

Wearables Programáveis para Percepção Humana: Aquisição Multimodal para Segurança Rodoviária

Guilherme Tavares • João Abrunhosa • Pedro Laredo • Rafael Soares • Tomás Cruz

Orientadores: Susana Sargento • Pedro Rito • André Clérigo • Gonçalo Silva

Segurança Rodoviária e Proteção de Peões



O projeto visa melhorar a segurança rodoviária com enfoque nos peões, que figuram entre os utilizadores mais expostos ao risco em ambiente urbano.

Em cenários urbanos, o perigo intensifica-se devido a distrações do peão ou condutor e pela ausência de alertas atempados. A solução passa por wearables discretos e adequados ao uso quotidiano.

O telemóvel funciona como gateway central, agregando e sincronizando dados dos wearables, permitindo processamento local ou na cloud e suportando alertas rápidos ao utilizador.

OBJETIVOS

Objetivos do Projeto

Caracterização dos Wearables

Identificar e validar capacidades de cada wearable: sensores disponíveis, formatos de dados, taxas de amostragem e limitações técnicas.

Integração e Streaming Simultâneo

Ligar múltiplos wearables à mesma aplicação, garantindo recolha e transmissão de dados em paralelo de forma estável e robusta.

Sincronização Multi-Fonte

Desenvolver mecanismo para alinhar temporalmente dados de várias fontes através de timestamps e compensação de latência.

Definição do Local de Processamento

Comparar e decidir onde ocorre o processamento (wearable, telemóvel ou cloud), considerando latência, consumo energético e robustez.

Exposição e Utilização dos Dados

Disponibilizar dados para ações integradas: feedback ao utilizador (vibração) e envio para sistemas externos (infraestrutura urbana, IT).

Riscos e Estratégias de Mitigação

Limitações dos Wearables / SDK

Risco: Alguns wearables podem limitar acesso a sensores, estabilidade do SDK ou taxas de amostragem adequadas.

Mitigação: Validação antecipada, documentação rigorosa das limitações e manutenção de plano alternativo (wearable substituto ou simulação).

Latência Elevada e Sincronização Difícil

Risco: Diferenças de latência e desalinhamento de relógios comprometem fusão de dados e alertas em tempo útil.

Mitigação: Estratégia de timestamps com buffering, medição end-to-end e decisão informada sobre local de processamento (telemóvel vs cloud).

Falsos Positivos na Interpretação

Risco: Movimentos normais, ruído ambiente ou conversas podem ser confundidos com eventos relevantes.

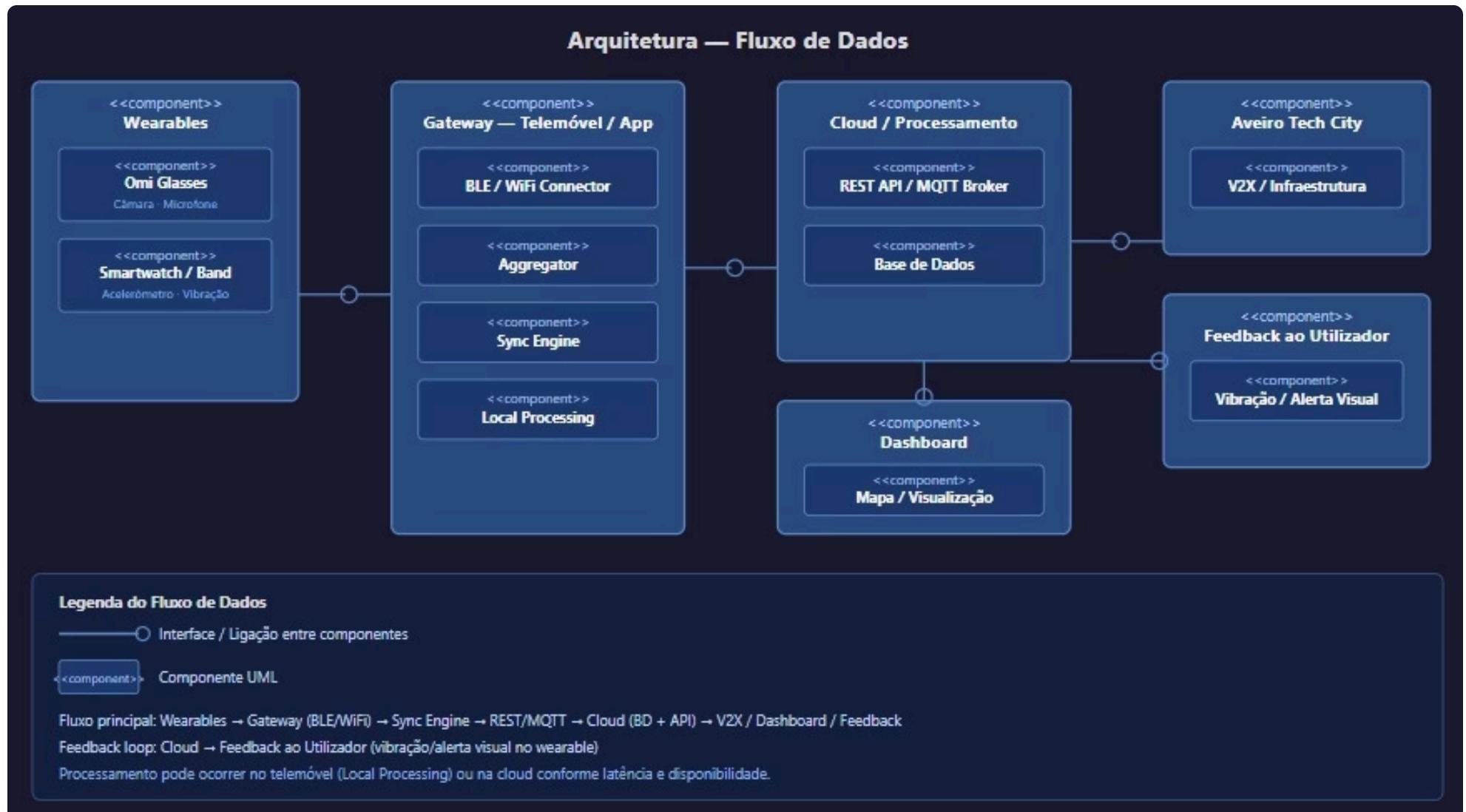
Mitigação: Estabelecer baseline de atividade normal, thresholds conservadores e combinação de múltiplas fontes antes de gerar alertas.

Contexto e Localizações Irrelevantes

Risco: Dados recolhidos fora do cenário rodoviário introduzem ruído e enviesam o sistema.

Mitigação: Detetar ambiente exterior e analisar/registar apenas dados de cenário rodoviário relevante, ignorando ou reduzindo prioridade noutros casos.

Arquitetura do Sistema



Timeline do Semestre

M1: Levantamento de hardware e comunicação inicial

Este marco envolve a identificação e seleção de hardware compatível, bem como o estabelecimento das bases para a comunicação inicial do sistema.

M3: Pipeline Cloud, visualização V2X e protótipo funcional

Criação do pipeline de dados na cloud, desenvolvimento da visualização da comunicação V2X e entrega de um protótipo funcional do sistema.

1

2

3

4

M2: App Móvel, streaming simultâneo e sincronização

Foco no desenvolvimento da aplicação móvel, na implementação do streaming de dados de forma simultânea a partir de múltiplos sensores e na sua sincronização temporal.

M4: Feedback ao utilizador, integração End-to-End e testes reais

Recolha e incorporação de feedback dos utilizadores, integração completa de todos os componentes do sistema (End-to-End) e realização de testes em cenários reais.

Divisão de Tarefas por Área

Extração de Dados (Wearables)

- Identificar APIs/SDKs e capacidades (Omi + outros)
- Captura de dados (câmara/mic/sensores) e formatos
- Testes de qualidade (taxa, latência, falhas)

Output: módulo de aquisição + dataset de amostras

Processamento e Eventos

- Decidir onde se processa (mobile vs cloud vs device) e justificar
- Definir métricas (latência end-to-end, consumo)

Output: pipeline de processamento + deteção de eventos simples

Gateway e Sincronização (Telemóvel)

- Ligação a múltiplos wearables (gestão de sessões)
- Agregação e normalização dos dados
- Sincronização temporal (timestamps, buffering)

Output: app móvel a receber e sincronizar múltiplas fontes

Exposição e Feedback

- Envio de dados para a cloud (API + storage)
- Dashboard/visualização mínima
- Feedback ao utilizador (vibração/alerta)

Output: demo end-to-end com visualização + alerta

ORGANIZAÇÃO

Comunicação e Ferramentas de Organização



GitHub

Repositório centralizado para gestão de código-fonte, controlo de versões e colaboração técnica entre membros da equipa.



Notion

Plataforma de documentação partilhada para especificações técnicas, notas de reuniões e acompanhamento de progresso do projeto.



Slack / Discord

Canais de comunicação em tempo real para coordenação diária, resolução de dúvidas e partilha rápida de informação entre elementos.

Trabalhos Relacionados

Trabalhos do Grupo e Orientadores

Investigação anterior desenvolvida no âmbito do grupo com enfoque em **segurança de VRUs (Vulnerable Road Users)** e utilização de **sensores móveis** para deteção e proteção de peões.

Os insights principais centram-se na viabilidade de sistemas de alerta baseados em dispositivos móveis e na importância da fusão multimodal de dados para aumentar precisão e reduzir falsos positivos.



Oportunidades de Exploração

Análise de frameworks existentes para sincronização temporal, algoritmos de machine learning aplicados a sensores wearable e protocolos V2X para comunicação veículo-peão.

Ferramentas e Projetos Open-Source

Omi Glasses — SDK / GitHub: Plataforma para captura de câmara e microfone com APIs para streaming de eventos e integração direta com aplicações móveis, constituindo base tecnológica essencial para o projeto.

Resultados e Impacto Previsto

01

Aplicação Escalável e Extensível

Sistema capaz de integrar múltiplos wearables e recolher dados de diferentes sensores de forma unificada e modular.

02

Gateway de Agregação e Sincronização

Telemóvel funcionará como gateway central para agregar e sincronizar fontes de dados heterogéneas com precisão temporal.

03

Processamento Flexível

Arquitetura suportará processamento no dispositivo, telemóvel ou cloud, adaptando-se aos requisitos específicos de cada cenário de utilização.

04

Exposição Multi-Consumidor

Dados e eventos estarão disponíveis para diferentes consumidores: wearables (alertas), plataformas de cidade inteligente e sistemas de veículos autónomos.

Impacto esperado: Contribuição significativa para a melhoria da segurança rodoviária através de tecnologia wearable discreta, acessível e integrada no quotidiano dos peões.

Obrigado pela Atenção

Perguntas e Respostas (Q&A)