



FACULDADE DE TECNOLOGIA DO AMAPÁ - META
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

LUCAS ALBUQUERQUE LAMEIRA
MARCOS RODRIGO PEREIRA COSTA

DISPOSITIVO DE AUXÍLIO LOCOMOÇÃO PARA DEFICIENTE VISUAL
(DALDEV)

MACAPÁ – AP
2023

LUCAS ALBUQUERQUE LAMEIRA
MARCOS RODRIGO PEREIRA COSTA

**DISPOSITIVO DE AUXÍLIO LOCOMOÇÃO PARA DEFICIENTE VISUAL
(DALDEV)**

Trabalho de Conclusão de Curso na Modalidade de Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia do Amapá - META, como requisito final à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Computação, sob a orientação do Prof. Esp. Hugo Pinheiro da Silva.

MACAPÁ – AP
2023

LUCAS ALBUQUERQUE LAMEIRA
MARCOS RODRIGO PEREIRA COSTA

DISPOSITIVO DE AUXÍLIO LOCOMOÇÃO PARA DEFICIENTE VISUAL
(DALDEV)

Trabalho de Conclusão de Curso na Modalidade de Monografia apresentada a Faculdade de Tecnologia do Amapá - META, como requisito final à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de computação.

DATA DE APROVAÇÃO: ____/____/____.

Prof. Esp. Hugo Pinheiro da Silva (Orientador)

Prof. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (Avaliador 1)

Profª. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX (Avaliador 2)

AGRADECIMENTOS

Eu, Lucas Albuquerque Lameira, gostaria de agradecer e dedicar esta monografia à minha família, ao professor Hugo Pinheiro da Silva, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, a professora Quele Rodrigues por toda atenção que nos deram durante o desenvolvimento desta monografia, A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Eu, Marcos Rodrigo Pereira Costa, gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que me ajudaram a concluir este trabalho. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Hugo Pinheiro Silva por sua orientação valiosa e apoio incansável ao longo deste projeto. Seus ensinamentos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Também quero agradecer aos meus amigos e familiares por seu apoio emocional e encorajamento contínuo. Seus incentivos e palavras de motivação foram uma fonte de inspiração durante todo o processo.

Agradeço também aos colegas de curso e professores que compartilharam suas ideias e conhecimentos que me ajudaram a aprimorar o meu trabalho. Suas contribuições foram extremamente valiosas e me ajudaram a compreender melhor o tema abordado.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, mesmo que de forma indireta. Seu apoio e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse concluir este projeto.

Novamente, muito obrigado a todos que me ajudaram nessa jornada acadêmica.

*“Só se pode alcançar um grande êxito
quando nos mantemos fiéis a nós
mesmos.”*

Friedrich Nietzsche

DISPOSITIVO DE AUXÍLIO LOCOMOÇÃO PARA DEFICIENTE VISUAL (DALDEV)

Autor¹: Lucas Albuquerque Lameira

Autor²: Marcos Rodrigo Pereira Costa

Orientador³: Hugo Pinheiro da Silva

RESUMO

Esse projeto apresenta o desenvolvimento de um equipamento para orientar na locomoção de maneira segura e adequado para pessoas com deficiência visual. O Dispositivo de Auxílio Locomoção para Deficiente Visual (DALDEV), tem como principal objetivo o auxílio a locomoção dessas pessoas. Será utilizado um microcontrolador para controlar periféricos e sensores ultrassônicos para o monitoramento a distância do objeto até ser humano, e será composto por motores de vibração (vibracalls), como atuadores para alertar e informar sobre os objetos a frente, alertando se tiver perto ou não, de forma que quanto mais perto a pessoa estiver do obstáculo maior será as vibrações, utilizando algoritmos desenvolvidos especificamente para esse conjunto de componentes. O projeto tem como intuito tornar esse equipamento um auxílio para esses deficientes visuais em sua locomoção nos afazeres diários, orientando e garantindo uma maior segurança na mobilidade para essas pessoas, com um aparelho de excelente relação custo-benefício, materiais simples e mais prático, que ficará localizando na parte central do peito não trazendo desconforto tornando esses indivíduos mais autônomos e confiantes com relação a própria locomoção.

Palavra-Chave: Deficiente Visual, Dispositivo de Auxílio, Locomoção.

¹ Acadêmico do Curso de Bacharelado em Engenharia da Computação da Faculdade de Tecnologia do Amapá – META; E-mail: lucasdmcdxd4@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Bacharelado em Engenharia da Computação da Faculdade de Tecnologia do Amapá – META; E-mail: rdgcosta13@gmail.com

³ MBA Projeto & Controle de Engenharia Elétrica do IPOG, docente do curso de Engenharia da Computação; e-mail: hugosilva@meta.edu.br

MOTION AID DEVICE FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE (DALDEV)

Author⁴: Lucas Albuquerque Lameira

Author⁵: Marcos Rodrigo Pereira Costa

Advisor⁶: Hugo Pinheiro da Silva

ABSTRACT

This project presents the development of a device to guide locomotion in a safe and suitable way for people with visual impairments. The Locomotion Aid Device for the Visually Impaired (DALDEV) has as its main objective to aid the locomotion of these people. A microcontroller will be used to control peripherals and ultrasonic sensors for monitoring the distance from the object to the human being, and will be composed of vibration motors (vibracalls), as actuators to alert and inform about objects in front, alerting if they are close or not. , so that the closer the person is to the obstacle, the greater the vibrations, using algorithms developed specifically for this set of components. The aim of the project is to make this equipment an aid for these visually impaired people in their daily activities, guiding and ensuring greater mobility safety for these people, with a device with an excellent cost-benefit ratio, simple and more practical materials, which it will be located in the central part of the chest, not causing discomfort, making these individuals more autonomous and confident with regard to their own locomotion.

Keywords: Visually Impaired, Aid Device, Locomotion.

⁴ Academic of the Bachelor's Degree in Computer Engineering at the Faculty of Technology of Amapá – META; E-mail: lucasdmcdxd4@gmail.com

⁵ Academic of the Bachelor's Degree in Computer Engineering at the Faculty of Technology of Amapá – META; E-mail: rdgcosta13@gmail.com

⁶ MBA Project & Control of Electrical Engineering from IPOG, professor of the Computer Engineering course; E-mail: hugosilva@meta.edu.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Porcentagem da população, por tipo e grau de dificuldade e deficiência	13
Figura 02: Proporção de pessoas com deficiência de nascença e adquirida, por tipo de deficiência e localidade no Brasil	13
Figura 03: Bengala eletrônica para mobilidade UltraCane	19
Figura 04: Arduino mega 2560 R3 REV3 c cabo	20
Figura 05: Componentes de um microcontrolador	21
Figura 06: Diagrama de blocos de um microprocessador	22
Figura 07: Estrutura interna em blocos de um microcontrolador	23
Figura 08: Placa de desenvolvimento Arduino Uno	24
Figura 09: Placa de desenvolvimento ESP32	25
Figura 10: Exemplos de sistemas embarcados.....	26
Figura 11: Ilustração de usuário com luva.....	28
Figura 12: Atuadores pneumáticos rotativos e lineares.....	29
Figura 13: Arduino Uno	31
Figura 14: Sensor	32
Figura 15: Funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04	32
Figura 16: Vibracall	33
Figura 17: Arduino IDE.....	34
Figura 18: Representação do posicionamento do colete	35
Figura 19: Aplicativo web Tinkercad	36
Figura 20: Teste realizado na plataforma Tinkercad.....	37
Figura 21: Arduino Uno	38
Figura 22: Sensor ultrassônico.....	38
Figura 23: Vibracall	39
Figura 24: Power bank	39
Figura 25: Cabo USB V3	40
Figura 26: Protótipo funcional.....	40
Figura 27: Teste de proximidade 1.....	41
Figura 28: Teste de proximidade 2.....	42
Figura 29: Esquemático do protótipo	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Pessoas com deficiência visual por região	14
Quadro 02: Componentes utilizados para a construção do projeto	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL	12
2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA – TA	16
2.2.1 Exemplos tecnologias assistiva.....	17
2.3 MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES	20
2.4 DIAGRAMA EM BLOCOS	22
2.4.1 Microprocessador.....	22
2.4.2 Microcontrolador.....	23
2.5 PLACAS DE DESENVOLVIMENTO	24
2.6 SISTEMAS EMBARCADOS.....	25
2.7 SENSORES E ATUADORES.....	27
2.7.1 Sensores.....	27
2.7.2 Atuadores.....	29
3 MATERIAL E MÉTODO	30
3.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA MONTAR O DISPOSITIVO	30
3.1.1 Arduino Uno.....	30
3.1.2 Sensor Ultrassônico JSN-SR04T.....	31
3.1.3 Vibracall 1030	33
3.1.4 Arduino IDE.....	34
3.2 APLICAÇÃO E TESTES.....	34
3.3 RESULTADOS E DISCURSÕES.....	41
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIA	45

1 INTRODUÇÃO

No presente artigo, iremos elaborar os questionamentos ao redor do assunto dispositivo de auxílio locomoção para deficiente visual, refletindo sobre algumas questões sociais ao redor da deficiência visual e as pessoas que se encaixam, dando ênfase sobre as dificuldades aos anos iniciais, como trabalhador e principalmente seu meio de locomoção e execução de tarefas simples, com um conjunto de fatores associados ao banco de coletas de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Organização Mundial da Saúde (OMS) e Pesquisa Nacional De (PNS), destacando os dados epidemiológicos.

Como atualmente o mundo vem sofrendo diversas alterações, mudanças e evolução tecnológicas iremos abordar sobre os recursos que são propostos pela tecnologia assistiva (TA), para indivíduos que têm e contraem a deficiência visual.

A tecnologia atual e os recursos existentes podem nos permitir o desenvolvimento de medidas que diminuam as dificuldades pelas quais os deficientes visuais passam no seu cotidiano, desta forma, minimizando suas relações de dependência e promovendo maior inclusão social na sociedade que coincidam para o aumento de qualidade de vida e maior independência.

No cotidiano é muito comum o uso de aparelhos eletrônicos como celulares, tablets, computadores e outros, para se ter acesso à internet seja para usar redes sociais, comunicação e outros, a tecnologia assistiva tem projetos com focos ao público com deficiência, com o objetivo de condicionar o aumento de opções para que as habilidades funcionais de pessoas com deficiência seja, física, intelectual, visual e auditivas, para se adquirir uma vida independente, através de recursos, como próteses, bengalas, etc. Em seu livro Manzini (2005, p. 82) cita que “os recursos da tecnologia assistiva estão 100% em nosso dia a dia”.

Para as pessoas com deficiência às tecnologias assistivas adquirem relevância na medida em que lhes permitem executar suas tarefas cotidianas com autonomia e independência. Da mesma maneira que pessoas que não possuem deficiência alguma usam o meio tecnológico em suas rotinas, facilitando em seus afazeres.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Implementar um dispositivo que auxilie o deficiente visual na sua locomoção, garantindo mais segurança e autonomia.

1.1.2 Objetivos específicos

- Prototipar um dispositivo que integre sensores e atuadores.
- Embarcar o sistema para uma forma vestível e garantir a funcionalidade dele com uma boa autonomia.
- Realizar testes e avaliar os benefícios no requisito de auxílio e funcionalidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

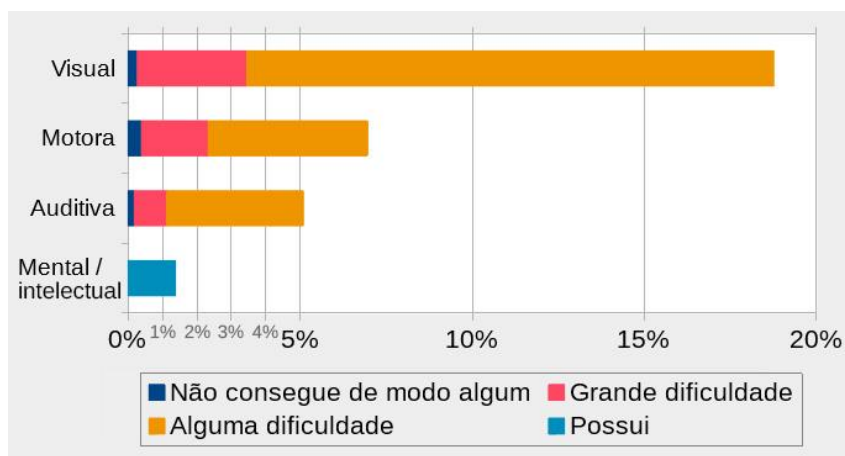
2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

A deficiência visual de acordo com Ampudia (2011), trata-se do “comprometimento parcial de 40% a 60% ou total da visão”, essa condição pode acontecer de forma imediata ou gradativamente. Sendo assim, não são considerados deficientes visuais as pessoas com doenças como miopia, astigmatismo ou hipermetropia, devido esses problemas serem resolvidos com aplicação de lentes ou outros métodos como, por exemplo, cirurgias (AMPUDIA, 2011).

Segundo a Dra. Maria Aparecida Haddad (2020), a deficiência é baseada em uma escala numérica da medida de acuidade visual, ou seja, são aqueles que possuem no mínimo três vezes menos visão do que uma pessoa normal, isso após o paciente ter passado pelos recursos de tratamentos disponíveis para curar a doença ocular de base e já ter testado todos os métodos óticos possíveis para melhorar sua visão. Em razão disso, é levado em consideração que uma pessoa impossibilitada ou restrita de locomoção de maneira que a visão não permita uma mobilidade fácil e segura é considerada uma pessoa com deficiência visual.

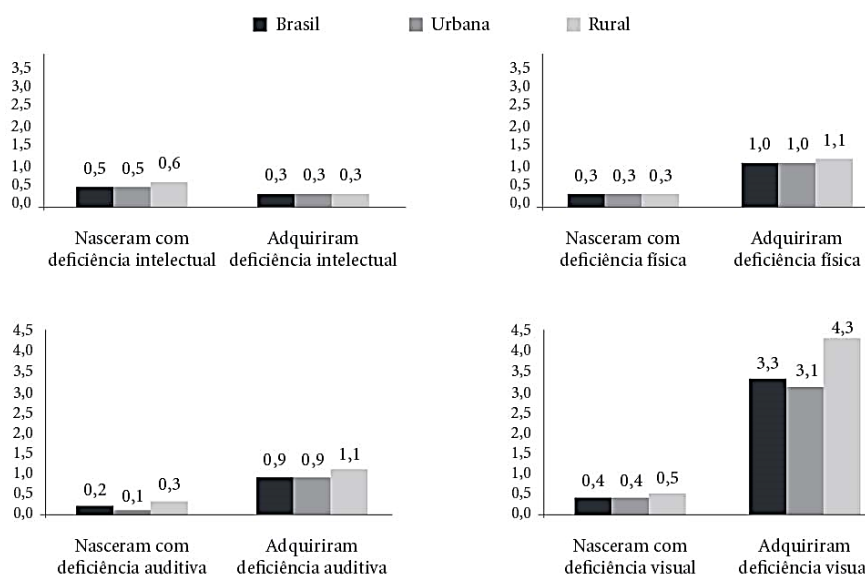
Conforme os dados apresentados no Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, evidenciam que há no Brasil 46 milhões de pessoas com algum grau de deficiência, o que corresponde a 24% da população, sendo essas classificadas como visão, motora, audição, mental ou intelectual, deste total, 12,5 milhões de brasileiros, cerca de 6,7% da população, possuem pelo menos um tipo de deficiência grave (IBGE, 2010).

Como pode ser visto na Figura 01, de acordo com o IBGE (2010), “a deficiência visual estava presente em 3,4% da população brasileira, a deficiência motora em 2,3%, deficiência auditiva em 1,1%, e a deficiência mental/intelectual em 1,4%”.

Figura 01: Porcentagem da população, por tipo e grau de dificuldade e deficiência

Fonte: IBGE, 2010.

A Figura 02 apresenta as proporções de deficiência de nascença e adquirida, por tipo de deficiência, para Brasil e localidades. Para deficiência intelectual, os percentuais foram maiores para os indivíduos que alegaram ter nascido com tal deficiência. Contudo, foi observado um comportamento diferente para as demais, que foram maiores entre os indivíduos que citaram ter adquirido. Em particular, observou-se grande diferença na deficiência visual, que apresentou prevalência bem mais elevados de deficiência adquirida em relação à deficiência de nascença, cerca de dez vezes maior (MALTA et. al., 2016).

Figura 02: Proporção de pessoas com deficiência de nascença e adquirida, por tipo de deficiência e localidade no Brasil

Fonte: PNS, 2013.

Se tratando de região, é possível observar no Quadro 01 que a região Norte possui 3,6% da população que sofre com deficiência visual ficando atrás da região Nordeste, com 4,1% da população.

Quadro 01: Pessoas com deficiência visual por região

PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL POR REGIÃO	TOTAL	% POPULAÇÃO LOCAL
Norte	574.823	3,6
Nordeste	2.192.455	4,1
Sudeste	2.508.587	3,1
Sul	866.086	3,1
Centro-Oeste	443.357	3,2

Fonte: Fundação Dorina Nowill, 2012. Editado pelos autores, 2023.

As pessoas que enxergam formam e comprovam muitos conceitos informalmente, enquanto as pessoas com deficiência visual necessitam de uma apresentação estruturada desses conceitos para garantir um desenvolvimento adequado dos fundamentos a eles relacionados (GIACOMINI, 2010).

Conceitos básicos, relacionados à orientação e mobilidade são necessários para a pessoa com deficiência visual movimentar-se com segurança e eficiência, assim como o conhecimento corporal, por exemplo, é fundamental, devendo-se dar especial atenção ao esquema corporal, conceito corporal, imagem corporal, planos do corpo e suas partes, lateralidade e direcionalidade (MASI ET. AL., 2014).

Estes conceitos devem ser enriquecidos com outros da mesma importância, como a posição e relação com o espaço, forma, medidas e ações, ambiente, topografia, textura e temperatura (MASI ET. AL., 2014).

O equilíbrio da pessoa depende de concepção corporal, visto que se o indivíduo estiver perturbado, haverá dificuldade em fazer movimentos coordenados como andar, sentar-se ou inclinar-se, por conta disso, os conceitos corporais formam a base dos conceitos espaciais e direcionais, fatores centrais no processo de orientação e de mobilidade (MASI ET. AL., 2014).

A imagem corporal equivale ao conceito corporal portanto, três componentes devem ser levados em consideração: primeiro, planos do corpo que é a habilidade de identificar frente, costas, topo e base do corpo, em relação a superfícies externas e objetos em relação aos planos do corpo. Segundo são as partes do corpo que identifica, e terceiro, o movimento do corpo que são movimentos toscos em relação aos planos do corpo e aos movimentos dos membros e lateralidade (MASI ET. AL..., 2014).

A principal dificuldade que são enfrentadas por pessoas com deficiência visual é a dependência por não poderem identificar os obstáculos na sua locomoção, sendo algo muito desafiador limitando a vida dessas pessoas por questões de riscos e inseguranças devido à ausência de projetos que facilitem a acessibilidade e inclusão. Ressaltando na questão de locomoção, a ausência de estruturas com a finalidade de facilitar a inclusão fazem falta e são de enorme importância para uma qualidade de vida mais digna e respeitável (NETO, 2019).

O descaso por parte de autoridades e representantes é alto, apesar de existirem projetos voltados a necessidade dessas pessoas e que já estão sendo colocados em prática, ainda assim é pouco o esforço voltado a esse bem comum.

O Brasil não possui estrutura que garanta segurança e conforto na mobilidade dos cidadãos que sofrem com a falta de visão. Essa ausência de interesse nas necessidades e desatenção para essa deficiência não são exclusividade do Brasil, já que em vários lugares do planeta também se observam desafio similares. Então, a solução encontrada tanto aqui no país como no exterior, é a criação de alternativas e ideias que buscam solucionar essas necessidades com muita segurança e praticidade, além de focar em uma melhor qualidade de vida para a classe. (NETO, 2019, p 15).

As ideias que utilizam mecanismos variados, partindo de tecnologias que envolvem a eletricidade, tecnologias biológicas e demais alternativas inovadoras, como por exemplo, o uso de cães guias, bengalas, calçadas com relevo, entre outros protótipos em teste (NETO, 2019). E esses exemplos infelizmente são bem ausentes, não sendo uma realidade comum para muitos indivíduos que sofrem com o distúrbio de visão, isso por questões de custo e viabilidade. Uma breve comparação para melhor compreender esse problema, é que no Brasil, Hyndara afirma haver apenas 160 cães guias contra 500 mil cegos, de um total de aproximadamente 6 milhões de cidadãos sofrendo com algum tipo de problema de visão, contemplando apenas alguns privilegiados (FREITAS, 2019).

Em razão disso, Silva (2007) mostrou que o aproveitamento das pessoas com deficiência visual, como força de trabalho, ainda enfrenta muita resistência, principalmente pelo fato de as empresas desconhecerem as tarefas que essas pessoas podem desempenhar. Como a visão passou a ser o principal meio sensório como qual se pode interagir com os sistemas de internet, não importa quão bem projetada seja uma interface, ela jamais estará em consonância com o modelo conceitual dos usuários cegos (JACKO et. al., 1999).

2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA – TA

Atualmente a tecnologia e os recursos existentes nos permitem criar medidas que minimizem as dificuldades pelas quais os deficientes visuais passam no seu cotidiano, desse modo diminuindo suas relações de dependência e promovendo maior inclusão social. Sendo assim, este projeto tem por finalidade auxiliar estes deficientes através de alerta a partir de vibrações no corpo, pois, ainda “as informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque elas recorrem a esses sentidos com mais frequência para decodificar e guardar na memória as informações” (MELO, 2011, p. 2).

Tecnologia assistiva (TA) é um termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão (BERSCH, 2008). O Brasil de acordo com outros países se encontra em processo lento, através de investimentos escassos que é proporcionado aos projetos para o alvo de pessoas com deficiências.

Os recursos de tecnologia assistiva estão muito próximos do nosso dia a dia. Ora eles causam impacto devido à tecnologia que apresentam, ora passam quase despercebidos. Para exemplificar, podemos chamar de tecnologia assistiva uma bengala, utilizada por nossos avós para proporcionar conforto e segurança no momento de caminhar, bem como um aparelho de amplificação utilizado por uma pessoa com surdez moderada ou mesmo veículo adaptado para uma pessoa com deficiência. (MANZINI, 2005, p. 82).

De acordo com Felipe e Felipe (1997, p. 8), “a maioria dos deficientes visuais, por um determinado tempo, convive com os efeitos de perda nos aspectos físicos, psíquico, social e econômico, que exigem reorganização e estabelecimento de novos

esquemas de interação”. Surgindo assim, uma área que realiza diversos projetos para pessoas com deficiências visuais, físicas, intelectuais e auditivas. Acerca disto:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL - SDHPR. – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII, 2007).

Um exemplo de TA é o Hand Talk que é um tradutor de línguas de sinais que faz a interpretação automática de texto e voz para a Língua Brasileira de Sinais (Libras) com a ajuda do simpático avatar de nome Hugo. Fácil de usar, a ferramenta é muito útil para que surdos e ouvintes possam estabelecer comunicação (GUIA DE RODAS, 2020).

A tecnologia vem evoluindo cada vez mais e os recursos que são ferramentas que dão acessibilidade ao computador facilitam o acesso para pessoas que tem uma deficiência visual, e para isso ser realizado foi necessário o desenvolvimento de novos softwares de acessibilidade.

2.2.1 Exemplos tecnologias assistiva

Outro recurso disponível aos deficientes visuais para interação homem computador são os sistemas com síntese de fala ou leitores de tela. Esses softwares utilizam sintetizadores de voz para efetuarem a leitura de informações exibidas na tela de um computador (SILVEIRA, et. al., 2007).

- **Job Access With Speech (JAWS)**

Um leitor de tela que transforma textos que foram escritos no computador em áudios, permitindo que o deficiente visual possa ler através desta ferramenta do texto para uma voz/áudio ou em dispositivo braile. Um programa pago, podendo ser utilizado no ambiente Windows e na navegação na internet.

- **O NonVisual Desktop Access (NVDA)**

Um leitor de tela gratuito que foi desenvolvido por uma organização australiana sem fins lucrativos, sendo através de doações realizadas que dar para garantir o

acesso gratuito. O usuário pode controlar o que o NVDA irá ler por mover o cursor para a área relevante do texto utilizando o mouse ou as setas do teclado (HOME, 2014). O projeto de Michael Curran foi desenvolvido pela NV Access no ano de 2006, para ser usado no ambiente do sistema Windows, viabilizando síntese de voz em diversos idiomas.

- O Virtual Vision

Criado no Brasil, pela empresa MicroPower com a companhia do Banco Bradesco, com o objetivo de facilitar acesso no setor virtual financeiro. A ferramenta possibilita o acesso às aplicações do sistema Windows, para que as pessoas com deficiência visual pudessem saber utilizar o Windows de forma Virtual Vision.

- Sistema Dosvox:

Não é um programa como os outros que foram citados acima, e sim um sistema integrado que atualmente disponibiliza mais de 80 programas oferecendo diversas maneiras diferentes de se utilizar. Cada programa tem uma função diferente e permitindo o incentivo de explorar uma funcionalidade do computador.

- Be My Eyes

Um aplicativo que dá assistência através de um vídeo chamada, sendo conectado por umas pessoas comuns que se voluntariaram e uma pessoa com deficiência visual, para dar suporte ao ler uma bula de remédios e realizar tarefas simples.

- Cães guias

Há séculos pessoas que possuíam uma deficiência visual tinham como facilitador algo semelhante a uma bengala para conseguirem se locomover e por conta disso, ficou conhecida como um símbolo ou sinal de uma pessoa cega. Logo, foi considerado que o cão-guia era mais eficaz no objetivo de guiar e facilitar a locomoção, trazendo benefícios a qualidade vida de deficientes visuais.

- Bengala eletrônicas

O suporte mais usado pelas pessoas com deficiência visual é a bengala. Existe dois tipos delas sendo somente uma não eletrônica que é conhecida como bengala branca que vem sendo usada há muitos anos, e a bengala eletrônica, a Ultracane (Figura 03), que permite a identificação de obstáculos ao nível dos pés, pernas, tronco e cabeça. Devido a quantidade de sensores seu custo é elevado em torno de R\$2.500,00, e seria a única comercializada no Brasil para o uso dos deficientes visuais com eficiência de dar o alerta de obstáculos conforme se aproxima por meios de vibrações.

Figura 03: Bengala eletrônica para mobilidade UltraCane



Fonte: Megaserafim, 2022.

A tecnologia assistiva contribui para que o público que tem deficiência possa ter uma vida de maneira mais independente e adquirir uma qualidade de vida melhor facilitando tarefas do dia a dia. Há muitos mal-entendidos acerca da tecnologia assistiva sobre o que seria o suporte a pessoas com deficiências em suas mobilidades, locomoção motoras ou sensoriais e outros, o que seria e não seria a ajuda técnica. De acordo com a Lei nº 7.853 de 24 de outubro de 1989, sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, em seu artigo 19:

Art. 19. Consideram-se ajudas técnicas, para os efeitos deste Decreto, os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social.

Parágrafo único. São ajudas técnicas:

I - Próteses auditivas, visuais e físicas;

II - órteses que favoreçam a adequação funcional;

III - equipamentos e elementos necessários à terapia e reabilitação da pessoa

portadora de deficiência;

IV - Equipamentos, maquinarias e utensílios de trabalho especialmente desenhados ou adaptados para uso por pessoa portadora de deficiência;

V - Elementos de mobilidade, cuidado e higiene pessoal necessários para facilitar a autonomia e a segurança da pessoa portadora de deficiência;

VI - Elementos especiais para facilitar a comunicação, a informação e a sinalização para pessoa portadora de deficiência;

VII - equipamentos e material pedagógico especial para educação, capacitação e recreação da pessoa portadora de deficiência;

VIII - adaptações ambientais e outras que garantam o acesso, a melhoria funcional e a autonomia pessoal; e

IX - Bolsas coletoras para os portadores de ostomia.

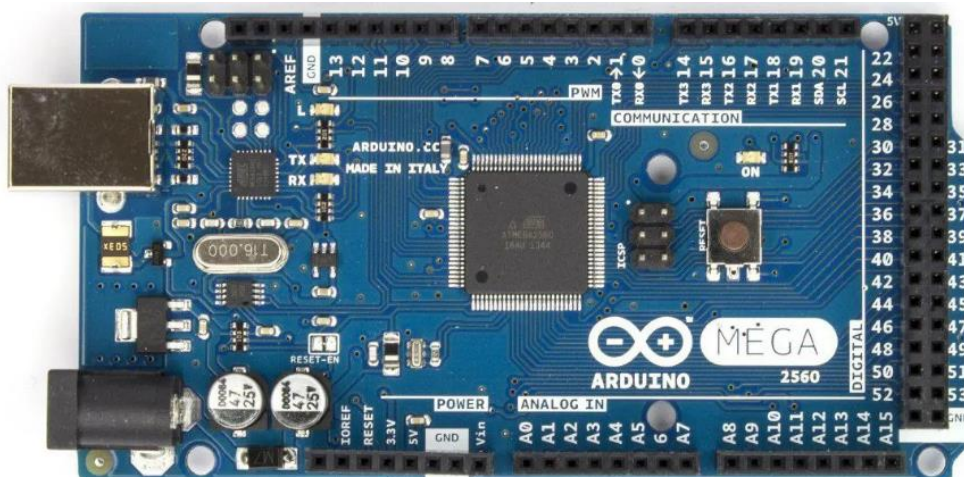
(Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências, 1999, p. 6).

Segundo a Lei brasileira de inclusão de 6 de julho de 2015, Lei nº 13.146, que compõe a seguinte informação no Art. 74 "É garantido à pessoa com deficiência acesso a produtos, recursos, estratégias, práticas, processos, métodos e serviços de tecnologia assistiva que maximizem sua autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida."

2.3 MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES

Na Figura 04 podemos destacar que dentro do microcontrolador, há um processador.

Figura 04: Arduino mega 2560 R3 REV3 c cabo



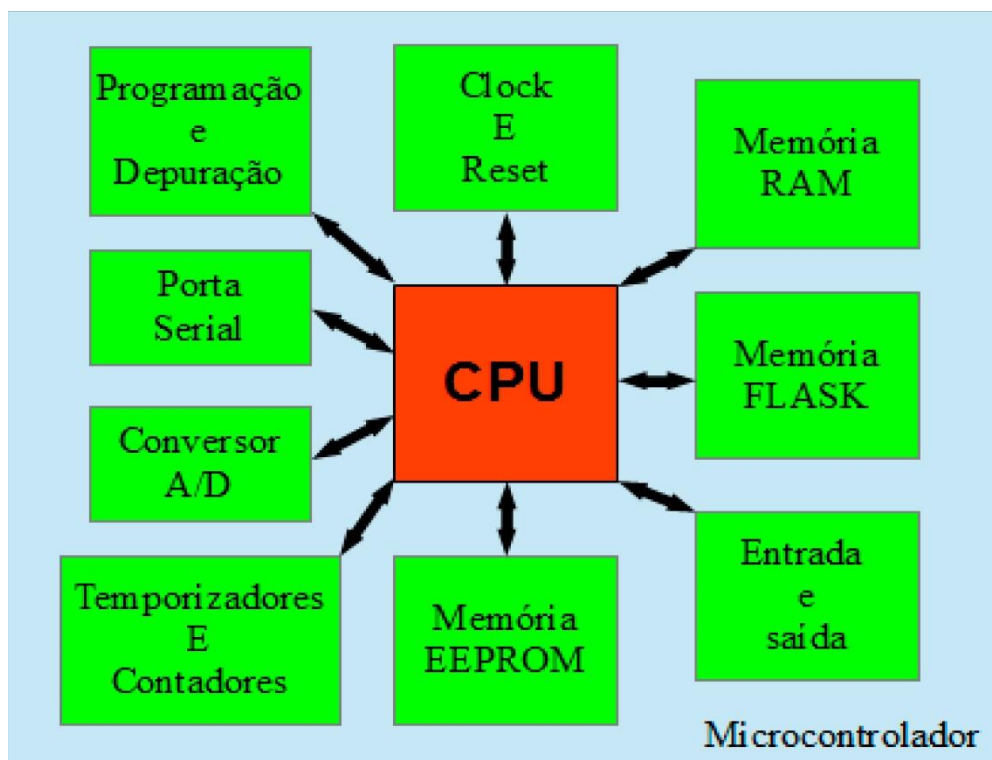
Fonte: Microwat, 2022.

A função de um microprocessador é processar os dados recebidos com base na sequência de instruções que lhe foram atribuídas pelo programador. Assim, ele deve ser dinâmico o suficiente para executar diferentes tipos de operações e em sequências aleatórias definidas pelo programador.

O microprocessador, no entanto, requer o auxílio de outros componentes para armazenar dados temporários e seu próprio código, controlar o fluxo de dados nos barramentos, produzir o clock⁷ de operação que ditará o ritmo de funcionamento das instruções e outros componentes mais específicos, como periféricos para controle de entrada e saída de dados, temporização, geração e análise de sinal, entre outros.

O microcontrolador tem um objetivo específico contendo pastilhas de todos os circuitos integrados periféricos precisos para que o equipamento seja utilizado ao controle dos processos e os mais simples são de uso geral. Apresenta uma CPU, I/O, memória e periféricos encapsulados em uma peça somente (Figura 05). São circuitos integrados com elementos para o seu funcionamento em seu interior sendo dependente da fonte externa de alimentação.

Figura 05: Componentes de um microcontrolador



Fonte: Kerschbaumer, s.d.

⁷ Clock ou frequência é um termo utilizado para determinar a velocidade de um processador de um computador em Hertz (Hz) (GARRETT, 2022).

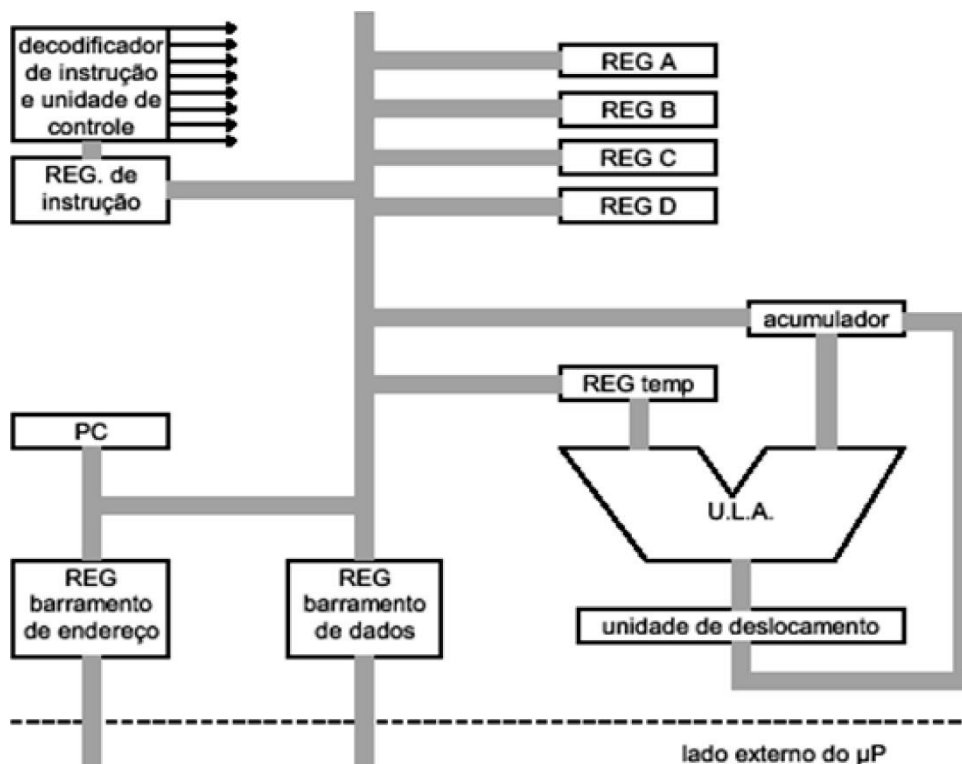
Os microcontroladores estão aplicados em vários dispositivos eletrônicos que muitas vezes temos em casa como computadores, celulares e eletrodomésticos como, por exemplo, as máquinas de lavar, o micro-ondas e até mesmo um simples relógio de pulso.

2.4 DIAGRAMA EM BLOCOS

2.4.1 Microprocessador

O microprocessador é um circuito integrado que possui tamanho pequeno e integra diversos elementos a uma peça podendo realizar uma diversidade de funções que são especificamente de acordo com o software. Apenas funciona se tiver os periféricos como a memória RAM, timers e outros, diferente do microcontrolador que usa todos os recursos em uma única peça. Os microprocessadores e microcontroladores contém uma ULA (Unidade Lógica e Aritmética), conforme a Figura 06.

Figura 06: Diagrama de blocos de um microprocessador



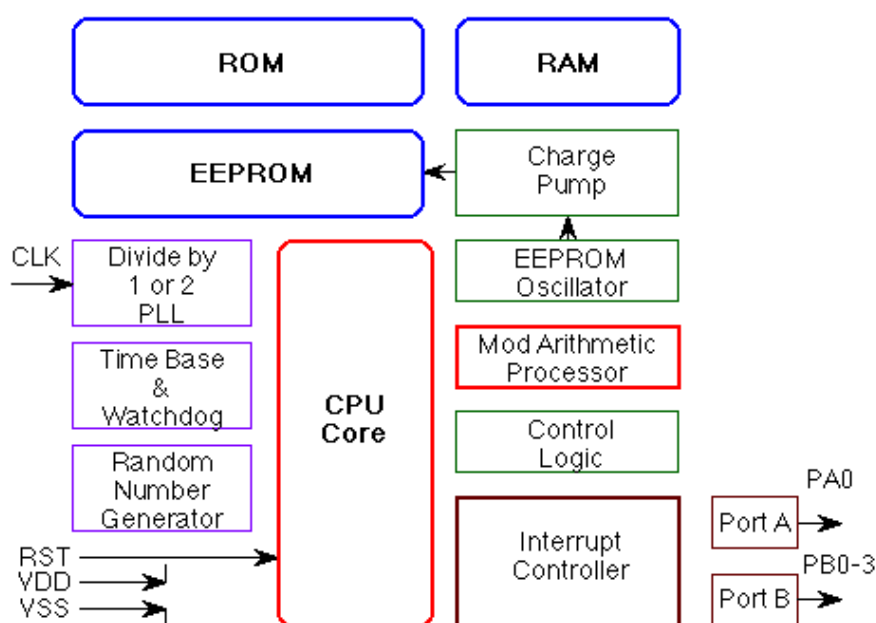
Fonte: Kerschbaumer, s.d.

2.4.2 Microcontrolador

Microcontroladores são conhecidos como computadores embutidos em circuitos integrados, em um microcontrolador pode ser encontrado memória, CPU, entradas e saídas, outros ainda possuem periféricos como conversores A/D e D/A, comparadores (ANGNES, 2003). Logo é possível observar algumas características que eles apresentam:

- Memória volátil para manipular e armazenar dados em tempo de processamento;
- Memória não volátil para receber as instruções do programador e permitir que o microcontrolador, uma vez programado, tenha o código a sua disposição a qualquer momento;
- Gerador de clock interno (ainda que muitas versões permitam o uso de cristais externos para obter maior estabilidade ou níveis de frequência diferentes dos disponibilizados);
- Uma série de elementos que facilitam a integração do microcontrolador com outros componentes, seja para comunicação, tratamento de sinal analógico, geração de sinal, entre outros (Figura 07).

Figura 07: Estrutura interna em blocos de um microcontrolador



Fonte: Braga, 2019.

2.5 PLACAS DE DESENVOLVIMENTO

Placas de desenvolvimento são hardware físico, plataformas feitas e compostas para a agilidade e de fácil uso em inúmeros projetos com o incentivo ao redor do aprendizado de uma determinada tecnologia (DATASONIC, 2022).

Amplamente presente na cultura maker⁸, placas de desenvolvimento têm aplicação nas áreas de Educação em Ciência e Tecnologia, em projetos de Engenharia e Computação, em prototipagem eletrônica e montagem de sistemas personalizados (DATASONIC, 2022).

Um ótimo exemplo de placa de desenvolvimento é o Arduino como mostra na Figura 08, que certamente proporciona uma grande revolução tecnológica no mundo. Esta comunidade possui pessoas que são especialistas em programação e sistemas eletrônicos, e está no mercado desde 2005 sendo lançado na Itália.

Figura 08: Placa de desenvolvimento Arduino Uno



Fonte: Cablematic, 2022.

A placa de desenvolvimento Arduino segundo estudos, está presente como primeira opção, havendo com certeza outras opções que são melhores no mercado como o ESP32 (Figura 09), que dispõe do Wireless 802.11 b/g/n, tenha 150Mbps de conexão, com a antena embutida na placa e bluetooth que tem o maior uso em

⁸ A Cultura Maker é uma abordagem que incentiva os estudantes a criarem com as próprias mãos (Educatonal, 2023).

aparelhos eletrônicos, sendo bom na facilidade de desenvolver projetos e de obter bastantes conectores sem consumir muita energia.

Figura 09: Placa de desenvolvimento ESP32



Fonte: Mercado livre, 2022.

2.6 SISTEMAS EMBARCADOS

Se tratando de sistemas embarcados, segundo Pozzebom:

O sistema embarcado, também chamado de sistema embutido, é um sistema microprocessado em que um computador está conectado ao sistema que ele controla. Um sistema embarcado pode realizar um conjunto de tarefas que foram predefinidas. O sistema é usado para tarefas específicas, e assim, através de engenharia é possível otimizar um determinado produto e diminuir o tamanho, bem como os recursos computacionais e seu valor final. (POZZEBOM, 2014).

São sistemas eletrônicos microprocessadores que após serem programados possuem uma função específica que geralmente não pode ser alterada. Uma impressora, por exemplo, mesmo possuindo um processador que poderia ser utilizado para qualquer tipo de atividade tem sua funcionalidade restrita apenas à impressão de páginas.

Um computador de propósito geral, no entanto, pode ser utilizado de várias maneiras diferentes como um ambiente de entretenimento, estação de trabalho, ou até mesmo um telefone.

O sistema embarcado está composto em mais de 80% dos microprocessadores e são usados não apenas para computadores, mas também em celulares, micro-ondas e até mesmo em automóveis para a efetivação de tarefas pré-determinadas no sistema embarcado.

Simplificando de maneira prática, o micro-ondas contém diversas opções em seu painel de controle desde descongelar, fazer pipoca e ajustar no tempo que for desejado para o usuário. Junto com essas opções vem também a rotação do prato assim que é ligado, a luz acende e fica programado para emitir um sinal de preparo quando for concluído. Somente é denominado um sistema embarcado quando ele for constituído para realizar uma única tarefa.

Outra característica da maioria dos sistemas embarcados é a restrição de recursos, tanto computacionais como memória e processamento, quanto físicos que é o número de terminais e interfaces de exibição/entrada de dados. Grande parte desta restrição se deve a questões de custo, consumo de energia ou robustez. Isto leva ao desenvolvimento de alguns sistemas que não possuem nenhum botão ou luz indicativa.

Contudo, há diversas tecnologias que é denominado sistema embarcado como é possível observar na Figura 10.

Figura 10: Exemplos de sistemas embarcados



Fonte: Souza, 2018.

Os sistemas embarcados estão presentes em praticamente todos os ambientes, cobrindo uma ampla gama de funcionalidades. Antenas retransmissoras, televisores, fornos de micro-ondas, controles PID's industriais, sistemas de gerenciamento de aviação, esteiras transportadoras etc. Atualmente, quase todo dispositivo que funciona com eletricidade possui um sistema embarcado coordenando seu funcionamento.

2.7 SENSORES E ATUADORES

2.7.1 Sensores

De acordo com Wendling o termo sensores é:

Empregado para designar dispositivos sensíveis à alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza física que precisa ser mensurada (medida), como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição etc. (WENDLING, 2010, p. 4).

O sensor que vai ser abordado será o sensor de distância ultrassônico por ser o ideal para a adaptação de pessoas com deficiências visuais, pois este sensor utiliza as ondas ultrassônicas para a percepção da distância fazendo o uso de ondas sonoras com frequências que tem como limite acima da capacidade humana auditiva para que o sensor possa operar sem realizar nenhum tipo de sons percebidos.

Segundo Wendling “as ondas refletidas pelo objeto são captadas pelo sensor, fornecendo assim um sinal que pode ser processado trazendo informações sobre o projeto no qual ocorreu a reflexão” (WENDLING, 2010, p. 18).

Para ser possível obter o resultado sobre a distância sem precisa haver o contato físico com qualquer dos itens, é utilizado sensores que transmitem energia em forma de ondas por meio do transmissor, e o receptor que recebe de volta possui a competência de analisar todas as particularidades da onda recebida para poder então ser definido a distância que foi percorrida por ela.

É preciso considerar que os sensores ultrassônicos que a superfície do objeto detectado pode refletir a onda para outra direção, impedindo de ser realizada a detecção adequada. Outra possibilidade é a ocorrência do efeito Doppler⁹ quando o objeto detectado estiver se movendo em uma velocidade considerável, alterando a

⁹ Efeito que altera a frequência da onda em propagação de acordo com a velocidade relativa do seu emissor ao receptor, ou ao ser refletida por um objeto em movimento (FRADEN, 2010).

frequência com que a onda é refletida, podendo não ser detectada quando retornar (FRADEN, 2010).

Desse modo, o funcionamento de um sensor ultrassônico parte da emissão de um som em alta frequência (inaudível ao ser humano), sendo o tempo de propagação diretamente proporcional à distância do obstáculo a ser medida (ROSÁRIO, 2005).

O sensor ultrassônico é um exemplo de sensor muito utilizado para se calcular a distância entre objetos, através da emissão de sinais ultrassônicos (ondas mecânicas com frequências maiores que 40 kHz) e leitura do sinal de retorno, que seria o eco (ELETROGATE, 2022). Ele possui dois alto-falantes, cada um com apenas a função de emitir o sinal ou receptor.

De acordo com a Figura 11, seria um exemplo do uso da luva para pessoas com deficiência visual em seu trajeto. Sendo utilizado com recurso de baixo custo, sendo propriamente acessível a deficientes.

Figura 11: Ilustração de usuário com luva



Fonte: Calaça 2017.

2.7.2 Atuadores

São responsáveis por produzir a movimentação do dispositivo e máquina transformando energia elétrica, hidráulica e pneumática para energia mecânica. Os atuadores conforme Wendling:

São dispositivos que modificam uma variável controlada. Recebem um sinal proveniente do controlador e agem sobre o sistema controlado. Geralmente trabalham com potência elevada. Exemplos de alguns atuadores: válvulas (pneumáticas, hidráulicas), relés, cilindros (pneumáticos, hidráulicos), motores, solenoides. (WENDLING, 2010, p. 3).

Os atuadores são classificados como rotativos e lineares (Figura 12), sendo os lineares o movimento de translação, o objeto faz um percurso de um ponto ao outro na mesma direção no sentido do objeto. Enquanto os rotativos é o movimento giratório, quando o objeto realiza um percurso de modo circular.

Figura 12: Atuadores pneumáticos rotativos e lineares



Fonte: MTiBrasil, 2022.

3 MATERIAL E MÉTODO

O Quadro 02 apresenta os componentes utilizados na construção do protótipo onde consta toda a relação dos equipamentos utilizados, quantidade, descrição e valores da aquisição de alguns produtos que estão disponíveis no mercado junto com a soma do valor total.

Quadro 02: Componentes utilizados para a construção do projeto

COMPONENTES	QUANTIDADE	VALOR (UNIT.) REAIS	VALOR (TOTAL) REAIS
Arduino Uno	1	50,00	50,00
Sensor Ultrassônico JSN-SR04T	1	25,00	25,00
Motores de vibração	1	10,00	10,00
Cabo de dados v3	1	20,00	20,00
Power Bank 1000 Mah	1	45,90	45,90
Jumper	10	2,00	20,00
Conversor	1	25,00	25,00
VALOR TOTAL (REAIS)			195,90

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

3.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA MONTAR O DISPOSITIVO

3.1.1 Arduino Uno

Criado na Itália em 2005, existem diversos microcontroladores da família Arduino como, por exemplo, Arduino uno, Arduino Uno SMD, Arduino Mega 3560, Arduino BT, Arduino Mini, Mini USB Adapter, Arduino Nano, LilyPad Arduino, Arduino

Fio, Arduino Pro, Arduino Pro Mini, Arduino Board-Serial interface e Arduino Single-Sided serial Board.

O Arduino Uno que será utilizado no projeto, é a última versão da placa Arduino USB (Figura 13). Este é conectado ao computador através de um cabo USB padrão, contendo tudo o que é necessário para programar e utilizar a placa. A linguagem Arduino é baseada em C/C++. Através do microcontrolador Arduino Uno é possível desenvolver vários itens.

Figura 13: Arduino Uno



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

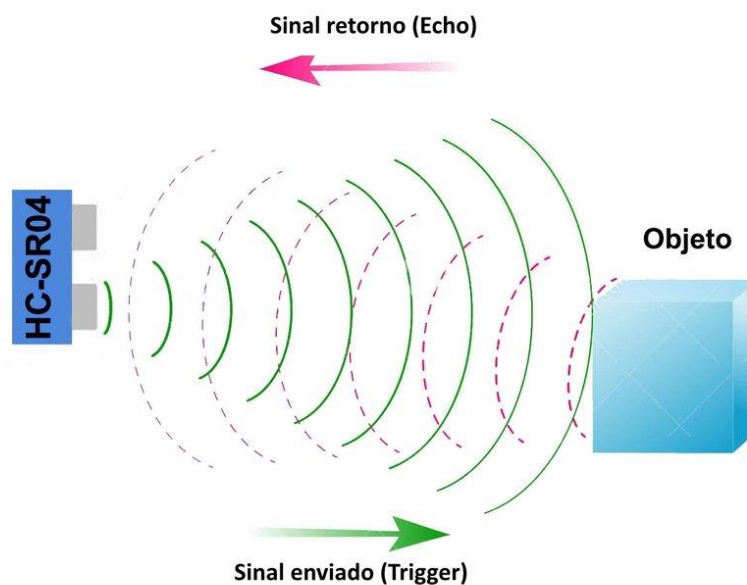
3.1.2 Sensor Ultrassônico HC-SR04

O sensor Ultrassônico HC-SR04 (Figura 14) é um oscilador que emite ondas ultrassônicas (em torno 42kHz), que resultam em um comprimento de onda de alguns centímetros o que permite detectar objetos relativamente pequenos (WENDLING, 2010). As ondas refletidas pelo objeto são captadas pelo sensor, fornecendo um sinal que pode ser processado trazendo informações sobre o objeto no qual ocorreu a reflexão (WENDLING, 2010).

Figura 14: Sensor

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O sensor permite detectar objetos que estão distantes entre 1 cm e 400 cm. Este sensor emite um sinal ultrassônico que reflete em um objeto e retorna ao sensor, permitindo deduzir a distância do objeto ao sensor tomando o tempo da trajetória do sinal (Figura 15).

Figura 15: Funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04

Fonte: Mercado Livre, 2022.

O HC-SR04 utiliza sinais ultrassônicos (40 KHz, acima da capacidade de audição do ouvido humano, que é de 20 KHz), para determinar a distância entre o sensor e o obstáculo, ele pode medir distâncias entre 2cm e 4m, com precisão de

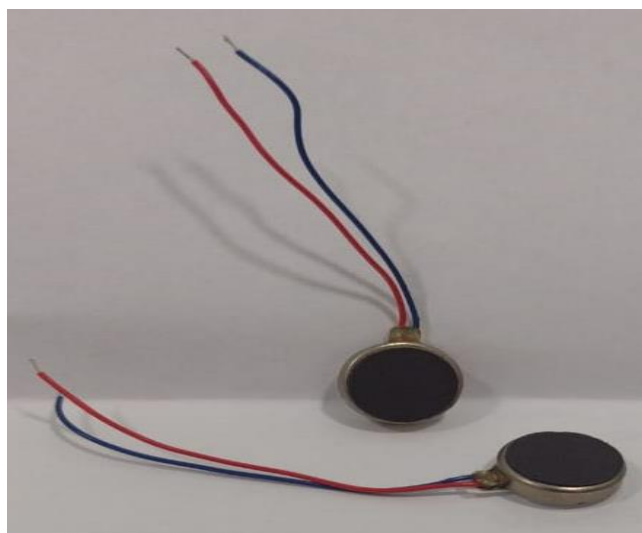
3mm, seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus, segundo informações do datasheet 14 do sensor. Seu funcionamento consiste basicamente em enviar um sinal que, ao atingir um objeto, volta para o sensor e com base nesse tempo entre o envio e recebimento é calculada a distância entre o sensor e o objeto. (THOMSEN, 2015).

3.1.3 Vibracall 1030

O vibracall é responsável pela vibração que será sentida pelo deficiente visual (Figura 15). Este motor elétrico foi escolhido devido ao seu pequeno tamanho. O vibracall é acionado pelo PIC18 por meio do periférico Capture, Compare and PWM no modo PWM (Pulse Width Modulation). A modulação PWM permite variar a potência média entregue ao motor, fazendo-o ter diferentes intensidades de vibração.

Para alertar o usuário da proximidade de um objeto é utilizado o vibracall. Este modelo é o mesmo utilizado por smartphones e outros eletrônicos. Sua principal vantagem é a compatibilidade com placas de prototipagem (como o Arduino e o próprio Wemos), sendo o modelo ideal para projetos como o desenvolvido até o momento.

Figura 16: Vibracall

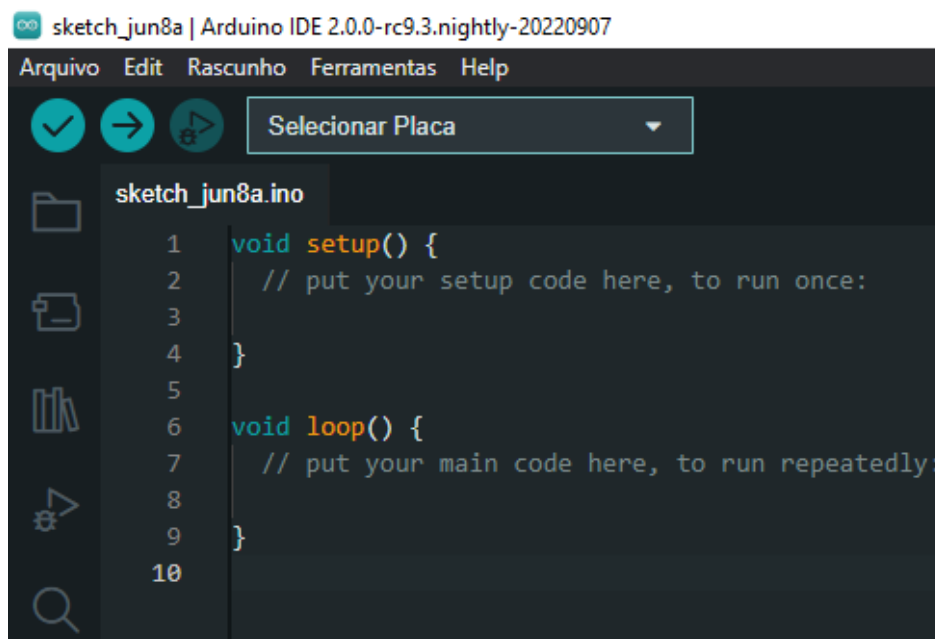


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

3.1.4 Arduino IDE

Para a implementação do algoritmo, foi utilizado o Arduino IDE (Integrated Development Environment) como mostra a Figura 17.

Figura 17: Arduino IDE



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

As placas de prototipação geralmente utilizam linguagens baseadas em C/C++. A principal vantagem do Arduino IDE, consiste no fato de ser open source e multiplataforma, e a partir disto, o usuário pode criar vários projetos não só para a placa de prototipagem Arduino, mas para a utilizada neste projeto, Wemos, e até mesmo outros modelos como a NodeMCU etc. Esta IDE permite a importação das bibliotecas da placa escolhida para o projeto do usuário, melhorando assim a composição do código

3.2 APLICAÇÃO E TESTES

Os periféricos que compõe o protótipo serão mencionados a seguir, de acordo com os fundamentos de funcionamento do mesmo, os componentes foram organizados e testados primeiramente de maneira virtual, utilizando o software Tinkercad e Fritzing que são ferramentas de modelagem 3D e design de circuitos

eletrônicos, usando conhecimentos técnicos teóricos e práticos de forma que garanta a obtenção de objetivos e resultados esperados. A Figura 18 representa o local no corpo onde ficara posicionado o colete no usuário.

Figura 18: Representação do posicionamento do colete

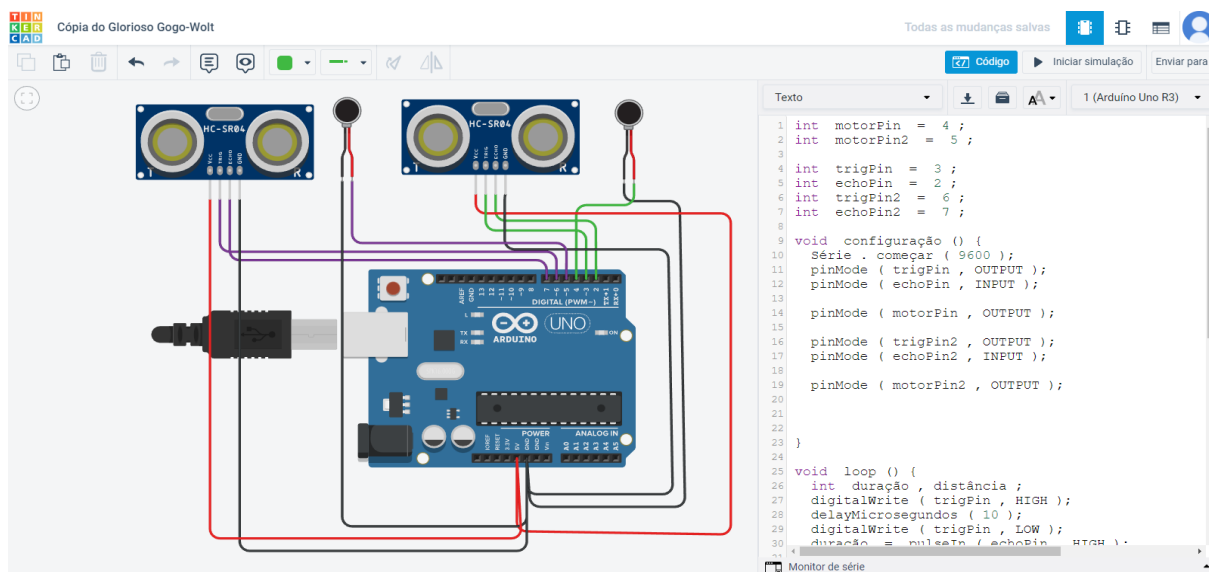


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No início da construção do projeto foi utilizada a plataforma Tinkercad que é gratuito e feito para criação de projetos 3D, eletrônica e codificação, pois ela oferece recursos de simulação que permitem verificar o funcionamento do protótipo de forma virtual (Figura 19). Assim é possível testar o código e verificar se os componentes estão interagindo corretamente uns com os outros antes de montar fisicamente o protótipo. De forma é viável economizar tempo e evita possíveis erros.

Dessa forma, foi possível criar uma versão do protótipo de maneira virtual, sendo possível utilizar componentes parecidos ou semelhantes ao qual necessitam ser usados no protótipo físico, como por exemplo, os sensores ultrassônicos, vibracionais, placa Arduino e os jumpers.

Figura 19: Aplicativo web Tinkercad

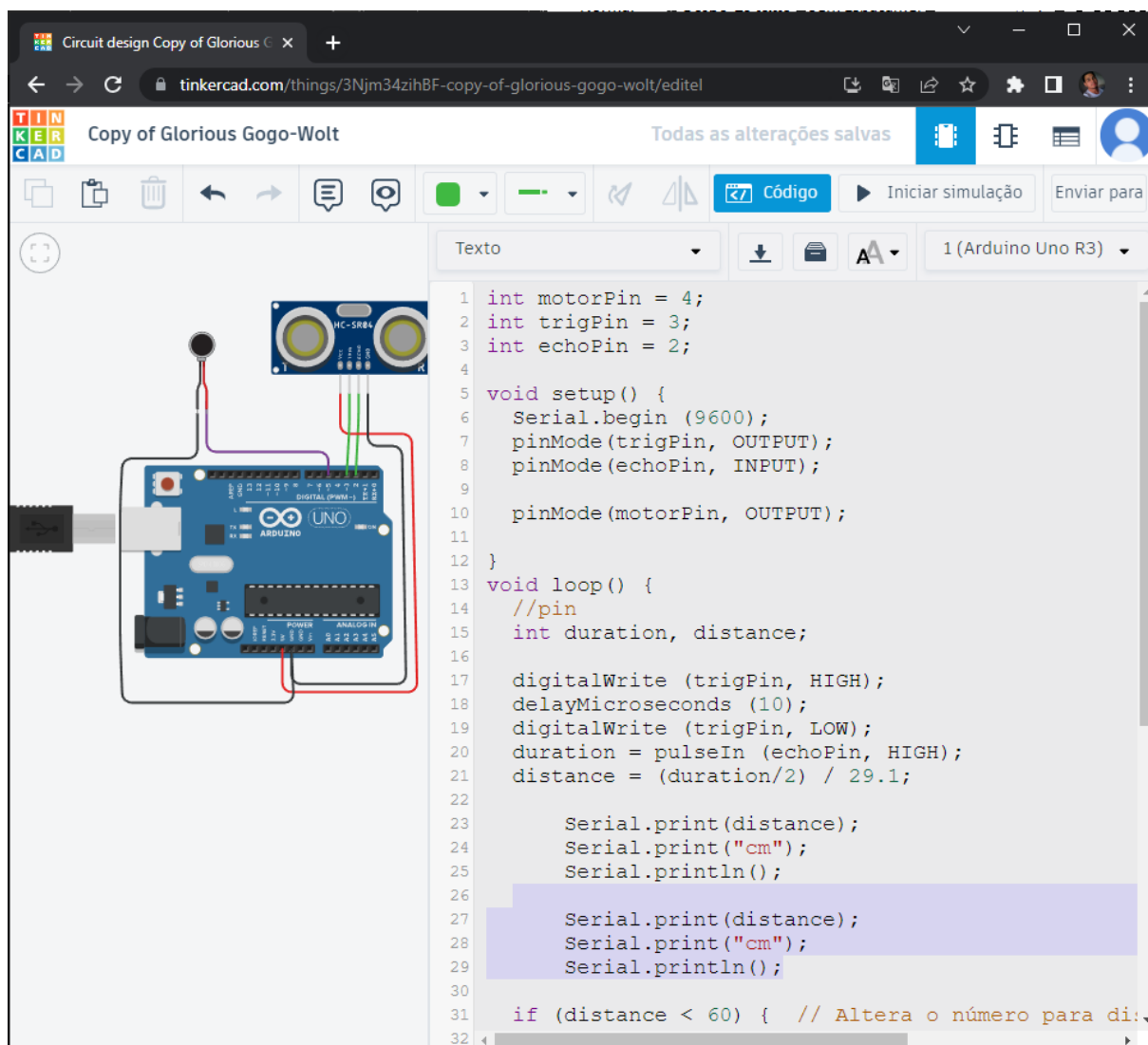


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No começo, a maior dificuldade encontrada foi fazer o código funcionar pelo fato que no programa de teste foi utilizado o Tinkercad, visto que o código rodava perfeitamente, porém, quando colocava o projeto em prática ocorria erro, e não era possível identificar esse erro. Com isso, foi solicitado orientação para ser possível solucionar o problema e após vários testes foi necessário mudar os códigos sendo preciso bastante estudo com relação a isso, pois todas às vezes que era feito os testes ocorriam algum erro novamente.

Para realizar a simulação utilizou-se dois vibracais, Arduino Uno e dois sensores HC-SR04 (Figura 20).

Figura 20: Teste realizado na plataforma Tinkercad



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na montagem física inicial do protótipo utilizou-se o Arduino Uno (Figura 21), pela sua facilidade de desenvolvimento, pois o mesmo possui uma área de prototipagem com pinos padrão, o que facilita a conexão de componentes eletrônicos utilizando jumpers, o que foi de extrema importância para realizar testes e corrigir erros.

Figura 21: Arduino Uno

Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Com o Arduino Uno foi possível conectar e controlar todos os componentes necessários para o funcionamento do protótipo como sensores, atuadores representados sensor ultrassônico e o vibracall.

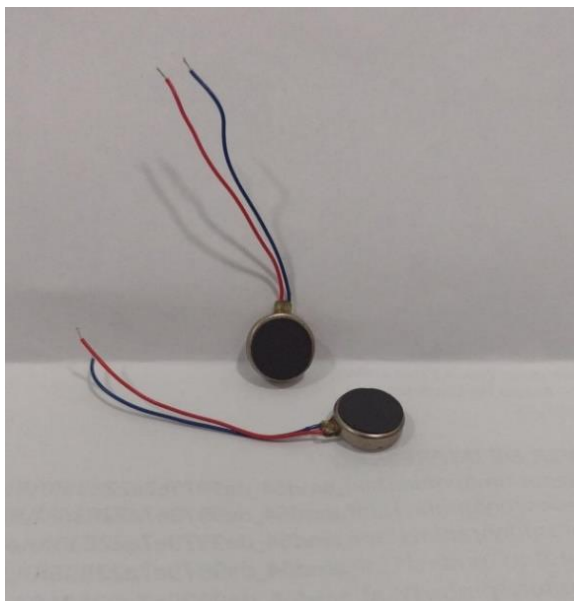
O sensor ultrassônico possui quatro pinos, VCC responsável pelo fornecimento de energia, GND é o terra, TRIG pino de transmissão e ECHO pino de recepção. Para realizar a conexão do sensor ao Arduino Uno foi ligado o VCC ao 5V, o GND ao GND, o TRIG ao pino digital 6 e o ECHO no pino digital 5 da placa (Figura 22).

Figura 22: Sensor ultrassônico

Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

O vibracall possui dois fios, um para alimentação que foi conectado na porta 5V da placa e outro para controle, ligado ao pino digital de número 4 (Figura 23)

Figura 23: Vibracall



Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Para fornecer energia necessária ao Arduino Uno foi utilizado um Power bank de 1000 Mah, com autonomia de cerca de 6h, os dois componentes são conectados por um cabo USB (Figura 24).

Figura 24: Power bank



Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Para realizar a conexão entre o Power Bank e o Arduino Uno foi utilizado um cabo USB-B (Figura 25).

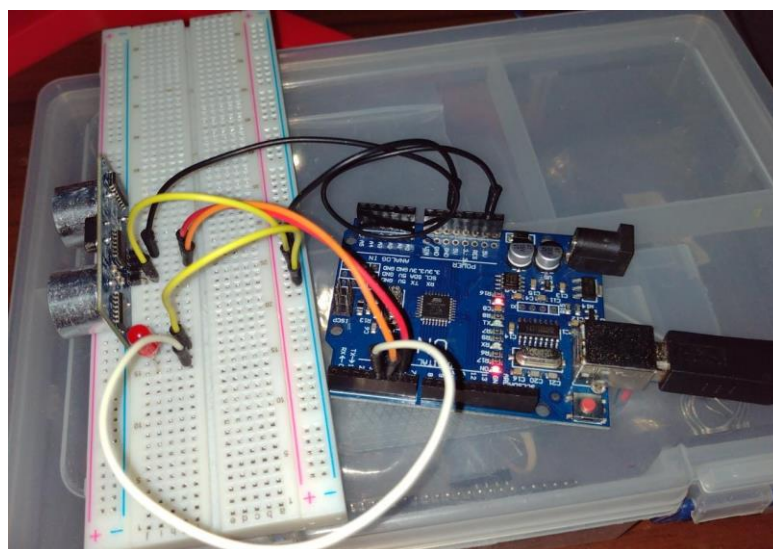
Figura 25: Cabo USB-B



Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Após a montagem completa de todos os componentes do protótipo foi realizado o carregamento do código, desconectando o Arduino Uno do computador e ligando no power bank para fornecer energia ao sistema. Foi colocado objetos próximos ao sensor ultrassônico e verificando se o vibracall seria acionado quando a distância medida atinge 60 centímetros (Figura 26).

Figura 26: Protótipo funcional



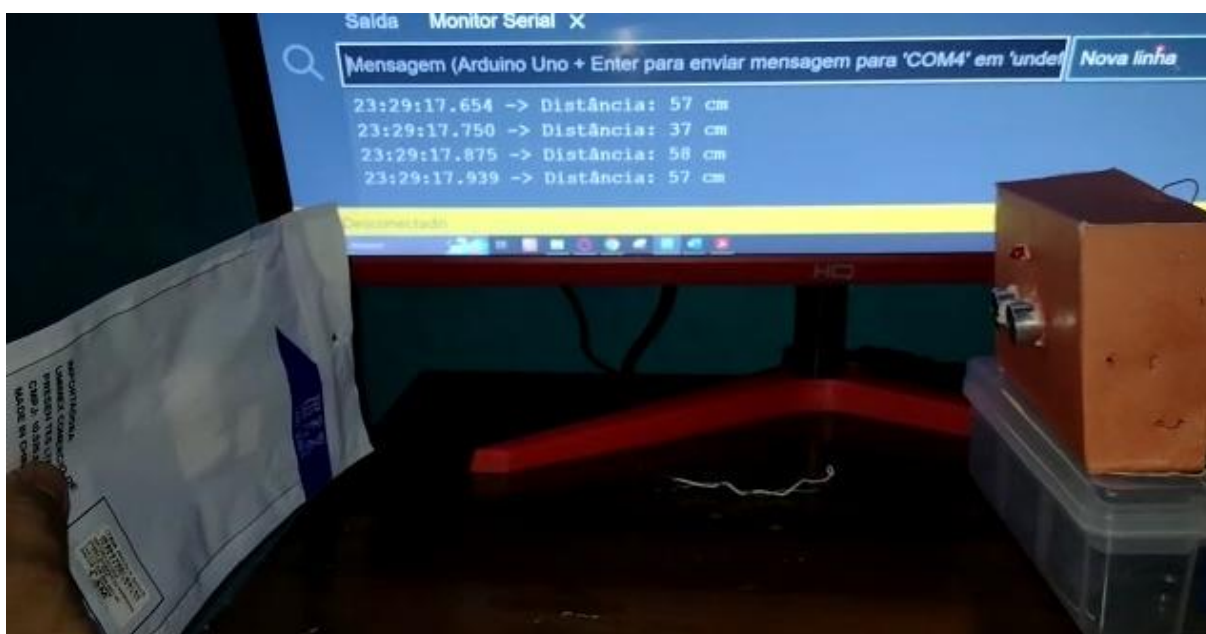
Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

3.3 RESULTADOS E DISCURSÕES

O dispositivo desenvolvido apresentou ser eficiente no auxílio a pessoas com deficiência visual, sendo capaz de detectar objetos em uma distância de até 30 centímetros, com esse valor podendo ser alterado facilmente no código dependendo do usuário.

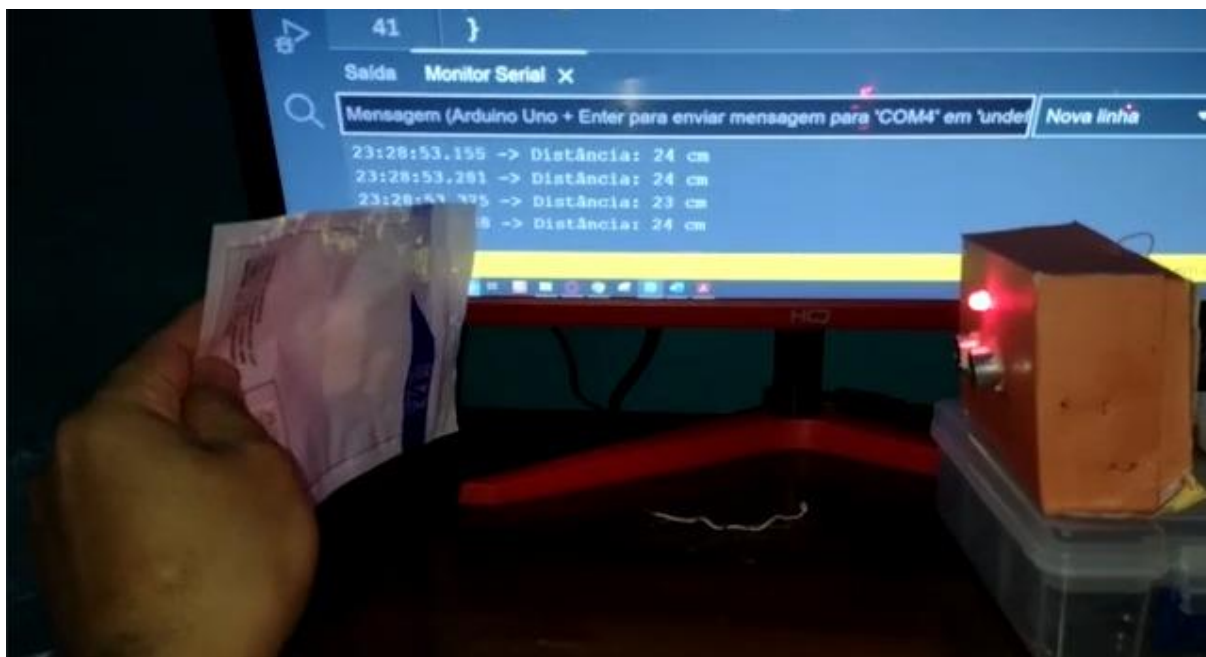
Como é possível observar na Figura 27, toda vez que o objeto estiver a uma distância superior a 30 centímetros o dispositivo não emite as vibrações que alertam essas pessoas mostrando que existe uma segurança ao caminhar.

Figura 27: Teste de proximidade 1



Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Na Figura 28 o teste de proximidade apresentou resultados positivos, com feedback tátil através do módulo vibratório, que no experimento foi mostrado com um led vermelho para uma melhor compreensão.

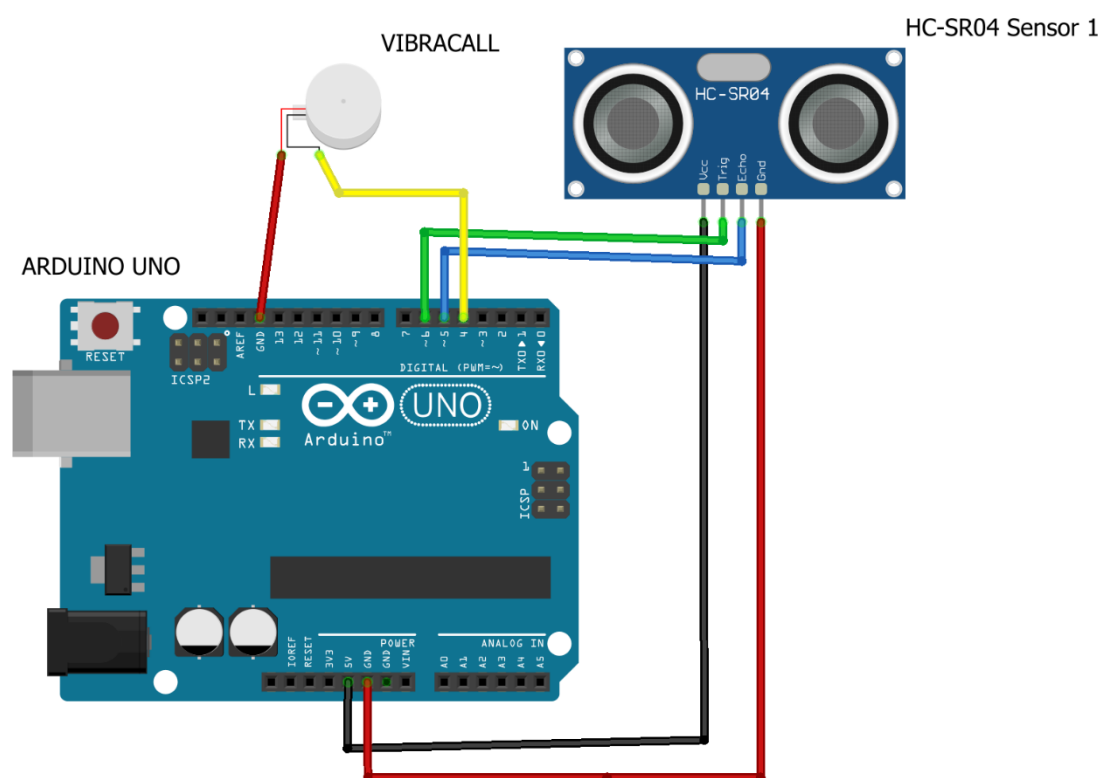
Figura 28: Teste de proximidade 2

Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

Os resultados dos testes de usabilidade indicaram que o dispositivo é de fácil utilização, assim contribuindo para melhorar a mobilidade e a segurança dos usuários.

Para melhorias futuras visando sempre buscar o melhor desempenho do dispositivo, serão substituídos o sensor e Arduino Uno por componentes, menores e com uma eficiência melhor, como o LilyPad Arduino e o sensor ultrassônico SR04m-2. Prestando assim uma contribuição significativa para a inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade.

Com o auxílio do software Fritzing que permite criar esquemas e circuitos simulados, foi possível desenvolver um esquemático do protótipo utilizando o Arduino UNO de forma virtual de maneira que mais se aproximasse da aparência real dos componentes para dar um entendimento melhor das conexões realizadas entre os elementos, mostrando que é possível fazer a utilização de um (Figura 29).

Figura 29: Esquemático do protótipo

fritzing

Fonte: Elabora pelos autores, 2023.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento da pesquisa foi possível demonstrar que é possível implementar um dispositivo que auxilie o deficiente visual na sua locomoção garantindo maior segurança e autonomia, integrando essas pessoas na sociedade.

Foi elaborado um protótipo com sensores e atuadores que fossem integrados, tornando o projeto mais viável e mais acessível para a sociedade com matérias de baixo custo.

No decorrer, foi realizado testes para avaliar os requisitos de funcionalidade, e com isso, verificou-se que o dispositivo foi eficiente no auxílio para detectar os obstáculos que pudessem levar insegurança as pessoas com deficiência visual, contribuindo positivamente na mobilidade dessas pessoas.

REFERÊNCIA

AMPUDIA, Ricardo. O que é deficiência visual. **Nova Escola**, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/269/o-que-e-deficiencia-fisica>. Acesso em: 12 de abr. de 2022.

ANGNES, D. L. **Introdução ao microcontrolador Basic Step**. Santa Cruz do Sul/RS, 2003. Disponível em: <http://www.radiopoint.com.br/MICROCONTROLADORES/MicrocontroladoresBASICStep.pdf>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

BERSCH, Rita. **Introdução a Tecnologia Assistiva**. CEDI - Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Porto Alegre, RS: 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3472541/mod_resource/content/1/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 25 de set. de 2022.

BRAGA, Newton C. 14.1 – Os microprocessadores e microcontroladores. **Instituto Newton C. Braga**, 2019. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/eletronica-digital/16359-curso-de-eletronica-eletronica-digital-microprocessadores-microcontroladores-dsps-e-fpgas-cur5014>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

BRASIL. Decreto n. 3.298 de 20 de Dezembro de 1999. dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. **Lex**: Coletânea de legislação e Jurisprudência, Brasília, p. 6, 1999.

BRASIL. Lei n. 13.146 de 6 de Julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Lex**: Coletânea de legislação e Jurisprudência, Brasília, p. 17, 2015.

CABLEMATIC. **Arduino**. Disponível em: <https://cablematic.com/pt/produtos/placa-de-desenvolvimento-arduino-uno-AR105/>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

DATASONIC. **Placas de desenvolvimento**. Disponível em: <https://datasonic.com.br/informatica/placas-desenvolvimento>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

EDUCACIONAL. Cultura Maker: o que é, importância e como aplicá-la?. **Educacional**, 2023. Disponível em: <https://site.educacional.com.br/artigos/cultura-maker>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

ELETROGATE. Sensor Ultrassônico HC-SR04 com Arduino. **Blog Eletrogate**, 2022. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>>. Acesso em: 09 de set. de 2022.

ESTATÍSTICAS sobre pessoas cegas e com baixa visão. **A Fundação**. Disponível em: <<https://fundacaodorina.org.br/a-fundacao/pessoas-cegas-e-com-baixa-visao/estatisticas-da-deficiencia-visual/>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

FELIPPE, J. Á. M.; FELIPPE, V. L. L. R. **Orientação e mobilidade**. São Paulo: Laramara – Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual, 1997. 179 p.

FIGUEIRA, Emílio. **Educação Inclusiva – Teoria e Práticas Pedagógicas**. São Paulo: Figueira Digital, 2016. 323 p.

FRADEN, Jacob. **Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications**. 4. ed. Nova York: Springer, 2010. 663 p.

FREITAS, Hyndara. Brasil tem 6 milhões de pessoas com deficiência visual, mas apenas 160 cães-guia. **Estadão**, 2019. Disponível em: <www.emais.estadao.com.br/noticias/comportamento,brasil-tem-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-visual-mas-apenas-160-caes-guia,10000094416>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

GARRETT, Filipe. O que é o clock do PC? Conheça o indicador de performance em CPUs. **TechTudo**, 2022. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2022/07/o-que-e-o-clock-do-pc-conheca-o-indicador-de-performance-em-cpus.ghtml>>. Acesso em: 01 de jun. de 2023.

GIACOMINI, L.; SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R.C.R. **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar: orientação e mobilidade, adequação postural e acessibilidade espacial**. Brasília: MEC/SEESP, 2010. vol. 7.

HADDAD, Maria Aparecida. Deficiência visual. [Entrevista concedida a] Drauzio Varella. **Drauzio Varella**. Ago. 2020. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/pediatria/deficiencia-visual-entrevista/>>. Acesso em: 01 de abr. de 2023.

HOME of the free NVDA screen reader. **NV ACCESS**. 2014. Disponível em: <<https://www.nvaccess.org/>>. Acesso em: 30 de abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Educação**. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>>. Acesso em: 15 de fev. de 2023.

JACKO, J.; DIXON, M.; ROSA, H.; SCOTT, I.; PAPPAS, C. **Visual profiles: a critical component of universal access**. Conference on Human Factors in Computing Systems. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 1999.

KERSCHBAUMER, Ricardo. **Microcontroladores**. Engenharia de Controle e Automação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Santa Catarina, 181 p, 2010. Disponível em: <<https://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

MALTA, D. C. et. al. Prevalência autorreferida de deficiência no Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Scielo**, v. 21, n. 10, p. 3257-3259, out. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/ZZdyQJhmQyhp4p35yV6CD6n/?lang=pt>>. Acesso em: 30 de abr. de 2023.

MANZINI, E. J. **Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados**. In: Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, p. 82- 86, 2005.

MASI, Ivete de. Conceito – Aquisição Básica para a Orientação e Mobilidade. Brasília, 2023. **MJA**, p. 35-55, jun. 2014. Disponível em: <http://www.deficienciavisual.pt/txt-conceitos-OM-Ivete_de_Masi.htm>. Acesso em: 01 de mar. 2023.

MEGASERAFIM. **Bengala Electrónica para Mobilidade Ultracane**. Disponível em: <<https://www.megaserafim.pt/loja/bengalas-eletronicas/161-bengala-electronica-para-mobilidade-ultracane.html>>. Acesso em: 15 de nov. de 2022.

MELO, Fabiana Antoonia de Freitas. Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual. **Web artigos**, 2011. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/quando-falta-a-visao/77761>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

MERCADO LIVRE. **Microcontroladores**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1717317950-esp32-esp-wroom-32-wi-fi-bluetooth-esp-32-nodemcu-nfe-_JM>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

MERCADO LIVRE. **Outros**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2617442922-sensor-de-ultrasom-hc-sr04-arduino-163-unidades-_JM>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

MICROWAT. **Prototipagem**. Disponível em: <<https://www.microwat.com.br/741>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

MTIBRASIL. **Guia completo de atuadores pneumáticos**. Disponível em: <<https://www.mtibrasil.com.br/guia-do-atuador-pneumatico.php>>. Acesso em: 30 de set. de 2022.

NETO, Antônio Martinho Dias. **Colete guia para deficientes visual (CGPDV)**. Orientadora: Franciéli Lima de Sá. 2019. 71 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Centro Universitário UNIFACVEST, Lages, 2019. Disponível em: <<https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/e10d2-dias-neto,-a.-m.-colete-guia-para-deficientes-visuais.-tcc,-2019..pdf>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

POZZEBOM, Rafaela. O que são sistemas embarcados?. **Oficina da net**, 2014. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Ed. Pearson Prentice Hall, 2005.

SILVA, G. **O significado do trabalho para o deficiente visual**. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas gerais, Brasil. Orientação: José Newton Garcia de Araújo, 2007.

SILVEIRA, C. S.; HEIDRICH, R. O.; BASSANI, P. B. S. Avaliação das tecnologias de softwares existentes para a Inclusão Digital de deficientes visuais através da utilização de Requisitos de qualidade., In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE. 75 Mackenzie, 2007. **Anais...** SBIE, 2007, p. 9-12. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14286/8204>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

Souza, Marcelle Silva de. Sistemas operacionais embarcados. **Medium**, 2018. Disponível em: <<https://medium.com/@souza.celly.marcelle/sistemas-operacionais-embarcados-c242f3486090>>. Acesso em: 05 de out. de 2022.

TECNOLOGIA Assistiva – O que é? Quais os principais exemplos?. **Guia de Rodas**, 2020. Disponível em: <<https://guiaderodas.com/tecnologia-assistiva-o-que-e-quais-os-principais-exemplos/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2022.

WENDLING, Marcelo. **Sensores**. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, v. 2.0, 19 p., 2010. Disponível em: <<https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>>. Acesso em: 15 de set. de 2022.