Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

SEMÁFORO SONORO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL COM APLICAÇÃO INTEGRADA

AUDIBLE TRAFFIC LIGHT FOR VISUALLY IMPAIRED INDIVIDUALS WITH INTEGRATED APPLICATION

André Nascimento Oliveira, Cauã Sousa do Nascimento, Danilo Dias Lobianco Soares, Gabrielle Correia Menezes, Irene Silva Farias, Raquel Galhardo de Carvalho Lopes Araújo

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia de Computação
E-mail para contato: ds253862@alunos.unisanta.br

RESUMO – O processo acelerado de urbanização intensifica os riscos à mobilidade de pedestres com deficiência visual, grupo que depende de estímulos sensoriais alternativos para se locomover com segurança. Semáforos sonoros, embora previstos como tecnologia assistiva pela Lei Brasileira de Inclusão, são escassos e carecem de mapeamento acessível no Brasil. Este trabalho apresenta o WaySee, sistema composto por um semáforo instrumentado e um aplicativo móvel desenvolvido com Ionic e Angular, capaz de informar em tempo real o estado do semáforo ao pedestre via Wi-Fi com o microcontrolador ESP-32. Os resultados indicam comunicação estável e interface acessível, validando a proposta como alternativa viável para ampliar a autonomia de pedestres com deficiência visual em travessias urbanas.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva; Deficiência visual; Semáforo sonoro; IoT; Acessibilidade urbana.

ABSTRACT – The accelerated urbanization process intensifies risks to the mobility of visually impaired pedestrians, a group that relies on alternative sensory stimuli to navigate safely. Audible traffic lights, though mandated as assistive technology by Brazilian inclusion legislation, remain scarce and lack accessible mapping. This paper presents WaySee, a system consisting of an instrumented traffic light and a mobile application developed with Ionic and Angular, capable of informing the pedestrian in real time of the traffic light status via Wi-Fi with the ESP-32 microcontroller. Results show stable communication and an accessible interface, validating the proposal as a viable alternative to enhance the autonomy of visually impaired pedestrians at urban crossings.

Keywords: Assistive technology; Visual impairment; Audible traffic light; IoT; Urban accessibility.

ISSN 2317-1316

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização contemporâneo resultou na expansão da malha viária e no aumento expressivo do fluxo de automóveis, intensificando os riscos associados à mobilidade de pedestres em ambientes urbanos. Dentre os grupos expostos a maior vulnerabilidade, destacam-se as pessoas com deficiência visual ou baixa visão, cuja locomoção segura depende predominantemente de estímulos sensoriais alternativos, o que restringe o pleno acesso a sinalizações estritamente visuais, como os semáforos convencionais.

A deficiência visual impõe barreiras significativas à locomoção autônoma em ambientes urbanos. Sons do ambiente urbano, como ruídos de tráfego; sinais sonoros e vozes, funcionam como marcos de orientação espacial, substituindo em grande medida as referências visuais utilizadas por pessoas normovisuais (OLIVEIRA; SARMENTO; OITICICA, 2024). Dessa maneira, a ausência desses sinais não representa apenas desconforto, mas um risco real à integridade física do pedestre. Conforme apontam Yoshida e Rocha (2025), boa parte dos semáforos instalados no Brasil não conta com dispositivos de sinalização sonora, e os poucos equipamentos existentes carecem de manutenção adequada e mapeamento acessível ao usuário. Essa lacuna compromete diretamente a segurança e a independência de pedestres com deficiência visual.

Segundo o Artigo 3º, inciso III, da Lei nº 13.146/2015, que corresponde à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (GOVERNO FEDERAL, 2015), a tecnologia assistiva é definida como:

> [...] produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (GOVERNO FEDERAL, 2015).

Do ponto de vista da inclusão, Figueiredo et al. (2024) destacam que usabilidade e acessibilidade devem ser consideradas como requisitos que operam em conjunto no desenvolvimento de tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual. Os autores ressaltam que interfaces que exigem alto esforço de raciocínio ou de movimento, comprometem o uso efetivo da tecnologia pelo usuário.

ISSN 2317-1316

No campo da interação entre pessoas com deficiência visual e sistemas computacionais, as tecnologias mais eficazes são aquelas que combinam múltiplos canais sensoriais, principalmente áudio e vibração (DE FREITAS et al., 2022). Com o advento da Internet das Coisas (IoT), essas soluções ganharam novo potencial: a integração entre dispositivos de sinalização urbana e aplicativos móveis permite ampliar significativamente a autonomia de pessoas com deficiência, tornando acessível de forma remota o que antes dependia exclusivamente de interação física com o equipamento.

No Brasil, entretanto, a adoção dessas tecnologias ainda é incipiente no espaço público. A distribuição geograficamente desigual dos semáforos sonoros existentes, somada à ausência de sistemas de informação sobre sua localização, impõe ao pedestre com deficiência visual a necessidade de depender da memória espacial ou do auxílio de terceiros para realizar travessias com segurança (YOSHIDA; ROCHA, 2025). Esse cenário evidencia uma lacuna tecnológica e de políticas públicas que projetos de tecnologia assistiva, como o aqui proposto, buscam contribuir para preencher.

Diante dessa problemática, evidencia-se a necessidade de desenvolver alternativas que tornem a travessia mais acessível e segura, mitigando a dependência do tato ou do auxílio de terceiros. O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento de um sistema de semáforo integrado a um aplicativo móvel, denominado Waysee, com a finalidade de auxiliar na travessia de pedestres que possuem deficiências visuais, de maneira que o uso seja acessível e eficaz para os usuários.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto aborda o desenvolvimento de uma tecnologia assistiva voltada à melhoria da acessibilidade e segurança de pedestres com deficiência visual, com ênfase na travessia de vias urbanas. A delimitação da problemática originou-se de discussões acadêmicas acerca dos desafios de mobilidade enfrentados por esse grupo, premissa que foi corroborada por meio de conversas informais para levantamento de requisitos com um usuário em potencial, discente da Universidade Santa Cecília (Unisanta) portador de deficiência visual, que relatou as principais barreiras enfrentadas em seu cotidiano.

ISSN 2317-1316

A partir da conceituação da proposta, a pesquisa e o desenvolvimento foram divididos em etapas de prototipação, estruturação de *software* e montagem de *hardware*. Inicialmente, a viabilidade do projeto foi validada por meio de um pitch e da apresentação de um protótipo de interface construído na plataforma Figma.

No que tange à implementação metodológica, a frente de *software* contemplou a criação de um aplicativo móvel utilizando o framework Ionic e a linguagem Angular, com integração à API Google Maps URLs para os serviços de geolocalização. O gerenciamento e o controle de versão do código foram realizados por meio da plataforma GitHub.

Paralelamente, para a infraestrutura de *hardware*, selecionou-se o microcontrolador ESP-32, justificando-se a escolha por sua conectividade Wi-Fi nativa e alta portabilidade. O esquemático do circuito eletrônico foi projetado no *software* Kicad. A montagem física ocorreu em uma placa de circuito impresso (PCB) produzida em uma prototipadora específica, integrando componentes eletrônicos como resistores, LEDs difusos, bornes, push buttons e buzzers, visando garantir a interação tátil e sonora adequada ao usuário final.

A funcionalidade central do aplicativo consiste na conexão, em tempo real, com semáforos de pedestres acessíveis pelas proximidades do usuário. Para isso, foi utilizada conexão via internet do dispositivo com o microcontrolador ESP-32, que envia os dados para a aplicação. Dessa maneira o pedestre pode saber se o semáforo está aberto ou fechado, sem que haja a necessidade de apertar um botão físico, tudo apenas com o seu dispositivo móvel.

Além disso, também foi utilizada a API Google Maps URLs que possibilitou a criação de rotas de maneira simples sem que houvesse a necessidade do usuário sair do aplicativo. Assim o usuário consegue manter uma rota definida com a inserção do endereço e o controle de visualização dos semáforos com apenas poucos toques.

A maneira como o *software* foi projetado teve como intuito ser o mais simples de usar possível, com uma interface de poucas informações e botões maiores para facilidade de operação.

A preocupação com acessibilidade foi um desafio durante o desenvolvimento. Seguindo as diretrizes identificadas por Figueiredo et al. (2024), as telas foram elaboradas com contraste, ausência de elementos visuais desnecessários e total compatibilidade com leitores de tela. Antes da implementação definitiva, um protótipo de alta fidelidade foi elaborado na plataforma Figma.

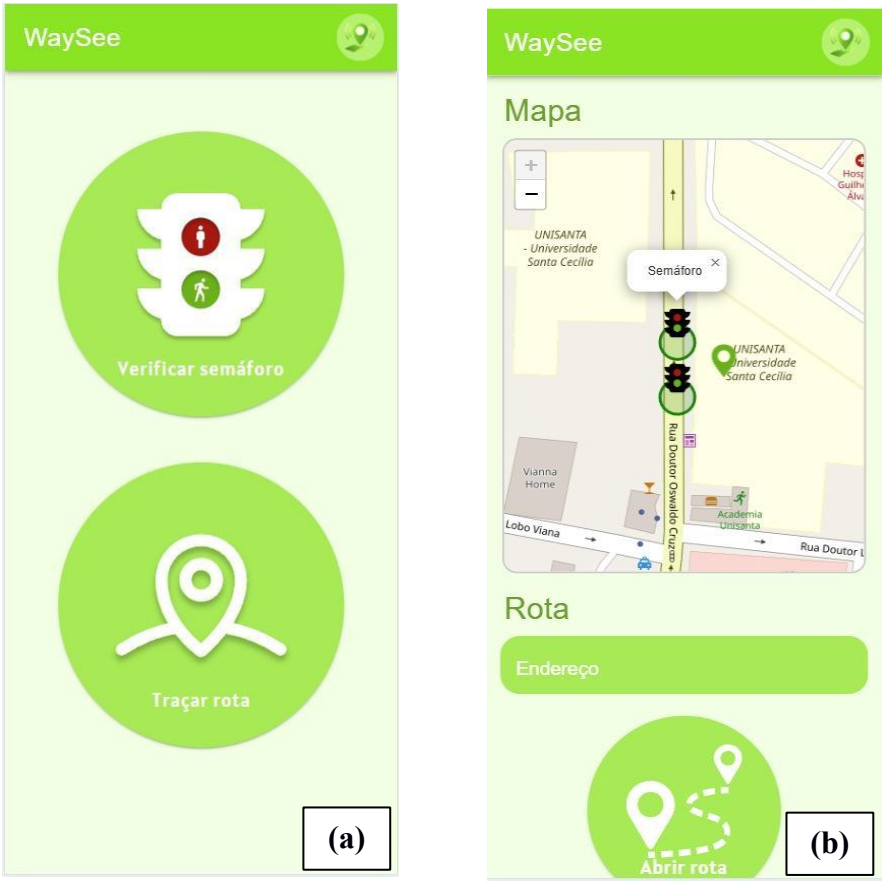
ISSN 2317-1316

O circuito integra LEDs difusos coloridos que reproduzem os estados convencionais do semáforo de pedestre (vermelho e verde), resistores, bornes para conexão de cabos e buzzers responsáveis pela emissão da sinalização sonora. Além disso, para apresentação do sistema, foi necessário implementá-lo em uma maquete que representa uma situação de trânsito real, contendo ruas, travessias, semáforo e demais decorações. O objetivo da maquete é representar uma situação real de uso do projeto.

A integração entre *hardware* e *software* ocorre por meio de uma conexão Wi-Fi estabelecida pelo ESP-32, que transmite o estado atual do semáforo ao aplicativo, que o processa e emite as orientações adequadas.

A figura 1a apresenta a tela principal do aplicativo, onde o usuário deve escolher entre verificar a situação do semáforo e traçar a rota até a localização desejada. Na tela dentro da opção de traçar as rotas, onde o cliente consegue informar o endereço de destino e é comunicado ao entrar nas áreas de conexão do semáforo, conforme mostra a figura 1b.

Figura 1: (a) Tela inicial do aplicativo; (b) Tela da seção de traçar rotas.



ISSN 2317-1316

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No âmbito do *software,* o aplicativo foi implementado com o *framework* Ionic e a linguagem Angular, sendo capaz de receber os dados de estado do semáforo transmitidos pelo microcontrolador ESP-32 em tempo real via conexão Wi-Fi. A integração com a API Google Maps URLs foi realizada com sucesso, possibilitando a criação de rotas a partir do endereço inserido pelo usuário, que é direcionado ao aplicativo Maps. Entretanto, a API Googles Maps Platform tornaria a aplicação mais acessível, permitindo que o fluxo do processo de rota e mapa fosse inteiramente no WaySee. Essa alternativa foi descartada devido ao custo da tecnologia. O uso de tecnologias híbridas possibilitou a validação funcional do protótipo em ambiente de desktop. A integração ao ambiente mobile foi realizada por meio do Android Studio, comprovando a portabilidade da solução e atendendo ao objetivo de acessibilidade para o usuário final. O design da aplicação foi ajustado de forma a garantir conformidade com as diretrizes de acessibilidade identificadas na pesquisa.

No que diz respeito ao *hardware*, a placa de circuito impresso (PCB) foi produzida e os componentes devidamente soldados. A lógica de controle do semáforo foi testada e validada com funcionamento correto. O microcontrolador ESP-32 demonstrou estabilidade na conexão Wi-Fi durante os testes realizados. A construção da maquete representativa de uma situação real de trânsito foi o ponto de maior dificuldade durante a elaboração do projeto. No entanto, a integração completa entre *hardware* e *software* foi finalizada conforme o esperado.

De modo geral, os resultados obtidos foram favoráveis àquilo que foi determinado nos objetivos iniciais. Foi possível concluir a integração entre *hardware* e *software*, de maneira que a aplicação pôde se comunicar com o microprocessador da maquete, exemplificando um caso real de uso do WaySee.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho atingiu os objetivos propostos ao desenvolver o WaySee, sistema integrado composto por um semáforo instrumentado com o microcontrolador ESP-32 e um aplicativo móvel desenvolvido em Ionic e Angular. A comunicação em tempo real entre hardware e software foi estabelecida e validada, permitindo que o pedestre com deficiência visual receba informações sobre o estado do semáforo diretamente em seu dispositivo móvel,

ISSN 2317-1316

sem depender de interação física com o equipamento ou do auxílio de terceiros. A integração com a API Google Maps URLs possibilitou ainda o traçado de rotas dentro da própria aplicação, com interface projetada em conformidade com diretrizes de acessibilidade. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar testes de campo com usuários reais com deficiência visual e explorar a incorporação da API Google Maps Platform para tornar a experiência de navegação mais dinâmica.

5. DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta Claude 5 Sonnet para auxiliar na formatação do texto introdutório e na pesquisa bibliográfica. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6. REFERÊNCIAS

DE FREITAS, Maurício Pasetto et al. Artificial intelligence of things applied to assistive technology: a systematic literature review. **Sensors**, Basel, v. 22, n. 21, p. 8531, nov. 2022. DOI: 10.3390/s22218531. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8220/22/21/8531. Acesso em: 25 maio 2026.

FIGUEIREDO, Alice Tavares *et al.* Usabilidade e acessibilidade em tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual. *Human Factors in Design*, Florianópolis, v. 13, n. 25, 2024. Disponível em: https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/25327/19114. Acesso em: 19 maio 2026.

GOVERNO FEDERAL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 19 maio. 2026.

OLIVEIRA, Stella; Thaisa Sarmento; Maria Lucia Gondim da Rosa Oiticica. Paisagem sonora de pessoas com deficiência visual: uma revisão de literatura. Interfaces Científicas – Humanas e Sociais**,** Aracaju, v. 12, n. 2, p. 59-72, 2024. DOI: 10.17564/2316-3801.2024v12n2p59-72. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/humanas/article/view/11901. Acesso em: 25 maio 2026.

YOSHIDA, João Vitor Nakahodo; ROCHA, Lúcio Agostinho. Desenvolvimento de tecnologia assistiva para deficientes visuais: semáforo de trânsito assistivo. Anais do XV Seminário de Extensão e Inovação da UTFPR, 2025.