



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - SECTI
FUNDAÇÃO DE APOIO À ESCOLA TÉCNICA - FAETEC
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FERREIRA VIANA - ETEFV
COORDENAÇÃO DE ELETRÔNICA**

Andrey Bruno Santos Lima
Eduarda Marinho De Medeiros Garcia
Felipe De Lima Nascimento Soares
Matheus Almeida De Santana

**DISPOSITIVO DE MOBILIDADE ASSISTIDA: UMA BENGALA
ELETRÔNICA DE BAIXO CUSTO**

Rio de Janeiro
2025

Andrey Bruno Santos Lima
Eduarda Marinho De Medeiros Garcia
Felipe De Lima Nascimento Soares
Matheus Almeida De Santana

DISPOSITIVO DE MOBILIDADE ASSISTIDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Eletrônica da ETE Ferreira Viana, da Fundação de apoio à Escola Técnica, como requisito parcial para a obtenção da habilitação profissional de Técnico de Nível Médio em Eletrônica sob a orientação do Professor Luis Henrique Monteiro de Castro e do Professor Marcelo de Almeida Duarte.

Rio de Janeiro
2025

Andrey Bruno Santos Lima
Eduarda Marinho De Medeiros Garcia
Felipe De Lima Nascimento Soares
Matheus Almeida De Santana

DISPOSITIVO DE MOBILIDADE ASSISTIDA

Aprovada em : ____ / ____ / ____ Conceito: _____

Prof. Luis Henrique M. de Castro
ETE Ferreira Viana
Orientador

Prof. Marcelo de Almeida Duarte
ETE Ferreira Viana
Orientador

Prof. _____
ETE Ferreira Viana
ID: _____

Prof. _____
ETE Ferreira Viana
ID: _____

Prof. _____
ETE Ferreira Viana
ID: _____

Rio de Janeiro
2025

RESUMO

LIMA, Andrey Bruno Santos; GARCIA, Eduarda Marinho de Medeiros; SOARES, Felipe de Lima Nascimento; SANTANA, Matheus Almeida de. *Dispositivo de Mobilidade Assistida*. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Em Desenvolvimento) - Curso Técnico em Eletrônica, Escola Técnica Estadual Ferreira Viana, Fundação de Apoio à Escola Técnica, Rio de Janeiro, 2025.

O presente projeto propõe o desenvolvimento do Dispositivo de Mobilidade Assistida, concebido para promover maior acessibilidade, autonomia e segurança a pessoas com mobilidade reduzida ou condições que impactam a orientação espacial, como idosos e indivíduos com baixa visão ou comprometimento cognitivo. O projeto busca facilitar a locomoção em ambientes urbanos, reduzindo riscos e desafios diários. A solução consiste em uma bengala equipada com a plataforma de prototipagem Arduino, integrada a diferentes sensores e atuadores. Suas funcionalidades incluem a detecção de obstáculos em diferentes alturas por meio de sensores ultrassônicos. Quando um obstáculo é detectado, o dispositivo emite um sinal tátil e auditivo para alertar o usuário. Além disso, o dispositivo conta com um botão de emergência (SOS), que, ao ser pressionado por um tempo pré-definido, ativa o alarme da bengala e envia automaticamente um alerta via SMS com a última localização registrada pelo celular do usuário para o número escolhido. O sistema também conta com um acelerômetro, capaz de identificar quedas bruscas e notificar de forma automática o contato de emergência do usuário. O projeto demonstra que é possível reunir diversas funcionalidades em um dispositivo de baixo custo e funcional, criando uma alternativa acessível às soluções comerciais existentes e ampliando o acesso a tecnologias assistivas para diferentes públicos.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva. Arduino. Inclusão social.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. METODOLOGIA.....	7
2.1 Planejamento Inicial.....	7
2.2 Lista de materiais, suas funções e preços.....	8
2.3 Projeto do circuito e simulação do programa.....	10
2.4 Aplicativo para monitoramento e controle.....	11
3. DESENVOLVIMENTO.....	12
3.1 Montagem do circuito no protoboard.....	12
3.2 Programa e Lógica de Funcionamento.....	12
3.3 Aplicativo Móvel.....	15
3.4 Confecção da placa de circuito impresso.....	16
3.5 Design da bengala.....	16
4. CONCLUSÃO.....	18
5. DIÁRIO DE BORDO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	20
7. APÊNDICES.....	21

1. INTRODUÇÃO

As bengalas tradicionais, utilizadas há décadas como recurso de apoio à locomoção de pessoas com deficiência visual ou mobilidade reduzida, apresentam limitações significativas no cotidiano de seus usuários. Criadas inicialmente como simples hastes de apoio, evoluíram, a partir da década de 1920, para o modelo de bengala branca, reconhecida internacionalmente como símbolo de acessibilidade. No entanto, esses dispositivos não oferecem recursos para detecção ativa de obstáculos, o que, em muitos casos, exige a ajuda de terceiros para garantir a segurança do usuário.

Em 2022, estimava-se que 14,4 milhões de pessoas no Brasil apresentavam algum tipo de deficiência, sendo a dificuldade de enxergar a mais prevalente, atingindo cerca de 7,9 milhões de indivíduos (IBGE, 2025). No cenário global, aproximadamente 1 bilhão de pessoas necessitam de recursos assistivos, mas apenas 10% têm acesso adequado a essas tecnologias. Em países de baixa e média renda, a cobertura chega a apenas 3% das pessoas que precisam, em contraste com cerca de 90% nos países de alta renda. Projeções indicam que, até 2050, entre 2 e 3,5 bilhões de pessoas poderão necessitar de algum tipo de produto assistivo, impulsionadas pelo envelhecimento populacional e pelo aumento de doenças crônicas (ONU, 2022). Pesquisas indicam que a mobilidade assistida tem se expandido por meio de inovações que transformam dispositivos convencionais em versões avançadas, exemplificadas por bengalas inteligentes, próteses de nova geração e cadeiras de rodas autônomas (OMPI, 2021). Apesar desse avanço, o mercado ainda carece de opções amplamente acessíveis, o que mantém milhões de pessoas sem acesso a recursos que poderiam melhorar significativamente sua qualidade de vida. Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias assistivas voltadas a pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida torna-se cada vez mais essencial, especialmente quando associadas a soluções de baixo custo e fácil acesso.

Com os avanços tecnológicos, surgiram dispositivos que buscam aprimorar as bengalas tradicionais, como a *bengala inteligente WeWalk*, que oferece detecção de obstáculos, conectividade com smartphones e integração com o Google Maps (WeWalk, 2025). Apesar de ser um exemplo de tecnologia assistiva avançada, seu alto custo representa uma barreira para grande parte da população brasileira, limitando o acesso a essa solução.

A ideia para o desenvolvimento do projeto surgiu a partir de uma experiência pessoal de um dos integrantes da equipe, cujo avô foi diagnosticado com a síndrome de Guillain-Barré, condição que resultou em perda significativa de mobilidade e aumento da dependência de terceiros para tarefas simples do dia a dia. Trata-se de uma doença autoimune que compromete o sistema nervoso periférico e pode provocar fraqueza muscular progressiva, frequentemente exigindo longos períodos de reabilitação e o uso de dispositivos de auxílio à locomoção (VIANA *et al.*, 2024). As dificuldades enfrentadas com o uso de uma bengala convencional impulsionaram a busca por uma solução mais completa e acessível. Essa vivência orientou a escolha das funcionalidades do Dispositivo de Mobilidade Assistida, com o propósito de beneficiar não apenas um caso específico, mas também contribuir para a autonomia e a qualidade de vida de muitas outras pessoas que enfrentam desafios semelhantes.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste projeto abrangeu desde a pesquisa teórica até a validação prática do protótipo. Foram realizadas pesquisas sobre tecnologias assistivas e dispositivos voltados à mobilidade, servindo de base para definir os requisitos e funcionalidades do sistema.

As etapas a seguir envolvem o planejamento do circuito, a escolha dos componentes com melhor custo-benefício, o desenvolvimento da programação e a realização de testes para garantir o funcionamento adequado do dispositivo. Cada uma dessas fases está detalhada nos subtópicos a seguir.

2.1 Planejamento Inicial

O objetivo do nosso projeto é oferecer aos usuários uma maior autonomia e segurança nos seus trajetos, com uma solução simples e de baixo custo. Para isso, foi realizado um planejamento com o intuito de identificar as necessidades e expectativas dos usuários em relação ao funcionamento, desempenho e usabilidade do protótipo. Além disso, foi feita uma pesquisa para comparar dispositivos similares, considerando preço, funcionalidades e usabilidade, de forma que nos ajude a identificar limitações das soluções já existentes no mercado.

2.2 Lista de materiais, suas funções e preços

Com base no planejamento inicial, foi realizada uma pesquisa para selecionar os materiais a serem utilizados no desenvolvimento do protótipo, considerando critérios de viabilidade, a adaptação do usuário e a disponibilidade no mercado nacional. A seguir, foi feita uma lista com os materiais escolhidos e seus respectivos preços:

Tabela 1 - Valores dos componentes e fornecedores escolhidos para a compra.

Nome	Qtd.	Valor Total (R\$)	Fornecedores
Módulo Bluetooth HC-05	1	43,90	Mercado Livre
Sensor Ultrassônico HC-SR04	2	21,80	Eletrogate
Arduino UNO R3	1	74,90	Eletrogate
Módulo Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050	1	20,90	Mercado Livre
Módulo Motor de Vibração	1	19,00	Mercado Livre
Buzzer Piezoelétrico Passivo	1	19,00	Mercado Livre
Botão Push e Capa	1	0,75	Eletrogate
Resistor 10kΩ	10	0,90	Eletrogate
Módulo Conversor de Nível Lógico 5V - 3,3V	1	11,89	Mercado Livre
TOTAL:		213,04	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os materiais escolhidos têm as seguintes funcionalidades no projeto:

Módulo Bluetooth HC-05: É um dispositivo de comunicação sem fio baseado na tecnologia Bluetooth 2.0. No projeto, é responsável por estabelecer a comunicação entre a bengala eletrônica e o aplicativo no celular, permitindo o monitoramento em tempo real dos principais sensores, além de receber avisos em caso de situações críticas com a bengala, entre outras funcionalidades.

Sensor Ultrassônico HC-SR04: É um sensor de distância que utiliza ondas ultrassônicas para medir a proximidade de objetos. Ele é responsável por detectar obstáculos à frente da bengala eletrônica, enviando as informações para o Arduino, que a partir desses dados, alerta o usuário sobre a proximidade de obstáculos em seu caminho.

Arduino UNO R3: É uma placa de prototipagem eletrônica baseada no microcontrolador ATmega328P, amplamente utilizada em projetos de automação, robótica e sistemas embarcados. O Arduino atua como a unidade central de processamento, enviando e

recebendo dados dos sensores e módulos presentes na bengala, processando essas informações e controlando os atuadores responsáveis por alertar o usuário.

Módulo Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050: É um módulo que integra um acelerômetro de 3 eixos e um giroscópio de 3 eixos no mesmo chip, permitindo medir aceleração linear e velocidade angular. No projeto, o MPU-6050 é utilizado para detectar quedas da bengala eletrônica. Ele envia os dados de aceleração para o Arduino, que processa essas informações e verifica se os valores ultrapassam os limites definidos para caracterizar uma queda. Quando isso ocorre, o sistema aciona o alarme na bengala e, caso esteja conectado, envia a notificação para o celular.

Módulo Motor de Vibração: É um atuador responsável por fornecer feedback tátil ao usuário. Ele é acionado quando a distância medida pelo sensor ultrassônico fica abaixo do limite definido, sinalizando que há um obstáculo muito próximo da bengala.

Buzzer Piezoelétrico Passivo: O buzzer passivo é um dispositivo eletroacústico que converte sinais elétricos em ondas sonoras audíveis. No projeto, ele desempenha duas funções distintas. A primeira é indicar a proximidade da bengala em relação a um obstáculo detectado pelo sensor ultrassônico: quanto mais próximo o objeto, mais frequentes são os beeps emitidos; à medida que a distância aumenta, os intervalos entre os sons tornam-se maiores, permitindo ao usuário perceber intuitivamente o quão perto está do obstáculo. A segunda função é atuar como alarme em situações de emergência, como na detecção de quedas ou quando o botão SOS é acionado. Nesses casos, o buzzer emite um tom intermitente por aproximadamente 20 segundos alertando pessoas próximas, e podendo ser desligado a qualquer momento por meio do botão SOS.

Botão Push: O botão SOS atua como um controle multifuncional responsável por acionar ou cancelar o alarme da bengala em diferentes situações, como na detecção de quedas, desconexão do módulo Bluetooth ou acionamento manual pelo usuário.

Resistor 10kΩ: O resistor de 10 kΩ é utilizado no circuito do botão SOS na configuração pull-down, garantindo que o pino de entrada do microcontrolador permaneça em nível lógico baixo (0 V) quando o botão não está pressionado, evitando assim leituras incorretas causadas por ruídos elétricos.

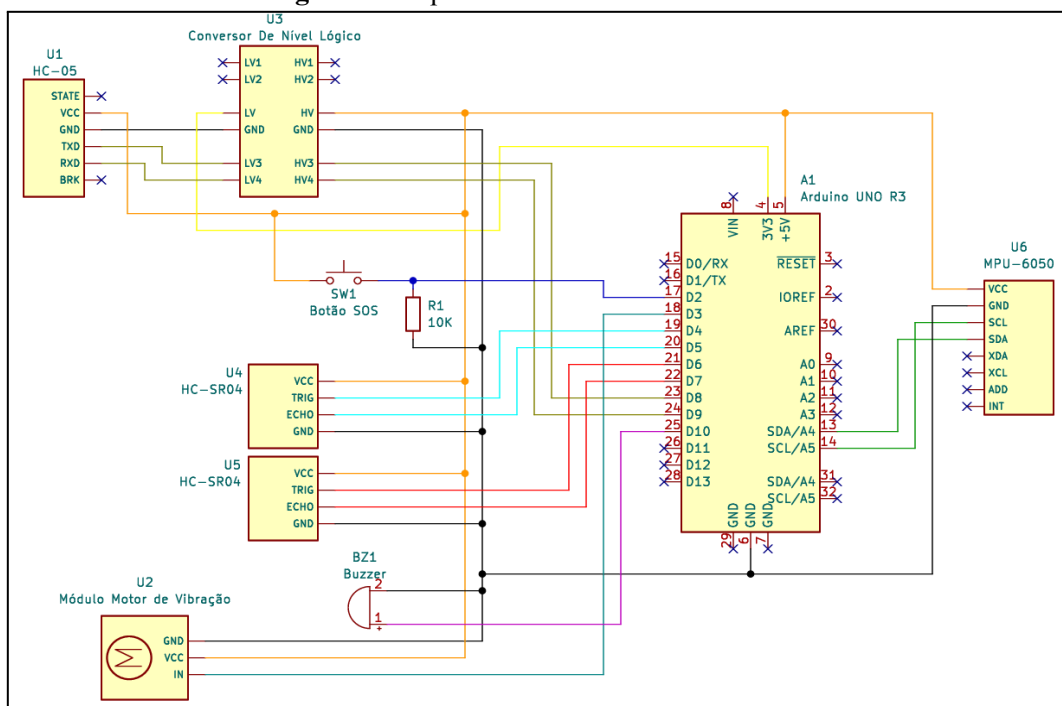
Módulo Conversor de Nível Lógico: O módulo conversor de nível lógico é responsável por adaptar os sinais de comunicação entre o microcontrolador e o módulo Bluetooth HC-05. Como o HC-05 opera com tensão lógica de 3,3 V em seus pinos de comunicação e o Arduino UNO trabalha com 5 V, o conversor garante a compatibilidade elétrica entre os dois dispositivos.

Quando o HC-05 recebe dados do microcontrolador, o conversor reduz o nível de 5 V para 3,3 V, protegendo o HC-05 contra danos. No sentido inverso, quando o HC-05 envia dados ao microcontrolador, o sinal de 3,3 V é convertido para 5 V.

2.3 Projeto do circuito e simulação do programa

Após a seleção dos componentes, foi elaborado um esquema eletrônico do protótipo utilizando o programa KiCad, um editor de circuitos eletrônicos gratuito e de código aberto, amplamente utilizado para o desenvolvimento de esquemas e placas de circuito impresso. Esse esquema serviu de base para a montagem física no protoboard e possibilitando a realização dos testes iniciais de funcionamento do protótipo.

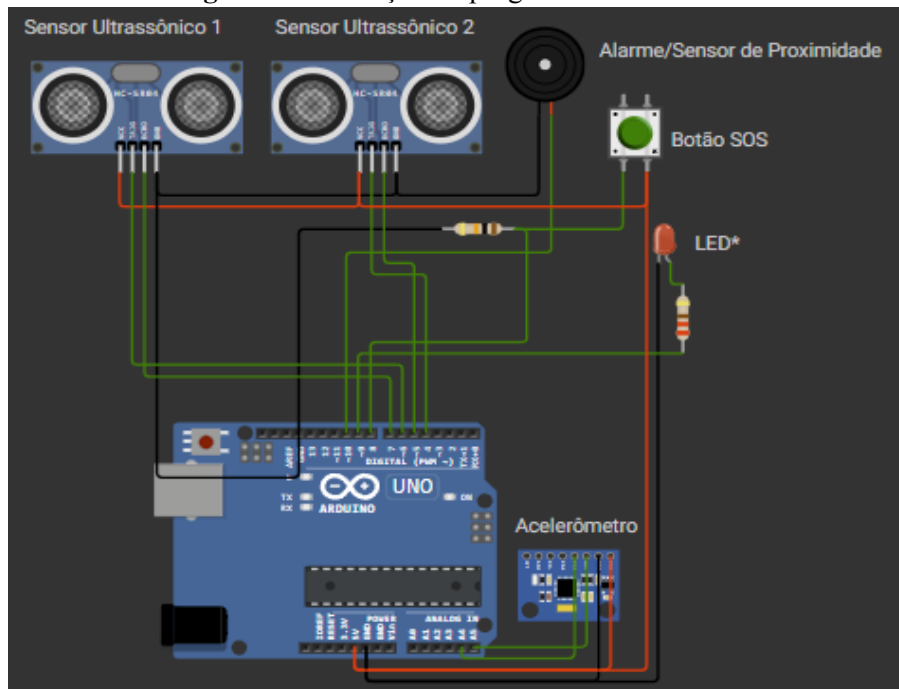
Imagem 1 - Esquema eletrônico criado no KiCad.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para validar o funcionamento do circuito antes da montagem física, foi utilizada a plataforma Wokwi, um simulador online gratuito que permite criar e testar projetos baseados em microcontroladores, como o Arduino, diretamente no navegador. O Wokwi oferece uma ou biblioteca de componentes eletrônicos, incluindo LEDs, displays, sensores e módulos de comunicação, possibilitando a execução do código em tempo real, a observação do comportamento do sistema e a realização de ajustes antes da implementação prática.

Imagem 2 - Simulação do programa feita no Wokwi



Fonte: Elaborada pelos autores.

2.4 Aplicativo para monitoramento e controle

Além dos componentes físicos utilizados para alertar o usuário, foi desenvolvido um aplicativo complementar para dispositivos móveis, com o objetivo de integrar a bengala eletrônica ao celular do usuário via Bluetooth. O aplicativo permite monitorar remotamente os sensores, acionar um som na bengala para indicar sua localização e enviar a posição atual via SMS para o número selecionado em caso de alarme. A implementação detalhada e o funcionamento do aplicativo são apresentados no capítulo de Desenvolvimento.

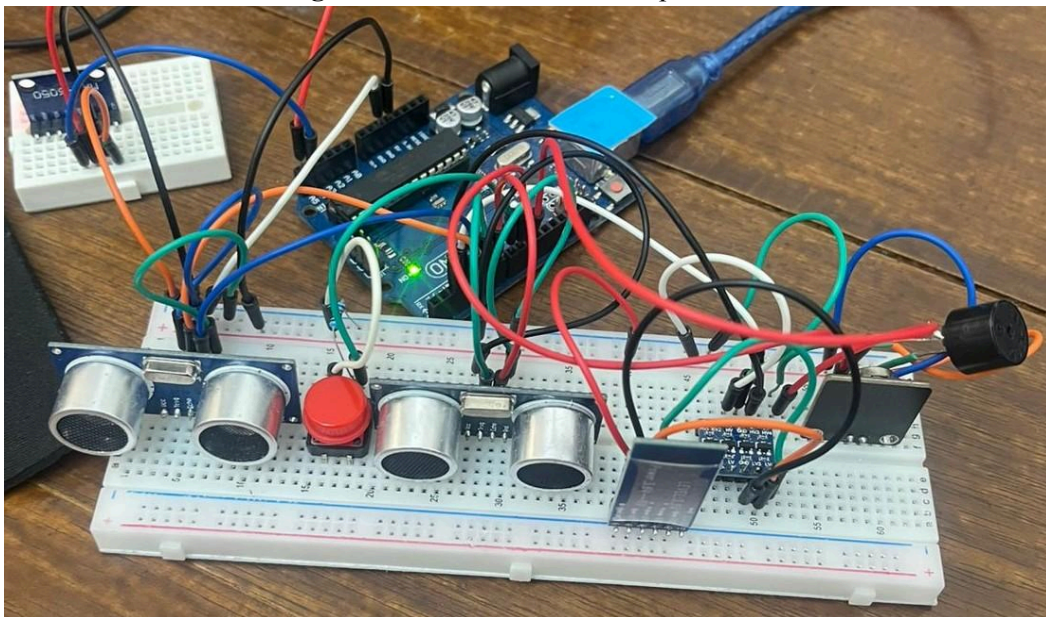
3. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste projeto envolveu a implementação prática do protótipo, integrando os componentes eletrônicos selecionados, a programação do sistema embarcado e a criação do aplicativo complementar. Nesta etapa, foram aplicados os conceitos planejados na metodologia, com o objetivo de transformar o projeto teórico em um dispositivo funcional.

3.1 Montagem do circuito no protoboard

A montagem inicial do circuito foi realizada em um protoboard, seguindo o esquema eletrônico elaborado anteriormente (**Imagem 1**), o que permitiu testar individualmente e em conjunto todos os módulos e sensores antes da produção da placa de circuito impresso. Essa etapa possibilitou verificar o funcionamento do sistema na prática, identificar eventuais falhas e realizar ajustes necessários antes da implementação definitiva.

Imagem 3 - Circuito montado no protoboard.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

3.2 Programa e Lógica de Funcionamento

O software desenvolvido para o protótipo foi implementado na linguagem Wire utilizando-se a plataforma Arduino. O código integra a leitura dos sensores ultrassônicos, a leitura do acelerômetro MPU-6050, a lógica de detecção de quedas, a interação com o botão

SOS, o acionamento dos atuadores como motor de vibração e buzzer, além da comunicação com o aplicativo via Bluetooth.

Nesta seção, apresenta-se um resumo das bibliotecas empregadas e da lógica central de funcionamento do sistema. O código-fonte completo encontra-se disponível no **Apêndice A**.

Bibliotecas utilizadas e sua finalidade:

avr/wdt.h — Watchdog timer, utilizado para reiniciar automaticamente o Arduino em caso de travamento.

Wire.h, Adafruit_Sensor.h e Adafruit_MPU6050.h — Permitem comunicação via I²C e leitura dos dados do acelerômetro e giroscópio MPU-6050.

UltraPing.h — Facilita a leitura dos sensores ultrassônicos, fornecendo a distância em centímetros.

AltSoftSerial.h — Implementa comunicação serial por software para a interface Bluetooth.

Visão geral da lógica do programa:

O comportamento do sistema é organizado por meio de uma máquina de estados, em que cada estado representa uma fase específica de operação e define as ações que o dispositivo deve executar de acordo com os dados dos sensores e a interação do usuário.

DQ (Detectando Quedas) — Estado padrão do sistema, responsável pela operação normal da bengala. Neste estado, o dispositivo monitora continuamente a aceleração medida pelo MPU-6050, verificando se há valores inferiores a 0,1 G, característicos de uma queda livre. Ao mesmo tempo, realiza a leitura das distâncias pelos sensores ultrassônicos e emite beeps curtos, variáveis e frequentes, conforme a aproximação de obstáculos.

AI (Aguardando Impacto) — Estado ativado quando é detectada uma queda livre (aceleração inferior a 0,1 G). Neste estado, o sistema continua operando normalmente, monitorando obstáculos e emitindo alertas de proximidade, mas agora verifica se a aceleração ultrapassa 3 G em um intervalo de até 3 segundos, indicando o impacto da queda. Caso esse tempo seja excedido sem que a aceleração atinja o limite, o sistema retorna ao estado DQ.

AB (Aguardando Botão) — Estado em que, após a detecção de uma queda livre seguida de impacto (aceleração superior a 3 G), o dispositivo emite beeps intermitentes a cada 500 ms e aguarda a intervenção do usuário. Caso o botão SOS seja pressionado dentro do intervalo de 5 segundos, o sistema retorna ao estado padrão DQ. Se não houver interação, o sistema avança para o próximo estado.

AL (Alarme) — Estado de emergência, ativado quando não há cancelamento após a fase AB ou quando acionado manualmente pelo botão SOS. Neste estado, o buzzer é acionado continuamente por um tempo pré-determinado de 20 segundos ou até que o usuário cancele o alarme pressionando o botão.

Funcionamento do botão SOS e do motor de vibração:

O botão SOS atua como controle de intervenção do usuário, permitindo acionar ou cancelar alertas conforme a situação. O motor de vibração fornece feedback tátil indicando a proximidade de obstáculos.

Interação do botão nos estados do sistema:

DQ (Detectado Quedas) ou AI (Aguardando Impacto): Quando pressionado por aproximadamente 3 segundos, o sistema entra no estado de emergência AL.

AB (Aguardando Botão): Um único pressionamento cancela o aviso sonoro e retorna o sistema ao estado padrão DQ.

AL (Alarme): O botão deve ser pressionado três vezes consecutivas para cancelar o alarme e retornar ao estado DQ.

Funcionamento do motor de vibração:

O motor é acionado quando a distância medida por um dos sensores ultrassônicos é inferior a 30 cm. Ele pulsa em intervalos de 500 ms, alternando entre ligado e desligado, fornecendo ao usuário uma percepção da proximidade do obstáculo.

3.3 Aplicativo Móvel

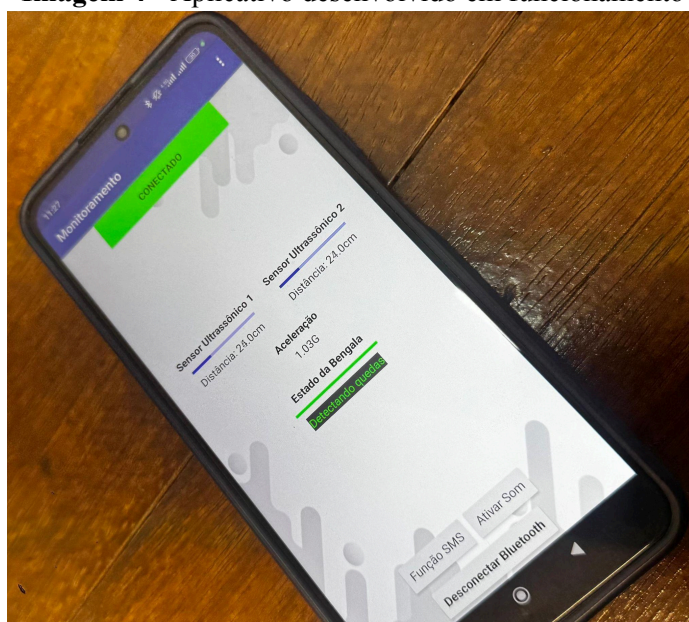
Para complementar o funcionamento da bengala eletrônica, foi desenvolvido um aplicativo móvel utilizando o MIT App Inventor, uma plataforma visual que possibilita a criação intuitiva de aplicativos para Android por meio de blocos de programação semelhantes a um quebra-cabeça.

O aplicativo realiza a monitorização em tempo real dos sensores do dispositivo e permite a interação direta com a bengala via Bluetooth. O arquivo de instalação e o projeto para edição estão disponíveis no **Apêndice A**.

Funcionalidades principais:

1. Monitoramento contínuo dos sensores ultrassônicos e do acelerômetro.
2. Exibição do estado atual da bengala (DQ, AI, AB, AL).
3. Acionamento remoto do buzzer da bengala, permitindo localizar o dispositivo em caso de perda.
4. Envio automático de SMS com a localização para um número previamente configurado, quando o estado da bengala for AL (alarme).
5. Detecção de desconexão do Bluetooth, acionando um alarme no celular e na bengala, que só podem ser cancelados manualmente em ambos os dispositivos.

Imagem 4 - Aplicativo desenvolvido em funcionamento



Fonte: Elaborada pelos autores.

3.4 Confeção da placa de circuito impresso

Após a realização dos testes dos componentes e da validação do programa no protoboard, iniciou-se a confecção da placa de circuito impresso, visando uma solução definitiva para o projeto.

O processo iniciou-se com a elaboração do layout da placa. Para facilitar a visualização prática da disposição dos componentes antes da confecção, utilizou-se o software Fritzing, uma ferramenta de código aberto amplamente empregada em projetos educacionais e de prototipagem eletrônica. Esse programa possibilita representar graficamente a posição dos componentes na placa de circuito impresso.

Com o layout definido, iniciou-se a etapa de montagem física na placa de fenolite. Em alguns pontos específicos, foi necessário realizar a perfuração de algumas ilhas com uma broca, a fim de possibilitar o encaixe adequado da placa ao arduino. Em seguida, procedeu-se à soldagem dos módulos e demais componentes eletrônicos. Para as ligações curtas foram feitas diretamente por meio de pequenas trilhas de solda, enquanto as conexões mais longas foram implementadas com jumpers (fios).

3.5 Design da bengala

Para a construção física do projeto, foi desenvolvido um design no Shapr3D. O modelo tridimensional apresenta uma estrutura principal em formato de bastão, projetada para ser de fácil manuseio, semelhante a uma bengala tradicional.

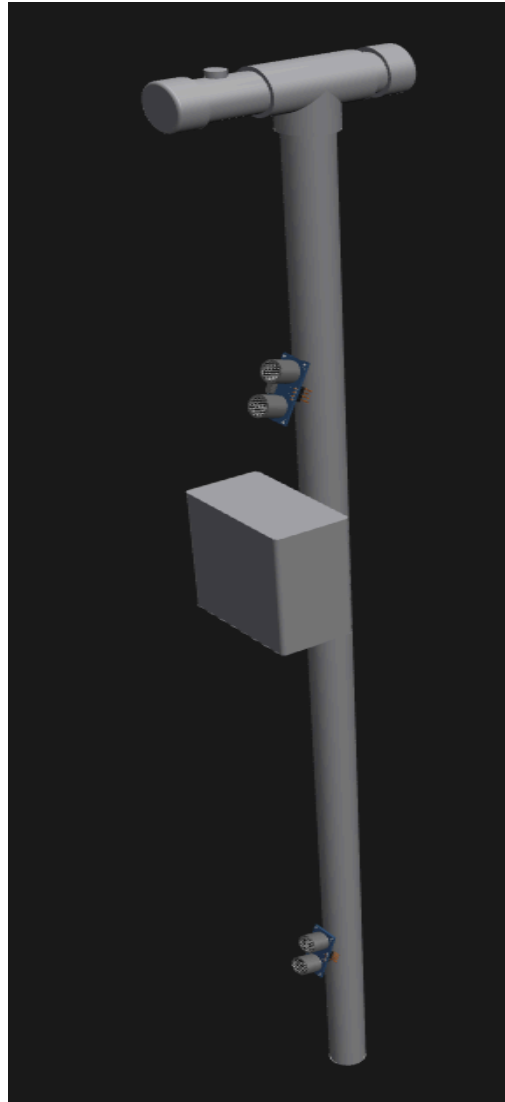
A parte superior, em formato de “T”, contém o botão SOS, servindo como apoio e proporcionando fácil acesso à interação. Já a haste vertical cilíndrica abriga os sensores ultrassônicos, estrategicamente posicionados para ampliar o campo de detecção e permitir medições em diferentes alturas. Nessa mesma seção, localiza-se a caixa responsável por armazenar e compactar os demais componentes eletrônicos.

Tabela 1 - Valores dos materiais do design e fornecedores escolhidos para a compra.

Nome	Qtd./Comp.	Valor Total (R\$)
Cap Soldável 25mm	2	6,00
Cap Roscável 3/4	1	4,00
Tê Soldável 25mm	1	3,00
Tubo 25mm	1m	10,00
TOTAL:		23,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Imagem 5 - Design final do protótipo feito no Shapr3D



Fonte: Elaborada pelos autores.

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do projeto nos proporcionou uma experiência prática e enriquecedora, na qual pudemos aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso técnico de Eletrônica. Com criatividade e colaboração, buscamos construir um projeto que contribuísse para a autonomia e a segurança de pessoas com mobilidade reduzida. Desde o início, o grupo teve a preocupação de desenvolver algo acessível, funcional e que realmente fizesse diferença na vida dos usuários.

Para alcançar esse resultado, foi necessário seguir várias etapas, desde a pesquisa dos componentes e o planejamento do circuito até a montagem no protoboard e a programação do Arduino.

Após diversos testes no protoboard, o circuito foi transferido para a placa de circuito impresso, tornando o sistema mais resistente e organizado. A etapa de soldagem exigiu atenção e precisão, enquanto o design da bengala, desenvolvido no software Shapr3D, permitiu planejar o posicionamento dos sensores e o encaixe dos componentes de forma prática e ergonômica. O resultado foi um protótipo funcional e compacto.

O aplicativo desenvolvido no MIT App Inventor complementou o dispositivo, possibilitando o monitoramento remoto dos sensores, o envio de alertas automáticos em caso de queda e o acionamento do buzzer à distância.

De maneira geral, o projeto atingiu seus objetivos e reforçou a importância de aliar a tecnologia a causas sociais. As dificuldades enfrentadas — como falhas na leitura dos sensores, problemas de comunicação e necessidade de ajustes no código — serviram como oportunidades de aprendizado e mostraram o valor da persistência e do trabalho em equipe. Mais do que um exercício técnico, este projeto nos fez compreender que a eletrônica pode ser usada de forma criativa e humana para melhorar o dia a dia das pessoas.

5. DIÁRIO DE BORDO

Data	Atividades Realizadas
10/02/2025	Consolidação da proposta do projeto.
24/02/2025	Início da formatação do documento do projeto.
10/03/2025	Levantamento dos componentes, preços e demais recursos necessários para o desenvolvimento.
14/04/2025	Elaboração do esquema elétrico do dispositivo.
21/04/2025	Início da programação do sistema embarcado.
28/04/2025	Simulação do programa utilizando a plataforma Wokwi.
26/05/2025	Montagem do circuito no protoboard.
02/06/2025	Testes dos sensores ultrassônicos, do buzzer e do acelerômetro.
09/06/2025	Testes do motor de vibração e do botão SOS.
16/06/2025	Teste de conectividade usando o módulo Bluetooth.
07/07/2025	Início do desenvolvimento do aplicativo móvel.
14/07/2025	Desenvolvimento do esquema da placa de circuito impresso.
21/07/2025	Teste do aplicativo móvel.
04/08/2025	Implementação do watchdog timer para maior segurança do sistema.
25/08/2025	Substituição do buzzer por um modelo de maior intensidade sonora.
01/09/2025	Início do desenvolvimento do design da bengala eletrônica.
08/09/2025	Planejamento da estrutura física
15/09/2025	Desenvolvimento do design do protótipo
22/09/2025	Simulação dos componentes na placa
29/09/2025	Início do planejamento físico da placa
06/10/2025	Continuação do planejamento
20/10/2025	Confecção da placa
27/10/2025	Testes dos componentes na placa
03/11/2025	Início da realização da estrutura física
10/11/2025	Montagem dos componentes na estrutura física
13/11/2025	Testes do protótipo finalizado

6. REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Pessoas com deficiência e pessoas diagnosticadas com transtorno do espectro autista**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. p. 43-44. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102178>. Acesso em: 21 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO NAÇÕES UNIDAS. **Mundo tem 1 bilhão de pessoas com deficiência excluídas de tecnologias de apoio**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/05/1789172#:~:text=Um%20novo%20relat%C3%B3rio%20destaca%20que,para%20a%20comunica%C3%A7%C3%A3o%20e%20cogni%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 28 abr. 2025.

WeWALK, s.d. Disponível em: <https://wewalk.io/en/about/>. Acesso em: 28 abr. 2025

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Tendências Tecnológicas 2021: Tecnologia Assistiva**. Genebra: OMPI, 2021. p. 7-8. Disponível em: <https://tind.wipo.int/record/43774?v=pdf> Acesso em: 07 set. 2025.

VIANA, Ana Clara Novais; TINTUREIRA, Bruno Alves Loubaques; PACHECO, Izabela Casarim; PIRES, Joana Fróes; SETE, Rafael Souza. **Síndrome de Guillain-Barré: O que o médico generalista precisa saber**. Editora Pasteur, 2024. p. 73-74. Disponível em: <https://editorapasteur.com.br/publicacoes/capitulo/?doi=10.59290/978-65-6029-149-2.8>. Acesso em: 21 set. 2025.

7. APÊNDICES

Apêndice A - Arquivos e materiais complementares

Este apêndice reúne os arquivos produzidos para o desenvolvimento do projeto, incluindo o código-fonte do Arduino, o aplicativo desenvolvido, o esquema eletrônico completo e imagens complementares. Os materiais estão disponíveis para consulta e download em:

Disponível em:

[https://drive.google.com/drive/folders/1T2FdX_A4URxuV6KM5fHLxhIU1ZzsbMxf?usp=sh
aring](https://drive.google.com/drive/folders/1T2FdX_A4URxuV6KM5fHLxhIU1ZzsbMxf?usp=sharing)

Acesso em: 17 out. 2025.