

Projeto RodoMoto – Macroentrega 1

Lista de Materiais e Justificativa Técnica (LME)

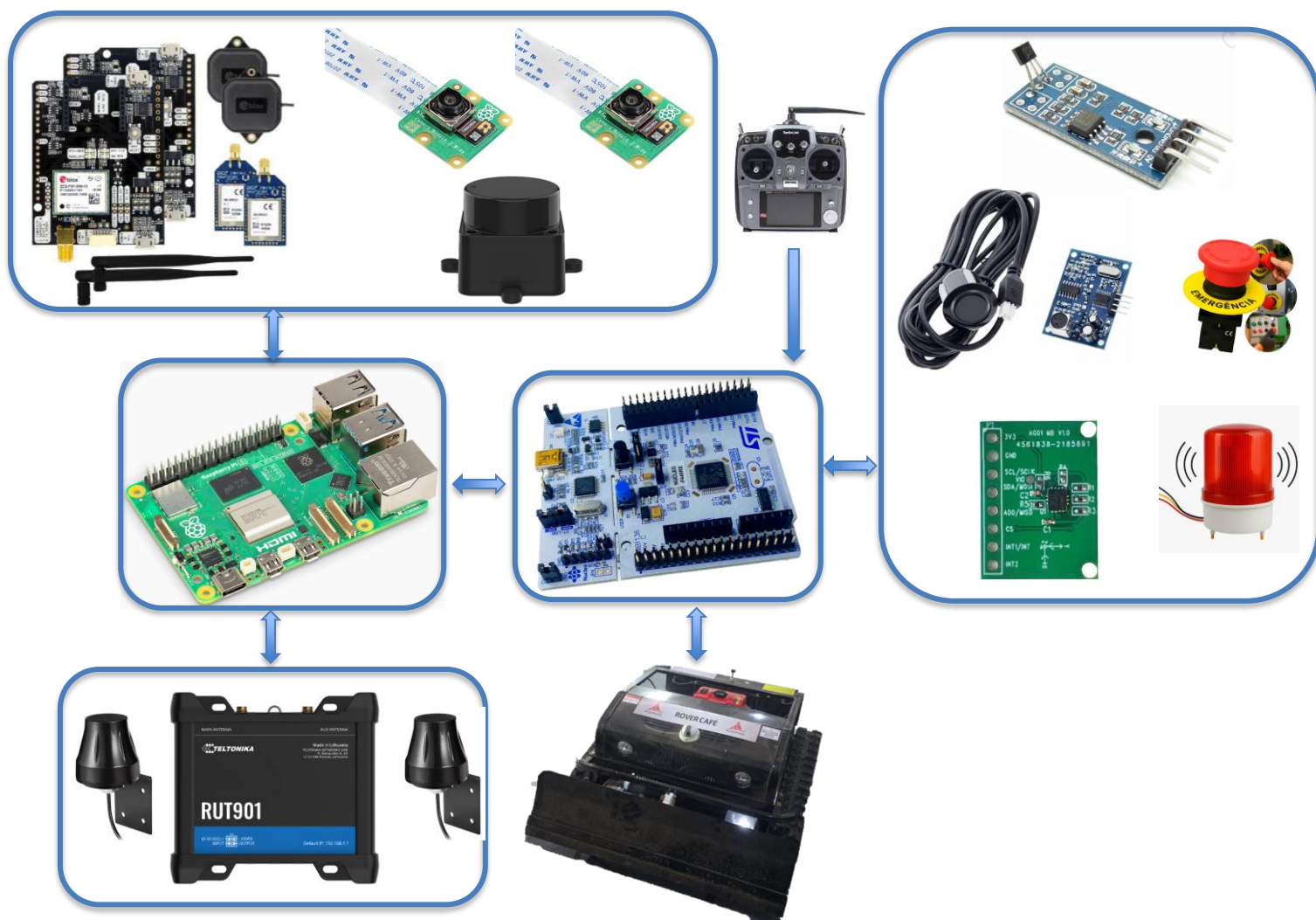
Versão: 1.0 Data: 25/02/2026

1. Objetivo

Este documento consolida a lista de materiais (LME) acordada até o momento para a montagem e integração do sistema embarcado da roçadeira, bem como a justificativa técnica objetiva de cada bloco. A lista foi construída para viabilizar a Macroentrega 1 (estudo e projeto conceitual), permitindo aquisição única dos itens críticos e preparando a integração em ambiente agrícola (vibração, poeira e umidade).

2. Resumo da arquitetura proposta

Figura 1 – Diagrama simplificado da arquitetura (visão conceitual).



3. Lista de materiais (LME) – itens definidos

A tabela abaixo lista os itens já definidos para compra. Itens pendentes (driver de tração e controle manual físico) foram separados na Seção 6.

Bloco	Item	Modelo/Especificação	Qtd.	Justificativa/Observações	Referência
Computação	Raspberry Pi 5 (8GB)	Model B, 8GB RAM	1	Computação principal (alto nível) para percepção, RTK, rotas, telemetria e app.	link produto
Controle tempo real	MCU STM32	NUCLEO-G474RE (STM32G474RE)	1	Controle em tempo real e segurança (watchdog, aquisição de sensores, interface com atuadores).	link produto
Alimentação	Conversor DC-DC 12 ou 24V->5V	Conversor Dc-dc 12v/24v Para 5v	1	Cria barramento 5V robusto para Pi, MCU e periféricos, com folga de corrente.	link produto
Alimentação	Conversor DC-DC 5V->3,3V	Buck 5V->3,3V, minimo 2A (recomendado 3A)	1	Gera 3,3V dedicado para IMU e módulos 3,3V; melhora robustez e evita sobrecarga de reguladores de placas.	link produto
Comunicação interna	RS-485 isolado (TTL<->RS485)	2 módulos isolados (um em cada ponta)	2	Comunicação robusta Pi<->STM32 em ambiente ruidoso (motores, vibração).	link produto
Segurança	Botão de emergência (E-Stop)	Tipo cogumelo 22mm, preferencial 2xNC	2	Parada de emergência física acessível na máquina.	link produto
Segurança	Relé de segurança para E-Stop	Relé De Parada De Emergência Rpe-200 24vcc 2 Entradas 24vcc	1	Implementa circuito de segurança para corte/enable conforme arquitetura de failsafe.	link produto
Sinalização	Giroflex Sonoro	Giroflex Sonoro Forte Industrial 12v 24v 110/220v + Buzzer Vermelho 12v 24v 110v 220v	1	Indicação visual de estados: Alarme de falha, E-stop, perda de RTK FIX, etc.	Link produto
Percepção	Sensor ultrassônico à prova d'água	JSN-SR04T (TRIG/ECHO)	5	Bolha de segurança de curta distância; usar disparo em time-slot para reduzir interferência.	link produto
Visão	Câmeras	Raspberry Pi Camera Module 3 Wide (frontal e traseira)	2	Visão computacional; lente wide reduz necessidade de giro para inspeção.	link produto
Visão	Extensor CSI	Arducam CSI-to-HDMI	2	Permite instalar câmera	link produto

	por HDMI	(kit Tx/Rx)		distante do compartimento do Pi; HDMI é mais robusto que flat para vibração e comprimento.	
Visão	Cabo HDMI blindado	Comprimento conforme instalação (sugestão: 2-3 m)	2	Trecho de interligação entre módulos Tx/Rx do extensor de câmera.	link produto
Odometria	IMU 6 eixos	QCIOT-ICM42688P (ICM-42688-P)	1	Estimativa de orientação (yaw/pitch/roll) e apoio em segurança (limites de inclinação).	link produto
Odometria	Sensores Hall digitais	A3144 ou equivalente	2	Leitura de pulsos por motor (esq/dir) para velocidade e odometria relativa.	Link produto
Odometria	Ímãs neodímio	6 por eixo (tamanho conforme espaço)	12	Gera pulsos para os sensores Hall no eixo do motor.	Link produto
RTK	Kit RTK base+rover (Long Range)	ArduSimple simpleRTK2B Starter Kit LR (ZED-F9P + rádios + antenas)	2	Posicionamento centimétrico sem internet; inclui antenas IP67 e link de correção por rádio.	Link produto
Conectividade	Roteador	Roteador Teltonika Rut901	1	Comunicação App <-> máquina via Wi-Fi local (sem internet)	link produto
Conectividade	Cabos de conexão entre roteador e antenas	RP-SMA (2 antenas + 2 passa-muro)+ 2 antenas externas	1 kit	2 Cabo Pigtail 1mt Sma Macho Pino Macho + Sma Macho Pino Macho Cor Preto + 2 Cabo Extensor Pigtail 1 Metro Rgc58 Sma Macho + Sma Fêmea	link produto 1 link produto 2 link produto 3
Integração IP67	Caixa IP67 + prensa-cabos	Caixa IP67, prensa-cabos IP67/IP68, barramentos, fusíveis	1 kit	Proteção contra poeira/umidade e organização de chicotes; indispensável em ambiente agrícola.	Ainda a definir!

4. Justificativa técnica

4.1 Alimentação (5V e 3,3V)

A roçadeira possui alimentação principal em 24V. Para alimentar os sistemas eletrônicos sensíveis (Raspberry Pi, MCU e sensores) é necessário um barramento 5V robusto, com capacidade de corrente e imunidade a ruído. Foi selecionado o conversor automotivo para gerar 5V com folga, permitindo alimentar o Pi 5 e periféricos.

Além do barramento 5V, alguns módulos operam em 3,3V (por exemplo IMU e interfaces lógicas). Mesmo que a placa NUCLEO forneça 3,3V para prototipagem, recomenda-se um conversor dedicado 5V->3,3V (mínimo 2A, recomendado 3A) para garantir estabilidade, reduzir quedas de tensão e evitar sobrecarga de reguladores embarcados. Esse trilho 3,3V também melhora a robustez frente a vibração e picos de consumo.

4.2 Comunicação App e telemetria

Para comunicação entre operador e máquina, a solução escolhida é o roteador industrial Teltonika RUT901, configurado como ponto de acesso Wi-Fi da máquina. Assim, o app no celular/tablet comunica-se localmente com o Raspberry Pi sem dependência de internet, com latência controlada e suporte simplificado. As antenas devem ficar externas à caixa IP67, conectadas via passa-muro RP-SMA, garantindo vedação e alívio de tração.

4.3 Comunicação interna (Pi <-> STM32)

Entre o Raspberry Pi e o MCU STM32, recomenda-se RS-485 isolado. Essa interface é mais tolerante a ruído eletromagnético, diferenças de terra e vibração, quando comparada a UART TTL em cabo longo. O isolamento ajuda a proteger a eletrônica em caso de transientes.

4.4 Percepção e segurança

A segurança é atendida com sensores redundantes: LiDAR 2D 360 (já disponível) para detecção ao redor, ultrassom JSN-SR04T para curta distância, e visão computacional com duas câmeras (frontal e traseira). A combinação permite desacelerar/parar rapidamente (ultrassom), detectar obstáculos em 360 (LiDAR) e confirmar classes/ambiente via câmera.

Para parada de emergência e conformidade com o requisito de E-Stop, foram incluídos botões de emergência e relé de segurança. A sinalização sonora/visual é necessária para indicar estados e falhas ao operador.

4.5 RTK e geofencing

O posicionamento centimétrico será obtido por RTK com base própria (sem internet), utilizando kit ZED-F9P com rádio Long Range. A base fixa permanece instalada na propriedade e transmite correções ao rover na máquina. Foi incluída a opção de uma segunda base fixa (hardware adicional) para testes e para o cenário de fazenda grande.

Para montagem robusta, as antenas GNSS e rádio devem ficar externas à caixa IP67, com passagem selada por conectores bulkhead SMA e cabos curtos internos. Isso evita esforço mecânico nos conectores das placas e facilita manutenção.

4.6 Odometria

A odometria será implementada com sensores Hall e ímãs no eixo dos motores (solução econômica), complementada por IMU 6 eixos. O RTK é o referencial principal de posição; a odometria e a IMU fornecem suavidade, resposta rápida e apoio em situações de degradação temporária do RTK.

5. Recomendações de integração mecânica (vibração, poeira e umidade)

- Instalar toda eletrônica sensível em caixa IP67, com prensa-cabos IP67/IP68 e organização interna (bornes, fusíveis por ramo).
- Usar alívio de tração em todos os cabos (HDMI, coaxial de antenas, chicotes) e prender o cabeamento em múltiplos pontos para evitar fadiga por vibração.
- Manter antenas GNSS/rádio/Wi-Fi externas e elevadas, com conectores passa-muro selados (bulkhead) para não forçar conectores das placas.
- Separar roteamento de cabos de potência (motores) dos cabos de sinal (câmeras, GNSS, RS-485) sempre que possível.

6. Itens pendentes (a definir após recebimento da máquina no IFF)

Os itens abaixo serão definidos após inspeção da roçadeira e medições elétricas (corrente, interface e segurança):

- Driver de tração / interface com motores (dimensionamento por corrente contínua e pico, interface de comando e proteções).
- Modo manual (controle remoto físico): seleção do rádio/controle, canalização, redundâncias e integração ao sistema de segurança.