

# SISTEMA EMBARCADO DE PRIORIZAÇÃO DINÂMICA PARA LINHAS DE TREM BASEADO EM DEMANDA EM TEMPO REAL

Arnald Souza - 236114  
Bruno Gabriel de Oliveira Targa - 211702  
Christopher Kevin Teixeira Costa - 211660

Gabriel Henrique Vieira de Oliveira - 210394  
Matheus Parizotto Martins - 211067  
Victor Soares Nunes Pires de Oliveira - 223585

Orientadores: Marcos Fábio Jardini e Rafael Rodrigues da Paz

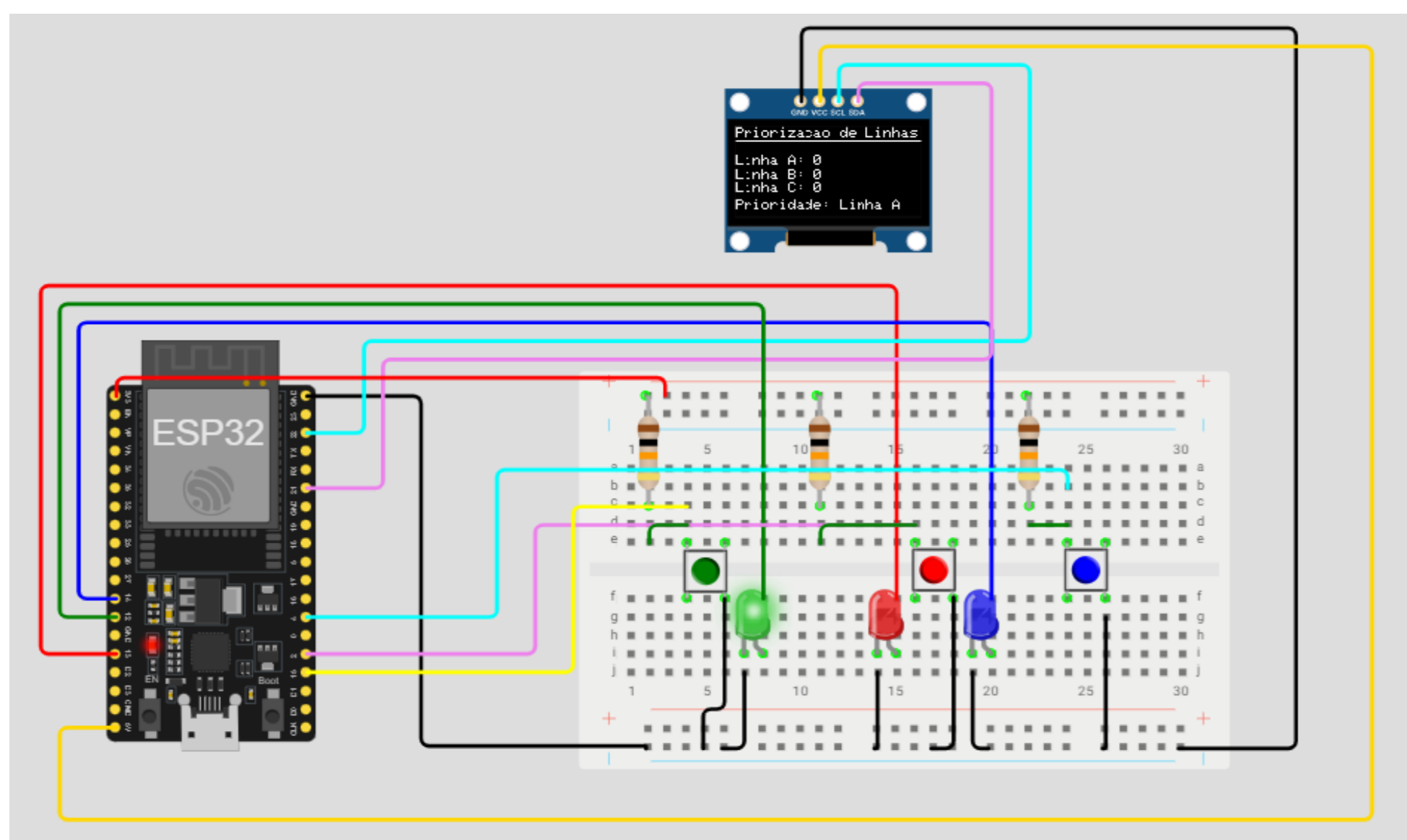
## INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário urbano é essencial para a mobilidade nas grandes cidades, mas muitas vezes sofre com atrasos e superlotação. Este projeto busca aprimorar esse sistema por meio de um controle inteligente que ajusta a frequência dos trens em tempo real, de acordo com a demanda de passageiros. Assim, pretende-se tornar o transporte mais eficiente, seguro e ágil para todos os usuários.

## MODELAMENTO

O projeto busca otimizar o transporte ferroviário urbano por meio de um sistema embarcado de tempo real baseado em FreeRTOS, capaz de reduzir atrasos e melhorar a distribuição dos trens. A solução ajusta automaticamente as prioridades das linhas conforme a demanda de passageiros, substituindo modelos fixos por uma lógica dinâmica e inteligente. Com isso, o sistema promove maior eficiência, segurança e adaptação, integrando tecnologia e mobilidade para atender às necessidades dos centros urbanos modernos.

Figura 1. Simulação do Protótipo



Fonte: elaborado pelos autores

### Cálculos de Tempo e Parâmetros do Sistema

Para garantir operações seguras e determinísticas, o sistema define tempos de resposta e margens de segurança entre as tarefas. A Tabela 1 demonstra esses valores e suas características.

Os cálculos foram baseados em um trem que se locomove em média a 45km/h (12,5m/s).

- 200 ms - 2,5 m percorridos;
- 500 ms - 6,25 m percorridos;
- 125 ms - 1,56 m percorridos.

Esses tempos garantem que o sistema responda rapidamente às variações de demanda, sem comprometer a segurança ou causar trocas instáveis de prioridade entre linhas.

Figura 1. Simulação do Protótipo

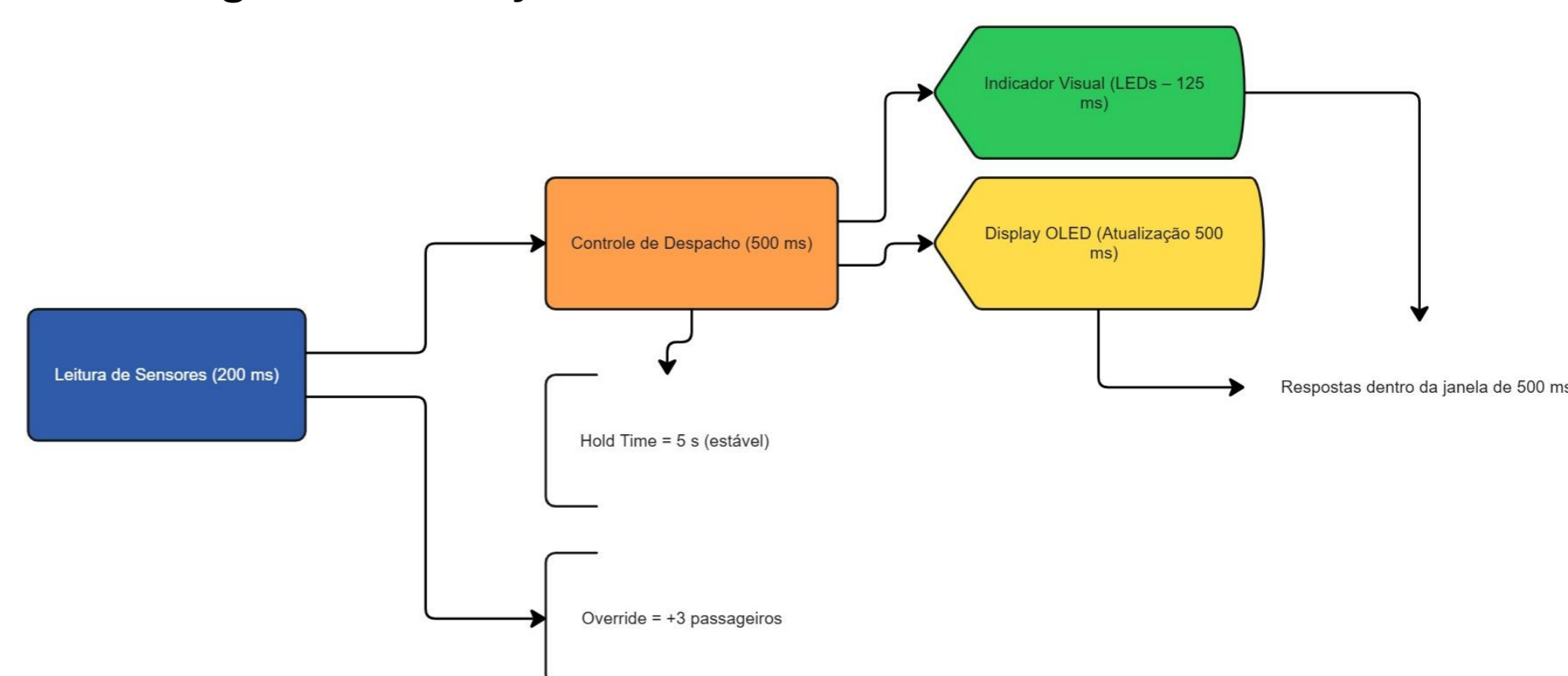
Parâmetro	Função	Valor
Hold Time	Tempo mínimo de prioridade	5 s
Margem <i>Override</i>	Diferença para troca antecipada	3 passageiros
Leitura	Atualiza demanda	200 ms
Despacho	Calcula prioridade	500 ms
LEDs	Atualiza indicação visual	125 ms

Fonte: elaborado pelos autores

## RESULTADOS E VALIDAÇÃO

O sistema apresentou estabilidade e resposta eficiente às variações de demanda, resultado do uso do FreeRTOS na coordenação das tarefas em tempo real. As rotinas foram executadas com sincronização precisa, respeitando os intervalos definidos para garantir segurança e desempenho determinístico. O feedback visual e os logs seriais confirmaram o funcionamento correto da priorização dinâmica, validando os cálculos temporais e comprovando a viabilidade técnica da solução embarcada.

Figura 2. Validação do sistema embarcado com FreeRTOS



Fonte: elaborado pelos autores

## CONCLUSÃO

O projeto confirmou a eficácia do FreeRTOS em aplicações ferroviárias, demonstrando um controle confiável, previsível e adaptativo. A arquitetura multitarefa garantiu estabilidade operacional e desempenho determinístico, equilibrando segurança e flexibilidade no gerenciamento das prioridades. A proposta representa um avanço em sistemas inteligentes de mobilidade, servindo como base sólida para futuras aplicações em cenários reais de transporte urbano.

## PERSPECTIVAS

O projeto pode evoluir para aplicações reais em sistemas de transporte urbano inteligente, ampliando sua integração com o ambiente operacional. Futuras versões poderão incorporar sensores IoT, comunicação em rede entre estações e algoritmos de priorização mais avançados. Essa evolução abre caminho para uma automação ferroviária mais eficiente, sustentável e segura, fortalecendo a conexão entre tecnologia embarcada e mobilidade urbana.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores pelo suporte e aos colegas do grupo pela dedicação e trabalho conjunto no desenvolvimento do projeto.