

## **Bengala inteligente: tecnologia assistiva para deficientes visuais com detecção de obstáculos**

Maria Eduarda do Nascimento Abranches<sup>1</sup>; 0009-0004-9562-3047

Kevin Amorim Fuchs<sup>1</sup>; 0009-0001-2642-0885

Ualison Silva Florencio<sup>1</sup>; 0009-0002-0700-6811

Vitor Amadeu Souza<sup>1</sup>; 0009-0002-1857-6799

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
[ualison.silva@outlook.com](mailto:ualison.silva@outlook.com) (contato principal)

**Resumo:** A deficiência visual afeta milhões de pessoas em todo o mundo, limitando sua autonomia e segurança nas atividades cotidianas. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma bengala inteligente com sensor e infravermelho, integrando conectividade Bluetooth para personalização do dispositivo. O objetivo é criar uma solução acessível, eficaz e de baixo custo para detectar obstáculos e fornecer feedback tátil e sonoro ao usuário, oferecendo maior independência e mobilidade. A metodologia adotada inclui a seleção de componentes, desenvolvimento de protótipo, e testes unitários e de integração. O protótipo foi montado utilizando um Arduino Nano como controlador central, e os sensores VL53L0X para a detecção de obstáculos. Além disso, foram incorporados um motor de vibração, um buzzer e o Módulo Carregador TP4056, com baterias recarregáveis, para garantir a funcionalidade do sistema e a conveniência de recarga. Os testes realizados demonstraram que o sistema é capaz de alertar o usuário de forma eficaz, contribuindo para uma maior segurança durante a locomoção. A bengala inteligente criada tem um preço significativamente reduzido em comparação com outros dispositivos análogos, como o WeWALK e o UltraCane, o que torna a tecnologia assistiva mais acessível.

**Palavras-chave:** Bengala inteligente, deficiência visual, sensores infravermelhos, conectividade Bluetooth, tecnologia assistiva.

## INTRODUÇÃO

A deficiência visual afeta uma parte grande da população mundial, limitando a mobilidade e autonomia das pessoas em suas atividades diárias. Estima-se que 39 milhões de pessoa sejam cegas e 246 milhões tenham uma visão severamente reduzida, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2014). As bengalas comuns, muito usadas por deficientes visuais, têm limitações pois contam só com o toque para perceber barreiras, o que pode ser pouco em lugares agitados. Com o avanço na tecnologia que ajuda no dia a dia, aparelhos inteligentes têm aparecido como formas de melhorar o movimento e a segurança das pessoas com deficiência visual. As bengalas com sensores ultrassônicos e infravermelhos dão uma visão clara sobre objetos impedindo a passagem, além de vibrações ou sons para ajudar ainda mais o usuário se mover com maior autonomia. (Alves et al., 2021; Kumar et al., 2022).

O objetivo deste projeto é desenvolver uma bengala inteligente que integre essas tecnologias, utilizando sensores de baixo custo, como o VL53L0X, e conectividade Bluetooth, para personalizar o dispositivo conforme as necessidades do usuário. Além disso, busca-se criar uma solução acessível, uma vez que muitos dispositivos atualmente disponíveis, como a WeWALK e a UltraCane, têm preços elevados, limitando o acesso das pessoas a essas tecnologias (Panazan & Dulf, 2024). A proposta é criar uma bengala com funcionalidades equivalentes, mas com custo reduzido, utilizando um Arduino Nano como controlador central.

## MÉTODOS

O desenvolvimento da bengala inteligente seguiu uma abordagem prática e sistemática, utilizando o Arduino Nano como controlador central. O projeto foi dividido em várias etapas, incluindo a seleção de componentes eletrônicos, o design do protótipo, a programação do sistema e os testes.

### Seleção de Componentes

Foram escolhidos componentes de baixo custo e alta eficiência, como o sensor de distância VL53L0X para medição precisa de obstáculos, o módulo Bluetooth HC-06 para comunicação

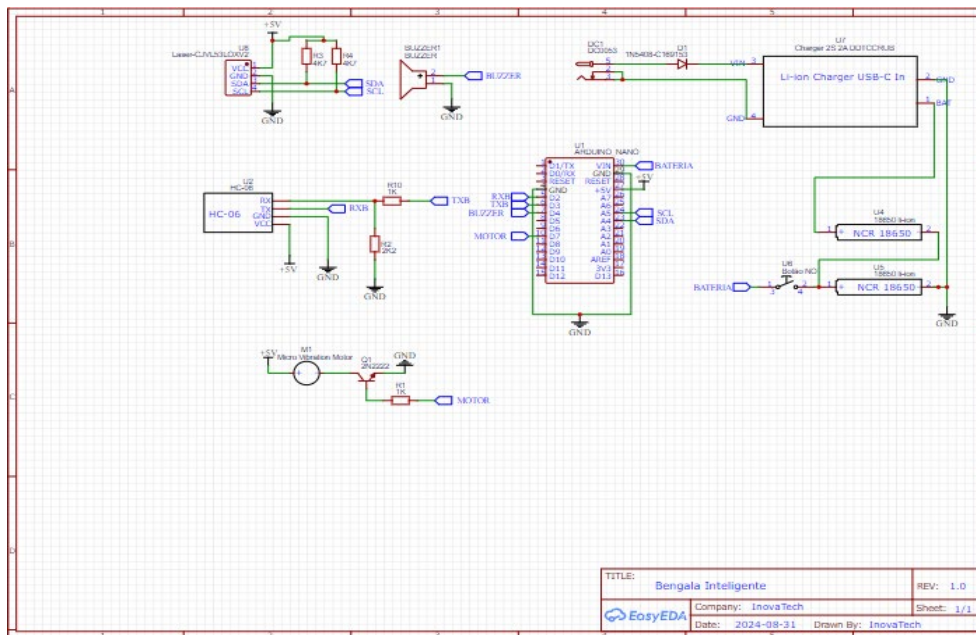


sem fio, o motor de vibração para feedback tátil, o buzzer para alerta sonoro e o Módulo Carregador TP4056 com baterias recarregáveis, garantindo a conveniência de recarga. A seleção levou em consideração a compatibilidade com o Arduino Nano, a precisão dos sensores, a confiabilidade e o custo-benefício.

## Desenvolvimento do Protótipo

O protótipo foi montado em um protoboard para testes iniciais e, posteriormente, a placa de circuito impresso (PCB) foi projetada para integrar os componentes de forma compacta e eficiente. A comunicação entre os sensores e o Arduino foi realizada utilizando a interface I2C, enquanto a conectividade Bluetooth foi estabelecida para permitir a personalização do dispositivo via smartphone.

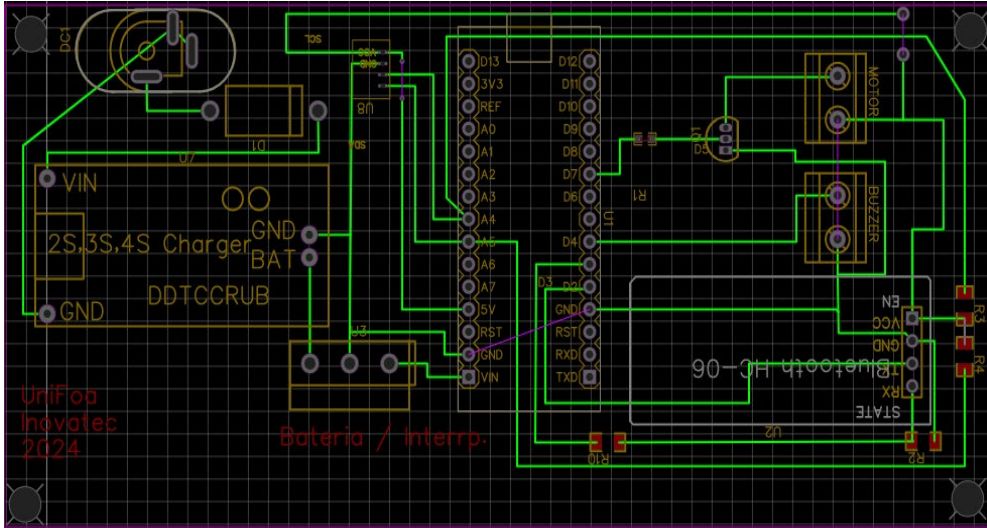
Figura 1: Esquema de Ligação da Placa



Fonte: (AUTOR, 2025)

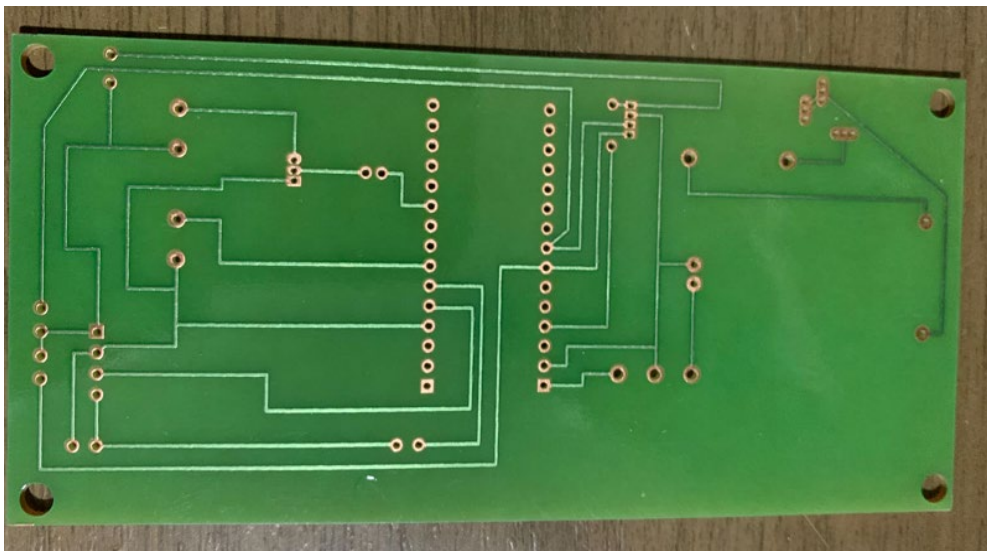


Figura 2: Layout da Placa



Fonte: (AUTOR, 2025)

Figura 3: Placa Fabricada



Fonte: (AUTOR, 2025)



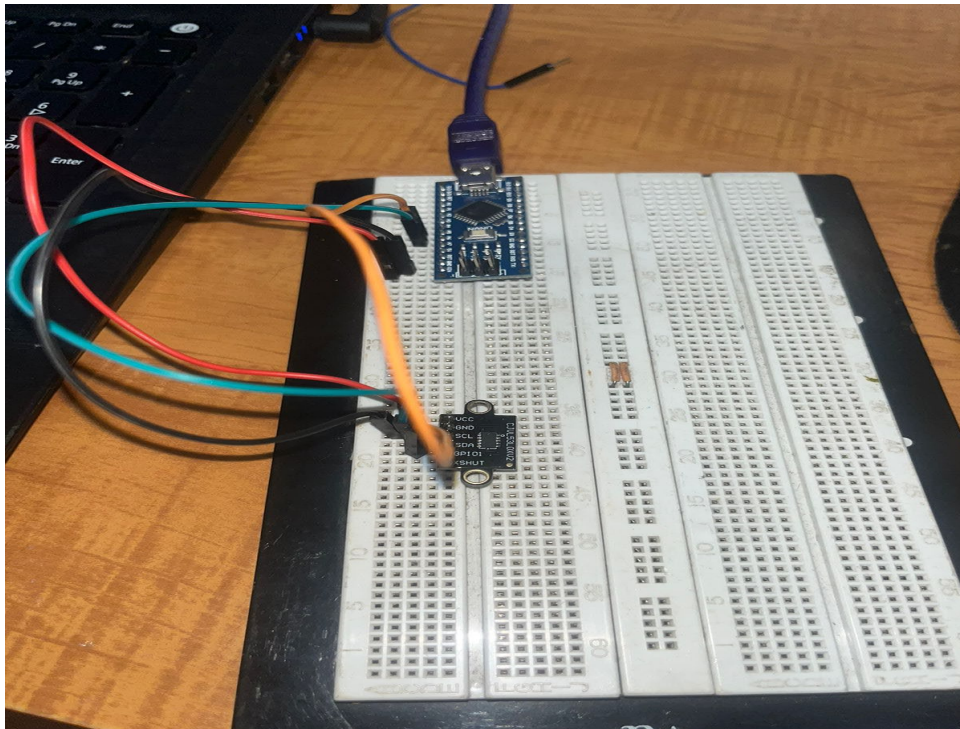
## Programação

A programação do sistema foi realizada utilizando a plataforma Arduino IDE, com o código dividido em módulos responsáveis pela leitura dos sensores, a ativação dos atuadores (motor de vibração e buzzer) e a comunicação via Bluetooth. O sistema foi projetado para detectar obstáculos e alertar o usuário com feedback tátil e sonoro, ajustando-se à proximidade dos objetos detectados.

## Testes

Os testes iniciais foram realizados em protoboard para validar o funcionamento de cada componente, seguidos por testes na PCB para garantir a integridade do sistema integrado. O protótipo foi testado em diferentes ambientes para verificar a precisão da detecção de obstáculos e a eficácia dos alertas.

Figura 4: Teste dos componentes



Fonte: (AUTOR, 2025)



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo da bengala inteligente foi desenvolvido e testado com a finalidade de melhorar a mobilidade de deficientes visuais, utilizando sensores ultrassônicos e infravermelhos para a detecção de obstáculos e feedback tátil e sonoro para o usuário. O desempenho do sistema foi avaliado em diferentes cenários de teste, e os resultados demonstraram a eficácia da solução proposta.

Figura 5: Bengala Inteligente de baixo Custo



Fonte: (AUTOR, 2025)

### Resultados

Durante os testes, o sensor de distância VL53L0X se mostrou preciso na detecção de obstáculos em distâncias de até 2 metros, enquanto o módulo Bluetooth HC-06 garantiu comunicação eficiente entre a bengala e dispositivos móveis, permitindo a personalização das configurações do dispositivo. O motor de vibração e o buzzer foram acionados adequadamente conforme a proximidade dos obstáculos, fornecendo feedback tátil e sonoro ao usuário de maneira clara.



Além disso, a escolha de componentes de baixo custo, como o Arduino Nano e os sensores de distância, permitiu a criação de um dispositivo funcional com um custo significativamente menor do que dispositivos semelhantes no mercado, como a WeWALK e a UltraCane.

## **Discussão**

Os resultados indicam que a bengala inteligente atende ao objetivo de proporcionar maior segurança e autonomia aos deficientes visuais, oferecendo uma solução acessível sem comprometer a eficácia. Comparado com as bengalas convencionais, que dependem exclusivamente do tato, a bengala inteligente oferece uma detecção de obstáculos mais precisa e oferece feedback mais imediato, aumentando a confiança e a mobilidade do usuário.

Embora o protótipo tenha mostrado desempenho satisfatório em testes controlados, há espaço para melhorias. A adição de sensores adicionais, como giroscópio ou acelerômetro, poderia aprimorar a detecção em ambientes mais complexos, como em locais com obstáculos em várias direções. Além disso, como melhoria futura, seria interessante desenvolver um aplicativo móvel conectado via Bluetooth. Esse app permitiria ao usuário receber notificações em tempo real sobre o ambiente ao seu redor e ajustar as configurações da bengala de forma intuitiva, aumentando ainda mais a personalização e o controle do dispositivo.

## **CONCLUSÕES**

A bengala inteligente desenvolvida neste projeto oferece uma solução acessível e eficaz para melhorar a mobilidade de deficientes visuais. Integrando sensores ultrassônicos e infravermelhos com conectividade Bluetooth, o dispositivo foi projetado para detectar obstáculos e fornecer feedback tátil e sonoro ao usuário. Os testes realizados mostraram que o protótipo é capaz de identificar obstáculos com precisão e alertar o usuário de maneira eficiente, garantindo maior segurança e autonomia.

Além disso, o custo reduzido do protótipo, em comparação com dispositivos similares disponíveis no mercado, torna a tecnologia assistiva mais acessível, contribuindo para a inclusão social de deficientes visuais. A integração bem-sucedida dos componentes

eletrônicos e a simplicidade na programação do sistema demonstram o potencial desse dispositivo como uma ferramenta prática para o dia a dia.

Por fim, este projeto não só atendeu aos objetivos de proporcionar mais segurança e independência aos deficientes visuais, mas também abriu possibilidades para o aprimoramento de dispositivos assistivos acessíveis no futuro. Como melhoria futura, a implementação de um aplicativo móvel com conectividade Bluetooth pode permitir que o usuário receba notificações em tempo real e personalize a bengala de acordo com suas preferências, proporcionando uma experiência ainda mais intuitiva e personalizada.

## REFERÊNCIAS

World Health Organization. (2014). Visual impairment and blindness. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. Acesso em: 20 maio 2014.

Santos, D. R., Vieira, E. C. M., & Rocha, J. T. (2023). Desafios e soluções para o armazenamento de energia renovável. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(4), 76-88.

Alves, M. D. C. et al. (2021). Desenvolvimento de uma Arquitetura Baseada na Internet das Coisas para uma Bengala Eletrônica no Contexto das Cidades Inteligentes. *Revista de Engenharia Aplicada*, 4(1), 45-56.

Kumar, S. et al. (2022). Smart Cane: A Low Cost Assistive Device for the Visually Impaired. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 8(4), e5.

Wohiduzzaman, K. et al. (2023). Smart Cane: A Low Cost Assistive Device for the Visually Impaired. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 8(4), e5.

Benjamin Constant Institute. (2024). Diretrizes para deficientes visuais. Disponível em: <https://www.gov.br/ibc/pt-br>. Acesso em: 12 abril 2024.

Arduino. (2024). Designing Arduino Nano Hardware. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/learn/hardware/nano-pcb-guide>.

PCB Hero. (2024). Trace Spacing: A Guide For PCB Design. Disponível em: <https://www.pcb-hero.com>.

Panazan, C.-E., & Dulf, E.-H. (2024). Intelligent Cane for Assisting the Visually Impaired. *Technologies*, 12(75).