



PROJETO LUANA: Inteligência Artificial para Auxílio de Deficientes Visuais (I.A.A.D.V.)

Pedro Gabriel Holanda Andrade¹, Italo Ferreira Rodrigues¹, Pabllu Kawan Dantas Silva¹, Geam Carlos de Araújo Filgueira¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Patos
Autor(a) para correspondência: pedro.holanda@academico.ifpb.edu.br

Resumo. Esse artigo descreve uma pesquisa que busca melhorar a qualidade de vida de deficientes visuais por meio da integração de Inteligência Artificial, algoritmos de reconhecimento de objetos e o desenvolvimento de um artefato prático e de uso diário, um boné juntamente com fones de ouvido e um mini computador denominado Raspberry Pi. O projeto foi desenvolvido em etapas que contemplaram a criação e desenvolvimento da IA, captura e armazenamento das imagens do ambiente, processamento digital das imagens com reconhecimento de padrões e sua classificação. A utilização do boné com a inteligência artificial representa um avanço promissor para melhorar a independência e a mobilidade das pessoas com deficiência visual. Os testes preliminares mostraram-se funcionais em ambientes abertos e na identificação de objetos simples. Embora os resultados tenham sido positivos, existem problemas a serem corrigidos, como uma otimização do núcleo de reconhecimento de imagens, um treinamento mais profundo e um posicionamento melhor dos componentes no boné. Testes com um grupo de pessoas com deficiência visual serão necessários para validação da eficácia e usabilidade do boné.

Palavras-chave: deficientes visuais; inteligência artificial; projeto L.U.A.N.A.

1 INTRODUÇÃO

No dia a dia, todos nós temos que cumprir nossas tarefas, sejam elas individuais, coletivas ou até mesmo uma simples caminhada. Embora essas atividades possam parecer fáceis, pessoas com deficiência visual enfrentam desafios para realizá-las e, por isso, precisam de suporte de outras pessoas, animais ou ferramentas. Um exemplo disso é o uso de cães-guia, que ajudam a pessoa a se locomover. No entanto, o animal pode precisar parar várias vezes para atender suas necessidades ou pode não estar disponível quando necessário. Como solução para esse problema, este artigo propõe a criação de uma inteligência artificial para facilitar a vida dessas pessoas e promover sua inclusão social.

Conforme citado no artigo de Gabriela Lima (LIMA et al. 2022, p. 4), ao decorrer da história da humanidade, as pessoas com deficiência visual estiveram passando por diversas



dificuldades ao longo de suas vidas, tendo que buscar dentre os meios disponíveis para se adaptar em determinada condição e necessidades da sociedade. Como um exemplo citado no artigo que representa que as pessoas tiveram que adaptar-se para a caça e a agricultura da antiguidade que era necessário um certo tipo físico e até mesmo psíquico para cumprir as tarefas que eram solicitadas.

De acordo com uma matéria do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2018) , questiona-se sobre o que é acessibilidade trazendo pontos positivos, porém não suficientes, como também comenta sobre problemas de inclusão social de pessoas com deficiência visual como casos de ir ao banco, pedirem ajuda e o segurança apenas dizer que ele deve se dirigir a tal local ou pessoa e pedir para receber um papel com uma senha. “São muitos pedidos impossíveis de uma vez só. E a gente acha mesmo que acessibilidade é só construir ambientes e não é. É muito mais do que isso. É um problema cultural”, conclui Josemar.

A inteligência artificial (IA) é muito usada atualmente para solucionar problemas recorrentes, por ter um algoritmo bastante adaptável para diferentes situações, como fazer um cálculo matemático, escrever uma redação ou reconhecer um objeto ou ser vivo. Um desses problemas são as dificuldades enfrentadas por pessoas com perda ou redução da visão. De acordo com os dados do censo demográfico feito pelo IBGE() em 2010, 18,6% da população do Brasil possui algum tipo de déficit visual, sendo desse total 6,5 milhões que apresentam um quadro grave. Em busca da inclusão dessas pessoas na sociedade, este trabalho visa propor como a IA poderá ajudar as pessoas com deficiência visual utilizando o método científico misto, que se trata de uma junção dos métodos empírico e cartesiano, com ênfase no método cartesiano ou dedutivo, usando tecnologias formais. Sendo o método empírico baseado nos fatos aprendidos no processo de pesquisa, e o cartesiano usa fórmulas e cálculos para testar hipóteses.

O projeto LUANA (Uso de Aprendizagem Neural Artificial) foi desenvolvido com o objetivo criar uma Inteligência Artificial que seja capaz de interagir com humanos como se fosse um ser humano, de maneira mais real possível. Para alcançar esse objetivo, foram criados subprojetos que ajudam a criar núcleos de IA que juntos formam uma IA principal, nomeada de LUANA. O subprojeto Inteligência Artificial de Auxílio à Deficientes Visuais (IAADV), visa criar um núcleo de reconhecimento de imagens, sons e ações para auxiliar



pessoas deficientes visuais com suas tarefas diárias, como ir ao mercado, passear e etc. Para isso, foi usado uma câmera acoplada a um boné, para permitir o uso da IA pela pessoa sem perder muita mobilidade. Para isso, também utilizou-se um Raspberry PI modelo B para o processamento de dados, além de dispositivos de entrada e saída de áudio, como fones de ouvido, para a interação entre humano e máquina.

Como já mencionado anteriormente, por meio do projeto LUANA com o subprojeto: IAADV será comentado o que é inteligência artificial, quais mecanismos uma IA utiliza nesse ramo de pesquisa e como ela pode auxiliar essas pessoas a estarem inclusas na sociedade. Será estudado o sistema de visão computacional, como a IA se comporta em relação ao que ela vê com o uso de algoritmos configurados para o reconhecimento e classificação de imagens com a implementação da inteligência artificial no boné com a utilização de um Raspberry PI 3, além de trazer meios de incentivo no âmbito acadêmico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Deficiência Visual.

Em concordância com o Novo Instituto Paraense de Cegos (Novo IPC), a deficiência visual é “a redução ou perda da visão em ambos os olhos de forma definitiva e que não pode ser melhorada ou corrigida com tratamento clínico, cirúrgico ou ainda com lentes e óculos. Portanto, pessoas com problemas de visão como miopia, astigmatismo e hipermetropia não são deficientes visuais”. A Organização Mundial da Saúde (OMS) na 11ª revisão da Classificação Internacional de Doenças (OMS., Eleventh Revision (ICD-11), 2022, p. 746), dividiu a cegueira em três diferentes níveis, desde a baixa visão até a cegueira total. As pessoas que apresentam esse quadro tendem a apresentar dificuldades em realizar tarefas cotidianas, como ler, escrever, andar ou até se comunicar. De acordo com os dados do censo demográfico feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, 18,6% da população possui algum tipo de deficiência visual. Desse total, cerca de 6,5 milhões apresentam deficiência visual do tipo severa, sendo que 506 mil (0,3% da população) possuem perda total da visão e os 6 milhões (3,2%), grande dificuldade para enxergar.



Vale ressaltar que a deficiência visual não só afeta a visão, como também causa impacto na vida emocional, educacional e social da pessoa afetada, como é citado no artigo de Gabriela Lima (LIMA et al. 2022, p. 4) “Ademais, com o passar dos anos pode-se observar fatores sociais que demonstram a exclusão dos deficientes visuais do meio social, como ocorria na Grécia Antiga, em que Platão deixou escrito na sua obra *A República*” (PLATÃO, sec IV, apud, GUGEL, 2007, p.63) o que a sociedade deveria fazer com as pessoas consideradas “disformes” - escondê-las em lugares longe dos demais ou, então, matá-las”. Porém é bom destacar que diversas pessoas que possuíam algum tipo de deficiência chegaram a altos lugares na sociedade, um exemplo da sociedade antiga é Homero, que era cego e foi o autor de duas antigas obras sobre a Grécia, *Iliada* e *Odisseia*.

Sendo assim, observando o avanço da sociedade, as preocupações para a integração dessas pessoas tem se tornado algo cada vez mais comentado, isso é expresso quando Aristóteles menciona “Tratar os desiguais de maneira igual constitui-se em injustiça”, em que busca destacar que deve-se tratar as pessoas de acordo com as suas diferenças e necessidades individuais reconhecendo que cada ser é único e possui suas características distintas.

Como é citado por Gabriela Lima (Lima et al. 2022, p. 5) “A visão é um dos recursos do corpo humano mais importante e significativo para o relacionamento do indivíduo com a sociedade. Através da visão é que o indivíduo se relaciona com o mundo exterior, realizando, assim, a concretização de todos os sentidos do corpo humano”. Dentre as diversas dificuldades que o indivíduo encontra, uma das de destaque é a locomoção, identificação de objetos e lugares e a oportunidade de se integrar à sociedade. Sabendo desses fatores, faz-se necessário a criação de recursos que possuam tecnologia de inteligência artificial para trazer uma vida próspera para o indivíduo, reduzindo as suas dificuldades em realizar as atividades diárias. Portanto, o desenvolvimento do projeto L.U.A.N.A. tem como objetivo atender as necessidades da inclusão social das pessoas com deficiência visual.

Assim como também cita Simon Haykin “A função do sistema visual é fornecer uma representação do ambiente à nossa volta e, mais importante que isso, fornecer a informação de que necessitamos para interagir com o ambiente. Para sermos específicos, o cérebro realiza rotineiramente tarefas de reconhecimento perceptivo (p. ex., reconhecendo um rosto familiar inserido em uma cena não-familiar) 100-200 ms, ao passo que tarefas de complexidade muito menor podem levar dias para serem executadas em um computador”



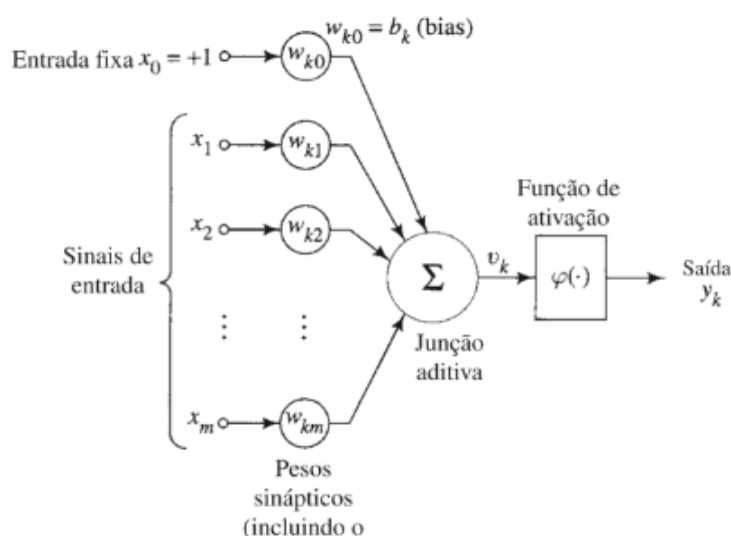
(HAYKIN, 2001, p. 11). Tendo em vista o que o autor menciona, é importante destacar que a visão é parte da vida e a tarefa de identificação que o cérebro faz do elemento presente no ambiente é extremamente rápida. Dessa forma, os processos realizados pelas redes neurais implementadas nas inteligências artificiais tendem a ser rápidos e na busca de resultados precisos na coleta dos dados em busca de uma melhoria para o usuário.

2.2 Inteligência Artificial.

A inteligência artificial é um campo da tecnologia que busca o desenvolvimento de sistemas para a realização de tarefas que exigem a inteligência humana, como aprender, raciocinar, resolver problemas (matemáticos ou lógicos), reconhecer padrões e fazer interações com o ambiente.

A IA usa um método denominado Rede Neural Artificial (RNA), mais conhecido como rede neural, que se assemelha ao cérebro humano, de acordo com o e-book *Redes Neurais: Princípios e prática*, o cérebro humano é “um computador (sistema de processamento de informação) altamente complexo, não-linear e paralelo” (HAYKIN, 2001, p. 27). As RNA's são feitas com base no cérebro humano, na Figura 1, vemos um modelo de neurônio artificial.

Figura 1: Modelo de neurônio artificial.



Fonte: Redes Neurais: Princípios e práticas, p. 38.

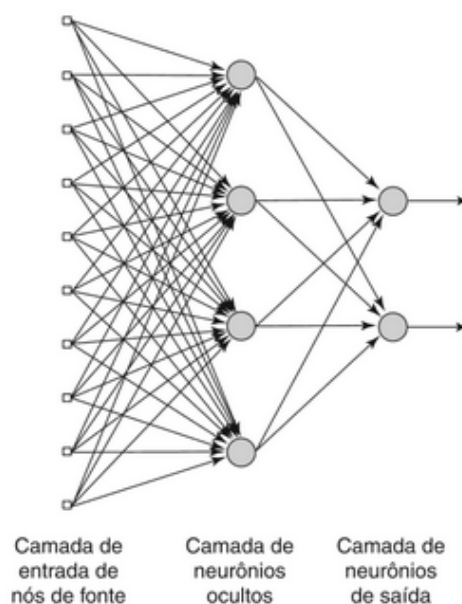


Na figura acima, temos um neurônio artificial que apresenta, da esquerda para a direita, uma entrada de dados, onde as informações serão passadas, uma parte de processamento, onde coloca-se uma junção aditiva e uma função de ativação, que nesse artigo será usado a função sigmóide, dada na equação 1.

$$\varphi(v) = \frac{1}{1 + \exp(-av)} \quad (1)$$

Na equação 1, temos as variáveis a , que é a inclinação da função e v , o valor induzido (HAYKIN, 2001, p. 45). A função de ativação é extremamente importante para o funcionamento do neurônio, onde é com ela que o neurônio vai fazer a classificação de determinado dado, gerando uma informação com base seja no treinamento da mesma, seja em um banco de dados pronto. Uma RNA é formada por vários neurônios artificiais, onde é dividido em três partes: a camada de entrada de dados, a camada de processamento, e a camada de saída. Na figura 2, temos uma representação de uma rede neural *perceptron*.

Figura 2: Modelo de rede neural *perceptron*.



Fonte: Redes Neurais: Princípios e práticas, p. 48.



O *perceptron* é a forma mais simples de uma rede neural usada para a classificação de padrões ditos linearmente separáveis (i.e., padrões que se encontram em lados opostos de um hiperplano). Basicamente, ele consiste de um único neurônio com pesos sinápticos ajustáveis e bias (HAYKIN, 2001, p. 143). Como mencionado pelo autor, o perceptron é uma forma de rede neural relativamente simples, porém extremamente relevante quando se trata da classificação de padrões que podem ser separados por uma linha reta ou hiperplano no espaço de entrada. O *perceptron* é composto por um único neurônio artificial que possui pesos sinápticos “números, positivos ou negativos, que dão força ou eficácia do acoplamento sináptico entre um neurônio que manda sinal e o neurônio receptor” (ROQUE, 2012), e um valor de viés (bias).

Conforme o autor John D. Kelleher (2019, p. 1), o *Deep Learning* (Aprendizado Profundo) é o subcampo da inteligência artificial que tem como objetivo a criação de grandes modelos de redes neurais capazes de tomar decisões precisas com base em dados obtidos. É essencialmente utilizada/adequada para dados complexos e grandes conjuntos de dados.

Como já citado por Sanga, Polo e Passerini (SANGA; POLO; PASSERINI, 2022, p. 2) “Quando se fala em deficiência visual no Brasil e no Mundo, aborda de uma situação que afeta a qualidade de vida das pessoas que sofrem e dos familiares a sua volta, causando muitas vezes, desequilíbrio social se não tratada adequadamente. Os problemas citados levaram muitos pesquisadores a explorar novos caminho em várias disciplinas, como tecnologias assistivas, psicologia cognitiva, visão computacional, processamento sensorial, reabilitação, acessibilidade incluindo interação humano-computador”¹. De acordo com o autor, existe uma procura por novas formas de auxiliar pessoas com essa limitação.

As tecnologias assistivas facilitam o acesso dos deficientes visuais a informações, promovem a segurança, apoiam sua mobilidade e geram considerável melhora na qualidade de vida, com grande impacto na inclusão social. (SANGA; POLO; PASSERINI, 2022 apud MANDUCHI; COUGHLAN, 2012. Página: 3).’

Entre as tecnologias mais utilizadas na atualidade, tem-se os sistemas de reconhecimento de voz, que permite aos deficientes visuais que possam interagir com seus dispositivos, além de sistemas de navegação com a inclusão de áudio para deixar a orientação do usuário mais segura.

¹ Erros de ortografia no texto são equívocos do próprio autor citado.



Outra importância da inteligência artificial é o reconhecimento de imagens, a captura dessas imagens faz com que o deficiente visual possa “ver” o mundo de uma forma mais completa. Tal tecnologia faz o reconhecimento do ambiente, imagens de objetos, pessoas, animais, dentre outros, realizando uma descrição detalhada.

Além disso, há diversas iniciativas de desenvolvimento de tecnologias de aprendizagem de máquina que podem auxiliar pessoas deficientes visuais, como fazer a tradução de texto para braille, como também de texto para áudio.

Todos esses embasamentos de avanço das tecnologias de auxílio para deficientes visuais servem de base teórica para estudo do tema e destacam a importância da melhoria na qualidade de vida das pessoas deficientes visuais com a tecnologia. Nesse sentido, esse estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de sistemas de reconhecimento de áudio e imagem como auxílio para os deficientes visuais, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre o tema e para o desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis, adaptativas e inclusivas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa utilizada neste projeto foi baseada nas seguintes etapas: Criação e desenvolvimento da IA, Captura das imagens do ambiente, Processamento digital das imagens com reconhecimento de padrões e classificação.

O trabalho fez a utilização de uma *Application Programming Interface* (API) conhecida como *Open Source Computer Vision Library* (OpenCV) na qual tem como conceito dito pela própria plataforma, (OPENCV, 2023) na qual é utilizada para a interface gráfica na visualização e utilização da câmera.

Também fez-se uso do Keras (KERAS, 2023), na qual é também uma API, que utiliza um processo de *Deep Learning* (Aprendizado Profundo), escrita em Python e executada na plataforma de aprendizado de máquina *TensorFlow*. Foi desenvolvido com o intuito de ser feito a experimentação rápida na qual consiste de ir da ideia ao resultado o mais rápido possível sendo fundamental tendo uma boa pesquisa.



A outra API utilizada, não menos importante, é a *Speech Recognizer* (PYPI, 2022), que trata-se de uma biblioteca para realização de reconhecimento de fala e conversão em texto com diversos motores e APIs, online e offline.

Na primeira etapa foi feita uma revisão bibliográfica para obter informações de embasamento teórico e fundamentações para a criação da IA de reconhecimento visual. Nesta etapa ainda é feito um planejamento, desenvolvimento e testes de uso da inteligência artificial no boné. Para execução prática do projeto proposto, alguns materiais são adquiridos: dispositivos de entrada e saída de áudio, câmera, Raspberry PI 3 modelo B, *power bank*, cartão SD, dentre outros.

Na segunda etapa temos os testes e as primeiras capturas de imagens. Para isto, fizemos a integração de suprimentos, *hardwares* e *softwares*, para aquisição dessas imagens. Nesta fase temos a produção de relatórios parciais com a validação dos primeiros testes.

Na terceira etapa foi feita a criação de um sistema de comunicação. Houve técnicas de visão computacional utilizadas para realizar o processamento digital das imagens obtidas e analisar a presença de recursos no ambiente de acordo com a preferência do usuário. Algoritmos da biblioteca Python são utilizados para realizar a identificação por meio de padrões pré-estabelecidos no banco de dados, o que auxilia no processo de classificação da imagem e objetos presentes. Por fim é feito a validação dos resultados e produção de um relatório final e a submissão de artigos posteriores periodicamente. Foi realizado também, a montagem dos componentes, onde a câmera foi posicionada em um boné, que como citado antes, é o suporte para a câmera, que fica na aba do mesmo.

4 RESULTADOS

Nesta etapa é feita a montagem do boné que consiste em fixar a câmera na aba do boné e o Raspberry, onde a IA, denominada LUANA, faz a classificação das imagens gravadas, fazendo uso de uma *deep learning*. O RaspBerry será colocado logo atrás da câmera de forma a ficar mais leve possível para o conforto do usuário. Também será acoplado um dispositivo de entrada e saída de áudio no Raspberry para que o mesmo possa se comunicar com o usuário para avisá-lo sobre qualquer obstáculo, e o usuário possa se comunicar pedindo alguma informação sobre o ambiente a sua volta.



Figura 3: Imagem do resultado do código em execução.

```
Terminal
Arquivo Editar Ver Pesquisar Terminal Ajuda
-----
Resultados esperados.

A imagem 1 é um Gato.
A imagem 2 é um Cachorro.
A imagem 3 é um Gato.
A imagem 4 é um Cachorro.
A imagem 5 é um Gato.
A imagem 6 é um Cachorro.

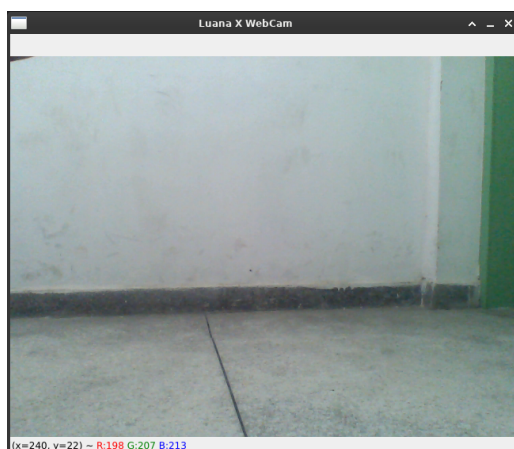
-----
Resultados Obtidos.

1/1 [=====] - 1s 748ms/step
1/1 [=====] - 0s 50ms/step
Imagem 1 é um Gato
Imagem 2 é um Cachorro
1/1 [=====] - 0s 73ms/step
1/1 [=====] - 0s 53ms/step
Imagem 3 é um Cachorro
Imagem 4 é um Cachorro
1/1 [=====] - 0s 48ms/step
1/1 [=====] - 0s 50ms/step
Imagem 5 é um Cachorro
Imagem 6 é um Cachorro
A precisão foi de 66,7%
Finalizado com sucesso.
```

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Na figura 3 é apresentada a execução do código responsável por processar as imagens e informar ao usuário o que está a sua frente. Onde nesta execução foi apresentado à LUANA gatos e cachorros para ela os identificar. Na primeira parte onde está descrito como “Resultados esperados” demonstra o que é esperado da resposta que a LUANA venha a responder. Enquanto que na segunda parte descrita como “Resultados Obtidos” traz os resultados dos testes feitos por ela e no final é trago a precisão de acertos em porcentagem como demonstrado ser de 66,7%, na qual ainda demonstra uma faixa de erro a ser melhorada.

Figura 4: Imagem da câmera.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023



A câmera selecionada faz a captura de imagens com o intuito de reconhecer o que há no ambiente em que o usuário estiver, facilitando-o de evitar esbarrar em obstáculos. Na figura 4 é trago uma representação teste de uma captura de tela do reconhecimento de imagem feita pela LUANA de uma parede apresentando o chão de um determinado local.

Figura 5: Imagem dos dispositivos de áudio de entrada e saída.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A figura 5 representa os dispositivos de áudio de entrada e saída que o usuário vai receber as informações da LUANA e responder para ter uma boa experiência de comunicação que auxilia no deslocamento do indivíduo.

Figura 6: Imagem do boné e da câmera posicionada.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A figura 2 mostra a junção dos dois, boné e câmera, essa mesma posicionada de modo



que não haja dificuldades de movimentação, montados e já preparados para estar sendo usados como demonstra na figura 6. Nesta etapa, é feita a inicialização de implementação do projeto, nela é feita a captura das imagens do ambiente em volta do usuário.

Figura 7: Captura de um ambiente com uma escada.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Repare que a IA reconhece que há uma escada logo à frente na visão da câmera como demonstra na figura 7, e que detecta um alerta sonoro e logo após informará ao usuário, por meio de áudio no fone de ouvido, para estar em alerta ao aproximar-se da escada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do boné com a inteligência artificial representa um avanço promissor para melhorar a independência e a mobilidade das pessoas com deficiência visuais. Os testes preliminares mostraram-se funcionais em ambientes abertos e na identificação de objetos simples. Embora os resultados tenham sido positivos, existem problemas a serem corrigidos, como uma otimização do núcleo de reconhecimento de imagens, um treinamento mais profundo e um posicionamento melhor dos componentes no boné.



Um das principais desvantagens apresentadas foi a demora de uma resposta por parte da IA, e uma margem de erro, mesmo que pequena do reconhecimento de alguns objetos ou seres vivos. Também é notável o problema de usar fones, pois se faz preciso o uso pelo usuário de fones de ouvido, o que pode prejudicar sua percepção auditiva.

O presente trabalho conclui destacando a importância do avanço tecnológico, como o uso da IA, na melhoria da qualidade de vida dos deficientes visuais. Além disso, destaca também a expansão do conjunto de novos reconhecimentos de objetos; a otimização e melhoramentos dos pontos citados acima; a implementação de um *hardware* com mais recursos de processamento, compacto para melhor mobilidade e conforto do usuário; a realização de testes com um grupo de pessoas com deficiência visual para validação da eficácia e usabilidade do boné.

REFERÊNCIAS

FILHO, Antonio Carlos Roque da Silva. **Do neurônio biológico ao neurônio das redes neurais artificiais**. 2012. E-book (6 p.) Do neurônio biológico ao neurônio das redes neurais artificiais. color. Disponível em:

<<http://sisne.org/Disciplinas/PosGrad/PsicoConex/aula3.pdf>> Último acesso em: 01/10/2023.

HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e Prática . Bookman, 2 edição, 2003.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pessoas com deficiência. IBGE, 2018.

Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16794-pessoas-com-deficiencia-adaptando-espacos-e-atitudes>> Último acesso em: 01/10/2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pessoas com deficiência. IBGE, 2018.

Disponível em:

<<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>> Último acesso em: 01/10/2023.

KELLEHER, John D. **Deep Learning**. Cambridge-Massachusetts: MIT Press, 2019.

KERAS. **Keras**. Keras, 2023. Keras. Disponível em: <<https://keras.io>> Último acesso em: 01/10/2023.



LIMA, Gabriela Lombardi et al. Óculos inteligente para deficientes visuais com visão computacional embarcada para detecção de objetos. São Paulo-SP: Universidade São Judas Tadeu, 2022.

OLIVEIRA, G. F.; PÁDUA, L. F. A.; e OLIVEIRA, L. F. F. Utilização de técnicas de inteligência artificial no auxílio de deficientes visuais: uma revisão sistemática. Anais do XVIII Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (SERCOMP), 1-8, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Classificação Internacional de Doenças, Décima Primeira Revisão (CID-11). Geneva: World Health Organization; 2022. License: CC BY-ND 3.0 IGO.

Organização Pan-Americana da Saúde. Saúde ocular. OPAS, 2023. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/saude-ocular>> Último acesso em: 01/10/2023.

OPENCV. **OpenCV**. OpenCV, 2023. OpenCV. Disponível em: <<https://opencv.org>> Acesso em: 01/10/2023.

PYPI. **PyPI**. Pypi, 2023. **Speech Recognition**. Disponível em: <<https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>> Acesso em: 01/10/2023.

SANGA, G.M.; POLO, J.M.G.; PASSERINI, J.A.R. Auxílio a Deficientes Visuais utilizando Redes Neurais. Fernandópolis-SP: FIFE-FEF, 2022.