

# **PESQUISA DE TECNOLOGIAS PARA AVALIAR A VIABILIDADE E MÉTODOS PARA A CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE ÓCULOS PARA INTERAÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS COM O MUNDO**

Bryan Charles Diniz (UniCesumar) E-mail: [bryancharlesdnz@gmail.com](mailto:bryancharlesdnz@gmail.com)  
Marcos Monteiro Junior (UniCesumar) E-mail: [marcos.monteirojr@gmail.com](mailto:marcos.monteirojr@gmail.com)

**Resumo:** Este artigo descreve o desenvolvimento de um protótipo de óculos assistivos voltados para pessoas com deficiência visual, com ênfase na acessibilidade e viabilidade econômica. O objetivo principal é integrar tecnologias de reconhecimento de imagem e transcrição em áudio, utilizando componentes acessíveis e bibliotecas open-source. A relevância da pesquisa é evidenciada pela alta prevalência de deficiência visual no Brasil, onde o acesso a dispositivos como OrCam MyEye e Envision Glasses é restrito devido ao custo elevado, excluindo uma parte considerável da população que poderia se beneficiar dessas soluções inovadoras. A metodologia adotada inclui a análise de tecnologias assistivas existentes, o uso de softwares open-source para conversão de informações visuais em áudio, e a construção de hardware com foco em ergonomia e funcionalidade. O protótipo desenvolvido visa proporcionar maior autonomia aos usuários, além de fomentar um debate mais amplo sobre inclusão social. Este estudo tem como objetivo servir de guia técnico para a futura prototipagem do dispositivo, oferecendo diretrizes claras sobre os componentes, softwares e processos necessários para o desenvolvimento de soluções assistivas acessíveis. Ao final, busca-se contribuir de forma significativa para a melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência visual, promovendo maior equidade em um cenário tecnológico em constante evolução.

**Palavras-chave:** Óculos Assistivos; Deficiência Visual; Tecnologias Acessíveis; Inclusão Social; Reconhecimento de Imagem.

## **TECHNOLOGY RESEARCH TO ASSESS THE FEASIBILITY AND METHODS FOR CREATING A PROTOTYPE GLASSES FOR THE VISUALLY IMPAIRED TO INTERACT WITH THE WORLD**

**Abstract:** This article describes the development of a prototype of assistive glasses for visually impaired people, with an emphasis on accessibility and economic viability. The main objective is to integrate image recognition and audio transcription technologies, using accessible components and open-source libraries. The relevance of the research is evidenced by the high prevalence of visual impairment in Brazil, where access to devices such as OrCam MyEye and Envision Glasses is restricted due to the high cost, excluding a considerable part of the population that could benefit from these innovative solutions. The methodology adopted includes the analysis of existing assistive technologies, the use of open-source software to convert visual information into audio, and the construction of hardware with a focus on ergonomics and functionality. The prototype developed aims to provide users with greater autonomy, as well as fostering a broader debate on social inclusion. This study aims to serve as a technical guide for the future prototyping of the device, offering clear guidelines on the components, software and processes required for the development of accessible assistive solutions. In the end, the aim is to make a significant contribution to improving the quality of life of people with visual impairments, promoting greater equity in a constantly evolving technological landscape.

**Keywords:** Assistive Glasses; Visual Impairment; Accessible Technologies; Social Inclusion; Image Recognition.

## **1. Introdução**

As novas tecnologias têm proporcionado avanços significativos em diversas áreas, como medicina, educação e engenharia, além de impulsionar o desenvolvimento de soluções para inclusão social (Bärwaldt, 2008). No contexto da deficiência visual, as tecnologias assistivas desempenham um papel crucial ao oferecer maior autonomia e acessibilidade para pessoas com limitações visuais severas. Dispositivos como o Orcam MyEye e o Envision Glasses têm revolucionado o mercado, auxiliando na leitura, reconhecimento de objetos e interação com o ambiente. No entanto, o alto custo desses dispositivos torna-os inacessíveis para grande parte da população, especialmente em países com elevados índices de desigualdade social, como o Brasil. De acordo com o IBGE (2010), o Brasil possui cerca de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, das quais 1,5 milhão são totalmente cegas. Para esses indivíduos, o acesso a tecnologias assistivas pode significar uma melhoria significativa na qualidade de vida, permitindo uma participação mais ativa na sociedade.

Diante desse cenário, a proposta deste projeto é explorar alternativas tecnológicas acessíveis, com foco no desenvolvimento de um protótipo de óculos assistivos de baixo custo. Utilizando bibliotecas de código aberto e soluções de hardware viáveis, o objetivo é criar um produto que, apesar do custo reduzido, não comprometa a eficiência e funcionalidade dos dispositivos existentes no mercado. Além de fomentar a inclusão social, o projeto visa contribuir para o avanço de novas tecnologias voltadas à acessibilidade, explorando, por exemplo, o uso de inteligência artificial (IA) e sistemas de reconhecimento de imagem para proporcionar uma interação mais natural e intuitiva com o ambiente.

Assim, o trabalho propõe não apenas uma inovação no desenvolvimento de tecnologias assistivas, mas também uma solução viável para um dos maiores obstáculos ao acesso: o alto custo. A expectativa é que, ao final do projeto, seja possível apresentar um protótipo funcional a um custo significativamente reduzido, promovendo a inclusão de pessoas com deficiência visual em uma sociedade cada vez mais digital e tecnologicamente avançada.

## **2. Justificativa**

A crescente prevalência da deficiência visual no Brasil e no mundo, como evidenciado pelos dados do IBGE e da OMS, ressalta a urgência de soluções que garantam a acessibilidade e a inclusão dessa população. A deficiência visual, que pode variar desde a baixa visão até a cegueira total, exige uma abordagem sensível e abrangente para atender às necessidades específicas de cada indivíduo (MIRANDA, TAMARIZ, 2021). Nesse sentido, a implementação de tecnologias assistivas se torna essencial para garantir a autonomia e inclusão social. No entanto, as barreiras financeiras ainda constituem um dos principais obstáculos para a adoção dessas tecnologias. Produtos como o Orcam MyEye e o Envision Glasses, apesar de eficazes, apresentam custos proibitivos, excluindo grande parte da população que poderia se beneficiar de suas funcionalidades.

Considerando o exposto, o presente projeto tem como objetivo planejar a prototipação de um dispositivo assistivo acessível, utilizando tecnologias de código aberto e componentes de baixo custo. Busca-se, com isso, atender à demanda por soluções assistivas sem comprometer a qualidade e funcionalidade dos dispositivos existentes no mercado, além de fomentar um debate sobre a inclusão social. Espera-se que os resultados deste projeto

possam contribuir para a criação de um protótipo que melhore a qualidade de vida de milhões de pessoas com deficiência visual, respeitando suas necessidades e promovendo maior equidade em um mundo em constante evolução tecnológica.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo geral**

Planejar a prototipação de um dispositivo assistivo, no formato de óculos, que integre tecnologias de reconhecimento de imagem e transcrição em áudio, visando proporcionar maior acessibilidade e autonomia para pessoas com baixa visão ou cegueira, levando em consideração a viabilidade econômica dos componentes a serem utilizados.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Levantar tecnologias assistivas existentes para deficientes visuais, identificando funcionalidades e limitações;
- Explorar software com bibliotecas open source para análise de imagens e inteligência artificial, convertendo informações visuais em áudio;
- Avaliar a construção de hardware, considerando ergonomia e integração entre componentes;
- Estabelecer protocolos de comunicação para conexão eficiente entre software e hardware;
- Estruturar diretrizes para o desenvolvimento de um sistema que processe dados visuais e os converta em informações auditivas, facilitando o acesso a tecnologias assistivas de baixo custo.

### **4. Levantamento de tecnologias assistivas existentes**

A acessibilidade para pessoas com deficiência visual tem se tornado uma área de inovação tecnológica crescente, com diversas soluções sendo desenvolvidas para facilitar a interação dessas pessoas com o mundo ao seu redor. Entre as principais tecnologias assistivas voltadas para essa população, destacam-se produtos que utilizam inteligência artificial, visão computacional e outras inovações para fornecer informações em tempo real sobre o ambiente. Neste levantamento, serão apresentados alguns dos produtos mais relevantes e uma análise de suas principais características, pontos fortes e limitações.

#### **4.1 Análise de produtos e soluções disponíveis**

Uma das tecnologias mais conhecidas no mercado é o OrCam MyEye, um dispositivo compacto que se prende aos óculos e utiliza uma câmera inteligente para identificar textos, objetos e rostos. Ao capturar uma imagem, o OrCam processa as informações e as converte em áudio, que é transmitido ao usuário em tempo real por meio de um alto-falante discreto. Esse dispositivo se destaca por sua facilidade de uso e pela capacidade de operar sem necessidade de conexão à internet, garantindo maior privacidade ao usuário. Contudo, seu custo elevado pode ser um empecilho para grande parte da população que poderia se beneficiar desse tipo de tecnologia.

A tecnologia OrCam MyEye apresenta um conjunto de características essenciais que o configuram como uma ferramenta significativa para indivíduos com deficiência visual. Em primeiro lugar, a funcionalidade de leitura de texto é aprimorada por meio de um sistema de mira a laser, que captura e lê textos em tempo real, abrangendo materiais como livros, menus, placas e telas de dispositivos eletrônicos. Ademais, o dispositivo incorpora

a tecnologia de reconhecimento facial, permitindo ao usuário identificar pessoas presentes em seu entorno, o que favorece uma interação social mais rica e dinâmica. Outra característica relevante é a capacidade de identificação de produtos; o OrCam é capaz de reconhecer instantaneamente itens de consumo e ler códigos de barras, o que simplifica o processo de compras e a organização de pertences pessoais. Além disso, o dispositivo facilita o reconhecimento de notas de dinheiro, identificando e informando o valor das cédulas, contribuindo para transações financeiras mais autônomas. Por fim, a funcionalidade de identificação de cores permite ao usuário reconhecer as cores de superfícies, como roupas ou objetos, auxiliando na seleção de combinações apropriadas.

Outro exemplo relevante é o Envision Glasses, que também utiliza uma câmera para interpretar o ambiente e fornecer descrições auditivas em tempo real. Ele é integrado a assistentes de voz, pode ler textos impressos e digitais em diferentes idiomas e se sobressai pela sua versatilidade. No entanto, assim como o OrCam, o custo elevado desses óculos é um fator limitante, afastando-os de um público que poderia se beneficiar significativamente dessa tecnologia.

Os principais recursos do Evision incluem uma gama abrangente de funcionalidades que visam facilitar a vida de seus usuários. No que diz respeito à leitura e reconhecimento de texto, o dispositivo proporciona leitura instantânea de textos que aparecem à frente do usuário, além de capturar e ler textos longos em múltiplas línguas, com detecção automática do idioma. Também é capaz de identificar cabeçalhos, colunas e manuscritos, oferecendo uma experiência de leitura mais rica e diversificada.

Em termos de exploração do ambiente, o Evision destaca-se pelo reconhecimento de rostos e objetos populares, proporcionando uma descrição em tempo real do ambiente circundante. Adicionalmente, o dispositivo é capaz de detectar luzes e cores em objetos e superfícies, contribuindo para uma melhor compreensão do espaço ao redor. No que tange à conectividade e acessibilidade, o Evision permite controle por meio de comandos de voz, facilitando a interação do usuário com a tecnologia.

#### **4.2 Análise comparativa**

A análise dos dispositivos acima mencionados revela que, embora tenham contribuído substancialmente para a promoção da autonomia de pessoas com deficiência visual, ambos enfrentam o desafio do alto custo, limitando seu alcance. Tecnologias como o OrCam MyEye e o Envision Glasses são tecnologicamente avançadas, porém, a acessibilidade financeira permanece um obstáculo relevante para a sua adoção em larga escala. Dessa forma, identifica-se uma lacuna importante no mercado para o desenvolvimento de soluções assistivas que sejam simultaneamente eficazes e acessíveis financeiramente.

Nesse contexto, a iniciativa atual de criar um protótipo de óculos equipado com recursos de reconhecimento ambiental e a conversão de estímulos visuais em informações auditivas busca atender a essa necessidade. O objetivo principal é fornecer um dispositivo que integre a utilização de metodologias de inteligência artificial e visão computacional a um custo reduzido, facilitando assim a acessibilidade mais ampla dessas tecnologias assistivas a um grupo demográfico mais amplo. A viabilidade dessa iniciativa dependerá da seleção meticulosa de componentes de hardware e software de código aberto, juntamente com o aprimoramento dos procedimentos de desenvolvimento para garantir a eficácia do protótipo, mantendo sua viabilidade econômica.

## 5. Verificação de requisitos para a construção do hardware

A definição dos requisitos para a construção do hardware constitui um passo fundamental que assegura que o dispositivo atenda às expectativas dos usuários e opere de maneira eficiente e confiável. A escolha do Raspberry Pi como a placa controladora central serve como um ponto de partida estratégico, influenciando diretamente a seleção dos demais componentes. É imperativo que esses componentes sejam compatíveis entre si e viáveis em termos de custo, garantindo, assim, uma solução acessível e eficaz. Além disso, a análise detalhada das necessidades específicas dos usuários e do ambiente em que o hardware será utilizado deve guiar a configuração final, promovendo uma integração harmoniosa entre todos os elementos do sistema, sendo os componentes principais:

Placa Controladora: Raspberry Pi Zero W

A seleção do Raspberry Pi Zero W como o núcleo de controle do protótipo é amplamente justificada pela combinação de suas características técnicas e viabilidade prática. Este modelo específico da linha Raspberry Pi oferece um equilíbrio notável entre desempenho, portabilidade e custo, fatores cruciais para dispositivos assistivos portáteis. A conectividade Wi-Fi integrada e o suporte a bibliotecas de software amplamente utilizadas, como OpenCV e TensorFlow, tornam o Raspberry Pi Zero W particularmente adequado para aplicações que envolvem visão computacional e inteligência artificial (Upton & Halfacree, 2020).

Além disso, sua capacidade de processamento, embora compacta, é suficiente para executar algoritmos em tempo real, como reconhecimento de texto e objetos, mantendo o consumo energético reduzido, uma necessidade essencial para um dispositivo alimentado por baterias. Outro ponto relevante é a facilidade de integração com outros componentes, como a câmera Raspberry Pi Rev 1.3 e módulos de áudio, devido ao ecossistema robusto e documentado oferecido pela fundação Raspberry Pi.

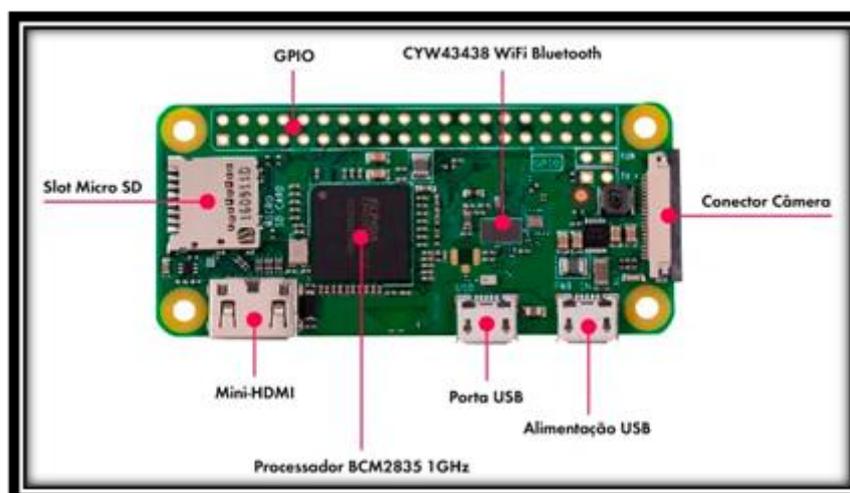


Figura 1 – Raspberry Pi Zero W (Fonte: MakerHero)

Portanto, a escolha do Raspberry Pi Zero W foi uma decisão estratégica, orientada para a otimização do desempenho e a redução de custos, assegurando que a base do protótipo seja acessível e eficaz para alcançar os resultados desejados.

Câmera: Raspberry Pi Rev 1.3

A câmera selecionada oferece uma resolução de 5 megapixels, garantindo imagens nítidas, essenciais para o reconhecimento visual preciso. Sua integração direta com o Raspberry Pi através da interface CSI (Camera Serial Interface) simplifica a montagem do protótipo e assegura um consumo energético eficiente, fundamental para a portabilidade do dispositivo.



Figura 2 – Câmera Raspberry Pi Rev 1.3 (Fonte: OSHWLab)

Sua leveza, dimensões reduzidas e custo acessível, combinados ao suporte técnico e documentação abrangente, tornam-na uma solução viável e eficiente. Além disso, sua integração simplificada e baixo consumo de energia a tornam uma escolha prática para a construção de um dispositivo funcional, sem comprometer a portabilidade.

Estudos técnicos e aplicações comerciais em dispositivos de assistência auditiva demonstram que alto-falantes com essas especificações são eficazes na entrega de áudio de qualidade em um formato compacto. De acordo com a documentação técnica da Adafruit (2022), alto-falantes passivos com características semelhantes ao modelo selecionado são amplamente utilizados em projetos de dispositivos embarcados devido à sua confiabilidade e facilidade de integração, atendendo assim às exigências de um protótipo funcional e acessível.

Áudio: Mini Alto Falante Passivo 0.5W 8 Ohms

A seleção de um alto-falante passivo com potência de 0,5 W e impedância de 8 Ohms é justificada por sua eficiência, tamanho compacto e qualidade sonora. Este tipo de componente é especialmente apropriado para dispositivos portáteis, uma vez que não requer amplificadores complexos, o que resulta em menor consumo de energia e simplificação do design do sistema. Ademais, sua capacidade de operar com potência moderada assegura a transmissão clara das informações geradas pelo sistema de conversão de texto em fala, mesmo em ambientes com níveis elevados de ruído.

Baterias: Baterias de Li-ion (Lítio-Ion)

As baterias de íon-lítio (Li-ion) são amplamente reconhecidas como a escolha ideal para dispositivos portáteis, em virtude de suas características de alta densidade energética,

longa vida útil e eficiência. Essas baterias oferecem uma capacidade de armazenamento superior em comparação com outras tecnologias, como as baterias de níquel-hidreto metálico (NiMH), permitindo que os dispositivos operem por períodos prolongados entre recargas. Essa capacidade é essencial para a usabilidade de sistemas móveis, onde a autonomia é um fator crítico.

Outro benefício significativo das baterias de íon-lítio é sua durabilidade. Ao contrário de outras tecnologias, como as NiMH, as baterias de Li-ion não sofrem do efeito memória, o que assegura uma vida útil mais longa e reduz a necessidade de substituições frequentes. Além disso, a eficiência no processo de recarga e o ciclo de vida prolongado dessas baterias conferem-lhes uma vantagem econômica substancial a longo prazo.

#### Módulo de Carregamento USB: Módulo TP4056

Este módulo é amplamente reconhecido como uma solução eficaz e confiável para a gestão do carregamento de baterias de íon-lítio. Este módulo integra funcionalidades essenciais que garantem a segurança e a longevidade das baterias, incluindo proteção contra sobrecarga, descarga excessiva e curto-circuito. A implementação dessas características é de suma importância em projetos que exigem portabilidade, onde a integridade das baterias é vital para o funcionamento contínuo do dispositivo.

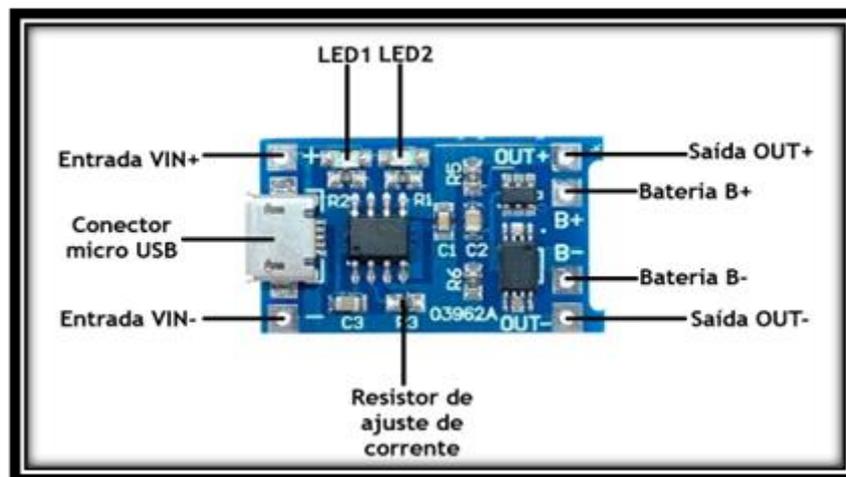


Figura 3 – Módulo carregador de bateria TP4056 (Fonte: MakerHero)

A arquitetura do TP4056 permite um controle preciso durante o processo de carregamento, assegurando que as baterias sejam alimentadas de maneira eficiente e segura. O módulo opera em duas fases principais: a fase de corrente constante, onde fornece uma corrente fixa até que a tensão máxima de carga seja alcançada, e a fase de tensão constante, na qual a tensão se mantém estável enquanto a corrente diminui gradualmente até que a bateria esteja completamente carregada. A adoção dessa abordagem otimiza o desempenho da bateria e, simultaneamente, contribui para sua durabilidade, ao prevenir condições adversas que poderiam comprometer sua integridade.

Para complementar a estrutura do protótipo e garantir que o dispositivo atenda aos requisitos de ergonomia e conforto, propõe-se a utilização de impressão 3D para a fabricação da armação dos óculos. A impressão 3D permite a personalização do design, adaptando-se às características faciais dos usuários e proporcionando um ajuste mais confortável e leve. Além disso, essa abordagem facilita a prototipação rápida, permitindo

ajustes e modificações ao longo do processo de desenvolvimento sem a necessidade de grandes investimentos em moldes ou processos industriais.

A escolha e especificação dos componentes descritos demonstram uma abordagem integrada e tecnicamente fundamentada para a construção do hardware do protótipo. A seleção criteriosa de cada elemento, como o Raspberry Pi Zero W, a câmera compatível, os módulos de áudio e energia, visa garantir um equilíbrio entre desempenho, eficiência energética e usabilidade. Com essa configuração será permitido a implementação de funcionalidades avançadas, como reconhecimento de imagens e conversão de texto em fala, enquanto mantém o dispositivo compacto, leve e acessível. A compatibilidade entre os componentes e a utilização de tecnologias amplamente testadas proporcionam uma base sólida para o desenvolvimento do protótipo, alinhando-se às exigências de confiabilidade e inovação necessárias para a aplicação prática e cotidiana do sistema.

## **6. Identificação das tecnologias de software de transcrição**

O avanço das tecnologias de inteligência artificial (IA) e visão computacional tem transformado a forma como as informações visuais são processadas e convertidas em áudio. Esse progresso é amplamente impulsionado pelo desenvolvimento de bibliotecas open source, que democratizam o acesso a ferramentas avançadas para a criação de soluções inovadoras. A linguagem Python, reconhecida por sua versatilidade e robustez, destaca-se como uma escolha predominante em projetos que envolvem IA e visão computacional, proporcionando um ecossistema rico e diversificado para a implementação de soluções que integram reconhecimento de imagens e geração de áudio.

### **6.1 Bibliotecas para reconhecimento de imagens**

O reconhecimento de imagens desempenha um papel importante no desenvolvimento de tecnologias assistivas. A seleção criteriosa das bibliotecas utilizadas para implementar essa funcionalidade é essencial, pois impacta diretamente a precisão, a eficiência e a escalabilidade do sistema. Entre as bibliotecas mais relevantes no ecossistema Python, distinguem-se:

- **OpenCV:** Reconhecida por sua versatilidade em visão computacional, a OpenCV oferece funcionalidades que vão de manipulação básica de imagens e vídeos até técnicas avançadas como detecção de objetos e rastreamento em tempo real. A integração com frameworks como TensorFlow e PyTorch permite o uso de algoritmos de aprendizado profundo, tornando-a essencial para soluções robustas e adaptáveis em protótipos que requerem alto desempenho;
- **TensorFlow e PyTorch:** Esses frameworks são essenciais para o desenvolvimento de modelos complexos, como redes neurais convolucionais (CNNs), usadas no reconhecimento de imagens. O TensorFlow se destaca pela escalabilidade e suporte a dispositivos heterogêneos, sendo ideal para aplicações de alta performance. Já o PyTorch, preferido na comunidade acadêmica, é conhecido pela abordagem intuitiva e flexibilidade no design de modelos personalizados;
- **Tesseract OCR:** O Tesseract é uma solução eficiente para reconhecimento óptico de caracteres (OCR), amplamente usado na extração de texto de imagens. No contexto de dispositivos assistivos, permite a conversão de informações textuais,

como sinalizações e documentos, em dados digitais que podem ser transformados em áudio, aumentando a acessibilidade.

Ao integrar essas bibliotecas em uma única solução, é possível criar um sistema que combina a precisão do processamento de imagens com a eficiência de algoritmos de aprendizado de máquina e a utilidade prática do reconhecimento óptico de caracteres. Essa convergência tecnológica viabiliza o desenvolvimento do protótipo e estabelece um alicerce sólido para futuras expansões e melhorias.

## **6.2 Tecnologias para transcrição em áudio**

A transcrição de informações visuais em formato auditivo constitui uma etapa fundamental no avanço de dispositivos assistivos, promovendo a acessibilidade e a interação do usuário com seu ambiente. Após a interpretação dos dados visuais, torna-se imperativo empregar tecnologias que traduzam essas informações processadas em mensagens sonoras que sejam claras, naturais e adaptáveis às necessidades individuais. No âmbito do desenvolvimento de soluções com a linguagem Python, destacam-se as seguintes ferramentas:

- gTTS (Google Text-to-Speech): Biblioteca eficiente e gratuita para conversão de texto em áudio, com suporte a múltiplos idiomas. Sua facilidade de integração e qualidade de áudio a tornam ideal para fornecer feedback auditivo em tempo real, oferecendo informações claras sobre o ambiente;
- Pyttsx3: Alternativa robusta para controle preciso do áudio, operando offline. Permite ajustes na entonação, velocidade e timbre, sendo ideal para sistemas que exigem operação autônoma em locais com conectividade limitada.

A interação entre essas tecnologias possibilita a concepção de um sistema auditivo versátil que harmoniza a simplicidade com a personalização. Enquanto o gTTS oferece uma solução prática para uso imediato, o Pyttsx3 fornece a flexibilidade necessária para atender a requisitos mais complexos.

## **6.3 Integração entre reconhecimento de imagens e transcrição**

A integração entre bibliotecas de reconhecimento de imagens e ferramentas de transcrição de áudio é essencial para otimizar a experiência do usuário. Quando um texto ou objeto é identificado, a informação deve ser processada e convertida em uma descrição auditiva imediata. Frameworks como Flask e FastAPI são úteis para facilitar essa integração, gerenciando a troca de dados entre os módulos do sistema. O Flask, com sua arquitetura leve, permite a criação de APIs para conectar o reconhecimento de imagens e os serviços de transcrição, enquanto o FastAPI, com alto desempenho e suporte a operações assíncronas, assegura que as descrições auditivas sejam geradas com baixa latência. A integração eficaz desses frameworks resulta em um sistema mais ágil, proporcionando uma experiência dinâmica e intuitiva para o usuário.

## **7. Busca de tecnologias para integração entre hardware e software**

A integração eficaz entre hardware e software representa um dos pilares fundamentais para o êxito do protótipo desenvolvido. O processo abrange a comunicação harmoniosa entre os componentes físicos, como a câmera acoplada e o dispositivo de áudio embutido, e os módulos de software responsáveis pela captura, processamento e transformação das

informações. No entanto, para que essa integração ocorra de maneira otimizada, é imprescindível a adoção de protocolos de comunicação robustos e arquiteturas que assegurem baixa latência, alta precisão e confiabilidade em tempo real. A implementação desse processo aprimora a eficiência do sistema e promove a concepção de soluções inovadoras, alinhadas às exigências atuais de ambientes tecnológicos interconectados.

Adicionalmente, a escolha adequada das tecnologias subjacentes é crucial para garantir a escalabilidade e a flexibilidade do sistema integrado. A utilização de plataformas de desenvolvimento que suportem uma ampla gama de sensores e atuadores, aliada à implementação de algoritmos avançados de processamento de dados, permite uma adaptação dinâmica às diversas condições operacionais. A integração entre hardware e software possibilita uma resposta rápida a eventos críticos, além da coleta e análise contínua de dados, promovendo uma melhoria constante nas operações e na experiência do usuário. Assim, a busca por tecnologias que favoreçam essa integração se torna um aspecto central na concepção de sistemas inteligentes e responsivos.

### **7.1 Protocolos de comunicação**

A comunicação eficaz entre dispositivos é essencial para aplicações que envolvem captura e processamento de dados multimídia, impactando diretamente a velocidade, confiabilidade e funcionalidade do sistema. A seleção dos protocolos apropriados assegura uma integração eficiente entre sensores, câmeras e processadores, promovendo uma transmissão de dados estável e rápida. Os protocolos mais relevantes incluem:

- USB (Universal Serial Bus): Este protocolo é amplamente utilizado devido à sua capacidade de realizar transferências rápidas de dados, sendo particularmente adequado para dispositivos compactos. Além de transmitir dados, o USB também fornece energia, o que é essencial para a operação contínua desses dispositivos;
- I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit): O I<sup>2</sup>C é um protocolo de comunicação que se destaca em aplicações de dispositivos embarcados. Sua interface simples e eficiente permite a comunicação entre múltiplos sensores e microcontroladores com um número reduzido de fios, o que contribui para a miniaturização dos sistemas;
- SPI (Serial Peripheral Interface): O SPI é uma alternativa viável para a integração de câmeras e processadores, oferecendo uma alta taxa de transferência de dados em sistemas embarcados. Caracterizado pela simplicidade, o protocolo opera em velocidades superiores às do I<sup>2</sup>C, tornando-se especialmente útil em aplicações que exigem transmissão rápida e eficiente.

Em síntese, a escolha criteriosa dos protocolos de comunicação é fundamental para assegurar a eficiência e a plena operacionalidade dos sistemas desenvolvidos. A implementação adequada desses protocolos otimiza o desempenho dos dispositivos e propicia uma experiência de uso mais fluida, coesa e integrada, resultando em um impacto direto na capacidade do sistema de responder de maneira ágil e precisa às demandas dos usuários finais, fortalecendo assim a usabilidade e a excelência funcional do projeto.

## **7.2 Processamento e transformação de dados**

Após a captura das informações visuais pela câmera, o módulo de processamento assume uma função importante na interpretação e conversão dessas imagens em descrições auditivas. O fluxo básico de processamento pode ser estruturado em três etapas:

- a) Recebimento e pré-processamento de imagens: As imagens capturadas são convertidas em dados digitais, processados pelo OpenCV ou TensorFlow, conforme descrito na seção anterior;
- b) Interpretação semântica: Modelos de aprendizado de máquina identificam objetos, textos ou padrões relevantes na imagem capturada;
- c) Geração de texto descritivo: A partir das informações interpretadas, o sistema cria descrições textuais detalhadas que serão transformadas em áudio.

A etapa de processamento e transformação de dados constitui o núcleo funcional do sistema, sendo responsável por garantir uma transição eficiente entre os domínios visual e auditivo. Esse processo, ao integrar técnicas avançadas de visão computacional e aprendizado de máquina, assegura a precisão na identificação e interpretação dos elementos capturados, além de garantir a coesão e naturalidade das descrições textuais geradas posteriormente.

## **7.3 Entrega de áudio ao dispositivo embutido**

O estágio final do fluxo de trabalho consiste na conversão do texto gerado em áudio e sua entrega ao dispositivo de reprodução embutido. Para isso, é necessário o uso de bibliotecas especializadas em Text-to-Speech (TTS), que garantem uma conversão eficiente com entonação natural e adequada. A escolha da biblioteca deve considerar a qualidade da síntese vocal, flexibilidade de idioma e facilidade de integração com o sistema em desenvolvimento.

Além disso, é essencial integrar o sistema com drivers de áudio compatíveis, garantindo a reprodução fiel do áudio. O sistema deve suportar formatos de saída como PCM e ser compatível com codecs de áudio como MP3 e WAV, garantindo eficiência na transmissão sem perda de qualidade, respeitando as limitações do dispositivo embutido. Dessa forma, a entrega de áudio ao dispositivo embutido é fundamental para soluções tecnológicas que melhoram a acessibilidade e interação do usuário com sistemas baseados em texto.

## **8. Considerações finais**

Como foi exposto ao longo deste estudo, a pesquisa sobre tecnologias assistivas para deficientes visuais evidencia não apenas a necessidade premente de soluções acessíveis, como também o potencial transformador das inovações tecnológicas na vida dessas pessoas. O desenvolvimento de um protótipo de óculos assistivos, utilizando componentes de baixo custo e bibliotecas de código aberto, representa um passo significativo em direção à inclusão social e à autonomia dos indivíduos com deficiência visual.

A análise das tecnologias existentes, como o OrCam MyEye e o Envision Glasses, revelou que, embora possuam funcionalidades avançadas, o elevado custo desses dispositivos restringe o acesso a uma parte expressiva da população que poderia se beneficiar de seus

recursos. Nesse contexto, a justificativa para este projeto reside tanto na busca por alternativas tecnológicas acessíveis quanto na necessidade de ampliar o acesso a ferramentas que fomentem a inclusão e igualdade de oportunidades.

Os objetivos traçados foram alcançados de forma precisa, proporcionando uma análise abrangente das tecnologias assistivas disponíveis e a identificação das funcionalidades passíveis de integração ao protótipo. A seleção criteriosa dos componentes e a definição dos requisitos para a construção do hardware desempenharam um papel essencial na garantia de que o dispositivo atenda às demandas dos usuários, ao mesmo tempo em que mantém viabilidade econômica.

Além disso, a incorporação de inteligência artificial e reconhecimento de imagem ao protótipo expande significativamente as possibilidades de interação para pessoas com deficiência visual. Essa inovação tem o potencial de redefinir a maneira como esses indivíduos compreendem e se relacionam com o ambiente, proporcionando uma experiência mais envolvente e intuitiva, que contribui para maior autonomia e inclusão no cotidiano.

É importante ressaltar que este trabalho não se esgota na apresentação do protótipo. As implicações sociais e éticas do desenvolvimento tecnológico devem ser continuamente discutidas e avaliadas. A promoção da acessibilidade deve ser uma prioridade nas agendas políticas e sociais, assegurando que as inovações tecnológicas beneficiem todos os segmentos da sociedade.

Por fim, espera-se que os resultados deste projeto inspirem novas pesquisas e iniciativas voltadas para o aprimoramento das tecnologias assistivas. A criação de soluções acessíveis é um passo crucial para garantir que pessoas com deficiência visual possam participar plenamente da sociedade contemporânea, contribuindo para um futuro mais inclusivo e equitativo.

### **Referências**

- BÄRWALDT, Regina.** EVOC: uma ferramenta como recurso de voz para favorecer o processo de interação e inclusão dos cegos em ambientes virtuais de aprendizagem. Tese. UFRS, Porto Alegre, 2008.
- BORGES, Paulo R. D. S.** Óculos inteligentes para deficientes visuais. 2020. Universidade de Facvest, Lages – SC, 2020. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/c39bd-borges.-paulo-r.-d.-s.-oculos-inteligentes-para-deficientes-visuais.-tcc-defendido-em-dezembro-de-2020..pdf>. Acesso em: 14 out. 2024.
- BRAGA, Juliana; CAMPI, Jr.; DAMACENO, Rafael; ALBERNAZ, Neno.** Estudo e relato sobre a utilização da tecnologia pelos deficientes visuais. 2012. p. 37-46.
- CRUZ, Renato.** O que as empresas podem fazer pela inclusão digital. São Paulo: Instituto Ethos, 2004.
- GUSTAVO, Reis Cabral; CUNHA, Luiz Egídio Costa.** Tecnologia assistiva voltada à pessoas cegas. 4º Congresso Pós-Graduação do IFSP, 2019. Disponível em: <https://ocs.ifsp.edu.br/conpog/4conpog/paper/viewFile/6116/1648>. Acesso em: 03 out. 2024.
- IBGE (Org.).** Pessoas com Deficiência e as Desigualdades Sociais no Brasil. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101964\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101964_informativo.pdf). Acesso em: 07 set. 2024.
- LIMA NETO, Ademar Ferreira.** Uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo. 2019. Instituto Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/141516040>. Acesso em: 10 out. 2024.
- MAISAUTONOMIA.** OrCam MyEye 2. Disponível em: <https://maisautonomia.com.br/produto/orcam-myeye-2-0/>. Acesso em: 12 out. 2024.

**MIRANDA, Aline das Graças Monteiro; TAMARIZ, Annabell Del Real.** Aplicativo Seeing AI como recurso de Mobile Learning para pessoas com Deficiência Visual. 2021. 10º Coninter - Congresso Internacional Interdisciplinar em Sociais e Humanidades. Disponível em: [https://www.even3.com.br/anais/xc22021/437470-aplicativo-seeing-ai-como-recurso-demobile-learning--no-ensino-de-lingua-inglesa-para-pessoas-com-deficienciavi/#:~:text=O%20Seeing%20AI%20integra%20o,vis%C3%A3o%20\(MICROSOFT%2C%202019\).](https://www.even3.com.br/anais/xc22021/437470-aplicativo-seeing-ai-como-recurso-demobile-learning--no-ensino-de-lingua-inglesa-para-pessoas-com-deficienciavi/#:~:text=O%20Seeing%20AI%20integra%20o,vis%C3%A3o%20(MICROSOFT%2C%202019).) Acesso em: 16 set. 2024.

**OMS.** Organização Mundial da Saúde lança primeiro relatório mundial sobre visão. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/8-10-2019-organizacao-mundial-da-saudelanca-primeiro-relatorio-mundial-sobre-visao>. Acesso em: 20 out. 2024.

**RAHIM, Taliha Hoffmann.** Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/141516040>. Acesso em: 28 set. 2024.

**TURBIANI, Renata.** Cegueira afeta 39 milhões de pessoas no mundo - conheça suas principais causas. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48634186>. Acesso em: 15 nov. 2024.

**TZIVARAS, Vasilis.** Raspberry Pi Zero W Wireless Projects. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=fpZGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 30 out. 2024.