

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA INCLUSIVA PARA MOBILIDADE DO DEFICIENTE VISUAL

DEVELOPMENT OF INCLUSIVE TECHNOLOGY FOR THE MOBILITY OF VISUALLY IMPAIRED INDIVIDUALS

DESARROLLO DE TECNOLOGÍA INCLUSIVA PARA LA MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Erick R. da Silva¹
Charles W. H. Fung²

Resumo

Este projeto de pesquisa visa desenvolver um dispositivo que será usado para auxiliar cegos a localizar obstáculos à sua volta e se locomover de forma mais eficiente e segura, por meio de um sensor laser que efetua leitura de distâncias que, com base nesta distância, pode emitir sons, vibrações e voz, indicando a proximidade do obstáculo. O desenvolvimento do programa ocorreu durante o ano de 2023, por meio de encontros via web. Inicialmente foi criado protótipos para testar sua usabilidade e eficácia em campo bem como sua conexão em diferentes configurações de suportes, na mão ou punho do usuário e na bengala. O conjunto de hardware utilizados, mostrou-se mais responsivo e eficiente, resultado do sensor à laser utilizado “VL53L0X” em detrimento do sensor ultrassônico, conseguindo, portanto, detectar objetos mais rápida e precisamente e até em leituras diagonais. Como resultado, desenvolveu-se um projeto sólido, de baixo custo, seguindo para a finalização como um produto para sua efetiva utilização pelos usuários finais. O projeto, em atualizações futuras, visa incorporar outras funcionalidades.

Palavras-chave: tecnologia assistiva; mobilidade para cegos; dispositivo assistivo.

Abstract

This research project aims to develop a device designed to assist blind individuals in detecting obstacles around them and moving more efficiently and safely. The system uses a laser sensor to measure distances and based on these readings, emits sounds, vibrations, or voice alerts indicating the proximity of obstacles. The software development took place during 2023 through online meetings. Initially, prototypes were created to test usability and field effectiveness, as well as compatibility with different support configurations, such as on the user's hand, wrist, or cane. The hardware set proved highly responsive and efficient, thanks to the VL53L0X laser sensor, which outperformed ultrasonic sensors by detecting objects faster and more accurately, even at diagonal angles. As a result, a solid, low-cost project was developed, moving toward finalization as a product for effective use by end users. Future updates aim to incorporate additional functionalities.

Keywords: assistive technology; mobility for the blind; assistive device.

Resumen

Este proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar un dispositivo destinado a ayudar a personas ciegas a detectar obstáculos a su alrededor y desplazarse de manera más eficiente y segura. El sistema utiliza un sensor láser para medir distancias y, en función de estas lecturas, emite sonidos, vibraciones o alertas por voz que indican la proximidad de los obstáculos. El desarrollo del software se llevó a cabo durante el año 2023 mediante reuniones en línea. Inicialmente, se crearon prototipos para probar la usabilidad y eficacia en campo, así como su conexión en diferentes configuraciones de soporte, como en la mano, muñeca o bastón del usuario. El conjunto de hardware demostró ser altamente responsivo y eficiente gracias al sensor láser VL53L0X, que superó al sensor ultrasónico al detectar objetos de manera más rápida y precisa, incluso en lecturas diagonales. Como resultado, se desarrolló

¹ Estudante do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Internacional - UNINTER

² Professor da Escola Superior Politécnica do Centro Universitário Internacional - UNINTER

un proyecto sólido y de bajo costo, avanzando hacia su finalización como producto para uso efectivo por parte de los usuarios finales. Las futuras actualizaciones buscan incorporar otras funcionalidades.

Palabras clave: tecnología asistiva; movilidad para ciegos; dispositivo asistivo.

1 Introdução

A visão é um sentido de grande importância na captação de estímulos e projeções espaciais, e promove o relacionamento do homem com a sociedade.

A quantidade de pessoas que possuem a cegueira absoluta é alarmante, tanto quando observado no mundo, quanto no Brasil, segundo dados a estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS) e IBGE, em matéria veiculada pela BBC NEWS Brasil (2019) podemos verificar tais dimensões, senão vejamos:

Atualmente, estima-se que a cegueira afete 39 milhões de pessoas em todo o mundo e que 246 milhões sofram de perda moderada ou severa da visão. Os dados são da Organização Mundial da Saúde (OMS) e constam no recente documento "As Condições da Saúde Ocular no Brasil 2019", elaborado pelo Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO). Por aqui, segundo José Augusto Ottaiano, presidente do CBO, os indicadores não são muito precisos. "Como há escassez de informações populacionais em várias regiões, não temos como determinar com segurança a prevalência no país", afirma. Apesar disso, o cálculo da entidade, baseado em índices do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é de que 1.577.016 de indivíduos sejam cegos, o equivalente a 0,75% da população nacional (Turbiani, 2019).

As dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual são diversas e impactam vários aspectos de suas vidas, como locomoção, acessibilidade, educação e inserção no mercado de trabalho. Estruturas inadequadas em espaços públicos e privados, ausência de sinalização tátil, rampas mal projetadas e falta de guias videntes representam obstáculos diários. No âmbito educacional, o analfabetismo decorrente da falta de acesso ao conhecimento em Braille, a escassez de materiais didáticos adaptados e a carência de professores capacitados dificultam a inclusão escolar. Já no mercado de trabalho, a realidade é marcada pela escassez de oportunidades, ambientes pouco acessíveis e preconceito persistente, fatores que tornam a inclusão profissional um grande desafio.

O Governo Federal reconhece a importância de ampliar o acesso e a autonomia das pessoas com deficiência e, para isso, implementa políticas públicas relevantes. Entre elas está a Avaliação Biopsicossocial, prevista na Lei Brasileira de Inclusão, que estabelece critérios para identificar pessoas com deficiência e padronizar os processos, evitando avaliações divergentes entre órgãos. Outra iniciativa é o Cadastro-Inclusão, que reúne informações sobre pessoas com deficiência para facilitar o acesso a serviços e benefícios. Além disso, o Plano Nacional de

Tecnologias Assistivas promove investimentos em dispositivos que favorecem a mobilidade, a comunicação e a inclusão, garantindo maior autonomia para essa parcela da sociedade.

É importante ressaltar que a perda visual não precisa ser uma barreira intransponível. O tratamento precoce, o atendimento educacional adequado e os programas especializados, podem levar a uma vida independente e produtiva para pessoas com deficiência visual.

Os progressos tecnológicos abriram um caminho para a inclusão, e é nesse contexto que a Tecnologia Assistiva (TA) emerge, visando promover a autonomia do indivíduo e sua participação plena. A TA tem uma existência consolidada ao longo de vários anos, derivando da ideia de que qualquer dispositivo pode oferecer suporte a pessoas com deficiência ou limitações. Portanto, ao engajar o público-alvo no processo, é crucial integrá-los nos estágios de definição do problema a ser abordado, envolvê-los na produção com consultas regulares para revisão, e, por fim, observa-se que a TA se configura como uma solução para os desafios identificados (Bersch, 2017).

A mobilidade independente representa um desafio significativo para pessoas com deficiência visual, pois a perda da visão limita a capacidade de se locomover com conforto e segurança em ambientes desconhecidos. Contudo, os avanços tecnológicos têm possibilitado o desenvolvimento de soluções inovadoras para melhorar essa mobilidade. Nesse contexto, está sendo desenvolvido um dispositivo baseado em sensor a laser e respostas táteis, com o objetivo de oferecer uma experiência mais autônoma e segura para pessoas cegas ou com baixa visão ao explorar o mundo ao seu redor.

Para embasar essa abordagem, é importante considerar as técnicas existentes de Orientação e Mobilidade. Essas técnicas permitem que indivíduos com deficiência visual aprendam a se orientar por meio de estímulos auditivos, táteis e não visuais. O “guia vidente” (pessoa com visão normal que atua como um orientador) descreve os arredores e fornece instruções verbais, permitindo que o esquiador cego ou com baixa visão se mova com confiança, “Tecnologia Assistiva para Pessoas com Deficiência Visual” foi publicado na Revista Brasileira de Tecnologia Assistiva.

Além disso, a adaptação do ambiente desempenha um papel fundamental na promoção da autonomia das pessoas com deficiência visual, por meio de recursos como faixas táteis no piso, cores contrastantes e elevadores com sinalização em Braille, que facilitam a identificação de percursos e a interação com o espaço. Além dessas medidas, é necessário um esforço do Estado por meio de políticas públicas, tanto diretas quanto indiretas, incentivando iniciativas privadas voltadas para soluções inovadoras e promovendo campanhas educacionais que conscientizem a população sobre as dificuldades enfrentadas por essa minoria, frequentemente

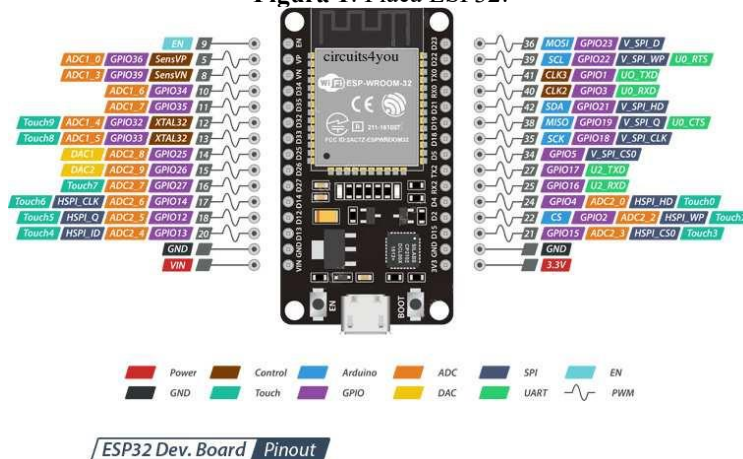
negligenciada e invisibilizada. Nesse contexto, a solução proposta com o dispositivo em desenvolvimento representa um avanço significativo na busca por maior independência e inclusão para pessoas com deficiência visual.

2 Fundamentação Teórica

A idealização do projeto surgiu da necessidade de permitir que pessoas cegas identifiquem e se orientem diante dos obstáculos ao seu redor, desafio que impacta diretamente sua mobilidade e, sobretudo, sua segurança. Para atender a essa demanda, o dispositivo foi concebido para realizar a leitura dos obstáculos à frente, processar essas informações e apresentá-las ao usuário da forma mais natural e intuitiva possível, seguindo a lógica de: Entrada → Processamento → Saída.

Para o processamento de dados colhidos pelo sensor, foi escolhida a ESP32 que é uma placa microcontrolada de baixo custo desenvolvida pela Espressif Systems. Sendo o sucessor do ESP8266 e foi projetada para aplicações de Internet das Coisas (IoT), eletrônicos vestíveis e dispositivos conectados. Esta escolha foi lógica devido ao baixo custo, baixo consumo de energia, possibilidade de se conectar e enviar informações para um *smartphone*, dentre outras vantagens. A figura a seguir mostra esta placa com a respectiva pinagem:

Figura 1: Placa ESP32:



Fonte: <https://circuits4you.com/>

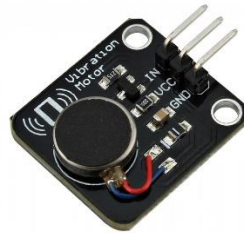
O módulo ESP32 é um dispositivo de alta performance para aplicações que envolvem conectividade Wi-Fi e Bluetooth BLE 4.2, com baixo consumo de energia. Evolução do ESP8266, oferece maior poder de processamento e 4 MB de memória flash, possibilitando projetos de IoT, acesso remoto, servidores web e dataloggers. Suas especificações incluem tensão de entrada entre 7 e 12 V (via pino VIN ou micro USB), tensão de operação de 3,3 V,

clock máximo de 240 MHz, conectividade Wi-Fi padrão 802.11 b/g/n na frequência de 2,4 GHz com velocidade de até 150 Mbps, 11 portas GPIO com suporte a funções como PWM, I²C e SPI, além de dimensões compactas de 49 x 26 x 7 mm.

2.1 Motor de vibração

A figura 2 ilustra o módulo de motor de vibração utilizado:

Figura 2: Motor de vibração

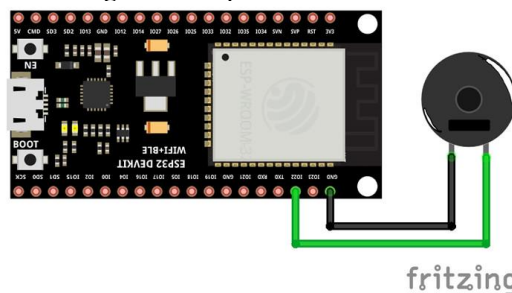


Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/motor-dc/modulo-motor-vibracall-arduino-mv50-para-projetos-5486.html>

O Módulo Motor Vibracall MV50, também conhecido como motor de vibração, é integrado a uma placa de circuito impresso, possui três pinos de conexão e duas perfurações para fixação. Quando alimentado com tensão adequada e acionado pelo microcontrolador, o motor vibra, podendo ser utilizado para notificar o usuário sobre eventos específicos. Sua tensão ideal de funcionamento é 5 V DC, com faixa operacional entre 3 V e 5,3 V, e pode ser controlado eletronicamente por PWM para ajustar a intensidade da vibração, ativando-se sempre que a entrada (IN) estiver em nível alto. Entre suas especificações estão: velocidade nominal de 9000 RPM, corrente nominal de 60 mA, resistência de isolamento de 10 M Ω , dimensões aproximadas de 23 x 21 x 5 mm e peso de 3 g.

2.2 Auto falante

Figura 3: Esquemático do buzzer



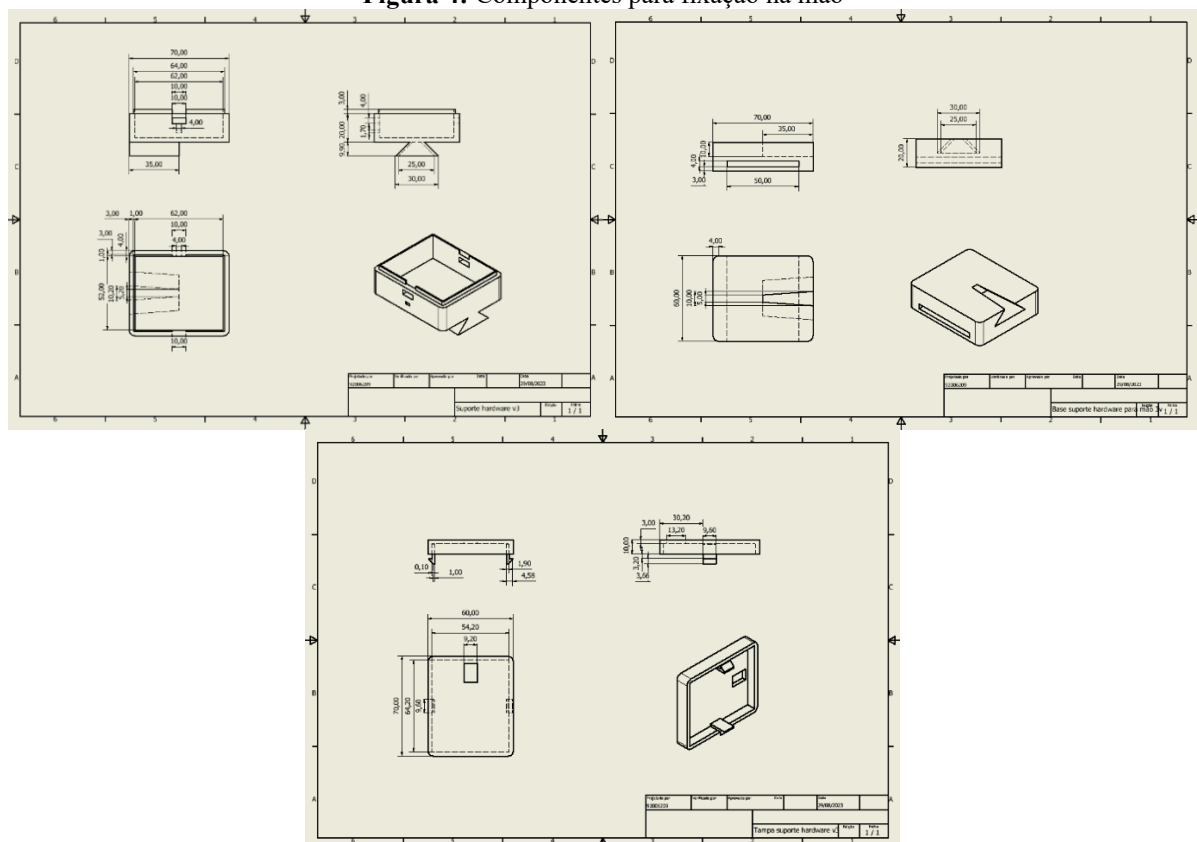
Fonte: https://www.usinainfo.com.br/buzzer/buzzer-ativo-3v-bip-continuo-pci-12mm-7103.html?search_query=buzzer&results=46

O módulo de buzzer é um componente compacto projetado para emitir sinais sonoros quando alimentado com tensão contínua, apresentando frequência fixa e estrutura integrada de transdutores eletrônicos. É amplamente utilizado em alarmes, impressoras, computadores, projetos robóticos e sistemas de automação residencial, tendo como principal função alertar o operador sobre eventos importantes. O acionamento ocorre por meio do microcontrolador, devidamente programado para ativar o módulo, tornando-o compatível com plataformas como Arduino, AVR, PIC, ARM e Raspberry Pi. Suas especificações incluem modelo BAT3, tensão de trabalho de 3 VDC, corrente máxima de 20 mA, diâmetro de 12 mm, altura de 9,5 mm e peso de 1,6 g (1,8 g com embalagem).

2.3 Impressão 3D

O processo de criação do modelo em 3D a ser utilizado no protótipo foi desenvolvido em conjunto com a equipe multidisciplinar da Escola Politécnica da Uninter. Posteriormente foi impresso para instalação dos componentes eletrônicos e levado para testes.

Figura 4: Componentes para fixação na mão



Fonte: Autor (2026)

46



Após a definição dos objetivos, foi desenvolvido um software capaz de converter as leituras do sensor em número de passos. O alcance máximo do sensor, de dois metros (ou duzentos centímetros), foi dividido em cinco quadrantes de quarenta centímetros cada, correspondendo a um passo moderado do usuário. Dessa forma, a pessoa com deficiência visual pode, de maneira intuitiva, receber sinais que indicam a distância do objeto detectado: quantidade de bipes e variação de frequência, vibração do motor ou mensagens de voz transmitidas pelo aplicativo no celular, cada tipo de sinal associado ao respectivo quadrante de distância entre o usuário e o obstáculo.

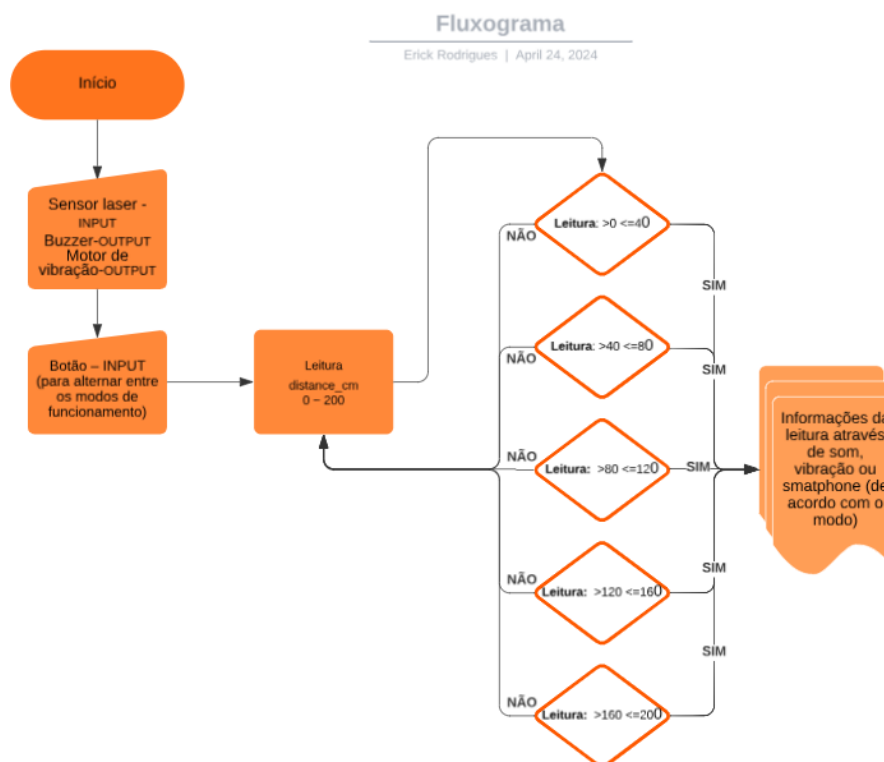
A montagem do protótipo foi realizada utilizando o sensor de distância VL53L0X, que calcula a distância por meio da emissão de um pulso de laser em direção ao objeto, medindo o tempo que a luz leva para ir e retornar. O sensor foi conectado ao GND, VCC e aos pinos A4 e A5 via comunicação I²C. Um push-button ligado à porta A0 permite alternar os modos de operação: modo 01 (motor de vibração e buzzer juntos), modos 02 e 03 (apenas um dos dispositivos) e modo 04 (conexão Bluetooth com o smartphone). Para as saídas, foram configurados um piezoelétrico passivo no pino D2, responsável por emitir sinais sonoros conforme a distância do obstáculo, e um motor de vibração no pino D3, que gera estímulos táteis com base na mesma lógica. Além disso, os dados podem ser enviados ao smartphone para conversão em mensagens verbais, permitindo ao usuário ouvir a distância aferida por meio de fones de ouvido. A alimentação é feita por uma bateria de lítio conectada ao Vin e GND, com um botão de dois estágios para ligar e desligar o dispositivo.

Dessa forma, o dispositivo cumpre sua proposta ao realizar leituras rápidas e precisas dos objetos, interpretar os dados conforme o programa e fornecer ao usuário informações claras sobre a distância do obstáculo à sua frente, seja em centímetros ou em passos. Atualmente, todo o circuito está sendo reformulado em uma placa de circuito impresso própria, visando otimização e redução de custos.

3.2 Software

O software foi aprimorado para permitir que o dispositivo funcione em qualquer ambiente, além de possibilitar a comunicação com o smartphone do usuário via Bluetooth, transmitindo as leituras realizadas pelo sensor. O aplicativo, desenvolvido para interpretar esses dados e instalado no aparelho, pode tomar decisões como emitir sinais verbais da distância aferida, convertida em passos, por meio de um fone de ouvido.

Figura 6: Fluxograma do firmware



Fonte: Autor (2026)

O fluxograma da figura 6 ilustra de forma simplificada o funcionamento do software: inicialmente, ocorre a entrada de dados pelo sensor a laser; em seguida, os dados são processados com uma filtragem que reduz ruídos e leituras incorretas, garantindo maior

confiabilidade; por fim, a saída é realizada por sinais sonoros ou vibrações, emitindo bipes com variações de frequência, duração e quantidade, conforme a distância detectada.

O algoritmo de representação de distância foi configurado para cinco passos de 40 cm cada, permitindo ao usuário identificar sua posição por meio de sinais sonoros ou vibrações: no primeiro quadrante (0–40 cm), os alertas são contínuos; no segundo, dois sinais seguidos de uma pausa; e assim sucessivamente até a distância máxima. Quando essa representação é feita pelo aplicativo instalado no celular e conectado via Bluetooth, a informação é transmitida verbalmente, indicando o número de passos restantes (“5; 4; 3; 2”) ou, no caso da maior proximidade (0–40 cm), emitindo a palavra “Alerta”.

3.3 Mecânica

A mecânica do dispositivo consiste em uma carcaça compacta que acomoda os componentes de hardware, garantindo portabilidade e oferecendo uma conexão genérica do tipo macho, que possibilita o encaixe em diferentes dispositivos e configurações (Figura 2). Para a montagem inicial e realização dos testes, foram utilizadas peças genéricas de fixação para câmeras esportivas, do tipo macho e fêmea, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 7: Componentes para fixação em diversas configurações



Fonte: Autor (2026)

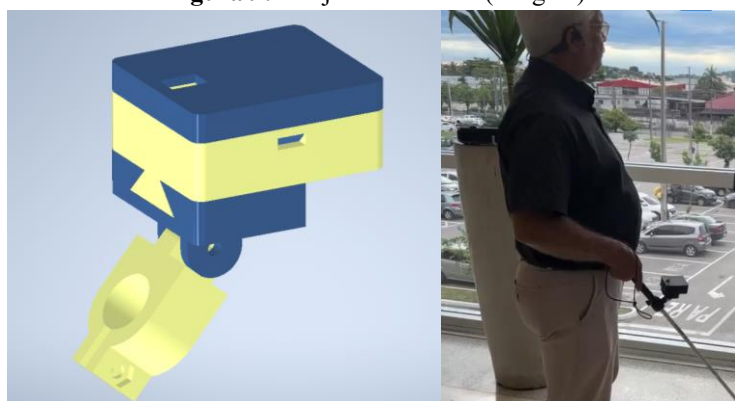
Posteriormente os mecanismos começaram a ser desenvolvidos por meio de modelagem e impressão 3D e foram levados para testes. Como mostra nas figuras a seguir:

Figura 8: Conjunto montado (mão)



Fonte: Autor (2026)

Figura 9: Conjunto montado (bengala)



Fonte: Autor (2026)

4 Resultados e discussão

O protótipo foi levado para validação no Instituto Benjamin Constant, instituição de ensino para pessoas com deficiência visual localizada no bairro da Urca, na cidade do Rio de Janeiro. Durante os testes, dois usuários com deficiência visual experimentaram o dispositivo e demonstraram grande interesse pela solução proposta.

Seguindo para etapas adicionais de teste, o dispositivo permanecerá com um usuário com deficiência visual para uso diário e fornecimento de feedback posterior. Em testes de campo, pessoas com deficiência visual conseguiram se orientar por meio dos sinais emitidos pelo sistema. Em um dos testes, Edson, de 67 anos, que perdeu totalmente a visão há 15 anos devido a uma doença, utilizou o dispositivo e precisou de apenas alguns minutos, avançando e recuando diante de um objeto fixo, para compreender o funcionamento e o padrão dos avisos sonoros e vibracionais.

Como esperado, o dispositivo demonstrou alta precisão e resposta eficiente diante de diferentes adversidades, incluindo obstáculos fixos e móveis. Após cerca de seis horas de testes em diversas situações, com objetos imóveis como corrimãos, pilastras e paredes, e móveis como

pessoas passando ao alcance do sensor, o usuário forneceu um feedback positivo e otimista. Ele relatou uma experiência satisfatória tanto ao utilizar o dispositivo no punho, para sondagem do ambiente, quanto acoplado à bengala, funcionando como uma extensão que antecipa a presença de objetos e pessoas. Essa funcionalidade proporcionou melhora imediata e perceptível na mobilidade, tornando-a mais segura e confiante, especialmente durante os testes realizados em um shopping movimentado no estado do Rio de Janeiro.

5 Conclusão

Com base nas experiências adquiridas durante o desenvolvimento do dispositivo e nos inúmeros testes realizados, ficou evidente o caminho para alcançar um produto totalmente funcional e eficiente: aprimorar o design para reduzir o tamanho, garantir boa autonomia e manter um projeto de baixo custo, assegurando acessibilidade ao maior número de usuários. Nesse sentido, foi elaborado um planejamento para a criação de uma placa própria que integre o microcontrolador, todos os componentes necessários e a fonte de alimentação, tudo em um formato compacto, permitindo facilmente a utilização no punho ou acoplamento à bengala do usuário final.

Portanto, considerando os princípios de inclusão, Tecnologia Assistiva e as necessidades específicas do usuário cego, o desenvolvimento do dispositivo encontra-se em estágio avançado e com perspectivas otimistas, pois, mesmo ainda em fase de aperfeiçoamento, já foi testado e validado por pessoas que necessitam urgentemente de soluções capazes de melhorar sua qualidade de vida.

Referências

- BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre: Assistiva – Tecnologia e Educação, 2017. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 5 jan. 2026.
- TURBIANI, R. **Cegueira afeta 39 milhões de pessoas no mundo; conheça suas principais causas**. BBC News Brasil, São Paulo, 16 abr. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48634186>. Acesso em: 19 jan. 2024.

Data de submissão: 02/05/2025

Data de aceite: 10/11/2025