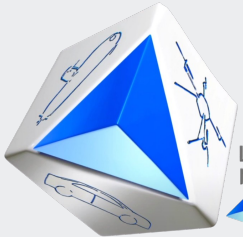
Atividade/Semana	1	**2**	3	**4**	5	6	**7**	8	**9**
Proposta do projeto	■								
Projeto de *hardware* e *software*		■	■						
Integração do STM com o micro-ROS		■							
Integração do micro-ROS com o Autoware			■	■	■				
Implementação das tarefas do sistema embarcado				■	■	■	■		
Construção do ambiente de testes					■	■	■		
Realização dos testes							■	■	■
Escrita do relatório		■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 1: Cronograma de atividades.

- **Semana 2:** Apresentação Etapa 1
- **Semana 4:** Apresentação Etapa 2
- **Semana 7:** Apresentação Etapa 3
- **Semana 9:** Apresentação Final

Obrigado!

Dúvidas?



LABORATÓRIO DE MOBILIDADE AUTÔNOMA