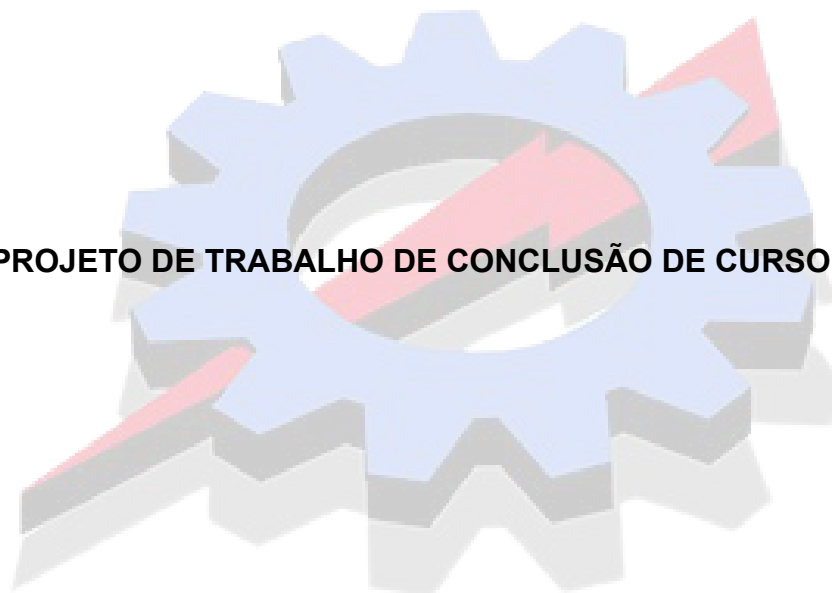


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



DISPOSITIVO COM SENSOR DE PROXIMIDADE PARA BENGALAS

**JÚLIA ADAM DE SOUZA
MIGUEL FREITAS MARTINS DA SILVA**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

JÚLIA ADAM DE SOUZA
MIGUEL FREITAS MARTINS DA SILVA

DISPOSITIVO COM SENSOR DE PROXIMIDADE PARA BENGALAS

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Adriano dos Santos e coorientação do professor Aurélio de Andrade.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um dispositivo que possa ser acoplado a bengalas para deficientes visuais, visando ampliar a acessibilidade e a segurança na locomoção em ambientes urbanos. A pesquisa parte do contexto de que 3,1% da população brasileira apresenta algum tipo de deficiência visual (IBGE, 2022), enfrentando obstáculos frequentes devido à escassez de infraestrutura adequada e às limitações das bengalas convencionais, que não detectam barreiras acima da linha da cintura. Assim, propõe-se a construção de um protótipo utilizando Arduino UNO e sensor de proximidade ultrassônico HC-SR04, capaz de identificar obstáculos à frente do usuário e emitir sinais de vibração de intensidade variável conforme a aproximação do objeto. O dispositivo, projetado para ser leve e ergonômico, busca proporcionar maior autonomia e conforto, além de ser acessível a pessoas de baixa renda. A pesquisa avalia a usabilidade e a eficiência do sistema por meio de simulações, testes em ambientes controlados e experimentos com usuários cegos, verificando sua eficácia na mobilidade e prevenção de acidentes. Dessa forma, este projeto pretende contribuir para a inclusão social, a melhoria da qualidade de vida e o fortalecimento das ferramentas tecnológicas assistivas destinadas a deficientes visuais.

Palavras-chave: acessibilidade; deficiência visual; bengala eletrônica; sensor ultrassônico; tecnologia assistiva.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bengala Branca	15
Figura 2 – Bengala Verde	16
Figura 3 – Bengala Vermelha e Branca	16
Figura 4 – Placa de Arduíno UNO	20
Figura 5 – Sensor de Proximidade	21
Figura 6 – Sensor de Vibração	21
Figura 7 – Bateria Universal Recarregável	22
Figura 8 – Estrutura da Bengala	22
Figura 9 – Conector Clip Plug para Bateria 9v com Saída P4	23
Figura 10 – Buzzer Ativo 5v	23
Figura 11 – Protoboard 400 pontos	24
Figura 12 – Resistores 1k ohm	24
Figura 13 – Jumper Macho Macho	25
Figura 14 – Esquema Elétrico	26
Figura 15 – Fluxograma	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte	11
Tabela 2 – Cronograma	25
Tabela 3 – Recursos	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

[illegible]

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	8
1.2 PROBLEMA	9
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
1.4 JUSTIFICATIVA	9
2. ESTADO DA ARTE	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E DESAFIOS DE MOBILIDADE	12
3.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E ACESSIBILIDADE	13
3.3 BENGALAS TRADICIONAIS E LIMITAÇÕES TÉCNICAS	13
3.3.1 Bengala branca	14
3.3.2 Bengala verde	15
3.3.3 Bengala vermelha e branca	15
3.4 SENSORES DE PROXIMIDADE E PRINCÍPIOS ELETROMECÂNICOS	16
3.4.1. Sensores ultrassônicos	16
3.4.2. Sensores infravermelhos	16
3.4.3. Sensores capacitivos	16
3.5 ERGONOMIA, DESIGN E SEGURANÇA	17
4. METODOLOGIA	17
4.1 INTEGRAÇÃO ELETROMECÂNICA E FUNCIONAMENTO	18
4.2 TIPO DE PESQUISA	19
4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	19
4.3.1 Placa arduino UNO	19
4.3.2 Sensor de Proximidade	19
4.3.3 Sensor de vibração	20
4.3.4 Bateria universal recarregável	21
4.3.5 Estrutura da bengala	21
4.3.6 Conector clip com saída P4	22
4.3.7 Buzzer ativo 5v	22
4.3.8 Protoboard 400 pontos	23
4.3.9 Resistor 1k ohm	23
4.3.10 Jumper macho macho	24
4.4 ESQUEMA ELÉTRICO	24
4.5 PROGRAMAÇÃO	25
5. CRONOGRAMA	26
6. RECURSOS	28
7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	29
7.1 IMPACTO SOCIAL E ACESSIBILIDADE	29
7.2 CONCLUSÃO PARCIAL	30

REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	34
Descrição do Funcionamento do Código	34

1. INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE (2022), 3,1% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual, com muitas dessas pessoas sendo completamente cegas e precisando utilizar bengala para locomoção em locais públicos, que são projetados para atender pessoas com deficiência. No entanto, a acessibilidade desses lugares geralmente é escassa, com calçadas e ruas estreitas e sem piso tátil, com obstáculos ou mal-planejadas, e deficientes visuais facilmente encontram barreiras físicas que os impedem de usufruir desses locais (KLEIN, GRIGOLETTI, 2021).

Além disso, as ferramentas de acessibilidade usadas atualmente por deficientes visuais são antiquadas: as bengalas comuns não detectam obstáculos acima da linha da cintura, e muitas vezes materiais mais tecnológicos não são acessíveis para pessoas de baixa renda. Por isso, este projeto tem o intuito de desenvolver um dispositivo acessível.

O projeto visa construir um dispositivo que detectará obstáculos e enviará um sinal de vibração ao usuário, o qual ficará mais intenso à medida que o obstáculo se aproxima. O dispositivo deve ser acoplado na extremidade superior de uma bengala, feita de material leve, focando na ergonomia e conforto do usuário. O protótipo será desenvolvido utilizando Arduino UNO, com o objetivo de programar um sistema com sensor de proximidade ultrassônico HC-SR04, facilitando a locomoção de deficientes visuais em locais públicos.

Serão abordados aspectos técnicos do dispositivo, como sua usabilidade e eficácia na mobilidade dos usuários em diferentes cenários. A pesquisa irá focar especificamente na eficiência do sensor de proximidade e do alerta de vibração através de testes em ambientes controlados e pesquisas com pessoas cegas para melhorar o dispositivo.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Este projeto tem como objetivo desenvolver um dispositivo com sensor de proximidade para auxiliar deficientes visuais na navegação em ambientes urbanos e avaliar sua usabilidade através de simulações e pesquisas quantitativas.

1.2 PROBLEMA

É possível o desenvolvimento de um dispositivo com sensor de proximidade para o auxílio na locomoção de deficientes visuais?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo com sensor ultrassônico de distância acoplado à extremidade superior da bengala com a finalidade de detectar obstáculos próximos e alertar o usuário sobre eles com um sinal de vibração.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Programar, utilizando Arduino UNO, um dispositivo com sensor ultrassônico de distância HC-SR04;
- Implementar buzzer e vibracall na extremidade superior da bengala para alertar o usuário sobre obstáculos;
- Medir, testar e aprimorar a leitura do sensor para diversos obstáculos;
- Aplicar o dispositivo em uma bengala de material leve;
- Analisar a eficiência do dispositivo em locais urbanos.

1.4 JUSTIFICATIVA

O layout atual dos locais públicos dificulta significativamente o acesso por pessoas cegas, e muitas vezes, as coloca em risco de acidentes e quedas graves. Dessa forma, este projeto foi escolhido com base na necessidade de tornar os espaços públicos mais acessíveis aos deficientes visuais (NBR 9050, 2020), a partir de um dispositivo com sensor ultrassônico que pode ser acoplado a uma bengala.

O dispositivo irá detectar obstáculos acima da linha da cintura e alertar o usuário através de vibrações, auxiliando a livre locomoção em ambientes urbanos e tornando as ferramentas de tecnologia assistiva mais assecíveis para a locomoção de deficientes visuais, já que as bengalas com detectores de obstáculos atualmente

são muito caras, como a bengala WeWALK, que, de acordo com o site Mais Autonomia, atualmente custa R\$5400.

2. ESTADO DA ARTE

O primeiro projeto encontrado, realizado por alunos do Instituto Federal de Mato Grosso, utiliza itens como Arduino UNO, sensores ultrassônicos e buzzers no protótipo. Os componentes foram fixados à bengala usando solda e fita adesiva. Também foram realizadas entrevistas e simulações de uso por voluntários cegos.

O segundo projeto incorpora instrumentação capaz de identificar obstáculos de forma mais eficaz e antecipada, contribuindo para maior segurança e acessibilidade no ambiente urbano.

O terceiro projeto, denominado SmartCrutch – Bengala inteligente para cegos, foi desenvolvido com foco em integrar sensores que auxiliam na detecção de obstáculos e na locomoção de pessoas com deficiência visual. Esse protótipo busca aliar tecnologia à mobilidade, oferecendo maior segurança e autonomia aos usuários no dia a dia.

O último projeto escolhido, propõe a utilização de sensores para identificar barreiras e sinalizar ao usuário, funcionando como um guia eletrônico complementar ao uso tradicional da bengala. A iniciativa tem como objetivo aumentar a acessibilidade em ambientes urbanos, proporcionando maior confiabilidade na navegação de pessoas cegas ou com baixa visão.

A principal diferença entre os projetos pesquisados é que o presente trabalho de conclusão tem como objetivo desenvolver um dispositivo que pode ser acoplado a qualquer bengala, sem necessidade de soldagem.

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Desenvolvimento de uma Bengala Automatizada Utilizando Arduíno Para Deficientes Visuais	Rayssa Costa, Mayara Volkmer, Simone Souza, Fernando Lima	2020
PROTÓTIPO FUNCIONAL DE UMA BENGALA ELETRÔNICA PARA A LOCOMOÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	João L. B. Nascimento, Deivity C. Santos, Alípio M. Barbosa	2021
SmartCrutch – Bengala inteligente para cegos	João Victor Renzetti, Joel Forcato Junior	2021
CONSTRUÇÃO DE UMA BENGALA GUIA ORIENTADA POR SENSORES	Paulo Henrique Rezende Macedo Júnior	2023

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica do presente trabalho tem como objetivo contextualizar a criação do dispositivo, apresentando os conceitos de deficiência visual, tecnologias assistivas, princípios eletromecânicos aplicados, ergonomia, acessibilidade e impactos sociais da mobilidade assistida. Este capítulo fornece embasamento técnico e científico para compreender os desafios enfrentados por pessoas com deficiência visual, assim como a relevância da aplicação de sensores de proximidade em bengalas para aumentar a autonomia e a segurança.

3.1 DEFICIÊNCIA VISUAL E DESAFIOS DE MOBILIDADE

A deficiência visual é definida como a perda parcial ou total da capacidade de enxergar, podendo ser congênita ou adquirida ao longo da vida (OMS, 2023). Ela compromete a percepção do ambiente, a capacidade de orientação e a realização de tarefas cotidianas. Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE (2010), mais de 6,5 milhões de brasileiros possuem algum grau de deficiência visual, sendo que aproximadamente 1,3 milhão são cegos.

O deslocamento seguro dessas pessoas depende de instrumentos de apoio e de habilidades de orientação e mobilidade. A bengala branca é um recurso amplamente utilizado, permitindo identificar obstáculos ao nível do solo por meio do contato físico ou da vibração. Entretanto, sua eficácia é limitada: ela não detecta obstáculos suspensos, mudanças de altura, objetos em movimento rápido ou superfícies irregulares que estejam fora de seu alcance físico (SILVA; OLIVEIRA, 2020).

O desafio da mobilidade urbana é agravado em grandes centros, onde o trânsito intenso, calçadas irregulares, postes, buracos e sinalização inadequada aumentam o risco de acidentes. A falta de tecnologias assistivas mais sofisticadas impede que o deficiente visual se desloque de forma segura e independente, o que muitas vezes resulta em dependência de terceiros, restrição de atividades e isolamento social (FERREIRA, 2019).

A literatura também aponta que a deficiência visual afeta não apenas o deslocamento físico, mas a percepção espacial e temporal, a avaliação de distâncias e a capacidade de reagir a mudanças rápidas no ambiente. Portanto, o desenvolvimento de dispositivos tecnológicos que ampliem o alcance da percepção sensorial é essencial para a promoção de autonomia e inclusão social (ALMEIDA, 2020).

3.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E ACESSIBILIDADE

Tecnologias assistivas são definidas como produtos, equipamentos, instrumentos, estratégias ou metodologias que promovem autonomia, inclusão social e participação ativa de pessoas com deficiência (BERSCH, 2017). No contexto da deficiência visual, essas tecnologias podem ser simples, como bengalas com ponta metálica ou com rodas, ou complexas, como dispositivos eletrônicos capazes de detectar obstáculos à distância.

No Brasil, o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) estabelece que é direito da pessoa com deficiência o acesso a tecnologias e produtos assistivos que favoreçam sua inclusão e segurança. O Decreto nº 5.296/2004 regulamenta normas de acessibilidade em edificações, mobiliário, transporte e comunicação, consolidando a importância de recursos tecnológicos que promovem a mobilidade e integração social.

A integração de tecnologias assistivas em dispositivos de mobilidade permite que o usuário antecipe obstáculos, receba alertas táteis ou sonoros, planeje trajetos e minimize riscos. Além disso, promove inclusão no ambiente urbano, maior independência no trabalho e nas atividades diárias e redução do estresse e ansiedade associados à dependência de terceiros (SOUZA; MENEZES, 2021).

A pesquisa evidencia que pessoas com deficiência visual que têm acesso a tecnologias assistivas avançadas apresentam melhor qualidade de vida, autonomia e participação social, confirmando a relevância de investimentos em dispositivos inteligentes de mobilidade (MORAES; FREITAS, 2022).

3.3 BENGALAS TRADICIONAIS E LIMITAÇÕES TÉCNICAS

A bengala branca convencional é utilizada há décadas como ferramenta de mobilidade para pessoas com deficiência visual. Seu principal princípio de funcionamento é o contato físico com o solo ou objetos, transmitindo informações táteis sobre o ambiente. Apesar de sua simplicidade e baixo custo, a bengala apresenta limitações significativas.

Primeiramente, a detecção é restrita ao alcance físico da bengala, geralmente limitada a um metro à frente. Obstáculos suspensos, como galhos, placas de sinalização, objetos em altura e superfícies irregulares, não são detectados, aumentando o risco de acidentes. Além disso, a eficácia da bengala depende da habilidade do usuário, do tipo de piso e das condições ambientais (SILVA; OLIVEIRA, 2020).

Outra limitação diz respeito à fadiga física. O uso contínuo da bengala exige movimentos repetitivos e atenção constante, o que pode gerar cansaço, dores musculares e estresse. Além disso, a interação com o ambiente é limitada, dificultando a percepção de obstáculos em diferentes alturas e distâncias, bem como mudanças rápidas no ambiente urbano (FERREIRA, 2019).

A necessidade de superar essas limitações motivou o desenvolvimento de bengalas eletrônicas, que utilizam sensores de proximidade, atuadores táteis ou sonoros, e microcontroladores para ampliar a percepção sensorial do usuário. Tais dispositivos permitem antecipar a presença de obstáculos, garantindo maior segurança, conforto e autonomia.

3.3.1 Bengala branca

Figura 1 - Bengala branca



A bengala branca é utilizada por pessoas cegas, ou seja, que não possuem visão, como um instrumento de orientação e mobilidade. Ela serve para identificar a deficiência visual total, alertando as outras pessoas para que respeitem o espaço do usuário e para que possam oferecer ajuda se necessário.

3.3.2 Bengala verde

Figura 2 - Bengala verde



A bengala verde é utilizada por pessoas com baixa visão ou visão subnormal, que enxergam parcialmente, mas não são totalmente cegas. Ela funciona como um código de identificação que indica a necessidade de auxílio, diferenciando os usuários de pessoas com cegueira total.

3.3.3 Bengala vermelha e branca

Figura 3 - Bengala vermelha e branca



A bengala branca e vermelha é utilizada por pessoas com surdocegueira, indicando que a pessoa possui deficiências tanto visual quanto auditiva.

3.4 SENSORES DE PROXIMIDADE E PRINCÍPIOS ELETROMECHANICOS

Sensores de proximidade são dispositivos que detectam a presença ou a aproximação de objetos sem contato físico. Existem diversos tipos de sensores utilizados em aplicações de mobilidade assistida.

3.4.1. Sensores ultrassônicos

Eles funcionam emitindo ondas sonoras em alta frequência e medindo o tempo de retorno do eco, permitindo calcular a distância de obstáculos. São precisos, confiáveis e de baixo custo, ideais para detecção de obstáculos em diferentes alturas (OLIVEIRA; CARVALHO, 2021).

3.4.2. Sensores infravermelhos

Eles emitem feixes de luz e medem a intensidade da reflexão. São eficazes em curtas distâncias, mas podem ser afetados pela luminosidade ambiente.

3.4.3. Sensores capacitivos

Eles detectam alterações no campo eletrostático causadas pela proximidade de objetos condutivos, sendo úteis em superfícies metálicas ou plásticas.

No nosso dispositivo, a escolha do sensor ultrassônico se justifica por sua precisão em diferentes alturas, baixo consumo energético e custo acessível. O sensor envia informações de distância ao microcontrolador, que processa os dados e aciona os atuadores vibratórios e sonoros de forma imediata, proporcionando feedback em tempo real para o usuário.

O princípio eletromecânico envolve a integração de elementos eletrônicos e mecânicos: sensores, atuadores, fontes de alimentação, microcontrolador e estrutura física da bengala. Essa integração permite que o dispositivo funcione de forma contínua, confiável e intuitiva.

3.5 ERGONOMIA, DESIGN E SEGURANÇA

O design ergonômico é fundamental para garantir conforto e eficiência. Estudos de usabilidade indicam que a posição dos sensores, intensidade e frequência da vibração, peso da bengala e altura ajustável são fatores determinantes para a experiência do usuário (ALMEIDA, 2020).

A segurança também é um aspecto crítico: os circuitos devem ser isolados, a estrutura resistente a impactos e a bengala deve atender a normas técnicas como a NBR 9050 e regulamentações de acessibilidade. A adoção dessas medidas garante confiabilidade e confiança para o usuário.

4. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa utilizada no artigo foi exploratória, em relação ao objetivo, que visa criar e distribuir um aparelho que irá auxiliar na locomoção de indivíduos que sofrem com alguma deficiência visual, assim então melhorando sua qualidade de vida. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como principal finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e construindo hipóteses iniciais para sua solução.

Neste sentido, a metodologia envolve pesquisas de projetos semelhantes ligados diretamente com o problema pesquisado, para assim ter o melhor desenvolvimento e resultado possível a ser obtido. Conforme Lakatos e Marconi (2010), a análise de trabalhos anteriores permite ao pesquisador compreender as variáveis envolvidas e adotar práticas mais adequadas para alcançar seus objetivos.

Os procedimentos de coleta dos dados supracitados foram realizados por meio de pesquisa bibliográfica e documental, com abordagem quantitativa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica se desenvolve a partir de material já publicado, como artigos, livros e documentos, enquanto a pesquisa documental utiliza fontes que ainda não receberam tratamento analítico. Essa combinação possibilita relacionar os dados a uma verdade exata, obtida através de pesquisas estatísticas, permitindo um fácil entendimento do público em geral.

Ao longo da construção da pesquisa, o primeiro procedimento realizado foi uma busca sobre a quantidade de pessoas que sofrem com alguma deficiência

visual no Brasil e os desafios enfrentados devido à infraestrutura das cidades. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007), a coleta de informações sobre a realidade estudada é essencial para definir a viabilidade e relevância do projeto. A partir dessas informações, foram realizadas pesquisas de projetos semelhantes, para então propor a construção do protótipo, de modo a obter o melhor resultado de desempenho possível.

Em seguida, realizou-se uma seleção dos materiais a serem utilizados, além de uma elaboração gráfica de como seria sua programação. Os dados analisados foram transcritos para melhor resolução. Assim, os dados foram interpretados tanto em quantidade como em qualidade, permitindo uma melhor escolha de materiais e design a ser oferecido.

No nosso dispositivo, a escolha do sensor ultrassônico se justifica por sua precisão em diferentes alturas, baixo consumo energético e custo acessível. O sensor envia informações de distância ao microcontrolador, que processa os dados e aciona os atuadores vibratórios e sonoros de forma imediata, proporcionando feedback em tempo real para o usuário.

4.1 INTEGRAÇÃO ELETROMECHANICA E FUNCIONAMENTO

A integração eletromecânica do protótipo combina sensores, microcontrolador, atuadores vibratórios, estrutura física da bengala e software embarcado. O microcontrolador recebe os sinais dos sensores, processa as informações de distância e direção do obstáculo e aciona os atuadores correspondentes.

O feedback é enviado ao usuário de duas formas:

Vibração tátil: motores vibratórios localizados no cabo da bengala geram sinais proporcionais à distância do obstáculo, permitindo que o usuário ajuste a velocidade e a direção do movimento.

Alerta sonoro: sinais audíveis indicam proximidade de obstáculos em trajetórias críticas, oferecendo redundância de informação.

Essa integração exige atenção a aspectos técnicos como: consumo energético, durabilidade da bateria, robustez da bengala, proteção dos sensores contra poeira e água, e ergonomia do cabo para minimizar fadiga durante o uso prolongado (COSTA; PEREIRA, 2022).

4.2 TIPO DE PESQUISA

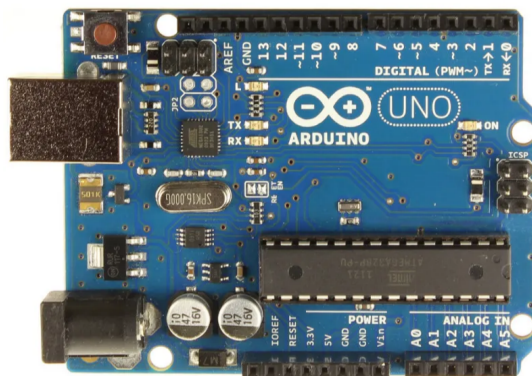
Exploratória: A pesquisa visa investigar a viabilidade de desenvolver uma bengala para melhorar a mobilidade de deficientes visuais realizando pesquisas de campo envolvendo dispositivos semelhantes já estabelecidos e sua eficiência na prática.

4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.3.1 Placa arduino UNO

Controla e processa dados dos sensores e GPS, gerencia o feedback para o usuário.

Figura 4 - Arduino UNO



Fonte: Eletrodex

4.3.2 Sensor de Proximidade

Detecta obstáculos à frente e alerta o Arduino UNO.

Figura 5 - Sensor de proximidade HC-SR04

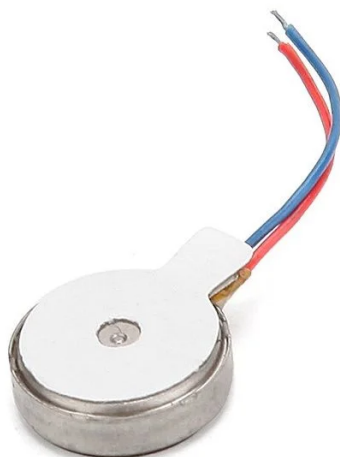


Fonte: Eletrogate (2025)

4.3.3 Sensor de vibração

Oferece feedback tátil ou sonoro ao usuário quando um obstáculo é detectado.

Figura 6 - Sensor de Vibração Vibracall



Fonte: Eletrogate (2025).

4.3.4 Bateria universal recarregável

Fornece energia para todos os componentes do dispositivo.

Figura 7 - Bateria 9V recarregável



Fonte: Proesi (2025).

4.3.5 Estrutura da bengala

Suporte físico para os componentes, garantindo conforto e funcionalidade.

Figura 8 - Estrutura da bengala



Fonte: Nipo Ortopedia (2025)

4.3.6 Conector clip com saída P4

Conecta a bateria de 9v recarregável ao circuito.

Figura 9 - Conector Clip Plug para Bateria 9v com Saída P4



Fonte: Arducore (2025)

4.3.7 Buzzer ativo 5v

Emite sinais sonoros de alerta quando obstáculos são detectados pelo sensor ultrassônico.

Figura 10 - Buzzer ativo 5v

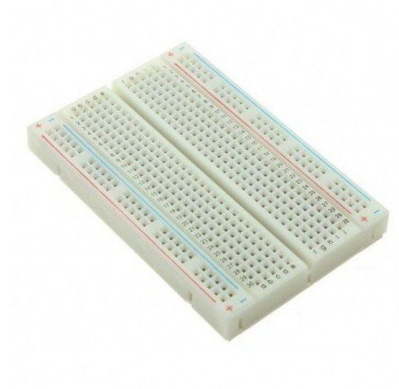


Fonte: Eletrogate (2025).

4.3.8 Protoboard 400 pontos

Permite conectar os componentes eletrônicos sem precisar soldar.

Figura 11 - Protoboard 400 pontos



Fonte: Eletrogate (2025).

4.3.9 Resistor 1k ohm

Limitam a corrente elétrica que passa por partes do circuito, evitando que sensores, buzzer ou motor vibratório sofram sobrecarga.

Figura 12 - Resistor 1k ohm



Fonte: Proesi (2025).

4.3.10 Jumper macho macho

São utilizados para interligar os componentes do circuito.

Figura 13 - Jumper macho macho



Fonte: Eletrogate (2025).

4.4 ESQUEMA ELÉTRICO

O esquema elétrico conecta todos esses componentes ao Arduino e à bateria para garantir o funcionamento integrado do protótipo.

Legenda:

Arduino UNO: Controla o sistema e se conecta aos sensores e GPS.

Sensor de Proximidade: Detecta obstáculos e envia sinais ao Arduino.

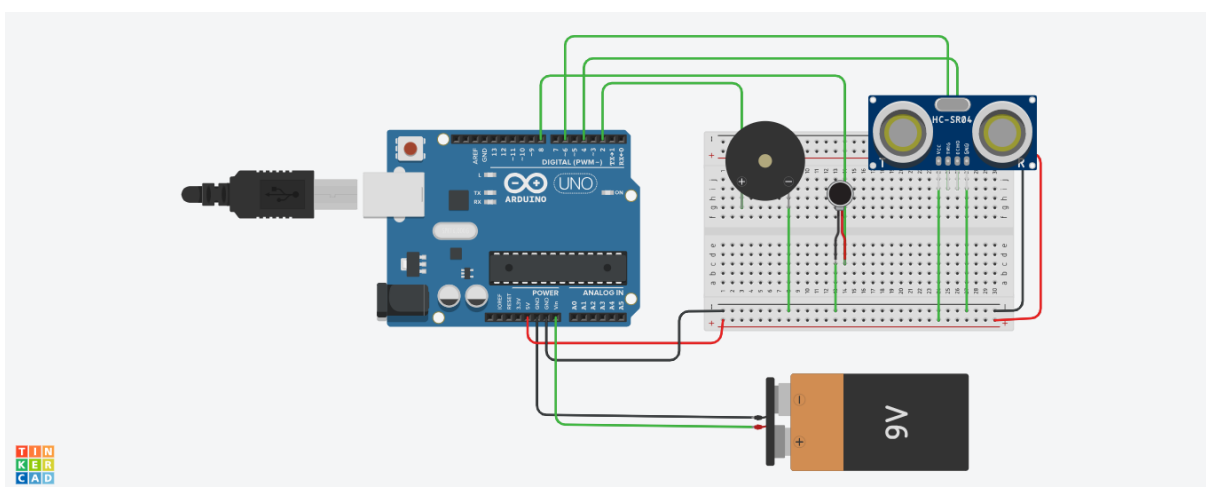
Localizador GPS: Fornece dados de localização ao Arduino.

Sensor de Vibração/Buzina: Oferece feedback ao usuário quando um obstáculo é detectado.

Bateria: Será utilizada uma bateria recarregável de 9V. O objetivo é fazer com que a bateria possa ser retirada do dispositivo para facilitar o carregamento.

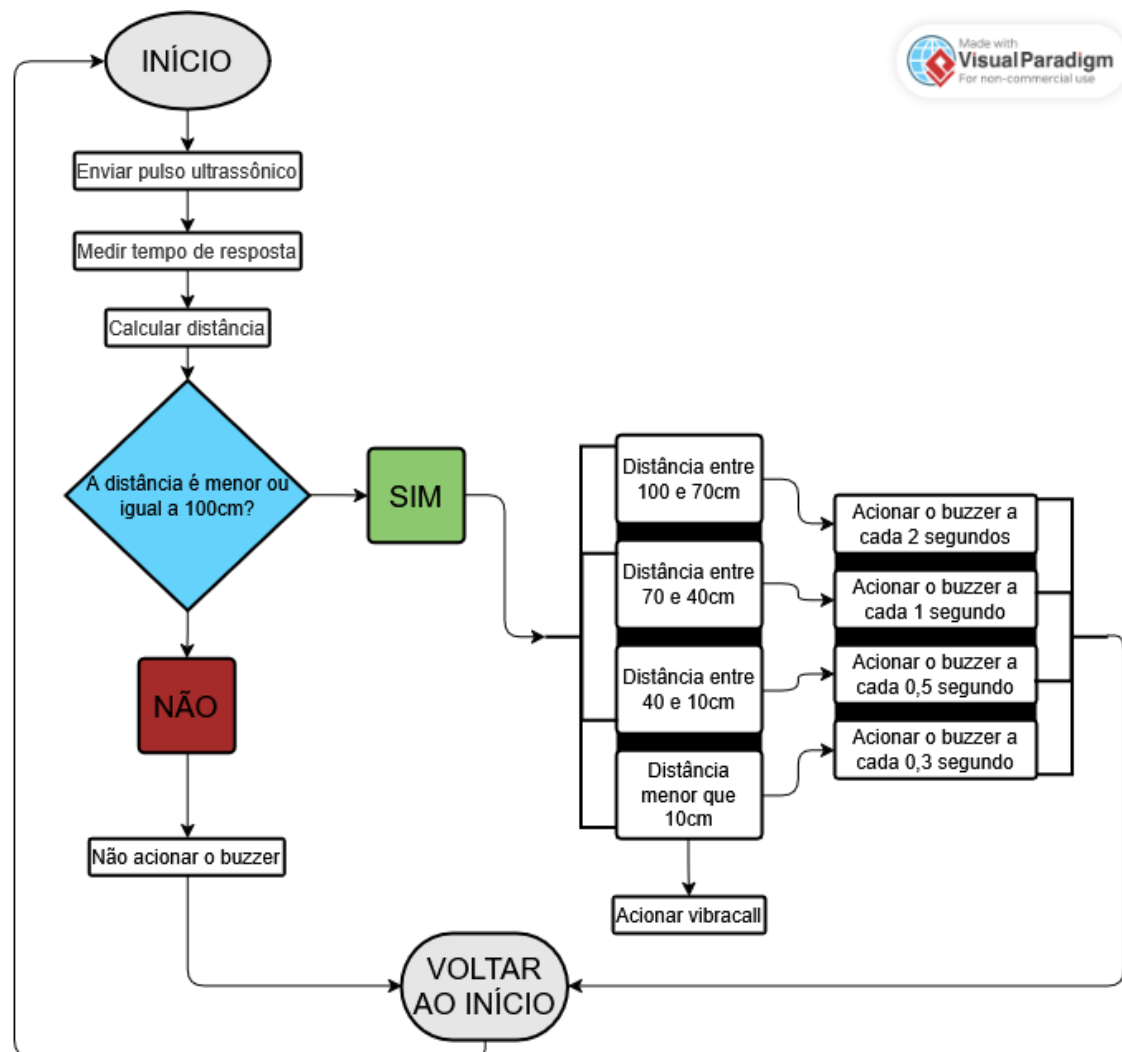
Estrutura da Bengala: Para o projeto será utilizada uma bengala de alumínio, pois este é um material leve que oferece conforto ao usuário.

Figura 14 - Esquema eléctrico



4.5 PROGRAMAÇÃO

Figura 15 - Fluxograma



5. CRONOGRAMA

Tabela 2 - Cronograma

[illegible]

6. RECURSOS

Tabela 3 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Arduino UNO	R\$ 35,00	1	R\$ 35,00	Shopee	04/04/2025
Sensor ultrassônico de distância HC-SR04	R\$15,90	2	R\$31,80	Shopee	25/04/2025
Buzzer ativo 5V	R\$ 7,99	1	R\$ 7,99	Shopee	25/04/2025
Motor de vibração vibracall 1027 3V	R\$ 9,50	1	R\$ 9,50	Shopee	21/04/2025
Bateria recarregável 9V	R\$ 45,00	1	R\$ 45,00	Califórnia tradição em som e imagem	07/05/2025
Conector clip plug para bateria 9V com saída P4	R\$ 7,85	1	R\$ 7,85	Shopee	17/04/2025
Bengala guia dobrável para deficientes visuais	R\$ 44,61	1	R\$ 44,61	Shopee	25/04/2025
Protoboard Breadboard 400 Pontos	R\$ 13,90	1	R\$13,90	Shopee	17/04/2025
Resistores 1k ohm	R\$ 0,45	4	R\$ 1,80	Shopee	17/04/2025
Jumper macho macho 20cm 40 unidades	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00	Mercado livre	16/04/2025
Valor final: R\$ 217,45					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

Espera-se que o produto final deste trabalho, o dispositivo equipado com sensor ultrassônico acoplado a um microcontrolador, proporcione um recurso acessível, portátil e eficiente para auxiliar pessoas com deficiência visual na sua locomoção. O dispositivo deverá detectar obstáculos em tempo real e emitir sinais vibratórios e sonoros, garantindo maior segurança e autonomia ao usuário durante os deslocamentos em ambientes internos e externos.

No âmbito socioeconômico, espera-se que o baixo custo dos materiais empregados (como o Arduino UNO, o sensor HC-SR04 e o módulo vibracall) torne o protótipo financeiramente acessível a diferentes públicos, incluindo camadas mais vulneráveis da população. Além disso, sua simplicidade de montagem e manutenção possibilita a replicação do dispositivo em larga escala, potencializando seu alcance social.

No aspecto técnico-científico, a expectativa é que o protótipo apresente bom desempenho na detecção de obstáculos, com precisão adequada em curtas e médias distâncias, contribuindo para a área de pesquisa em tecnologias assistivas. Espera-se também que o projeto demonstre a viabilidade do uso de sensores ultrassônicos aplicados à acessibilidade, estimulando novos estudos e aperfeiçoamentos futuros.

Quanto ao impacto ambiental, o dispositivo utiliza componentes de baixo consumo energético, podendo ser alimentado por baterias recarregáveis, o que reduz a geração de resíduos e incentiva práticas mais sustentáveis.

7.1 IMPACTO SOCIAL E ACESSIBILIDADE

O nosso dispositivo não é apenas um dispositivo técnico, mas uma ferramenta de inclusão social. A mobilidade assistida promove:

- Independência no deslocamento,
- Redução de acidentes e quedas,
- Participação social e profissional,
- Aumento da autoconfiança e qualidade de vida.

Além disso, demonstra como a engenharia aplicada pode atender necessidades humanas reais, gerando impacto positivo na sociedade e incentivando o desenvolvimento de tecnologias inclusivas (MORAES; FREITAS, 2022).

7.2 CONCLUSÃO PARCIAL

Por fim, prevê-se que os resultados obtidos desta pesquisa contribuam para a área do conhecimento em engenharia, tecnologia e inclusão social, apresentando uma alternativa prática e inovadora em comparação a dispositivos mais caros ou complexos. No entanto, reconhece-se que poderão surgir limitações, como alcance reduzido do sensor em ambientes com muita interferência sonora, resistência dos materiais em uso prolongado e adaptação inicial do usuário ao novo recurso. Tais limitações, contudo, podem servir como base para aprimoramentos em projetos futuros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. S. **Inclusão e autonomia de pessoas com deficiência visual: desafios e perspectivas.** *Revista de Acessibilidade e Tecnologia*, v. 8, n. 2, p. 55–68, 2020.

BENGALA branca. *Share Google*, 2025. Disponível em: <https://share.google/mlvLhXuKOHNTNr1tX>. Acesso em: 27 out. 2025.

BENGALA VERDE. *Share Google*, 2025. Disponível em: <https://share.google/wddR3vitv05FErcte>. Acesso em: 27 out. 2025

BENGALA VERMELHA E BRANCA. Disponível em: <https://share.google/hROzqZCdZwtRkpgx8>. Acesso em: 29 out. 2025.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva.** Porto Alegre: CEDI, 2017.

BRASIL. **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). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 25 set. 2025.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001798508>. Acesso em: 27 ago. 2025.

COSTA, M. R.; PEREIRA, L. C. **Desenvolvimento de bengala eletrônica com sensores ultrassônicos.** *Revista Brasileira de Tecnologia*, v. 15, n. 3, p. 22–30, 2022.

DEFICIENTES visuais de todo estado sofrem com falta de políticas públicas. *Jornal da Paraíba*, 2011. Disponível em: <https://jornaldaparaiba.com.br/cotidiano/vidaurbana/deficientes-visuais-de-todo-estado-sofrem-com-falta-de-politicas-publicas>. Acesso em: 21 mar. 2025.

DO COUTO OLIVEIRA, Clician; BOTELHO, Luanda; ALVES DOS SANTOS, Luciana; et al. **PNAD Contínua – Pessoas com deficiência 2022.** [S.l.: s.n.], 2023.

Disponível em:
https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

EQUIPE DO SIGNIFICADOS. **Como fazer a metodologia do TCC (com exemplos)**. *Significados.com.br*, 2025. Disponível em:
<https://www.significados.com.br/como-fazer-metodologia-tcc/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

FERREIRA, L. C. **Bengala branca: história, usos e limitações**. *Revista de Inclusão Social*, v. 5, n. 1, p. 10–19, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em:
<https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnica-s-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010: pessoas com deficiência**. Brasília: IBGE, 2012.

KLEIN, Pâmela; GRIGOLETTI, Giane de Campos. **Acessibilidade espacial de deficientes físicos, visuais e idosos em parque público**. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 12, n. 00, p. e021016, 2021. DOI: 10.20396/parc.v12i00.8660648. Disponível em:
<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8660648>. Acesso em: 24 abr. 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em:
https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view. Acesso em: 27 ago. 2025.

MORAES, V. H.; FREITAS, A. P. **Sistema inteligente para auxílio à mobilidade de deficientes visuais**. *Anais do Congresso Nacional de Engenharia*, p. 201–209, 2022.

NASCIMENTO, J. L. B.; SANTOS, D. C.; BARBOSA, A. M. **Protótipo funcional de uma bengala eletrônica para a locomoção de pessoas com deficiência visual.** *Journal of Innovation and Science: Research and Application*, v. 1, n. 1, p. 9, 2021. DOI: 10.56509/joins.2021.v1.96. Disponível em: <https://joins.emnuvens.com.br/joins/article/view/96>. Acesso em: 13 jun. 2025.

OLIVEIRA, G. F.; CARVALHO, D. P. **Aplicações de sensores de proximidade em sistemas autônomos.** *Revista de Engenharia Aplicada*, v. 9, n. 1, p. 31–39, 2021.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World report on vision.** Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/publications/world-vision-report-accessible.pdf>. Acesso em: 25 set. 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SILVA, M. T.; OLIVEIRA, C. S. **Desafios de mobilidade para deficientes visuais.** *Revista Brasileira de Inclusão*, v. 11, n. 2, p. 45–52, 2020.

SOUZA, J. A.; MENEZES, F. L. **Tecnologias assistivas e inclusão social.** São Paulo: Atlas, 2021.

ANEXOS

Descrição do Funcionamento do Código

O código desenvolvido tem como finalidade medir a distância entre o sensor ultrassônico HC-SR04 e um obstáculo, acionando um buzzer e um mecanismo vibratório (vibracall) conforme a proximidade detectada. O programa foi implementado em Arduino, utilizando linguagem C/C++, e realiza o controle dos componentes de forma integrada para gerar alertas sonoros e táteis.

```
C/C++

const int trigPin = 4;    // Pino Trigger do sensor HC-SR04
const int echoPin = 5;    // Pino Echo do sensor HC-SR04
const int vibracall = 6;  // Pino do vibracall
const int buzzer = 2;     // Pino do buzzer

void setup() {
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(vibracall, OUTPUT);
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    long duration;
    int distance;

    // Pulso ultrassônico
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);

    // Tempo de resposta
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
    distance = duration * 0.034 / 2;

    Serial.print("Distância: ");
    Serial.print(distance);
    Serial.println(" cm");

    // Vibração ativa se estiver perto
    if (distance <= 40) {
```

```

        digitalWrite(vibracal, HIGH);
    } else {
        digitalWrite(vibracal, LOW);
    }

    // Lógica do buzzer
    if (distance <= 15) {
        // Beep a cada 300ms
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(200);
    } else if (distance <= 40) {
        // Beep a cada 500ms
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(400);
    } else if (distance <= 70) {
        // Beep a cada 1s
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(900);
    } else if (distance <= 100) {
        // Beep a cada 2s
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(1900);
    } else {
        // Muito longe, buzzer desligado
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(500);
    }
}

```