

# ÓCULOS DE ASSISTÊNCIA NA LOCOMOÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS

## GLASSES TO ASSIST LOCOMOTION FOR THE VISUALLY IMPAIRED

Gabriel Luiz da Silva<sup>1</sup>

Luiz Gustavo Pereira da Silva<sup>2</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é detalhar a criação de um sistema inovador voltado para melhorar a mobilidade de pessoas com deficiência visual. A observação do dia a dia revela desafios significativos no deslocamento urbano e doméstico, especialmente em áreas desconhecidas. Entre os principais obstáculos estão o fluxo intenso de pessoas, os ruídos, os obstáculos físicos e a falta de acessibilidade a informações sobre o local. O sistema proposto utiliza um par de óculos equipados com sensores ultrassônicos, sensor giroscópio e acelerômetro, sensor de presença de luminosidade, fones de ouvido e sensor óptico. O software associado analisa os dados coletados por esses dispositivos, fornecendo dados do ambiente, descrição de rotas, detecção de obstáculos e de pessoas. Os algoritmos de aquisição de dados dos sensores e de visão computacional, implementados em Python, utilizam a biblioteca OpenCV. Com base nas informações coletadas, o software identifica irregularidades no terreno e objetos no ambiente, bem como os obstáculos ao redor, guiando a pessoa com deficiência visual por meio de instruções de voz sintetizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia assistiva, Mobilidade para deficientes visuais, Sensores ultrassônicos, Visão computacional.

---

<sup>1</sup> Estudante em Ciência da Computação da Unifucamp. E-mail: gabrielluizsilva@unifucamp.edu.br

<sup>2</sup> Mestre em Educação Profissional Tecnológica. Doutorando em Computação. Docente do curso de Ciência da Computação da Unifucamp. E-mail: luizpereirasilva@unifucamp.edu.br

**ABSTRACT:** The aim of this article is to detail the creation of an innovative system aimed at improving the mobility of people with visual impairments. Observation of everyday life reveals significant challenges in urban and domestic travel, especially in unfamiliar areas. Among the main obstacles are the intense flow of people, noise, physical obstacles and the lack of accessibility to information about the location. The proposed system uses a pair of glasses equipped with ultrasonic sensors, a gyroscope and accelerometer sensor, a light presence sensor, headphones and an optical sensor. The associated software analyzes the data collected by these devices, providing environmental data, route description, obstacle and person detection. The sensor data acquisition and computer vision algorithms, implemented in Python, use the OpenCV library. Based on the information collected, the software identifies irregularities in the terrain and objects in the environment, as well as surrounding obstacles, guiding the visually impaired person through synthesized voice instructions.

**KEYWORDS:** Assistive technology, Mobility for the visually impaired, Ultrasonic sensors, Computer vision.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência visual em se locomover, seja em ambientes domésticos ou urbanos, são significativas. Tarefas aparentemente simples, como deslocar-se de um lugar para outro, podem se transformar em grandes desafios, especialmente quando há dependência de assistência de terceiros ou do uso de acessórios específicos. Esta dificuldade é ainda maior em locais desconhecidos ou que possuem superfícies irregulares. De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 18,6% da população brasileira tem algum tipo de deficiência visual. Desse total, 6,5 milhões de pessoas têm deficiência visual severa, incluindo 506 mil com perda total da visão (0,3% da população) e 6 milhões com grande dificuldade para enxergar (3,2%). Esses dados sublinham a importância de desenvolver soluções tecnológicas que aumentem a autonomia e a segurança dessas pessoas em seus deslocamentos diários.

A tecnologia nunca esteve tão entrelaçada ao cotidiano humano como agora. Em meio ao avanço constante da globalização, utilizamos a inovação tecnológica para resolver desafios diários. Os smartphones, que evoluem para ser cada vez mais rápidos e inteligentes, já se

estabeleceram como ferramentas indispensáveis no nosso dia a dia. No entanto, mesmo com o avanço impressionante em gadgets de alta tecnologia, ainda existe uma lacuna significativa quando se trata de desenvolver dispositivos que ofereçam autonomia real aos deficientes visuais, de forma acessível e que realmente atenda às suas necessidades específicas.

O protótipo “Vision Spec” propõe uma solução para melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, integrando sensores, câmeras e módulos inteligentes. Utilizando inteligência artificial (IA), o sistema processa informações em tempo real, adaptando-se ao ambiente do usuário para oferecer maior autonomia e segurança. O nome reflete seu propósito: "Vision" sugere percepção do ambiente “Visão”, enquanto "Spec" remete a especificações técnicas e funcionalidades assistivas.

“A crescente miniaturização da tecnologia, juntamente com o crescimento exponencial do poder de computação, abriu caminho para que a inteligência artificial fosse incorporada em dispositivos compactos e portáteis, permitindo a interação em tempo real com o mundo físico por meio do aprendizado de máquina e da visão computacional” (Goodfellow, Bengio e Courville, 2016). Isso viabiliza a implementação de sistemas avançados em dispositivos acessíveis, como smartphones e microcontroladores.

Com IA, algoritmos de machine learning e visão computacional, o protótipo reconhece obstáculos, identifica objetos e compreende comandos de voz. Sensores ultrassônicos e câmeras criam um sistema robusto de navegação que alerta o usuário sobre perigos e fornece direções em ambientes desconhecidos, promovendo independência, segurança e conforto. Ao combinar IA, sensores avançados e módulos compactos, o “Vision Spec” pode representar um avanço significativo em soluções acessíveis e eficazes, transformando a vida de pessoas com deficiência ao proporcionar-lhes maior liberdade e controle sobre seu ambiente.

## **2. TRABALHOS RELACIONADOS**

Durante as pesquisas, foram encontrados dispositivos avançados voltados à assistência de pessoas com deficiência visual. Um exemplo notável é o OrCam MyEye 3 Pro, de origem israelense. Este é um dispositivo acoplável aos óculos que oferece uma variedade de recursos avançados: leitura de texto, reconhecimento de cores, reconhecimento de produtos, reconhecimento facial e identificação de notas de dinheiro. Além disso, o dispositivo é capaz de fornecer informações sobre data e hora. Com a introdução de tecnologia de inteligência

artificial, o OrCam MyEye 3 Pro facilita significativamente a interação diária dos usuários, melhorando sua autonomia e independência (ORCAM, 2023).

Outro produto encontrado foi o WeWalk na área de mobilidade. O WeWalk Smart Cane 2. Esta bengala inteligente é equipada com um sensor ultrassônico que alerta para obstáculos aéreos e oferece conectividade aprimorada com a internet para suporte à navegação por mapas virtuais (WEWALK, 2023). Além disso, o dispositivo agora vem com um assistente de voz inteligente e conectividade Bluetooth, permitindo uma experiência de navegação mãos-livres e eficiente. Este modelo também está integrado com assistentes de voz populares como Google Maps<sup>1</sup> e Amazon Alexa<sup>2</sup>, proporcionando uma solução de mobilidade altamente acessível e tecnologicamente avançada para pessoas com deficiência visual.

Outro sistema inovador identificado na pesquisa para melhorar a mobilidade de pessoas com deficiência visual é o sistema de orientação assistiva para deficientes visuais descrito por Duarte et al. (2020). Esse sistema visa enfrentar as dificuldades diárias no deslocamento urbano por meio de um par de óculos equipados com microfone, fones de ouvido e sensores ópticos. O software associado realiza a análise de dados para localização no ambiente, descrição de rotas, detecção de obstáculos e reconhecimento de caracteres. Desenvolvido em Python, o sistema utiliza as bibliotecas OpenCV e Scikit-image para processamento de imagem e fornece orientação ao usuário por meio de síntese vocal. Esse recurso utiliza a planta do local para identificar a posição do usuário e os obstáculos ao seu redor, oferecendo um suporte de navegação contínuo e preciso.

Assim como o Sistema de Detecção Ultrassônica para Navegação Assistida proposto por Agarwal et al. (2017), que integra um par de óculos com um módulo de detecção de obstáculos localizado no centro, nosso protótipo inclui um sistema de detecção com sensores ultrassônicos. O dispositivo de Agarwal et al. (2017) conta com uma unidade de processamento dedicada ao controle e processamento dos dados dos sensores, além de uma unidade de saída composta por um circuito de alerta. No entanto, nosso trabalho difere na forma como o feedback

---

<sup>1</sup> Google Maps: Serviço de mapeamento desenvolvido pelo Google que oferece imagens de satélite, mapas, rotas para viagem e informações de tráfego em tempo real.

<sup>2</sup> Amazon Alexa: Assistente virtual desenvolvida pela Amazon, capaz de realizar diversas tarefas por comandos de voz, como fornecer informações, controlar dispositivos inteligentes e tocar músicas.

é fornecido ao usuário, pois propomos o uso de uma aplicação Android para esse fim, tornando o dispositivo mais discreto e leve para o usuário.

Por fim, outro trabalho semelhante na área é o SoundSee, dispositivo desenvolvido pela Universidade de São Paulo (BERNARDES, 2016). O dispositivo também faz uso de uma localização por meio de ultrassom para o mapeamento do ambiente, tendo foco bem específico e necessitando de outros dispositivos para tarefas visuais. Este trabalho visa integrar o melhor das tecnologias pesquisadas, em um dispositivo que esteja ao alcance financeiro dos usuários.

Tabela 1 – Análise comparativa entre trabalhos relacionados e este trabalho

Trabalho	Sensor de Detecção	Detecção de Objetos por Câmeras	Assistente Pessoal	Feedback do Sistema	Detecção de Luz no ambiente
OrCam MyEye 3 Pro	Não	Sim	Não	Orientação vocal por sintetizador	Não
WeWalk Smart Cane 2	Ultrassônico	Não	Sim	Voz via assistente virtual	Não
DUARTE et al. (2020)	Sensores ópticos	Sim	Sim	Orientação vocal	Não
Agarwal et al. (2017)	Ultrassônico	Não	Não	Buzzer	Não
Bernardes (2016)	Ultrassônico	Não	Não	Necessário outros dispositivos	Não
Este Trabalho	Ultrassônico	Sim	Sim	Orientação vocal por sintetizador	Sim

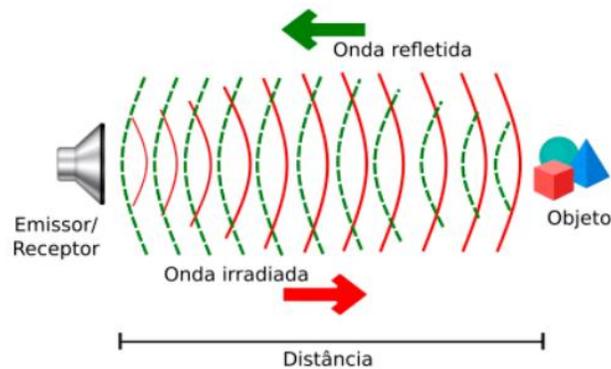
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

### 3. SENSORES

#### 3.1 SENSORES ULTRASSÔNICOS

O termo ultrassom é empregado para definir ondas acústicas com frequência superior à capacidade audível do ser humano, ou seja, acima 20.000 Hertz (Webster, 1999). Também conhecidas como sinais ultrassônicos, as ondas acústicas inaudíveis são captadas por meio de transdutores, os quais, em função da ressonância, convertem energia acústica em elétrica e vice-versa (THOMAZINI, 2005).

Figura 1 — Funcionamento do sensor ultrassônico.



Fonte: Blog Autocore (Adaptado, 2017).

### 3.1.1 FUNCIONAMENTO DOS TRANSDUTORES ULTRASSÔNICOS

1. **Emissão de Ondas Ultrassônicas:** O sensor aciona o transmissor ultrassônico, que emite uma explosão de ondas sonoras ultrassônicas.
2. **Viagem e Reflexão de Ondas:** As ondas sonoras viajam pelo ar até atingirem um objeto. Quando encontram um objeto, elas ricocheteiam de volta em direção ao sensor.
3. **Recepção de Eco:** As ondas sonoras refletidas, ou “ecos”, são então detectadas pelo receptor ultrassônico.
4. **Cálculo de Tempo:** O sensor mede o tempo que levou para as ondas sonoras viajarem até o objeto e voltarem. Isso é frequentemente chamado de “Tempo de Voo”.
5. **Cálculo de Distância:** Conforme Halliday, Resnick e Walker (2010), "a distância até um objeto pode ser calculada utilizando a velocidade do som e o tempo que a onda sonora leva para viajar até o objeto e retornar ao sensor. A fórmula utilizada é

$$\text{Distância(m)} = \frac{\text{Velocidade do som (m/s)} \times \text{Tempo(s)}}{2}$$

Onde velocidade do som no ar é de (aproximadamente 343 m/s em condições normais). O tempo medido pelo sensor ultrassônico corresponde à **viagem de ida e volta** da onda sonora."

A divisão por 2 é necessária porque a onda sonora teve que viajar até o objeto e depois voltar, então a distância total é o dobro da distância até o objeto. Sensores ultrassônicos são usados em uma ampla variedade de aplicações, incluindo robótica (para detecção e prevenção de obstáculos), detecção de nível (para detectar o nível de líquidos em um tanque) e até mesmo em algumas tecnologias de assistência ao estacionamento em carros, entre outras.

Figura 2 — Transdutor AJ-SR04M



(Fonte: **CHAHAB EL DINE**, 2019).

### 3.2 SENSOR DE POSIÇÃO

De acordo com a Invensense (2013)

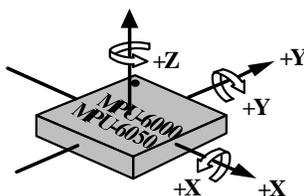
O módulo MPU-6050 combina em um único invólucro um acelerômetro e um giroscópio de alta precisão com tecnologia MEMS. O módulo oferece suporte a seis eixos no total, sendo três para o acelerômetro e três para o giroscópio. Uma característica importante do MPU-6050 é o recurso interno chamado DMP (Digital Motion Processor). Esse recurso permite que o módulo processe internamente o algoritmo de detecção de movimento, aliviando o microcontrolador dessa tarefa e otimizando o desempenho do sistema. (Invensense, 2013)

Utilizando o MPU-6050 para monitorar os movimentos da cabeça de uma pessoa. O objetivo era detectar quando os eixos do sensor ultrapassavam determinados ângulos pré-definidos. Quando isso ocorria, o sistema automaticamente recalibrava outros sensores conectados, garantindo maior precisão nas medições.

Essas medidas são cruciais para detectar a taxa de rotação do dispositivo em cada um dos três eixos, o que é útil em aplicações que exigem monitoramento de orientação. Para a captura dos

movimentos da cabeça do usuário, utilizou-se o módulo MPU6050, mostrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 — Eixos do Módulo Acelerômetro e Giroscópio MPU 6050 X, Y e Z



(Fonte: Invensense, 2013)

Outra característica importante é que o MPU-6050 possui conversores internos A/D de 16 bits de resolução para cada canal. Dessa forma, todos os sinais podem ser amostrados ao mesmo tempo. Internamente, há um buffer FIFO de 1024 bytes, no qual os valores podem ser armazenados e depois lidos, conforme configuração desejada. Além disso, o MPU-6050 dispõe de um sensor de temperatura interno que permite medidas de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A interface de comunicação que ele usa para o sistema é a I2C.

### 3.3 RESISTOR DEPENDENTE DE LUZ

#### Princípio de Operação:

1. **Fotocondutividade:** Quando a luz incide sobre o material do LDR, os fótons excitam os elétrons, diminuindo a resistência.
2. **Resistência Variável:** Em ambientes escuros, a resistência é alta; em ambientes iluminados, a resistência é baixa.

Figura 4 — Módulo sensor de luminosidade LDR HW-072 é utilizado para medir a intensidade da luz ambiente.



Fonte: USINAINFO

O módulo acima conta com alguns componentes, como o LM393, que, de acordo com a Texas Instruments (2023):

O LM393 é um comparador de tensão dual de baixo consumo de energia, projetado para uso em uma ampla gama de aplicações. O comparador possui saídas de coletor aberto, permitindo a implementação de lógica de fio-AND. Este dispositivo é ideal para aplicações de controle de tensão e sistemas de monitoramento. (TEXAS INSTRUMENTS (2023))

No módulo sensor de luminosidade, como o LDR HW-072, o trimpot é usado para ajustar o ponto de disparo para a detecção de luz. Ao girar o trimpot, você pode definir o nível de sensibilidade do sensor, permitindo que ele reaja a diferentes níveis de luminosidade. Isso é crucial para aplicações onde é necessário um ajuste fino da resposta do sensor às mudanças na intensidade da luz ambiente.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

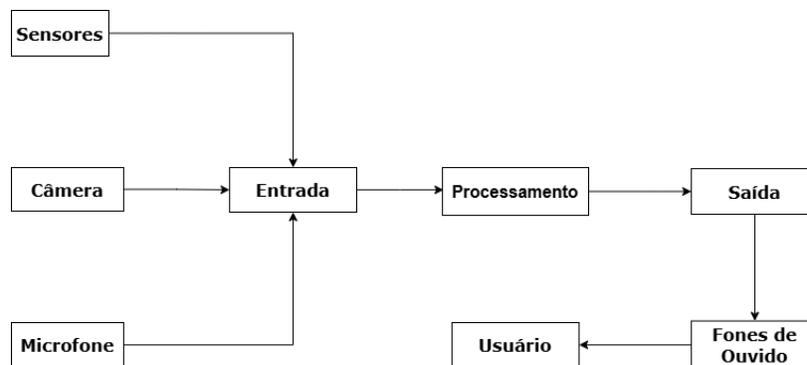
O protótipo do hardware desenvolvido utiliza uma câmera Raspberry Pi Camera Module 3 e um fone estéreo com suporte bluetooth. A câmera foi acoplada e fixada em um par de óculos. Como dispositivo de processamento de dados, foi utilizado um Raspberry Pi 3 Model B, com as seguintes configurações: Sistema Operacional RaspMaxn (Raspberry Pi OS), processador Broadcom BCM2837, CPU quad-core ARM Cortex-A53 de 1,2 GHz, 1 GB de RAM e um cartão microSD como dispositivo de armazenamento padrão.

A apresentação do fluxograma do sistema desenvolvido foi dividida em duas partes, (Conforme a figura 5 abaixo), a parte física do sistema se divide em dispositivos de entrada,

processamento e saída de dados. O sistema de entrada e saída de dados são os responsáveis pela comunicação com o usuário e o ambiente, o que se torna possível através de um dispositivo de processamento capaz de relacionar as interações através de um circuito eletrônico.

## FÍSICO

Figura 5 — Parte física do sistema.

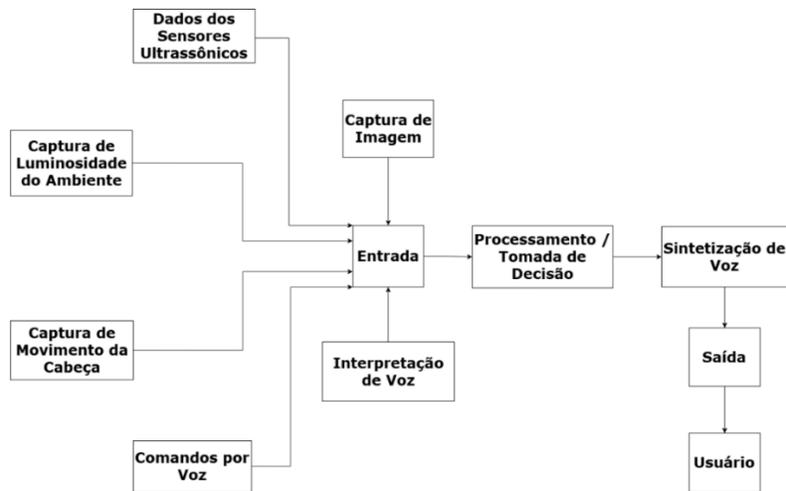


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A parte lógica do sistema (conf. fig.6) se encarrega de interpretar os sinais vindos do ambiente a ser reconhecido, realizando a conversão destes dados em sinais de áudio que fazem a interação com o usuário. É ele quem traduzirá e guiará o usuário de forma eficiente e segura. Nele é aplicado o conceito de inteligência artificial, sendo ele capaz de definir o melhor caminho, assim como interpretar a intenção de quem utilizará. Ele é toda a lógica envolvida para a realização do reconhecimento e comunicação.

## LÓGICO

Figura 6 — Parte lógica do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

## 4.1 SENSOR DE DETECÇÃO ULTRASSÔNICOS

Sensores ultrassônicos são frequentemente utilizados na medição de distâncias e detecção de obstáculos, sejam em estado físico líquido ou sólido. Estes sensores são capazes de detectar objetos, tais como metal, madeira, concreto, plásticos, produto à base de borracha, e objetos transparentes. Diferente dos sensores infravermelho, sensores ultrassônicos não necessitam de informações acerca das propriedades das superfícies dos objetos (THOMAZINI, 2005).

A distância detectada por um sistema de mapeamento tridimensional é baseada no tempo de propagação de um pulso ultrassônico. Para medir esta distância, o transdutor emite um sinal em uma frequência específica. Então, o módulo de alcance mede o tempo que leva para o pulso sônico refletido retornar ao transmissor. Ainda, o tempo total de medição é estendido pela latência eletrônica (isto é, o tempo necessário para iniciar e interromper a vibração da membrana do componente oscilador) e pelo processamento computacional. Por causa disso, um erro relativamente típico de medição especificado pelos fabricantes de sistemas de medição sonoros é em torno de 1% (ANDREEV; TARASOVA, 2018).

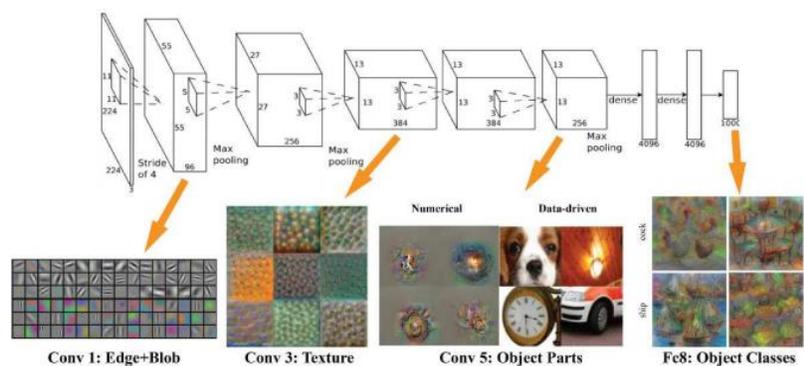
## 4.2 DETECÇÃO DE OBJETOS

As redes neurais revolucionaram a inteligência artificial, especialmente no reconhecimento de imagens, mas equilibrar precisão e desempenho é um desafio em dispositivos com baixa capacidade computacional. Para esses cenários, a Google desenvolveu a MobileNetV2 (SANDLER, 2018), uma arquitetura eficiente para detecção de múltiplos objetos, frequentemente combinada com redes como SSD Multibox (LIU, 2016).

A técnica de Transfer Learning aumenta ainda mais a eficiência. WEST et al. (2007) explicam que ela reaproveita conhecimento de uma rede pré-treinada para tarefas semelhantes, simplificando o treinamento ao ajustar apenas as camadas finais. SORIA et al. (2009) destacam que as primeiras camadas capturam características gerais, reutilizáveis em diversas aplicações, como transferir o aprendizado de identificar carros para caminhões.

Ferramentas como o OpenCV complementam esse processo ao realizar pré-processamento de imagens, como detecção de bordas e manipulação de cores. Ao combinar o OpenCV, a MobileNetV2 e o Transfer Learning, é possível criar sistemas precisos e otimizados mesmo em dispositivos limitados.

Figura 7 — Camadas de uma rede neural.



Fonte: (BINAYKIYA, 2024)

### 4.3 “MAX” A ASSISTENTE VIRTUAL

Para pessoas cegas, a audição é essencial para perceber o mundo, demandando interfaces bem adaptadas. Desenvolvemos um assistente virtual que utiliza comandos de voz

em linguagem natural, simulando conversas humanas. Caso o usuário não escolha um nome, o assistente será chamado de Max, proporcionando uma interação acessível e fluida.

A lógica de reconhecimento de fala foi implementada com a biblioteca Vosk, sem depender de ferramentas externas como Snowboy. O sistema captura áudio continuamente, processa os dados localmente e transcreve em tempo real. A palavra-chave de ativação é definida interativamente: o sistema compara dois comandos consecutivos e confirma quando são idênticos. Caso sejam diferentes, solicita nova tentativa com feedback em voz alta.

O Vosk Speech Recognition Toolkit (ALPHACEPHEI, 2024) também foi usado para criar a lógica de hotword, ativando o assistente com palavras-chave como “Max”. Assim como “Ok Google” ou “Hey Siri!”, esse recurso facilita a interação por voz, acionando funções específicas de forma prática e dinâmica.

#### **4.4 FEEDBACK DO SISTEMA**

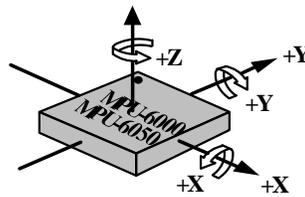
A biblioteca Pygame, amplamente usada no desenvolvimento de jogos em Python, oferece funcionalidades robustas para gráficos, interação e manipulação de áudio. Seu módulo de mixagem de áudio permite carregar e reproduzir arquivos nos formatos .wav, .mp3 e .ogg, enriquecendo jogos e aplicativos interativos com sons e trilhas sonoras (PYGAME, 2024).

Neste projeto, o Pygame foi integrado ao Vosk para criar um sistema eficiente de reconhecimento de fala offline, ideal para dispositivos leves, como o Raspberry Pi. O Vosk processa a fala em tempo real, simulando uma interação fluida entre máquina e usuário. Após a transcrição do comando pelo Vosk, o Pygame reproduz a resposta apropriada, utilizando seu módulo de áudio para uma gestão eficaz e intuitiva dos sons.

#### **4.5 MONITORAMENTO DO MOVIMENTO DA CABEÇA**

Para a captura dos movimentos da cabeça do usuário, utilizou-se o módulo MPU6050, conforme ilustrado na Figura 8 abaixo. O acelerômetro do MPU6050 mede a aceleração linear nos eixos X, Y e Z. A aceleração corresponde à taxa de variação da velocidade, sendo medida em metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ). Abaixo, uma descrição de como funcionam os eixos do acelerômetro:

Figura 8 — Eixos do Módulo Acelerômetro e Giroscópio MPU 6050 X, Y e Z



(Fonte: Invensense, 2013)

- **Eixo X:** Medição da aceleração para frente e para trás.
- **Eixo Y:** Medição da aceleração para a esquerda e para a direita.
- **Eixo Z:** Medição da aceleração para cima e para baixo.

Essas medições permitem detectar a orientação e o movimento do dispositivo. Por exemplo, se o dispositivo estiver inclinado, o acelerômetro detectará uma componente da aceleração da gravidade nos eixos X, Y e Z. Com o monitoramento do sensor MPU6050, é possível recalibrar os sensores de detecção com base no movimento da cabeça, reduzindo a ocorrência de falsos positivos.

#### 4.6 DETECÇÃO DE LUZ NO AMBIENTE

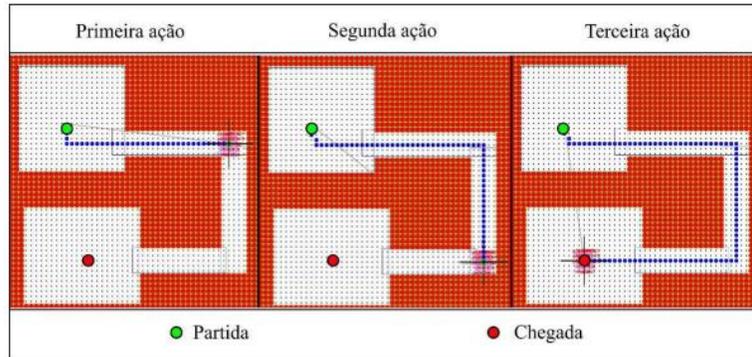
O LDR (resistor dependente de luz) é um sensor que altera sua resistência conforme a intensidade da luz incidente. Composto por um material semicondutor fotossensível, como sulfeto de cádmio (CdS) Segundo a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, [sd]):

Um semicondutor fotossensível, como o sulfeto de cádmio (CdS), também é conhecido como célula fotocondutiva ou fotoresistência. Sua resistência varia com a intensidade da luz de acordo com a pesquisa  $R = CLa$ , onde L é a luminosidade em Lux, e C e a são constantes do material. Ao ser iluminado, a resistência diminui porque a energia luminosa excita elétrons da camada de valência para a de condução, aumentando o número de elétrons livres e reduzindo a resistência. (UFRJ, [sd])

Segundo (TEDC, 1998) o LDR não tem a mesma sensibilidade para cada comprimento de onda da luz que incide sobre ele (ou seja, cor).

## 6. RESULTADOS

Figura 9 — Detecção de obstáculos e decisão de rotas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O algoritmo desenvolvido para a detecção de obstáculos com o sensor ultrassônico, demonstrado na Figura 9, apresentou o desempenho esperado em testes iniciais realizados em plantas simples de dois a três cômodos. Na Figura 8, o ponto de partida no primeiro cômodo é destacado em verde, enquanto o ponto de chegada no segundo cômodo é indicado em vermelho. A trajetória traçada em azul pelo software representa a rota que o usuário deve seguir para atingir o objetivo. Além da detecção de obstáculos, os sensores ultrassônicos também verificam se o piso está nivelado, prevenindo acidentes causados por buracos ou elevações no solo.

Figura 10 — Detecção de objetos



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A detecção de objetos identificou múltiplos corpos em diferentes distâncias de forma rápida e eficiente, considerando as limitações de capacidade computacional. A Figura 10 apresenta um teste do algoritmo, que alcançou, em média, uma taxa de atualização de 3,1 quadros por segundo com o hardware utilizado no projeto. Apesar do processamento limitado, esse desempenho é considerado aceitável para um sistema embarcado.

## **6. CONCLUSÃO**

Este trabalho apresentou o Vision Spec, um dispositivo inovador projetado para oferecer suporte a pessoas com deficiência visual, integrando comandos de voz e síntese vocal para proporcionar interações naturais e intuitivas. O sistema foi desenvolvido com o objetivo de promover maior autonomia, segurança e qualidade de vida, permitindo que os usuários realizem suas atividades diárias de forma independente.

A integração de tecnologias como visão computacional, inteligência artificial, redes neurais e sensores externos resultou em um sistema embarcado capaz de processar informações em tempo real. O dispositivo utiliza sensores para estimar distâncias e indicar direções seguras, ajudando a evitar colisões com paredes, objetos ou pessoas. Segundo o IBGE, 3,5% da população brasileira apresenta deficiência visual, o que torna soluções como o Vision Spec essenciais para melhorar a inclusão e a mobilidade dessa parcela da sociedade.

Os resultados alcançados neste trabalho indicam que o projeto está avançando no desenvolvimento de uma solução prática e funcional. Além de contribuir diretamente para a independência das pessoas com deficiência visual, o Vision Spec se apresenta como uma alternativa tecnológica viável, que integra diversas ferramentas e algoritmos específicos para atender a necessidades reais.

Espera-se que este trabalho incentive futuras pesquisas e investimentos em ciência e tecnologia, possibilitando o aprimoramento de soluções ainda mais abrangentes e inovadoras. O Vision Spec não apenas reforça a importância da tecnologia assistiva, mas também demonstra que é possível criar dispositivos compactos, eficientes e acessíveis para transformar a vida de quem mais precisa.

## **PRÓXIMOS PASSOS**

Figura 11 – Protótipo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Dando continuidade ao desenvolvimento do sistema, os próximos passos focarão em duas frentes principais: a evolução do hardware e a validação prática com usuários. No aspecto técnico, pretende-se aprimorar o desempenho dos sensores ultrassônicos, garantindo maior precisão nas medições de distância e maior rapidez no processamento embarcado, além de explorar alternativas para a integração de novos componentes que possam potencializar a detecção de obstáculos.

Paralelamente, serão conduzidos testes em ambientes controlados e reais com a participação de usuários deficientes visuais. Esses testes têm como objetivo não apenas validar a eficácia do sistema em identificar e sinalizar obstáculos à direita e à esquerda, mas também coletar feedback direto dos usuários sobre a usabilidade, conforto e confiabilidade do dispositivo. As informações obtidas serão fundamentais para refinar tanto o software quanto o hardware, assegurando que o sistema atenda às necessidades práticas do público-alvo e se aproxime cada vez mais de uma solução eficiente e acessível.

## **REFERÊNCIAS**

AGARWAL, Rohit et al. **Low cost ultrasonic smart glasses for blind**. In: 2017 8th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON). [S.l]: IEEE, 2017. p. 210-213.

ALPHACEPHEI. **Vosk Speech Recognition Toolkit**. Disponível em: <<https://alphacephei.com/vosk/>>. Acesso em: set. 2024.

ALYAS, Mohammed; SHAMA, Shreyash; ERRARHEB, Mohammed; REDA, Youssef; AGIEZ, Youssef; ZIONG, Zingguo. **Low-cost Arduino-Based Ultrasonic Radar System**. University of Bridgeport. Bridgeport. Disponível em: <[https://scholarworks.bridgeport.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/2226/1612-Ultrasonic\\_Radar\\_poster.ppt\\_%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scholarworks.bridgeport.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/2226/1612-Ultrasonic_Radar_poster.ppt_%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: set. 2024.

ANDREEV, Victor; TARASOVA, Victoria. **Identification of the obstacle shape using the ultrasonic module of modular mobile robot**. International Symposium On Intelligent Manufacturing And Automation. 2018.

BERNARDES, Júlio et al. **Sistema ajuda portador de deficiência visual a se locomover**. 2016. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a16v37n09/16370920.html>>. Acesso em: jul. 2024.

BINAYKIYA, Tanmay. **Scene Classification**. Disponível em: <https://tanmaybinaykiya.github.io/scene-classification>. Acesso em: set. 2024.

BLOG MASTERWALKER SHOP. **Como usar com Arduino fototransistor sensor LDR 5mm luz uno mega 2560 nano leonardo**. Disponível em: <[https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/06/img00\\_como\\_usar\\_com\\_arduino\\_fotoresistor\\_sensor\\_ldr\\_5mm\\_luz\\_uno\\_mega\\_2560\\_nano\\_leonardo.png](https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/06/img00_como_usar_com_arduino_fotoresistor_sensor_ldr_5mm_luz_uno_mega_2560_nano_leonardo.png)>. Acesso em: jul. 2024.

CHAHAB EL DINE, Maha. **AJ-SR04M Distance Measuring Transducer Sensor User Manual. Modelo: AJ-SR04M**, 2019. Disponível em: <<https://mantech.co.za/Datasheets/Products/AJSR04M-200925A.pdf>>. Acesso em: jul. 2024.

CHAKRABARTY, Prithvijit; LOVEKAR, Kartik. **An ultrasonic 3D scanner**. 2017. Disponível em: <[https://prithvijc.pythonanywhere.com/static/3D\\_SCANNER.pdf](https://prithvijc.pythonanywhere.com/static/3D_SCANNER.pdf)>. Acesso em: set. 2024.

DUARTE, Diego Antônio Amâncio et al. **Sistema de auxílio na locomoção de deficientes visuais**. Scientia Prima, v. 6, n. 1, p. 98-116, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2

**HOW2ELECTRONICS. How2Electronics JSN-SR04T Waterproof Ultrasonic Sensor with Arduino Guide.** 2023. Disponível em: <<https://how2electronics.com/jsn-sr04t-waterproof-ultrasonic-sensor-with-arduino-guide/>>. Acesso em: jul.2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jul. 2024.

INVENSENSE. 2013. **MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification**, Revision 3.4. Sunnyvale, United States of America.

LDR. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/LDR>>. Acesso em: jul. 2024.

LIU, W. et al. **SSD: Single shot multibox detector.** arXiv 2016. Disponível em: Acesso em: fev. 2020.

OPENCV. **Object Tracking: 2017a.** Disponível em: <<https://www.opencv.org/>>. Acesso em set. 2024.

ORCAM. **OrCam MyEye 3 pro Uma tecnologia de visão revolucionária.** 2023. Disponível em: <<https://www.orcam.com/pt/myeye-3-pro/>>. Acesso em jul. 2024.

PYGAME. News. **Pygame.** Disponível em: <https://www.pygame.org/news>. Acesso em: 20 set. 2024.

MARTIN, C. C. **Ultrassom.** Editora Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção, 1ª edição, São Paulo, 2012.

SANDLER, Mark et al. **MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks.** In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018. p. 4510-4520. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1801.04381>. Acesso em: set. 2024.

SORIA, Eliana; OLIVEIRA, Luciana; FREITAS, Nilo. **Transfer Learning: uma abordagem para a reutilização de conhecimento em sistemas inteligentes.** Anais do Workshop de Aprendizado de Máquina e Aplicações, 2009. p. 1-10.

SPARKFUN. **Trimpot Basics.** Disponível em: <<https://learn.sparkfun.com/tutorials/trimpot-basics/all>>. Acesso em: jul. 2024.

TEDC. **Technical Education Development Center.** 1998. Disponível em: <<https://www.tedc.org/>>. Acesso em: jul. 2024.

TEXAS INSTRUMENTS.2023. **LM393 Low Power Dual Voltage Comparator.** Disponível em: <<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm393.pdf>>. Acesso em: jul. 2024.

THOMAZINI, Daniel; **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações.** 8ª Ed. Editora Érica. 2018.

UFRJ. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. LDR - **Light Dependent Resistor**. GTA UFRJ, [s.d.]. Disponível em:

<[https://www.gta.ufrj.br/grad/01\\_1/contador555/ldr.htm](https://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/contador555/ldr.htm)>. Acesso em: jul. 2024.

USINAINFO. **Módulo sensor de luminosidade LDR HW-072 para Arduino e ESP32**.

Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-luminosidade/modulo-sensor-de-luminosidade-ldr-hw-072-para-arduino-e-esp32-2539.html>>. Acesso em: jul. 2024.

WEST, J; VENTURA, D; WARNICK, S. **Spring Research Presentation: A Theoretical Foundation for Inductive Transfer**. Brigham Young University, College of Physical and Mathematical Sciences, 2007.

WEWALK. **WeWALK Smart Cane2**. Disponível em: <<https://wewalk.io/>>. Acesso em: jul. 2024.

WIKIMEDIA COMMONS.2005. **Sonar Principle pt-BR** Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sonar\\_Principle\\_pt-BR.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Sonar_Principle_pt-BR.svg)>. Acesso em: jul. 2024.