


**SISTEMA INTELIGENTE PARA GESTÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO EM LINS:
MONITORAMENTO DE ÔNIBUS E ROTAS EM TEMPO REAL**

**INTELLIGENT SYSTEM FOR PUBLIC TRANSPORTATION MANAGEMENT IN LINS:
REAL-TIME MONITORING OF BUSES AND ROUTES**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.045-011>

Bianca Duarte Correia

Discente do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (AMS)
Etec, Lins-SP
E-mail: biancaduarte140109@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2945356975370623>

Gabrielly de Jesus Oliveira

Discente do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (AMS)
Etec, Lins-SP
E-mail: gabriellydejesusoliveira1778@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4071576144573831>

Henry de Souza Freitas

Discente do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (AMS)
Etec, Lins-SP
E-mail: henrydesou0001@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5452677245945478>

João Gabriel Marcelino dos Santos

Discente do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (AMS)
Etec, Lins-SP
E-mail: domarcelinojoaogabriel@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6016221737507010>

Thiago Seti Patricio

Doutor em Mídia e Tecnologia
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC) – Unesp, Bauru-SP
E-mail: thiago-2-pc@hotmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2047370819117646>

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e a avaliação de uma plataforma web voltada à gestão do transporte público municipal de Lins, com ênfase no monitoramento de ônibus e rotas em tempo real. A proposta fundamenta-se na crescente demanda por soluções tecnológicas que contribuam para a melhoria da mobilidade urbana, especialmente em cidades de médio porte, onde a ausência de informações precisas sobre horários e localização dos veículos impacta diretamente a experiência dos usuários. Nesse contexto, o estudo busca reduzir a incerteza dos passageiros, promovendo maior

previsibilidade, acessibilidade e eficiência no uso do transporte público. Do ponto de vista metodológico, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, com abordagem qualitativa e natureza exploratória e descritiva. O desenvolvimento da solução envolveu a construção de um protótipo funcional integrando componentes de hardware e software. Na camada física, foram utilizados microcontroladores e sensores para detecção da presença de veículos, além de módulos de comunicação sem fio para transmissão de dados. Na camada lógica, empregou-se linguagem de programação adequada a sistemas embarcados para o processamento das informações. Já na camada de apresentação, foi desenvolvida uma interface web capaz de exibir, de forma clara e acessível, os dados coletados em tempo real. Os resultados obtidos demonstraram que a integração entre os diferentes componentes do sistema foi capaz de simular, de maneira satisfatória, um ambiente de monitoramento urbano conectado. O sistema apresentou desempenho estável na detecção da aproximação de veículos e na transmissão das informações, permitindo sua visualização em tempo hábil pelos usuários. Além disso, a solução evidenciou potencial para transformar pontos de parada de ônibus em agentes ativos de informação, contribuindo para a melhoria da experiência do usuário e para a ampliação da autonomia, especialmente de pessoas com necessidades específicas de acessibilidade. Do ponto de vista das discussões, observa-se que o uso de tecnologias de baixo custo, como plataformas de prototipagem eletrônica e comunicação por radiofrequência, representa uma alternativa viável para a implementação de soluções em mobilidade urbana, embora desafios relacionados à escalabilidade, segurança e confiabilidade devam ser considerados em aplicações reais. Nesse sentido, a proposta alinha-se aos princípios das cidades inteligentes, ao integrar sensoriamento, conectividade e disponibilização de dados em tempo real. Concluiu-se que a plataforma desenvolvida atende aos objetivos propostos, demonstrando viabilidade técnica e relevância social. Como perspectivas futuras, destacam-se a integração com tecnologias de Internet das Coisas (IoT), serviços de geolocalização em tempo real e recursos de acessibilidade ampliada, como feedback sonoro e interfaces inclusivas. Tais aprimoramentos podem potencializar o impacto da solução, contribuindo de forma significativa para a modernização do transporte público e para a melhoria da qualidade de vida em contextos urbanos.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; Transporte público; Monitoramento em tempo real; Internet das Coisas.

ABSTRACT

This article presents the development and evaluation of a web-based platform for managing public transportation in the municipality of Lins, with an emphasis on real-time monitoring of buses and routes. The proposal is motivated by the growing demand for technological solutions aimed at improving urban mobility, particularly in medium-sized cities, where the lack of accurate information regarding vehicle

location and arrival times directly impacts user experience. In this context, the study seeks to reduce passenger uncertainty by promoting greater predictability, accessibility, and efficiency in the use of public transportation. From a methodological perspective, this research is classified as applied, with a qualitative approach and an exploratory and descriptive nature. The solution was developed through the construction of a functional prototype integrating both hardware and software components. At the physical layer, microcontrollers and sensors were employed to detect vehicle presence, along with wireless communication modules for data transmission. At the logical layer, a programming language suitable for embedded systems was used for data processing. Finally, at the presentation layer, a web interface was developed to display the collected data in a clear and accessible manner in real time. The results demonstrated that the integration of system components enabled the effective simulation of a connected urban monitoring environment. The system showed stable performance in detecting vehicle approach and transmitting information, allowing users to access real-time data efficiently. Furthermore, the solution revealed the potential to transform bus stops into active information agents, improving user experience and enhancing autonomy, especially for individuals with accessibility needs. From a discussion standpoint, the use of low-cost technologies, such as electronic prototyping platforms and radio frequency communication, proved to be a viable alternative for urban mobility solutions. However, challenges related to scalability, security, and reliability must be considered for real-world implementation. In this sense, the proposal aligns with smart city principles by integrating sensing, connectivity, and real-time data availability. In conclusion, the developed platform meets its intended objectives, demonstrating both technical feasibility and social relevance. Future work includes integration with Internet of Things (IoT) technologies, real-time geolocation services, and enhanced accessibility features such as audio feedback and inclusive interfaces. These improvements may further increase the system's impact, contributing to the modernization of public transportation and the improvement of quality of life in urban environments.

Keywords: Urban mobility; Public transportation; Real-time monitoring; Internet of Things.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada tem sobrecarregado o planejamento das cidades, afetando diretamente a eficiência do transporte coletivo. No município de Lins-SP, a falta de informações precisas sobre horários e itinerários gera incertezas que prejudicam a experiência do passageiro antes mesmo do embarque. Diante disso, o conceito de Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) surge como uma solução, utilizando a Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT) para conectar dispositivos e melhorar a gestão urbana através da coleta de dados em tempo real.

Uma cidade inteligente pode ser definida como aquela que integra tecnologias da informação e comunicação (TIC) e dispositivos físicos conectados à rede (Internet das Coisas) para otimizar a eficiência das operações urbanas, melhorar a qualidade dos serviços públicos e promover o bem-estar dos cidadãos.” (Kitchin, 2014, p. 2, tradução nossa)

A relevância dessa problemática foi reforçada por meio de entrevistas realizadas com o secretário municipal de Trânsito e Transporte, bem como com um representante da Terra Auto Viação, concessionária responsável pelo transporte público local. Os relatos evidenciaram a inexistência de ferramentas tecnológicas voltadas ao acompanhamento em tempo real da frota, além da dificuldade em fornecer previsões confiáveis aos usuários. Tais evidências empíricas reforçam a necessidade de proposição de soluções inovadoras que contribuam para a modernização do sistema de transporte no município.

Nesse contexto, o conceito de Cidades Inteligentes (*Smart Cities*) apresenta-se como uma alternativa promissora, ao propor a integração de tecnologias digitais na gestão urbana. Destaca-se, nesse cenário, o papel da Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT), que possibilita a conexão entre dispositivos, sensores e sistemas, permitindo a coleta, o processamento e a disponibilização de dados em tempo real. A aplicação dessas tecnologias no transporte público pode contribuir significativamente para a melhoria da previsibilidade, da eficiência operacional e da experiência do usuário (Zanella et al., 2014).

De acordo com Ashton (2009), a IoT refere-se a um paradigma no qual objetos do cotidiano são incorporados a sistemas computacionais, permitindo que dispositivos sejam capazes de coletar e compartilhar informações de forma autônoma. Nesse contexto, a proposta central consiste em ampliar a capacidade dos sistemas tecnológicos para que possam “compreender” o ambiente ao seu redor por meio de dados captados diretamente dos objetos, reduzindo a dependência da intervenção humana. Essa concepção surge como uma alternativa ao modelo tradicional, no qual os computadores permanecem como o elemento central das interações tecnológicas. Assim, a IoT propõe uma mudança de paradigma, deslocando o foco dos computadores para os próprios objetos conectados, que passam a desempenhar um papel ativo na geração, processamento e transmissão de informações.

Para demonstrar essas soluções na prática, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma maquete de uma parada de ônibus inteligente. O projeto foca na integração de hardware e software para oferecer previsibilidade ao usuário, simulando um ambiente onde o *Global Positioning System* (GPS) detecta a aproximação do transporte e fornece as informações necessárias para quem aguarda no ponto.

O objetivo deste estudo é construir um protótipo físico que funcione como uma alternativa de consulta para os passageiros, visando reduzir o tempo de espera e aumentar a autonomia do usuário por meio de tecnologias acessíveis. A maquete serve como prova de conceito para validar como a automação pode modernizar o mobiliário urbano, e foi apresentada no evento denominado “*Você na Etec*” - uma feira anual de exposições dos projetos realizados por alunos de todos os cursos da Etec de Lins-SP.

A metodologia adotada é a pesquisa aplicada, focada no desenvolvimento de um artefato tecnológico. A abordagem prática consiste na montagem da maquete utilizando o microcontrolador Arduino integrado a sensores para a coleta de dados.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e natureza exploratória e descritiva, uma vez que busca desenvolver e validar um artefato tecnológico voltado à resolução de um problema específico no contexto da mobilidade urbana. A definição do problema e dos requisitos do sistema foi orientada a partir da análise das necessidades locais do município de Lins, complementada por levantamento empírico realizado por meio de entrevistas com agentes institucionais e representantes do setor de transporte público. Esse procedimento está alinhado às práticas de levantamento de requisitos em engenharia de software, que enfatizam a importância da compreensão do contexto e das demandas dos usuários para o desenvolvimento de soluções eficazes (Pressman; Maxim, 2016).

A etapa de desenvolvimento consistiu na construção de um protótipo funcional utilizando plataformas de prototipagem eletrônica, com o objetivo de simular, em escala reduzida, um sistema de monitoramento de transporte público. Para a implementação da lógica do sistema, foi utilizada a linguagem de programação C++, amplamente empregada em sistemas embarcados devido à sua eficiência e controle direto sobre o hardware (Monk, 2016). O desenvolvimento seguiu uma abordagem iterativa, permitindo ajustes contínuos conforme os testes eram realizados.

O sistema foi estruturado em dois módulos principais, ambos baseados no microcontrolador Arduino Duemilanove: um configurado como transmissor, representando o ônibus, e outro como receptor, representando o ponto de parada. A comunicação entre os módulos foi estabelecida por meio de um Módulo RF 433MHz, possibilitando a troca de dados sem fio e a simulação de um ambiente urbano conectado. Tecnologias de comunicação por radiofrequência são frequentemente utilizadas em aplicações de baixo custo e curto alcance, sendo adequadas para prototipagem de sistemas distribuídos (Atzori; Iera; Morabito, 2010).

Para a detecção da chegada do veículo ao ponto, foi empregado o sensor ultrassônico HC-SR04, responsável por medir a distância a partir da emissão e recepção de ondas sonoras. Esse tipo de sensor é amplamente utilizado em sistemas de automação e robótica devido à sua simplicidade, baixo custo e eficiência em medições de curta distância (Banzi; Shiloh, 2015). A confirmação da presença do ônibus dentro de um raio previamente definido aciona o processo de exibição das informações ao usuário.

As informações processadas pelo sistema serão futuramente apresentadas por meio de um display LCD 16x2, que atua como interface de saída, permitindo a visualização clara e objetiva dos dados transmitidos. Atualmente, o sistema envia os dados diretamente para um *bot* no Telegram, usando Python

como intermediário. A utilização de interfaces simples e diretas está em conformidade com princípios de usabilidade, fundamentais para garantir a compreensão da informação pelo usuário final (Rogers; Sharp; Preece, 2013).

Todo o sistema foi montado em protoboard, o que possibilitou maior flexibilidade durante a fase de testes e ajustes, sem a necessidade de soldagem permanente. A alimentação dos dispositivos foi realizada de forma independente, utilizando baterias de 9V conectadas diretamente aos microcontroladores, assegurando a portabilidade e a estabilidade do protótipo durante sua operação.

A metodologia adotada permitiu não apenas o desenvolvimento do protótipo, mas também a validação de sua viabilidade técnica em ambiente controlado, estabelecendo uma base consistente para futuras evoluções e aplicações em escala real, especialmente no contexto de soluções voltadas às cidades inteligentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do protótipo permitiu evidenciar que plataformas de prototipagem eletrônica de baixo custo, como o Arduino, configuram-se como alternativas viáveis para o desenvolvimento de soluções voltadas à mobilidade urbana inteligente e à acessibilidade. Tal constatação dialoga com estudos sobre cidades inteligentes, que destacam a integração entre sensores, conectividade e processamento como elementos fundamentais para a construção de ambientes urbanos mais eficientes e inclusivos (Zanella et al., 2014).

No âmbito da camada lógica, a adoção da linguagem C++ mostrou-se tecnicamente adequada, sobretudo pela sua eficiência no controle de hardware e baixa sobrecarga computacional, características essenciais em sistemas embarcados. Conforme apontam estudos sobre sistemas embarcados, linguagens de baixo nível e alto desempenho são preferíveis em aplicações que demandam resposta em tempo real (Monk, 2016).

Em relação ao sistema de detecção, os resultados obtidos com o sensor ultrassônico HC-SR04 corroboram a aplicabilidade de tecnologias baseadas em ondas sonoras para identificação de objetos em ambientes urbanos. O cálculo de distância fundamentado no intervalo entre emissão (Trigger) e recepção (Echo) apresentou consistência durante os testes, permitindo a detecção da aproximação do ônibus dentro de um raio previamente estabelecido. No entanto, fatores ambientais, como temperatura e interferências acústicas, podem influenciar a precisão dessas medições (Banzi; Shiloh, 2015).

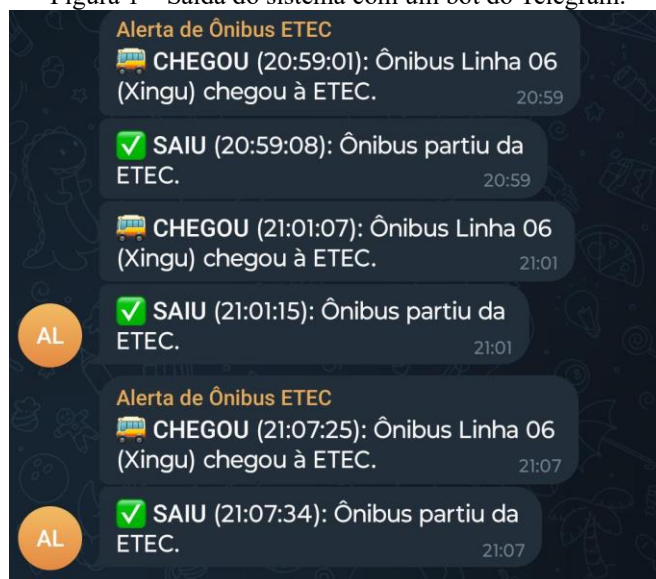
A comunicação sem fio estabelecida por meio do módulo RF 433MHz demonstrou-se funcional no contexto da simulação proposta, permitindo a troca de dados em tempo hábil. Esse resultado reforça o potencial de soluções baseadas em radiofrequência para cenários urbanos de baixo custo. Entretanto,

limitações relacionadas à segurança e à confiabilidade indicam que, em aplicações reais, tecnologias IoT mais robustas podem ser consideradas (Atzori; Iera; Morabito, 2010).

No que diz respeito à interface com o usuário, os dados de distância captados pelo sensor são processados pelo microcontrolador e enviados via Python para a *Application Programming Interface* (API) do Telegram (vide Figura 1), eliminando as interferências anteriormente identificadas no ambiente físico da sala, que comprometiam a legibilidade do LCD. Dessa forma, o sistema passa a fornecer informações em tempo real diretamente no dispositivo móvel do usuário, garantindo maior clareza, acessibilidade e robustez na visualização dos dados, além de ampliar as possibilidades de interação remota e registro das medições. A literatura de Interação Humano-Computador destaca que a clareza na apresentação da informação é um fator determinante para a eficácia do sistema (Rogers; Sharp; Preece, 2013).

O sistema opera de forma integrada entre três módulos principais, iniciando pelo ônibus (transmissor), que envia continuamente a identificação "BUS006" a cada segundo via radiofrequência. Na parada de ônibus (receptor), o funcionamento depende de duas validações simultâneas: a detecção de um objeto pelo sensor ultrassônico HC-SR04 a uma distância inferior a 5 cm por um período superior a dois segundos, e o recebimento de uma mensagem no padrão "BUS000". Quando ambas as condições são satisfeitas, o sistema registra no terminal o evento "ALERTA_CHEGADA"; caso o sinal do ônibus deixe de ser detectado por 10 segundos, é emitido o "ALERTA_SAIDA". Paralelamente, um *script* em Python monitora continuamente a comunicação serial da parada e, ao identificar esses alertas, converte-os em mensagens compreensíveis: "CHEGOU!" ou "SAIU!", acrescentando informações como horário e linha do ônibus, e as envia automaticamente ao BotFeather por meio da API do Telegram, garantindo uma comunicação eficiente e em tempo real com o usuário.

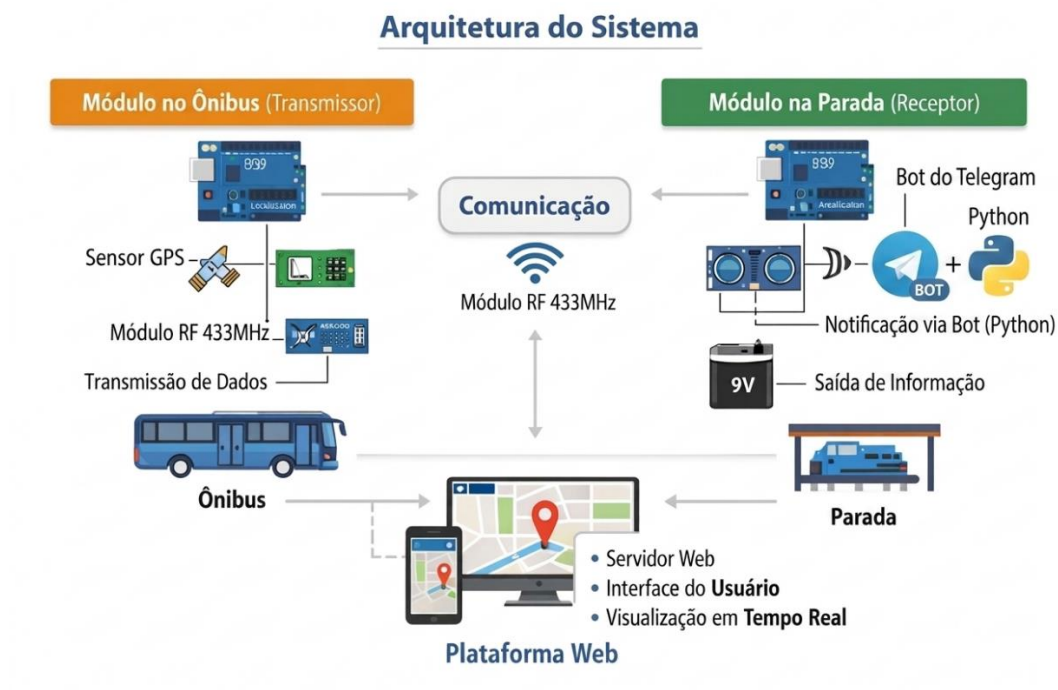
Figura 1 – Saída do sistema com um bot do Telegram.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

A utilização da *protoboard* durante a fase de desenvolvimento possibilitou uma abordagem iterativa e experimental, favorecendo a rápida identificação de falhas e ajustes no circuito. Essa prática está alinhada aos princípios da prototipagem rápida, amplamente utilizados em processos de desenvolvimento tecnológico (Pressman; Maxim, 2016). Ademais, a Figura 2 mostra um esquema de arquitetura para a solução abordada nessa pesquisa.

Figura 2 – Arquitetura atual do sistema com um bot do Telegram.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

A arquitetura do sistema atualmente é composta por dois módulos principais que se comunicam sem fio, além de uma camada de visualização de dados. No lado esquerdo da figura, encontra-se o módulo embarcado no ônibus (transmissor). Esse módulo é responsável por coletar e enviar informações sobre o veículo. Ele é composto por um microcontrolador Arduino, que identifica a posição do ônibus. Esses dados são transmitidos por meio de um módulo de radiofrequência RF 433 MHz, permitindo a comunicação sem fio com o ponto de parada. Esse processo simula o envio contínuo de informações sobre o deslocamento do veículo.

No centro da arquitetura está a camada de comunicação, que representa a troca de dados entre o ônibus e a parada. Essa comunicação ocorre via radiofrequência, possibilitando a transmissão em tempo real, característica essencial em aplicações de mobilidade urbana e IoT.

Como adendo, no lado direito, encontra-se o módulo da parada de ônibus (receptor). Esse módulo também é baseado em um microcontrolador Arduino, responsável por receber os dados enviados pelo ônibus. Além disso, ele incorpora um sensor ultrassônico HC-SR04, que atua na detecção física da

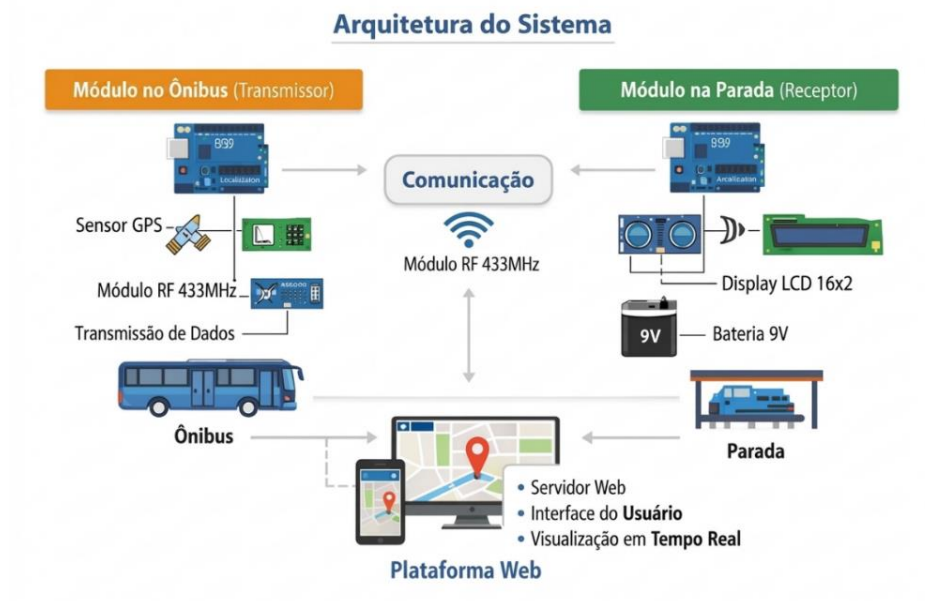
aproximação do veículo, funcionando como um mecanismo de validação local. As informações processadas são então exibidas via *bot* do Telegram, permitindo ao usuário visualizar, de forma clara, a chegada do ônibus. Todo o sistema é alimentado por uma bateria de 9V, garantindo autonomia e portabilidade.

Na parte inferior da figura, está representada a plataforma web, que amplia a solução ao permitir a visualização das informações em dispositivos como computadores e smartphones. Essa camada é responsável por centralizar os dados, oferecendo uma interface ao usuário com recursos como visualização em mapa, acompanhamento em tempo real e acesso remoto às informações do transporte.

De forma integrada, a arquitetura demonstra como a combinação de sensores, microcontroladores e comunicação sem fio pode transformar uma parada de ônibus em um agente inteligente, capaz de fornecer informações em tempo real e melhorar a experiência do usuário no transporte público.

Adicionalmente, a Figura 3 mostra a arquitetura do sistema completo, já considerando a implementação futura com o Display LCD para exibição das informações.

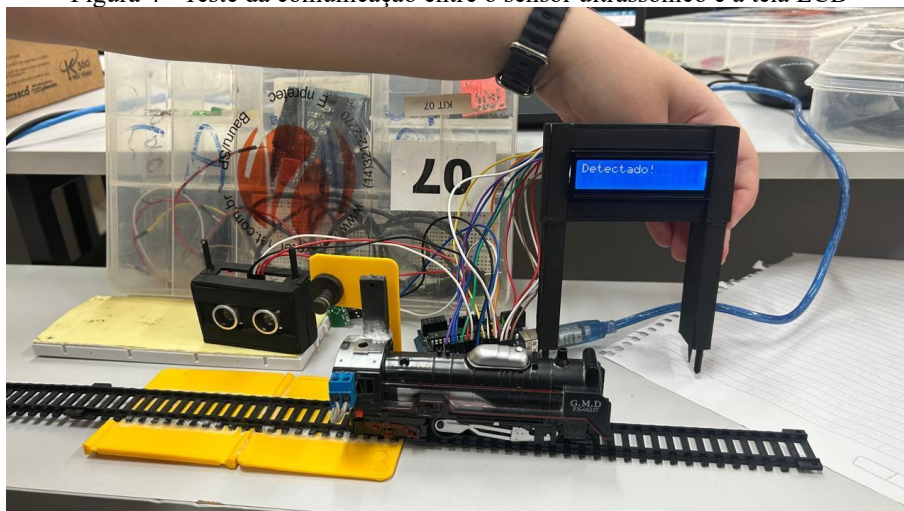
Figura 3 – Arquitetura do sistema proposto para monitoramento do transporte público



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Seguidamente, a Figura 4 ilustra o teste de funcionamento do sistema de detecção e exibição de informações, evidenciando a comunicação entre o sensor ultrassônico e o display LCD. Observa-se que o sensor ultrassônico, posicionado na parte frontal da maquete, é responsável por identificar a presença de um objeto (neste caso, a aproximação do trem representando o ônibus) por meio da emissão e recepção de ondas sonoras.

Figura 4 - Teste da comunicação entre o sensor ultrassônico e a tela LCD



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Ao detectar um objeto dentro do intervalo de distância previamente configurado, o sensor envia um sinal ao microcontrolador, que processa essa informação e aciona o display LCD. Como resultado, a mensagem “Detectado” é exibida na tela, confirmando o correto funcionamento da integração entre os componentes de entrada (sensor), processamento (microcontrolador) e saída (display).

Para mais, a Figura 5 abaixo apresenta o sistema em pleno funcionamento, evidenciando a aplicação prática da solução proposta em um ambiente simulado de mobilidade urbana. Observa-se a integração entre o veículo (representando o transporte público) e os componentes eletrônicos embarcados, incluindo o sensor ultrassônico, o microcontrolador e a fonte de alimentação.

Figura 5 – Protótipo em funcionamento



Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Durante a operação, o sensor ultrassônico realiza a detecção contínua de obstáculos e pontos de parada ao longo do percurso. Ao identificar uma condição previamente programada — como a aproximação

de uma estação ou ponto de embarque — o sistema processa os dados em tempo real por meio do microcontrolador, acionando respostas automáticas, como a exibição de informações no display ou outros sinais de feedback.

Logo, os resultados indicam que a integração entre sensores, comunicação sem fio e interfaces de saída contribui para a ressignificação de elementos urbanos tradicionalmente passivos, transformando-os em dispositivos ativos de mediação informacional. Essa transformação está alinhada aos princípios da tecnologia assistiva, cujo objetivo é promover autonomia e inclusão social (Bersch, 2017).

Como perspectivas futuras, destacam-se possibilidades como a incorporação de feedback sonoro para ampliar a acessibilidade e a integração com ecossistemas de IoT, permitindo o acesso a dados em tempo real. Tais avanços aproximam a solução proposta dos modelos contemporâneos de cidades inteligentes, nos quais a conectividade e a análise de dados desempenham papel central (Zanella et al., 2014).

Em síntese, os resultados obtidos não apenas validam a viabilidade técnica do protótipo, mas também evidenciam o potencial transformador da tecnologia quando aplicada ao contexto urbano, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e da experiência dos usuários do transporte público em cidades de médio porte, como Lins.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do protótipo de Parada de Ônibus Inteligente comprovou a viabilidade de utilizar plataformas de prototipagem eletrônica de baixo custo para criar soluções voltadas à mobilidade urbana e à acessibilidade. A comunicação entre os componentes, estruturada em linguagem C++, apresentou agilidade e eficiência no processamento lógico das automações. A integração entre o sensor HC-SR04, capaz de detectar a presença física do veículo, e o Módulo RF 433MHz, responsável pela troca de dados de rádio frequência, resultou em um sistema coeso que exibe de forma clara as informações da linha via bot do Telegram e linguagem de programação Python.

Apesar dos resultados operacionais positivos obtidos com a montagem experimental, reconhecem-se os limites do próprio artigo para apontar soluções imediatas em escala real. O projeto foi avaliado em um ambiente de maquete simulado, utilizando alimentação independente por baterias de 9V, o que indica a necessidade de validações futuras em cenários urbanos reais sujeitos a intempéries e interferências de sinal. Contudo, o protótipo cumpre seu papel como uma prova de conceito valiosa para gestores públicos que buscam a implementação de cidades inteligentes (*Smart Cities*).

Além do viés técnico, a pesquisa destaca o potencial de democratização do espaço urbano por meio do uso de tecnologias abertas. Ao demonstrar que a eficiência na gestão de fluxos de transporte não depende exclusivamente de dispositivos proprietários de alto custo, este estudo abre precedentes para que municípios

de diferentes portes possam planejar infraestruturas mais inclusivas, transformando dados brutos de sensores em conforto e segurança para o cidadão.

Dessa forma, pontua-se a necessidade de novas investigações e aprimoramentos técnicos. Como melhorias futuras, sugere-se a inclusão de um assistente de voz ou feedback sonoro na parada de ônibus, o que auxiliaria na uniformização do acesso para passageiros com deficiência visual. Além disso, a evolução do sistema para suportar conectividade IoT, permitindo a integração com plataformas como o Google Maps e o SpriteKit, uma *engine* iOS que permite a criação de uma camada visual interativa para representar eventos de IoT em tempo real, aproximando o sistema de conceitos de *Smart Cities*, o que por sua vez ofereceria ao passageiro a visualização do trajeto do veículo em tempo real.

Em suma, os resultados obtidos reforçam que a tecnologia assistiva e a automação urbana compartilham o objetivo fundamental de promover a autonomia dos usuários. Quando aplicada de forma estratégica, a tecnologia cumpre o papel de transpor obstáculos e melhorar a qualidade de vida nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ASHTON, Kevin. **That “Internet of Things” Thing**, RFID Journal LLC, 1999.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. **The Internet of Things: A survey**. *Computer Networks*, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Getting Started with Arduino**. 3. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Assistiva Tecnologia e Educação, 2017.

KITCHIN, R. **The real-time city? Big data and smart urbanism**. *GeoJournal*, v. 79, n. 1, p. 1–14, 2014.

MONK, Simon. **Programming Arduino: Getting Started with Sketches**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2016.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software: Uma abordagem profissional**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de Interação: Além da interação humano-computador**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ZANELLA, Andrea et al. **Internet of Things for smart cities**. *IEEE Internet of Things Journal*, v. 1, n. 1, p. 22–32, 2014.