

Ponto de Ônibus Inteligente

Arthur Barata
Pedro Bertoleti
Mateus Antonio
Eduardo Mosca

Prof Dra. Juliana Freitag Borin

Agenda

- Contexto e problemática
 - Objetivos da ONU
 - Motivação
 - Objetivos do trabalho
- Arquitetura da Solução
 - Camadas IoT
 - Camada de sensores
 - Camada de redes
 - Camada de Suporte de dados / aplicação
- Resultado
- Trabalhos relacionados / futuros

Contexto - Agenda ONU 2030

Figura 1: Objetivos de desenvolvimento ONU



Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>

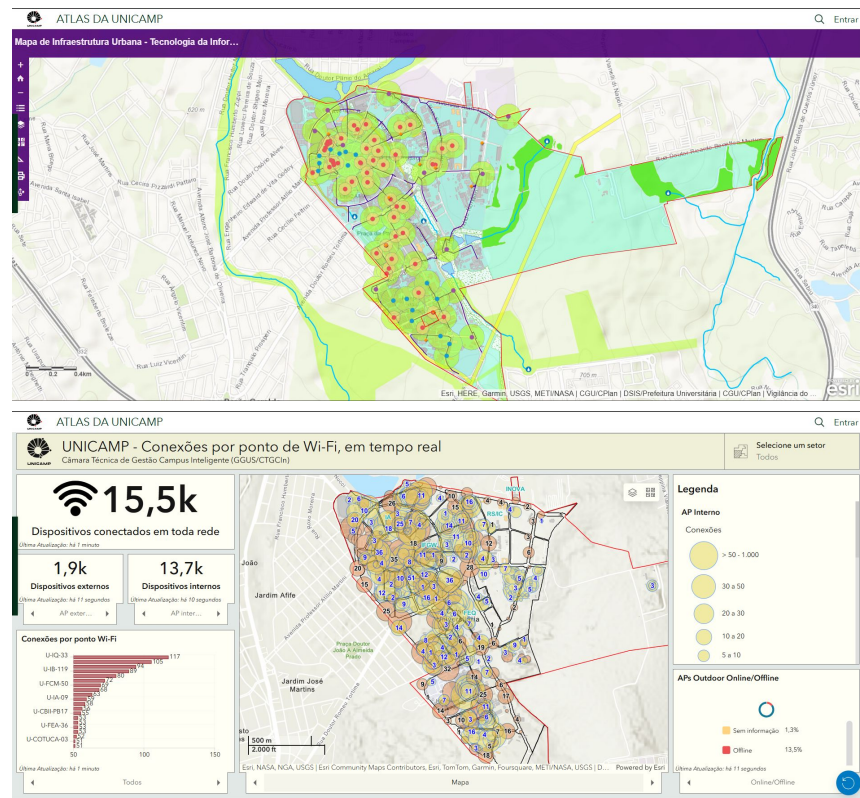
Contexto - Motivação

- Desperdício de combustível
- Tempo de espera nas paradas
- Segurança pública

Contexto - Objetivos do trabalho

Diminuir o consumo de combustível dos transportes públicos ao informar quantas pessoas tem em cada parada e fornecer um dispositivo de segurança para aqueles que esperam o ônibus.

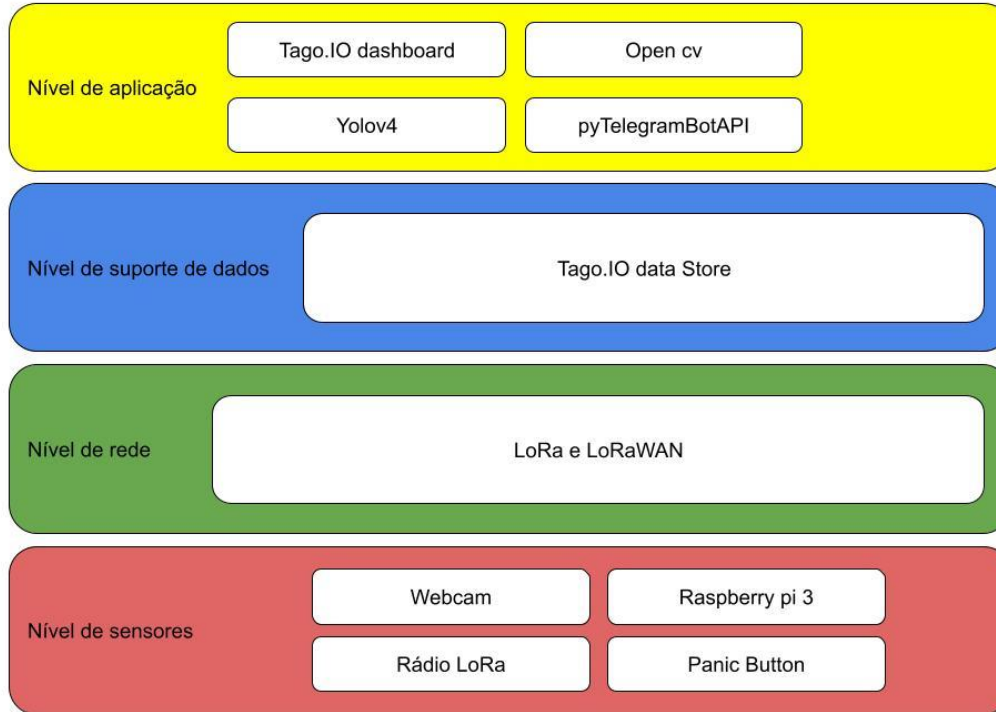
Figura 2: Abrangência da rede WiFi na Unicamp



Fonte: <https://atlas.unicamp.br/>

Arquitetura da Solução - Camadas IoT

Figura 3: Distribuição das tecnologias utilizadas no projeto

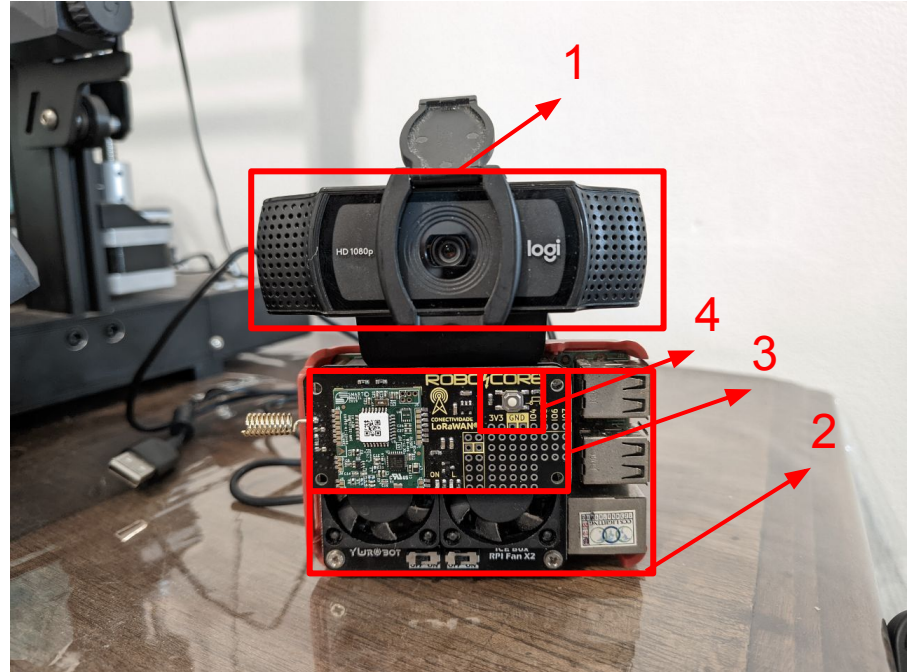


Fonte: Autoria Própria

Sensores - Componentes

1. Webcam (Logitech 920)
2. Raspberry Pi 3 B
3. Módulo LoRaWAN SMW-SX1262M0
4. Botão

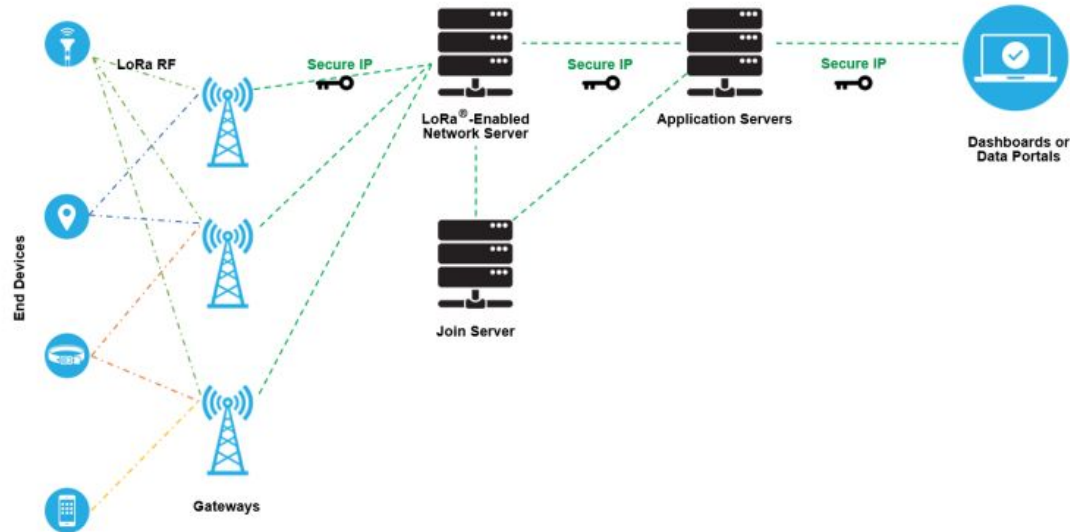
Figura 4: Componentes do projeto



Fonte: Autoria Própria

Conectividade LoRaWAN - overview

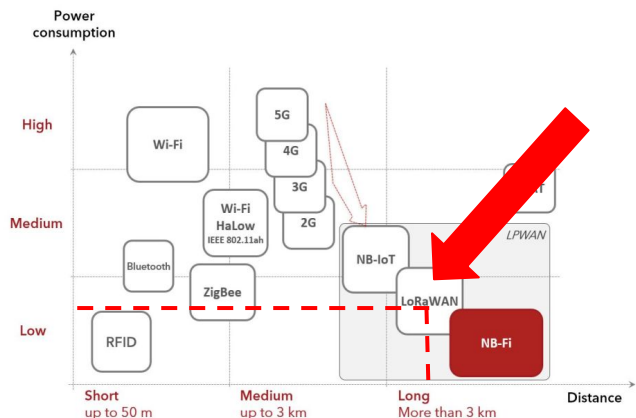
Figura 5: Implementação típica de uma rede LoRaWAN



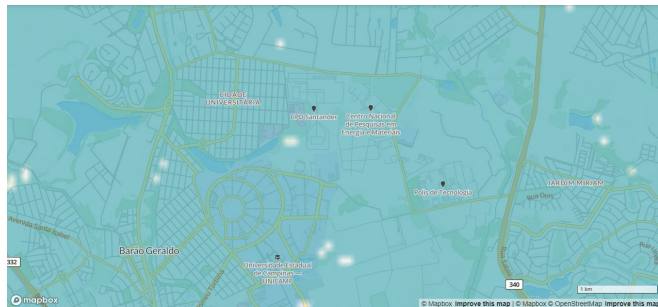
Fonte: Semtech

<https://www.semtech.com/uploads/technology/LoRa/lora-and-lorawan.pdf>

Conectividade LoRaWAN - motivo da escolha



Fonte: <https://waviot.com/technology/>



Cobertura LoRaWAN pela ATC na Unicamp.

Fonte: iot-labs.io

LoRaWAN é adequado ao projeto por possuir:

- Baixo consumo energético
- Longo alcance (na ordem de algumas unidades de quilômetros)
- Vasta cobertura na área de Campinas-SP (e em outros grandes centros urbanos).

Limitações:

- Baixo throughput
- Payload pequeno (em termos práticos, < 30 bytes)

Premissas do projeto:

- Baixa velocidade de comunicação, uma vez que serão enviadas poucas mensagens ao dia.
- Bytes enviados por mensagem: 2
- Não usar infraestrutura de internet local, para aumentar a escalabilidade e dar robustez à funcionalidade de botão de pânico.

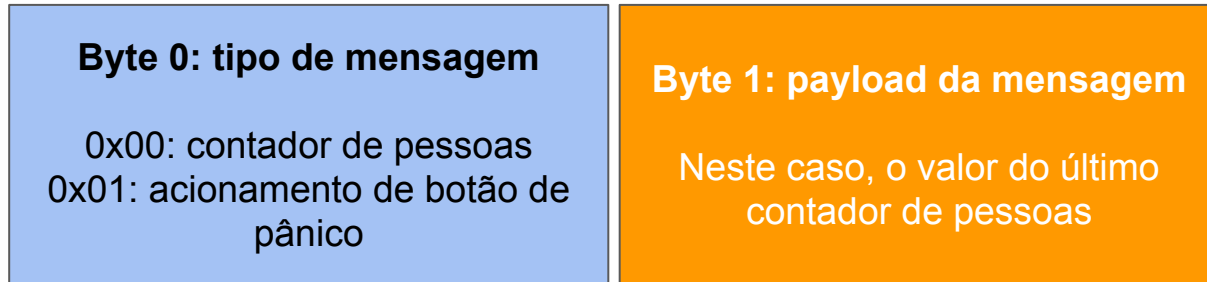
Conectividade LoRaWAN - condições operacionais

- Somente mensagens de uplink (end device -> gateway) são utilizadas
- Comunicação LoRaWAN no projeto utiliza modo de ativação ABP, onde as credenciais LoRaWAN são fixas e gravadas no end-device
- Classe LoRaWAN: A
- Spreading Factor inicial: 12 (maior Spreading Factor permitido, para maior alcance)
- Data Rate inicial: nível 0 (menor Data Rate permitido, para maior alcance)
- ADR (Adaptive Data Rate): ligado
- Máxima potência de transmissão: 22dBm
- Módulo LoRaWAN utilizado: SMW-SX1262M0 , do fabricante Smart Modular
- Regiões LoRaWAN suportadas: AU915-928A (RX1 = 1s, RX2 = 2s) ou LA915-928A (RX1 = 5s, RX2 = 6s)

Padrão de mensagens LoRaWAN

A mensagem LoRaWAN possui 2 bytes, sendo:

Figura 6: Formato de mensagens enviadas pelo rádio LoRa

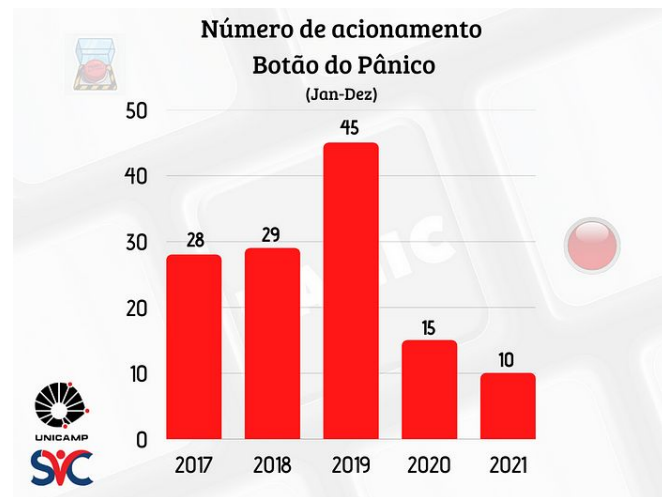


Fonte: Autoria Própria

Botão de Pânico na Unicamp - Visão geral

- Lançado em 2015
- Quem pode usar?
 - Aluno, Professor ou Funcionário com usuário Unicamp ativo
- Como funciona
 - Aplicativo “Unicamp Serviços” > Botão
 - Envio da localização para central
 - Foco em Segurança e saúde
 - Vigilância interna e VIDAS (Veículo Interno de Atendimento em Saúde)
- 17 usos entre Jan-Mai 2022

Figura 7: Dados de uso do botão do pânico na Unicamp



Fonte:

<https://svc.unicamp.br/somos-svc-botao-de-panico/>

Botão de Pânico - Motivação

- **Problemas**

- Limitação nos tipos de usuário
 - Pessoas sem usuário ativo
- Requisitos restritos para uso da funcionalidade no aplicativo
 - Conhecimento prévio da funcionalidade
 - Celular com aplicativo instalado à disposição
 - Acesso à internet
 - Localização ativa no celular

- **Objetivos**

- Auxiliar as pessoas no uso quando necessário
- Ampliar os possíveis usuários
- Mitigar qualquer tipo de interferência no uso

Botão de Pânico Físico - Funcionamento

- **Funcionamento regular**
 - Indicação de uso no ponto
 - Clique para acionamento
- Redundância
 - Conectividade WiFi quando necessário e envio de mensagens no Telegram

Figura 8: Representação em um ponto de ônibus



Fonte:

<https://diariodotransporte.com.br/2022/02/08/campinas-sp-instala-mais-50-abrigos-em-pontos-de-onibus/>

Detecção de pessoas - Objetivos e funcionamento

1. OpenCV
2. Yolo v4 - Tiny
3. Envio da quantidade de pessoas a cada 30 segundos no exemplo demonstrado (e envio a cada 10 minutos em uso real)
4. Bater foto do local ao pressionar o botão de pânico

Suporte de dados e análise - TagoIO

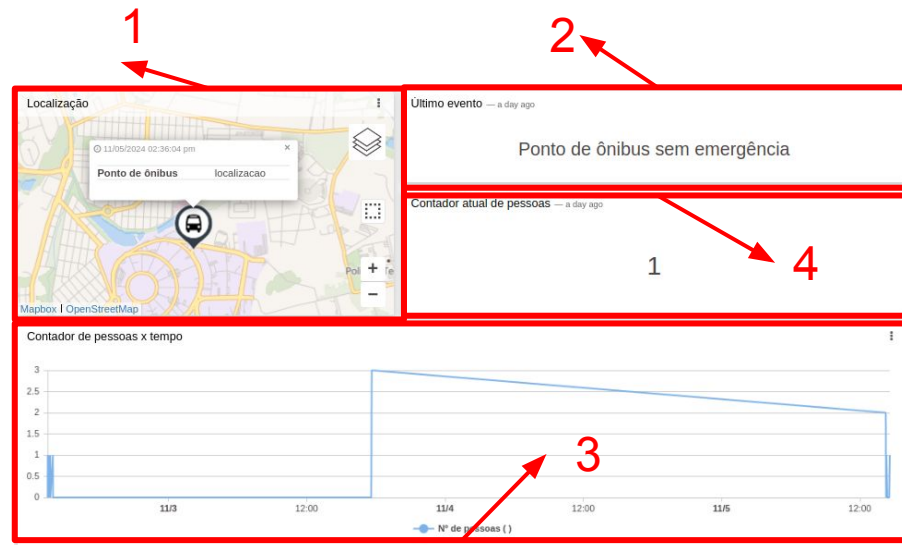
- **Vantagens**

- Plataforma IoT na Cloud
- Desenvolvimento rápido de soluções IoT
- Infraestrutura pronta
- Suporte a dispositivos com Wi-Fi, LoRa, Sigfox, GPRS, LTE, BLE, ZigBee, entre outros

- **Recursos do Ponto Inteligente**

1. Mapa com localização
2. Status de funcionamento (com ou sem emergência)
3. Histórico de número de pessoas no ponto
4. Quantidade de pessoas atual no ponto

Figura 9: Dashboard criado para o projeto



Fonte: <https://admin.tago.io/>

Demonstração

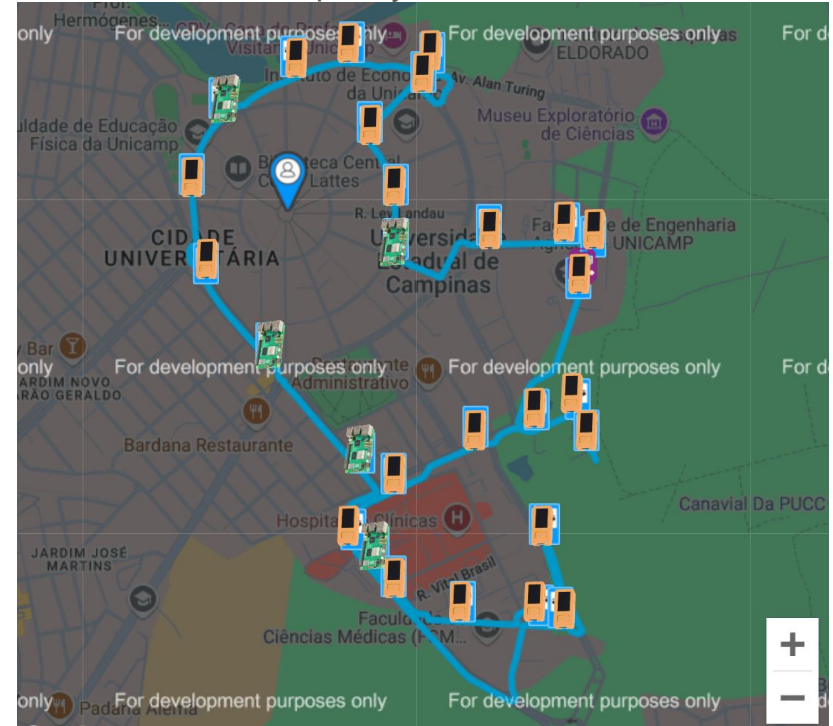


Canal de Avisos - Telegram

Trabalhos futuros - Escalabilidade com ESP32

Figura 10: Distribuição de pontos de ônibus com Raspberry e ESP32

- Pontos com ESP32, versão mais barata
- Atende requisitos
 - Módulo LoRaWAN
 - Baixo consumo de energia
 - Conectividade WiFi para redundância quando necessário
- Detecção e contagem de pessoas com CSI (Channel State Information)



Fonte: Autoria própria

Trabalhos futuros - Escalabilidade

- Pontos com ESP32
- Uso do Tensorflow lite
- Fontes de energias renováveis
- Escalabilidade LoRaWAN

Trabalhos futuros - Modularização

Neste projeto, cada parte (visão computacional, conectividade e botão de pânico) funciona como um módulo isolado, onde a comunicação ocorre por meio de Named Pipes (FIFO). Além de permitir melhor gerência, isso abre a possibilidade de facilmente trocar-se a conectividade do projeto.

Caso for desejado trocar a conectividade, basta:

- Ler o Named Pipe de visão computacional (arquivo: /tmp/people_counter) para obter o contador de pessoas atualizado
- Ler o Named Pipe de botão de pânico (arquivo: /tmp/panic_button) para obter eventos de acionamento do referido botão
- Enviar a mensagem conforme desejar

Trabalhos futuros - Funcionalidades

1. Inferência de pessoas para otimização de rota
2. Previsão de Espera em Tempo Real
3. Monitoramento do local

Código fonte: <https://github.com/mateustoin/smart-bus-stop>

Obrigado!