

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADE DOCTUM DE CARATINGA**

CÁSSIO AUGUSTO NEVES DE BARROS

**SISTEMA DE DETECÇÃO E MARCAÇÃO DE PONTOS DE OBSTÁCULOS COMO
AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

**CARATINGA
2018**

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADE DOCTUM DE CARATINGA**

CÁSSIO AUGUSTO NEVES DE BARROS

**SISTEMA DE DETECÇÃO E MARCAÇÃO DE PONTOS DE OBSTÁCULOS COMO
AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**




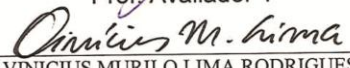
**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica, na Faculdade Doctum de
Caratinga, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Graduação em Engenharia Elétrica.**

**Área de concentração: Sistemas
Eletrônicos.**

**Orientador: Prof. M. Sc. Elias de Souza
Gonçalves.**

CARATINGA

2018

	FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA	FORMULÁRIO 9
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TERMO DE APROVAÇÃO		
TERMO DE APROVAÇÃO		
<p>O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: SISTEMA DE DETECÇÃO E MARCAÇÃO DE PONTOS DE OBSTÁCULOS COMO AUXÍLIO A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL, elaborado pelo(s) aluno(s) CÁSSIO AUGUSTO NEVES DE BARROS foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de</p>		
<p>BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.</p>		
<p>Caratinga 11/12/2018</p>		
<p> ELIAS DE SOUZA GONÇALVES Prof. Orientador</p>		
<p> JOILDO FERNANDES COSTA JÚNIOR Prof. Avaliador 1</p>		
<p> VINICIUS MURILO LIMA RODRIGUES Prof. Examinador 2</p>		

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por chegar até aqui, por sempre me amparar em todos os momentos da minha vida.

A nossa senhora Aparecida, por estar sempre à frente do meu caminho, intercedendo por mim.

Ao meu pai, Carlos e à minha mãe, Claudete, que sempre me apoiaram para chegar até aqui.

Ao Professor MSc. Elias Gonçalves, pela paciência, pela orientação e pela dedicação ao longo do trabalho.

À Maria da Penha e à Bárbara, agradeço pelo empenho para que fosse realizado o trabalho.

A todos, que de alguma forma queriam a minha vitória, aos colegas de classe, muito obrigado por fazer parte da minha conquista.

Meu agradecimento a Leone Duarte de Oliveira, por ter contribuído pelo desenvolvimento e pela integração da interface web do Google Maps e do banco de dados.

Resumo

A tecnologia assistiva é um termo novo, mas com grande intuito de ampliar a habilidade de pessoas com deficiência visual e de aumentar a inclusão social. O trabalho proposto tem a intenção de proporcionar segurança e inclusão social a pessoas com deficiência visual que sofrem descaso por faltas de manutenção de vias públicas. O intuito deste trabalho é de que pessoas com deficiência visual possam se locomover pelas ruas e praças sem depender de ninguém, também de que possam ter seus prazeres realizados sem que estejam colidindo com barreiras e ainda de que aumentem sua inclusão na sociedade e que seja dado a elas um poder maior de autonomia para que possam responder por si próprias. Entendendo melhor como é seu dia a dia, o protótipo auxiliará os deficientes visuais em suas caminhadas pelas ruas, onde poderão locomover-se sozinhos sem que estejam acompanhados de outras pessoas.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Inclusão Social. Protótipo.

Abstract

The assistive technology it is a new term. However, the intention of increasing the ability of people with visual impairment and to rise social inclusion. The proposed work is intended to provide security and social inclusion in which people with visual impairment suffer from neglect due to lack of maintenance of public roads. The purpose of this essay is that people with visual impairment are able to move around the streets and squares without depending on anyone. Also, they might have their pleasures fulfilled without being collided with barriers and even that they increase their inclusion in society as well as that they be given a greater power of autonomy so that they can answer for themselves. Understanding better what is your day to day, the prototype will aid the visually impaired in their walks through the streets where they will be able to move around by themselves.

Keywords: Visual Impairment. Social Inclusion. Prototype.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	10
1.1 Deficiente visual denuncia descaso em atendimento em posto de saúde ..	10
2 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO	12
2.1 Elementos para composição do protótipo	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 A bengala eletrônica	16
3.2 Direito à acessibilidade.....	17
3.3 Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais	17
3.4 Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais.....	18
4 METODOLOGIA	20
4.1 Proposta de solução	20
4.2 Descrição e planejamento dos experimentos.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 Entrevista com a voluntária.....	26
5.2 Provas de conceito	26
5.3 Mapa de identificação dos pinos do dispositivo ESP32.....	27
5.4 Sensor Ultrassônico	28
5.5 Módulo GPS NEO-6M	29
5.6 Alimentação do protótipo	29
5.7 Experimentos realizados	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6.1Trabalhos futuros	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A – CÓDIGO PARA CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO	40
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO DA VOLUNTÁRIA	51

INTRODUÇÃO

No Brasil, existem mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão, segundo dados da fundação com base no Censo 2010, feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 5 de jan de 2015).

A inclusão social é um tema que vem sendo abordado e ganhando espaço nas discussões da sociedade, levando em consideração os portadores de deficiência visual absoluta que, portanto, possuem alguns tipos de dificuldade ao se locomoverem no seu dia a dia. Dentro desse contexto, alguns recursos de acessibilidade são comuns para essas pessoas, como a bengala e o sistema de leitura em braile. A proposta deste trabalho está na elaboração de um protótipo que permita aos deficientes visuais se locomoverem de modo a evitarem as colisões com obstáculos. O diferencial deste projeto, relacionado a outros existentes, está em permitir uma maior segurança ao usuário de forma que o mesmo possa caminhar sozinho e resolver algumas restrições com relação à bengala que, por sua vez, impossibilita ao usuário identificar obstáculos a partir dos membros acima de sua cintura, como galhos de árvores, orelhões telefônicos ou lixeiras suspensas, por exemplo. O protótipo mencionado acima também permite ao seu usuário ser informado quanto à existência de obstáculos à sua frente com a distância aproximada dele.

Neste sentido, este trabalho tem por finalidade desenvolver um protótipo que permitirá ao usuário sua locomoção com maior conforto, segurança e acessibilidade.

O protótipo consiste em um aparelho eletrônico composto por quatro sensores ultrassônicos que auxiliam na locomoção de pessoas cegas. Esses quatro sensores serão posicionados da seguinte forma: um na altura de cada joelho, o outro na altura da cabeça e outro na altura da cintura do usuário que, ao detectar os obstáculos à sua frente, emitirá sinais vibratórios, sendo que, quanto mais próximo ao objeto detectado, mais intenso será o sinal vibratório, possibilitando, assim, que não ocorra a colisão. Dessa forma, o usuário além de ser informado da existência de obstáculos à sua frente, também saberá qual é a altura e a distância aproximada do obstáculo, também terá o módulo GPS NEO6MV2, que fará a marcação dos pontos de barreira.

O objetivo do trabalho envolve o desenvolvimento de um protótipo que auxilie o cego a se locomover em seu desejado lugar, sem colidir com obstáculos,

garantindo maior segurança e autonomia no dia a dia. Para evitar falhas, fez-se necessário uma pesquisa sobre outros protótipos e um teste do protótipo criado em lugares com maior número de obstáculos, onde alguns reajustes foram possíveis de serem realizados.

O capítulo 1º consiste em definir os problemas enfrentados pelos deficientes visuais, enquanto o 2º descreve o protótipo como solução ao problema apresentado no capítulo anterior. O capítulo 3º, no referencial teórico, apresenta os temas relacionados ao aprimoramento do protótipo. Já o 4º descreve a proposta com todos os passos metodológicos utilizados para a solução do problema apresentado e o capítulo 5º apresenta os resultados e discussões acerca do método aplicado. Finalmente, no capítulo 6º, são feitas as considerações finais e os trabalhos a serem desenvolvidos no futuro.

1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Pessoas cegas, muitas vezes, têm medo de se locomoverem sozinhas, por falta de acessibilidade. Há muitos cegos na nossa região, mas não os vemos porque o espaço urbano não é adequado.

Na maioria das vezes, é difícil o acesso por falta de estrutura e de manutenção das prefeituras das cidades, são exemplos como calçada desnivelada via de acesso não possuindo piso tátil, placas de sinalização sem nenhum tipo de identificação no piso próximas a seus postes, entre outros. Portanto, o desenvolvimento desse protótipo tem como intuito auxiliar na locomoção de seu usuário, detectando os obstáculos que não são percebidos com o uso da bengala.

1.1 Deficiente visual denuncia descaso em atendimento em posto de saúde

Consoante Thiago de Souza (2015), uma mulher de 49 anos, portadora de deficiência visual, denuncia descaso e falta de preparo de profissionais da área da saúde em relação aos cegos. Desacompanhada, a paciente não teve auxílio para se deslocar dentro do Posto de Saúde do Bairro Tiradentes, na noite do dia 14 de novembro de 2018, em Campo Grande.

O descaso com deficiente visual é muito grande; em qualquer lugar e em qualquer área, a falta de estrutura é enorme, a exclusão é visível e precisa ser mudada. Neste capítulo citado, foi uma mulher que sofreu o descaso e denunciou, mas são muitos deficientes que passam pelo mesmo problema e não denunciam, crianças que não têm suporte nenhum dentro de escolas, pessoas que não saem de casa por medo de se colidirem nas ruas; os deficientes estão sendo sempre a última opção e isso é preciso mudar, hospitais têm que ter mais suportes para os deficientes visuais, as escolas precisam estar mais bem equipadas para não receberem apenas deficientes visuais, mas sim todas as deficiências e todas as pessoas.

O dia a dia dos deficientes que, mesmo com a falta de apoio, estão sempre alegres buscando superar suas barreiras interiores, mas quase sempre são dependentes do nosso respeito, faz com que precisemos entendê-los melhor e como vivem para que possamos compreender que precisam de mais estrutura e de mais

amparo a fim de que seus poderes de inclusão sejam maiores e que tenham uma melhor autonomia, ao se locomoverem.

O deficiente visual, na fase adulta, geralmente, não terá mais o amparo dos pais em suas atividades do dia a dia, em que será necessário o uso de uma bengala para manter em prática seus afazeres. Apesar de este sistema ser eficiente para proporcionar acesso a lugares desejados, este mecanismo ainda possui dificuldades em suas atividades, pois nem todos os lugares possuem portabilidade para este mecanismo, e o auxílio de outras pessoas é necessário em suas atividades diárias.

Serviço de Tecnologia Assistiva é definido como um serviço que realiza a avaliação da necessidade da tecnologia assistiva à aquisição e ao uso de dispositivos (MELLO, 2014, p25).

Dessa forma, este protótipo desenvolvido possibilitará a detecção de obstáculos à sua frente, com maior precisão e agilidade, evitando colisões dos membros acima e abaixo da linha da cintura, de modo que o deficiente torne-se mais autônomo, dando maiores facilidades ao percurso que o protótipo irá fornecer.

2 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

No protótipo a ser desenvolvido, serão usados quatro sensores de distância ultrassônicos HC-SR04, em que os dois primeiros ficarão na altura do joelho, o segundo na cintura e o terceiro na altura da cabeça, onde também serão usados um ESP32, que é uma placa de micro controlador, e um micro motor vibracall, que será usado como uma alerta que vibrará, quando for identificada alguma barreira, informando a distância do obstáculo; o módulo GPS NEO6MV2, que também faz parte do protótipo, servirá para marcar os pontos de barreiras para que o órgão público responsável retire os obstáculos que possam ser removidos, como galhos de árvores, sacolas de lixo e outros; para o envio das marcações de obstáculos, o módulo GPS NEO6MV2 conectará ao telefone para o uso de internet móvel por meio da placa microcontroladora ESP32; também serão usadas duas bateria de 9 v, uma para o GPS e a outra para a placa microcontroladora, sensores e motores.

Os sensores ultrassônicos, ao detectar um obstáculo a um metro de distância, terão a função de mandar um sinal para a placa microcontroladora que acionará o sensor de vibração, que vibrará lentamente, indicando que, a 1 metro, existe uma barreira; após o usuário se aproximar do obstáculo, o sensor de vibração irá se disparar assim que o usuário estiver a 30cm do obstáculo. Os sensores ultrassônicos trabalharão de forma individual para que o usuário tenha certeza de qual altura está a barreira.

O módulo GPS NEO6MV2 servirá para marcar os pontos de barreira em uma interface do Google Maps, a fim de que o órgão responsável possa analisar se os pontos são removíveis como montes de terra ou materiais de construção, sacolões de lixo e outros, para a remoção do obstáculo.

Para o uso do protótipo, o usuário passará por um treinamento que o deixará apto para caminhar pelas ruas, praças e jardins, entre tantos outros lugares com maior conforto.

2.1 Elementos para composição do protótipo

A seguir, são listados todos os elementos necessários para a composição do protótipo descrito acima.

- ESP32 é uma placa microcontroladora de uma nova tecnologia que foi melhorada em todos os aspectos, o ESP32 (Figura 1) tem uma frequência comum de 160MHz 10 vezes maior que o Arduino uno, também possui um processamento rápido, com comunicação wifi e bluetooth e uma alimentação de 2,3v a 3,6v cc.

Figura 1 - ESP32



Fonte: Autoria própria

- O Sensor ultrassônico HC-SR04 (Figura 2) é capaz de medir distâncias de 2 cm a 4 m com ótima precisão e baixo preço. Esse módulo, além de possuir um circuito pronto com emissor e receptor acoplados, é constituído por quatro pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para realizar a medição. Os pinos GND e VCC são negativo e positivo, respectivamente. Os outros dois pinos medem a distância de determinado objeto da seguinte forma: enquanto o pino TRIGGER emite ondas sonoras que, ao se depararem com um obstáculo, retornam em direção ao sensor, o pino ECHO recebe essas ondas rebatidas e calcula a distância a partir do tempo de retorno.

Figura 2 - Sensor ultrassônico



Fonte: PandoraLab (2018)

- O Micro Motor *Vibracall* (Figura 3) é um tipo de motor de tamanho bem reduzido e que geralmente é encontrado em celulares e smartphones. Quando o aparelho recebe uma ligação, recebe uma mensagem ou qualquer tipo de alerta e começa a vibrar. O responsável pelas vibrações é o micro motor.

Figura 3 - Micro Motor *Vibracall*

Fonte: Autoria própria

- O Módulo GPS com Antena (Figura 4) é um eficiente módulo para seu projeto de navegação aérea ou terrestre, ele é uma placa de fácil conexão e configuração, esse módulo utiliza a comunicação serial e apenas 2 pinos (RX e TX), permitindo a comunicação com os mais diversos tipos de equipamentos de microcontroladores como Arduino, PIC, ARM e placas como Raspberry, Beaglebone, Cubieboard e

outras que possuem interface serial. Ele é utilizado, também, em projetos de robôs e drones, por causa de sua facilidade de uso e de seu tamanho reduzido, além de sua alta confiabilidade.

Figura 4 - Módulo GPS NEO6MV2



Fonte: Eletrodex Eletrônica (2018)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O mundo está cada vez mais desenvolvido, mais conectado e interativo, permitindo que informações sejam passadas com mais velocidade, possibilitando uma troca de conhecimento entre outros países, facilitando a vida das pessoas com a tecnologia mais aprimorada. Porém, são feitas análises de como pessoas com algum tipo de deficiência podem viver no mundo de hoje, globalizado e interligado, como são inclusas nos meios de comunicação.

3.1 A bengala eletrônica

Para caracterizar a bengala eletrônica, Alves (2013, p. 02) diz que:

se trata de um dispositivo que gera e emite uma onda de ultrassom que ao ser refletida em algum obstáculo, é detectada. Após o sinal recebido ser processado pelo micro controlador, caso o obstáculo esteja dentro de uma região próxima ao deficiente, oferecendo risco de acidente, o micro controlador envia comandos de acionamento à sua saída acionando micromotores elétricos, que fazem a bengala vibrar, e os buzzers, informando ao portador de deficiência que existem um obstáculo em seu caminho.

A bengala inteligente teve uma grande aceitação pelos deficientes visuais, dando maior autonomia na locomoção, mas deixa alguns pontos a desejar. Um dos problemas da bengala foi não poder detectar objetos da cintura para cima, causando riscos de colisão dos membros superiores. Outro ponto a ser notado, foi na detecção do obstáculo, a bengala irá vibrar por meio de um motor vibracall, que não identificará a altura da barreira. O peso da bengala também causou dúvidas do protótipo, pois o peso causa certo incômodo para o usuário.

O protótipo a ser feito dará ao usuário uma proteção maior para todo o seu corpo, detectando obstáculos à sua frente e sinalizando em que altura e a distância que está o obstáculo, além de contribuir para um conforto maior, pois não terá peso nas mãos, facilitando sua locomoção.

3.2 Direito à acessibilidade

Conforme Dos Santos (2018, p. 15), Abdiel ramos Figueira, Procurador-Geral de Justiça do Ministério Público do estado de Rondônia, afirma que a acessibilidade é:

(...) a possibilidade da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida ter acesso, com segurança e autonomia, a prédios, espaços, edificações, transportes e meios de comunicação, bem assim ao uso dos equipamentos urbanos, com a supressão de barreiras e obstáculos nas vias e espaços públicos, na construção e reforma de edifícios de uso público, bem como nos meios de transporte e comunicação.

O presente trabalho tem o intuito de amparar o deficiente em seu cotidiano de acordo com os direitos humanos, onde, ao caminhar o protótipo detectará barreiras à sua frente e marcará os pontos de barreira por GPS, para que este ponto seja avaliado pelo órgão responsável a fim de que seja removida ou não, será maior a autonomia do deficiente visual que, ao caminhar, terá mais segurança em seu cotidiano.

3.3 Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais

Para isso, traz-se a proposta do desenvolvimento de um sensor de obstáculos que irá medir distâncias de 1 cm a 2 m que, por meio de sinais vibratórios, alerta o usuário sobre os possíveis obstáculos a sua volta, variando a intensidade vibratória de acordo com a distância. A adaptação do sensor é para ser usada no braço, garantindo maior amplitude no monitoramento dos obstáculos e captando objetos da cintura para cima, podendo ser utilizada em conjunto com a bengala ou com as demais tecnologias de apoio (RAHIM, 2017).

O bracelete desenvolvido foi de grande relevância, cujo custo de montagem foi baixo, mas o grande desafio foi não poder detectar os obstáculos abaixo da cintura, tornando o usuário dependente da bengala.

Diferente da proposta de Rahim (2017), o protótipo desenvolvido foi dividido em três partes onde dois sensores ficaram na linha abaixo do joelho, outra na cintura e outra na cabeça, em que poderão saber, ao certo, em que altura está o obstáculo,

os motores de vibração ficaram divididos dessa forma, porque os sensores ultrassônicos medem de 2 cm a 4 m e um ângulo de 15°, com uma ótima precisão.

O módulo GPS que faz parte do protótipo tem a função de marcar os pontos, para que o órgão responsável faça a vistoria se o obstáculo é removível ou não, outro grande diferencial em relação ao trabalho citado anteriormente.

3.4 Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais

A história da deficiência visual não diverge tanto da história de todas as demais deficiências. A prevalência de exclusão é um ponto em comum em toda a história da educação especial. O fato é que, ao longo do tempo, as pessoas que possuíam DV tiveram sua história marcada por preconceito e estigmas. Isso porque as diferenças físicas, sensoriais e intelectuais que as pessoas pudessem apresentar sempre foram consideradas características que se afastavam dos padrões tidos como “normatizantes” estabelecidos pela sociedade (TORRES; SANTOS, 2015).

Este artigo trata de uma época em que pessoas com deficiência visual eram excluídas pela sociedade por serem apenas deficientes, em que pessoas com deficiência não podiam ter uma vida normal com maiores acessos a lugares desejados e eram excluídas da sociedade.

Nos tempos de hoje, vemos um grande avanço no qual pessoas com deficiência conseguem trabalhar, fazer deveres de casa e outras funções. Mesmo com esse avanço, é notado que falta muito para chegar a uma era de direitos iguais, pois a falta de estrutura é enorme para que o deficiente tenha uma melhor inclusão social na sociedade. Com o avanço da tecnologia, é possível um melhoramento no dia a dia do deficiente, mas a falta de interesse das prefeituras é enorme, pois as ruas não são sinalizadas corretamente, há várias calçadas quebradas faltando piso tátil, lixo pelas ruas, orelhões em lugares impróprios sem sinalização, e outros, mas essa exclusão, também, parte da sociedade, onde ao construir deixam materiais de construção ocupando calçadas, portões que abrem para o lado de fora impedindo o percurso, entre outros problemas.

Para que os deficientes possam ter maior autonomia e maior inclusão social, é preciso mais interesse do governo e das prefeituras, caso houvesse, teriam uma cidade organizada e com melhor acesso de todo deficiente em geral; é preciso,

também, que a sociedade respeite os direitos de cada deficiente, a fim de que todos possam viver com maior conforto em sua cidade.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi de uma natureza exploratória, onde se teve o trabalho de entender a vida do usuário de como é sua rotina no dia a dia e como se locomovem pelas ruas. Para melhor entendimento da vida dos voluntários foram feitas entrevistas para se ter maior noção de como se locomover de um lado para outro.

A entrevistada disse que já nasceu cega onde tem suas características de outros cegos, e que não tem preconceito algum da deficiência, mas ao se locomover sente um incômodo com o uso da bengala, Bárbara disse que em alguns momentos se sente dependente da mãe, mas consegue fazer algumas atividades sozinha. A mãe relatou que dentro de casa ela se locomove sozinha sem medo algum, pois conhece cada canto da casa, mas disse que sua dificuldade maior é andar pelas ruas pois tem medo de se colidir com degraus, postes e outros, a mãe também disse que ao caminhar com Bárbara, ela bateu a cabeça em uma janela que estava aberta para o lado de fora da calçada e acabou tendo um certo medo ao andar sozinha pelas ruas, hoje em dia Bárbara anda de mão dada com a mãe pelas ruas onde se sente mais segura.

Entre as maiores dificuldades apontadas pelos deficientes os maiores obstáculos são calçadas desniveladas, falta de piso tátil, bicicletas na calçada, sacolas de lixo que não estão em seu devido lugar e etc, a entrevistada disse que não tem problemas com barulhos e destacou que através da audição consegue identificar alguns obstáculos como pessoas ao seu redor.

4.1 Proposta de solução

Tendo em vista uma maior noção de dispositivos eletrônicos, que quando utilizados podem ser usados para o maior desenvolvimento da tecnologia, trazendo maior facilidade de locomoção, o foco do estudo é dar maior facilidade e acessibilidade ao deficiente cujo custo é baixo para que todos possam ter condições de adquirir o seu, a união de hardware e software será, de uma forma, a elaboração de um protótipo que possa melhorar a locomoção do deficiente visual.

O primeiro passo a ser cumprido foi criar uma interface no Google Map, para que sejam identificados e marcados os pontos de barreira no mapa da cidade. O

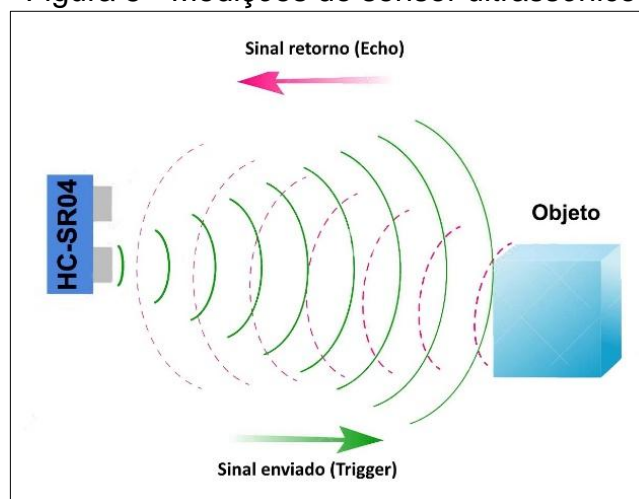
módulo GPS que estará conectado à placa microcontroladora (ESP32) funciona de forma que, ao ser detectada uma barreira, o módulo GPS marcará o ponto de barreira que ficará armazenado por um curto período até estabelecer uma conexão por meio dos dados móveis de um smartphone e enviar as coordenadas para uma base de dados a qual o Google Maps faz requisições na placa microcontroladora.

Para a montagem do protótipo, foram utilizados sensores ultrassônicos que medirão de 30 cm a 1 m de distância do obstáculo e ativarão motores vibratórios para alertar o usuário sobre os obstáculos. A adaptação do protótipo será localizada abaixo da linha do joelho, na linha da cintura e na altura da cabeça, a fim de que o cego possa ter maior noção de qual altura está o obstáculo.

O protótipo desenvolvido para pessoas cegas terá também a função de incentivo para que o cidadão com deficiência tenha maior autonomia e segurança, a fim de que possam caminhar pelas ruas, sem receio de obstáculo a sua frente.

Os experimentos a serem realizados eram para ser feitos com dois voluntários, mas, infelizmente, um deles não pôde participar do experimento por motivo de doença; então, focamos na voluntária presente para colhermos os resultados.

Figura 5 - Medições do sensor ultrassônico



Fonte: FilipeFlop (2018)

Como mostrado na figura 5, o sensor emite uma onda sonora até o obstáculo e recebe de volta na direção do sensor, durante a emissão e o recebimento do sinal; o pino ECHO fica em nível alto, sendo, assim, o cálculo da distância feito no momento que o pino ECHO permanece em alto e o TRIGGER é colocado em alto.

Figura 6 - Características do protótipo



Fonte: Autoria própria

De acordo com a figura 6, o protótipo é um equipamento simples de usar, mas de maior proteção e acessibilidade ao usuário.

A posição de cada sensor caracteriza um fator importante, pois nunca se sabe em que altura estará o obstáculo. O módulo GPS gravará os pontos de barreira que por meio dos dados móveis do celular serão enviados para uma interface do Google Maps, que após ser gravada numa base de dados, ficará disponível numa página web, para que órgão responsável verifique se a barreira é removível, caso possam obter um melhor percurso.

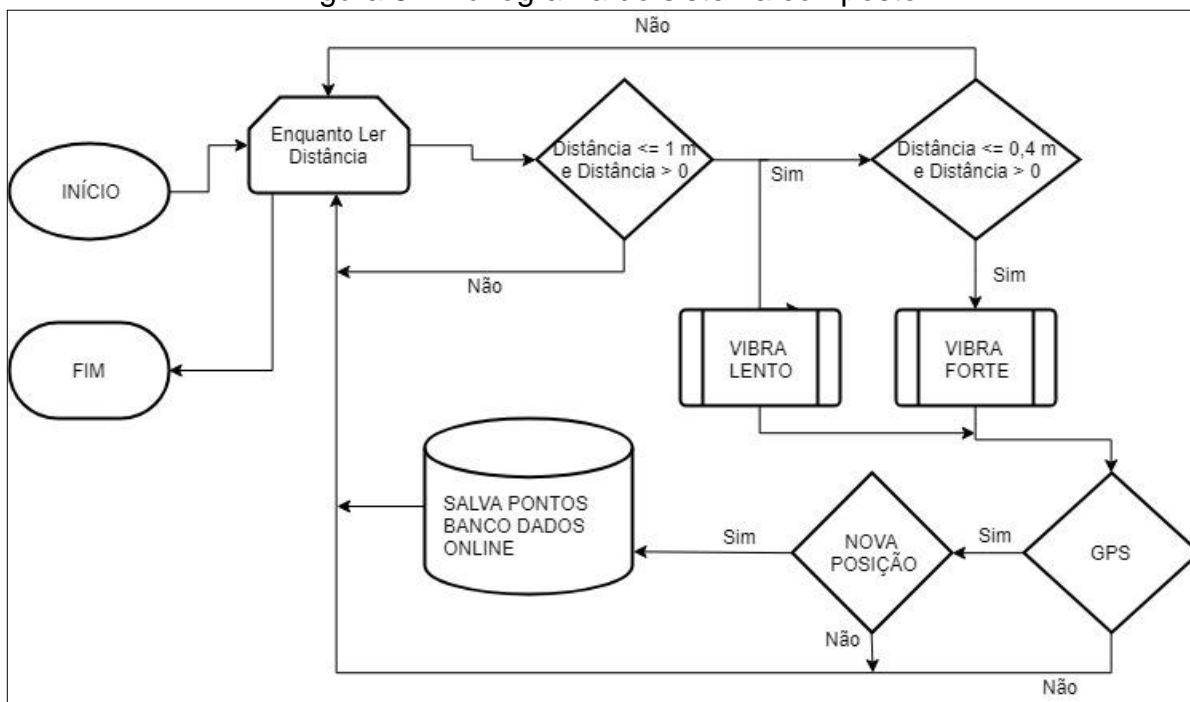
Figura 7 - Uso do protótipo



Fonte: Autoria própria

Para melhor entendimento do protótipo, segue, abaixo, a figura 8, com o fluxograma desenvolvido por meio do programa *Flowchart Maker & Online Diagram Software*.

Figura 8 - Fluxograma do sistema composto



Fonte: Autoria própria

As calçadas das figuras 9 e 10 fizeram parte do circuito feito pela voluntária onde é possível ver o descaso que é para se locomover em devidos lugares.

Figura 9 - Calçada com lixo espalhado e orelhão no meio da calçada



Fonte: Autoria própria

Figura 10 - Calçada desnivelada e com degrau



Fonte: Autoria própria

4.2 Descrição e planejamento dos experimentos

O direito de ir e de vir está expresso no artigo 5º, inciso XV: É livre a locomoção no território nacional em tempo de paz, podendo qualquer pessoa, nos termos da lei, nele entrar, permanecer ou sair com seus bens (DO BRASIL, 1988).

Figura 11 - Calçada quebrada



Fonte: Sanches (2013)

A calçada quebrada mostrada na figura 11 não fez parte do trajeto, mas relata o dia a dia do deficiente visual.

As calçadas de algumas cidades brasileiras não dão condições ao pedestre de circular por elas, por conter degraus, pisos irregulares, construções inadequadas sobre as mesmas, entre outras irregularidades (DIONÍSIO, 2015).

As figuras 9, 10 e 11 mostram exatamente como é o dia a dia do deficiente: calçada desnivelada e quebrada, lixo espalhado, orelhão no centro da calçada dificultando a passagem até de uma pessoa sem nenhum tipo de deficiência e outros. A intenção do protótipo é facilitar a vida do deficiente no dia a dia, mas é preciso também o apoio do governo para que o acesso seja facilitado, a fim de que torne maior a autonomia do usuário, pois a deficiência é somente um detalhe que pode ser amparado. Sendo assim, de acordo com as informações apresentadas, os experimentos foram realizados na cidade de Inhapim - MG, onde obtemos informações de como seria a reação do usuário quando fossem detectados alguns obstáculos.

O protótipo produzido mantém a segurança do usuário contra barreiras da linha do joelho até a cabeça, mas os buracos das calçadas não são detectados pelo protótipo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para compreender o trabalho proposto, foi feita uma entrevista com uma voluntária, em busca de melhorias e validação do projeto proposto. O Anexo A constitui um documento em que a mãe da voluntária autoriza a participação da filha para realização do trabalho.

5.1 Entrevista com a voluntária

A entrevistada foi Bárbara Vitória Pacheco de Oliveira, 13 anos de idade, cega de nascença, moradora de Inhapim - MG, Bárbara frequenta escola onde aprende a escrever e a ler em braile. Foi perguntado a ela como ela caminhava pela rua e o que ela fazia quando se aproximava de um obstáculo, Bárbara disse que, ao caminhar pelas ruas, ela andava de mão dada com a mãe e quando se aproximava de um obstáculo, se sua mãe não a avisasse, colidiria com a barreira à sua frente, a mãe dela relatou que ela não anda sozinha nas ruas porque já se colidiu de frente com barreiras e já caiu em buracos na calçada, por falta de manutenção do órgão público obrigatório.

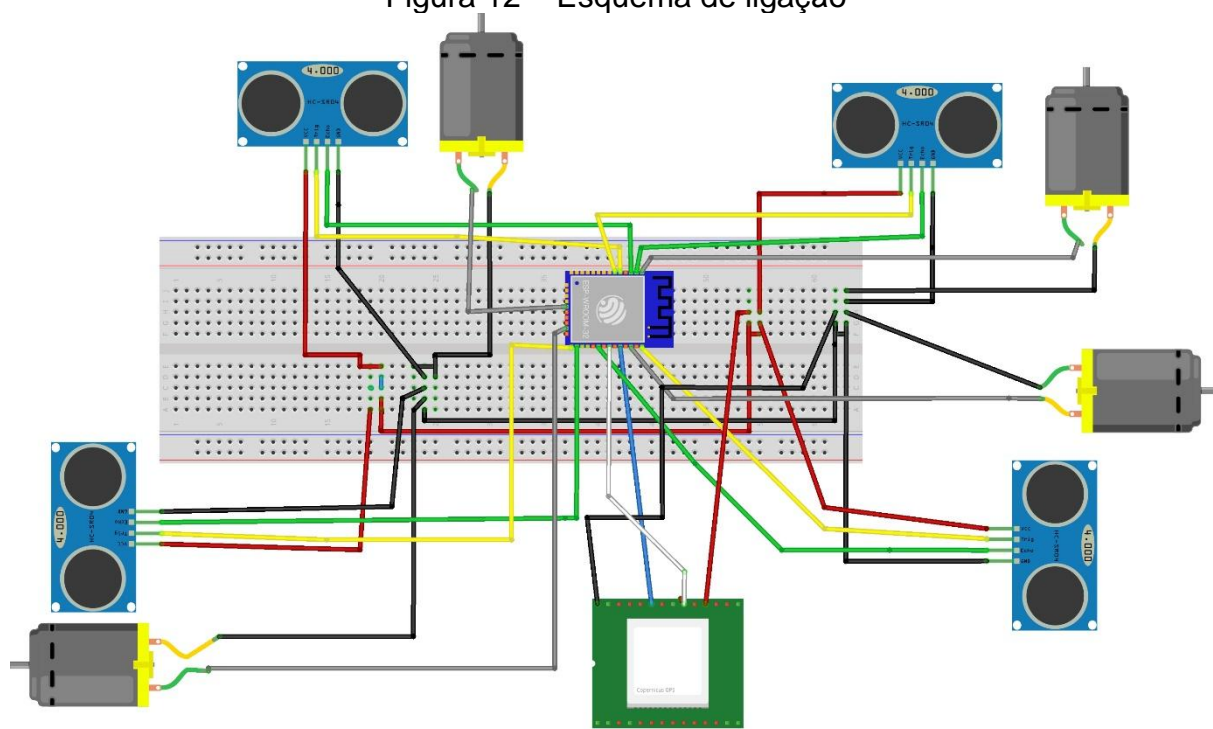
Depois dos testes com o protótipo, foi perguntado a ela o que ela sentiu após ser detectada a primeira barreira que será mostrada na figura 14, e o que ela espera do protótipo; ela disse que se sentiu feliz, pois ficou de frente com um ônibus que estava parado e o protótipo a avisou antes que ela se colidisse, disse também que espera poder ficar mais habitualizada com o protótipo, para que possa caminhar sem que esteja de mão dada com alguém e poder fazer seus afazeres sem medo de se colidir com barreiras a sua frente.

5.2 Provas de conceito

Antes de realizar os experimentos mencionados na Metodologia (Capítulo 4), foi necessário validar os componentes eletrônicos com suas funções, separadamente.

Como mostrado na Figura 12, é possível entender o esquema de ligação do protótipo onde os fios pretos consistem no GND, vermelhos VCC, amarelo TRIGGER, verde ECHO, cinza sinal de ativação do motor, branco RX e azul TX.

Figura 12 – Esquema de ligação



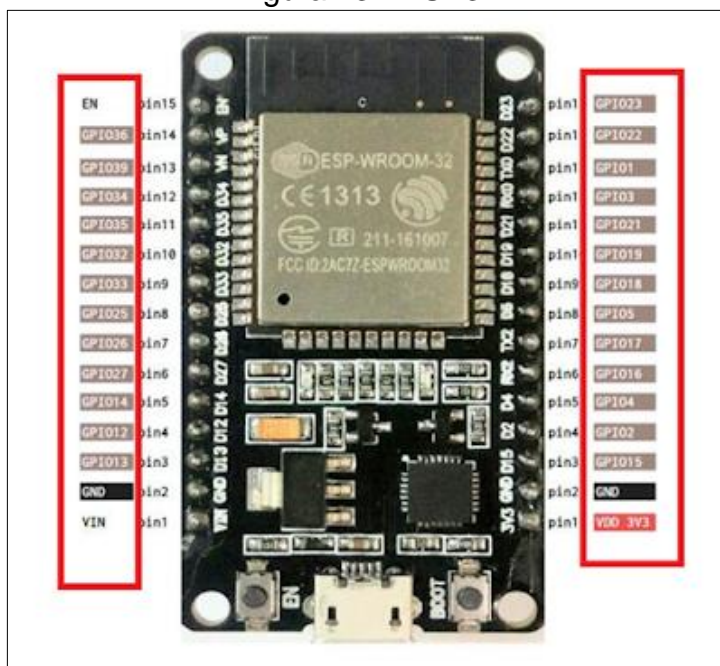
Fonte: Autoria própria

fritzing

5.3 Mapa de identificação dos pinos do dispositivo ESP32

A figura 13 representa o mapa da identificação dos pinos do dispositivo ESP32 para facilitar as conexões feitas pelo dispositivo.

Figura 13 - ESP32



Fonte: Fernando K tecnologia (2018)

5.4 Sensor Ultrassônico

O segundo passo foi confirmar se o sensor ultrassônico estava medindo a distância corretamente e identificar possíveis variações como mostra a figura 14, onde é mostrada a imagem da tela do computador dos sensores ultrassônicos fazendo suas medições.

5.7 Experimentos realizados

A intenção do uso do protótipo é que a participante do experimento consiga se locomover sem o auxílio de pessoas, mas, para esse primeiro momento, foi necessário acompanhá-la, para que ela se adaptasse melhor com o protótipo e visando ao seu correto funcionamento.

Ao começar os experimentos, Bárbara teve um pouco de receio em usar o protótipo, pois não tinha visto algo parecido, após o protótipo montado em seu corpo de acordo com a figura 7; pedimos a ela que, quando os sensores vibrassem, era pra ela parar e verificar o que tinha a sua frente; desse modo, começamos a caminhar pelas ruas onde seu primeiro obstáculo foi um ônibus que estava parado perto de sua casa; ao detectar o ônibus, Bárbara parou e pôs a mão e sentiu que havia um obstáculo à sua frente, como mostra a figura 15.

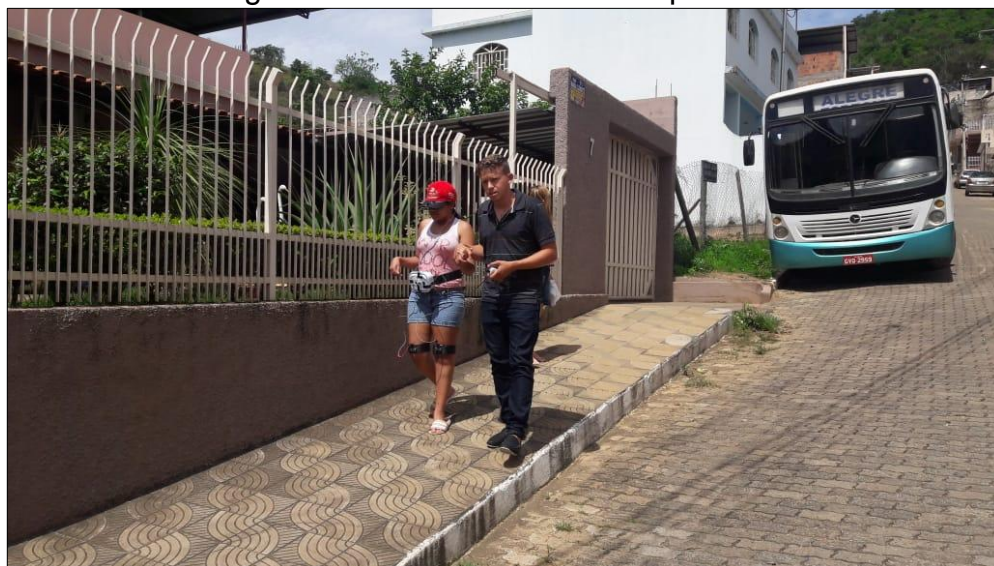
Figura 15 - Primeiro obstáculo detectado



Fonte: Autoria própria

Após detectar o ônibus, Bárbara ficou mais tranquila com o uso do protótipo, ela disse que ficou segura, pois, normalmente, se ninguém a avisasse iria colidir frontalmente com o ônibus. Como mostra na figura 16, continuamos a caminhada de mãos dadas para que o melhoramento no protótipo fosse notado.

Figura16 - Voluntária durante o percurso



Fonte: Autoria própria

O segundo obstáculo se deu na presença de alguns pilares que estavam na esquina da rua, onde, ao se aproximar, os sensores da barriga e dos joelhos detectaram a barreira, como mostra figura 17. Dessa vez, os sensores do joelho e da barriga fizeram a detecção.

Figura 17 - Segunda barreira detectada



Fonte: Autoria própria

O terceiro obstáculo foi um carro que também estava estacionado na rua, a reação de Bárbara foi a mesma, em que todos os sensores vibraram, ela parou e verificou se realmente havia alguma barreira em sua frente, como mostra a figura 18.

Figura 18 - Terceiro obstáculo detectado



Fonte: Autoria própria

Como Bárbara já havia dito que já bateu a cabeça em uma janela que estava aberta pelo lado de fora, o quarto obstáculo foi um orelhão que se encontra no meio da calçada dificultando a passagem de muitas pessoas; ao se aproximar do orelhão, o sensor da cabeça detectou e vibrou, ela mesma pôs a mão e identificou o orelhão, como mostra a figura 19.

Figura 19 - Quarto obstáculo detectado

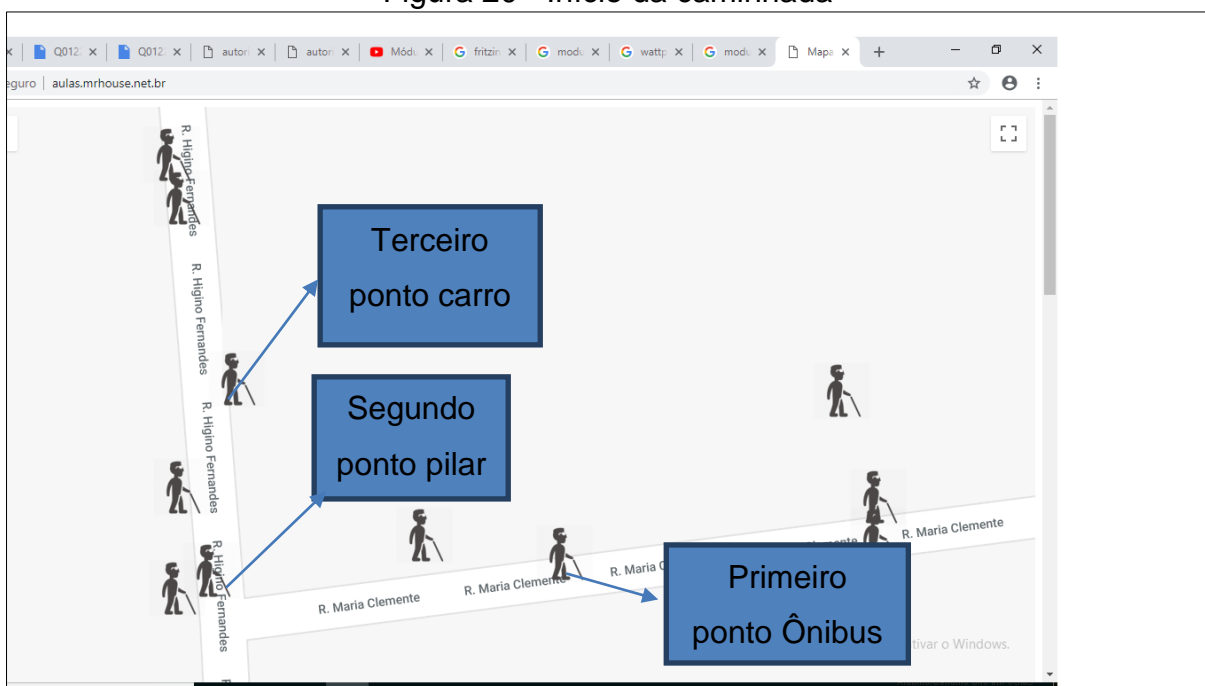


Fonte: Autoria própria

Na figura 19, temos maior noção de como os sensores trabalham de forma individual; ao passar perto do orelhão, o sensor da cabeça vibrou, indicando a altura do obstáculo.

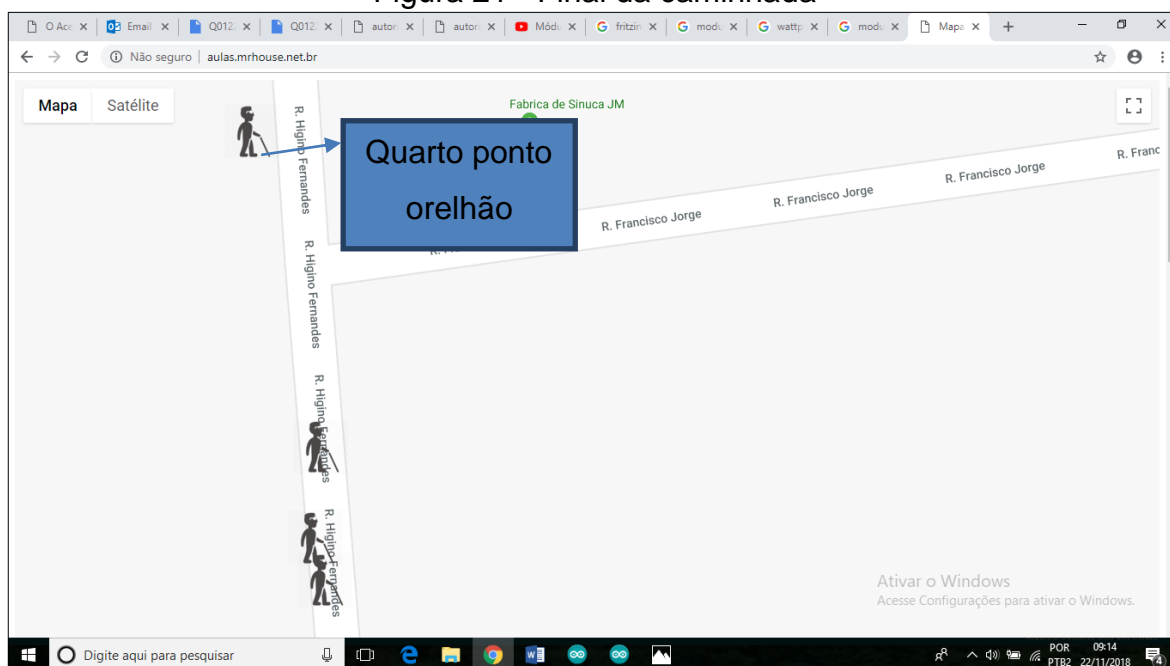
O módulo GPS que faz as marcações dos pontos de barreira não marcam com a precisão correta, por isso o órgão responsável pelo sistema terá que verificar, ao certo, onde estão as barreiras para analisar se são removíveis, o GPS também não identifica em que altura está a barreira, por isso é necessário que sejam conferidos os pontos. Nas figuras 20 e 21, serão mostrados os pontos de barreira detectados por meio do mapa.

Figura 20 - Início da caminhada



Fonte: Autoria própria

Figura 21 - Final da caminhada



Fonte: Autoria própria

Nas figuras 20 e 21, mostra-se exatamente onde foram detectados os pontos de barreiras, os pontos não citados na figura foram detectados, porque o irmão de Bárbara passou na frente do protótipo.

Ao longo dos testes, notamos que Bárbara precisa ser independente com o uso do protótipo, então foram adicionadas ao protótipo placas em braile, para que Bárbara ou qualquer outro usuário pudesse fazer o uso do protótipo sozinho. Para as confecções das placas de identificação em braile, Bárbara utilizou uma máquina de escrever em braile, como pode ser observado na figura 22, com o objetivo de obter uma melhor adaptação ao protótipo.

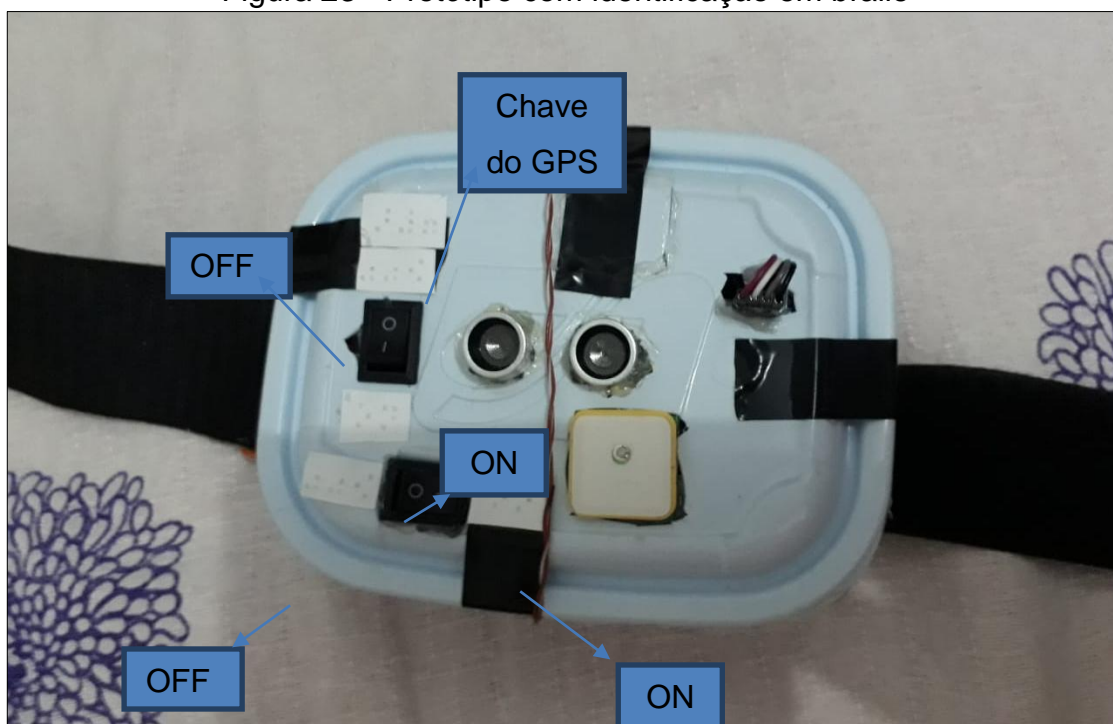
As identificações mostradas na figura 23 são feitas para que o próprio usuário tenha maior independência com o protótipo.

Figura 22 - Bárbara fazendo as placas de identificação em braile



Fonte: Autoria própria

Figura 23 - Protótipo com identificação em braile



Fonte: Autoria própria

Para que o usuário tenha maior afinidade com o protótipo que é mostrado na figura 24, é preciso que se saiba como funciona, para ligar o protótipo e sair caminhando.

Figura 24 – Bárbara, lendo em braile, como ligar o protótipo



Fonte: Autoria própria

As identificações em braile são muito importantes para que o usuário possa, cada vez mais, ser independente como mostra a figura 25.

Figura 25 - Bárbara usando o protótipo com identificação



Fonte: Autoria própria

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste presente trabalho possibilitou analisar a viabilidade de um protótipo aumentar a inclusão social, cujo objetivo era trazer autoconfiança ao usuário.

De um modo geral, os experimentos foram satisfatórios, em que o primeiro teste foi compreender se realmente o deficiente poderia se habituar ao protótipo. Os sensores funcionaram de forma perfeita, em que, ao caminhar, a voluntária pode perceber as barreiras por meio de vibração sem se colidir; depois da caminhada, ela disse que gostou muito do protótipo e disse que queria um treinamento maior para que pudesse ser mais independente ao caminhar pelas ruas. O módulo GPSNEO6MV2 teve ótima atuação, marcou os pontos corretamente para que o órgão obrigatório possa analisar as calçadas para uma melhor locomoção.

O segundo teste foi a autonomia da voluntária sobre o protótipo onde ela mesmo fez as placas de identificação para usar o protótipo.

Para alcançar os resultados obtidos do protótipo, foram usados vários dispositivos que trabalharam todos em conjunto. A programação elaborada foi imprescindível para a execução do trabalho. Cada um dos dispositivos exerceu corretamente suas funções para o alcance do resultado final.

O objetivo principal deste trabalho é melhorar a vida dos deficientes por meio da tecnologia; podemos, assim, compreender o descaso que é o trajeto deles em seu cotidiano.

6.1 Trabalhos futuros

Dada a importância do tema, é necessário o desenvolvimento de complementos que possam colaborar com a melhoria do trabalho como:

- Trabalhar melhor o processo de monitoramento do GPS.
- Melhorar o protótipo, para que possa detectar também os buracos das calçadas.
- Melhorar o acoplamento do protótipo.
- Desenvolver um protótipo em que sua comunicação entre os sensores seja sem fio.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. A. S., NEUMANN, A. M. M., JR, M. M. G. *Bengala Inteligente Neural Baseada em Aprendizagem por Reforço para Deficientes Visuais*. 2013. 6p. Artigo. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

BASTOS, A. *Tecnologias revolucionam o cotidiano dos cegos, mas nada substitui uma gentileza*. Disponível em : <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2016/01/tecnologias-revolucionam-o-cotidiano-dos-cegos-mas-nada-substitui-uma-gentileza-4947428.html>>. Acesso em: 05 de abril de 2018.

CÂMARA, Marcellly Firmino. *Inclusão no Mercado de trabalho para pessoas com necessidades especiais: o caso dos colaboradores do Instituto dos Cegos, em Campina Grande – PB*. Campina Grande – PB 2016.

DE SOUZA, Thiago. *Deficiente visual denuncia descaso no atendimento em posto de saúde*. 2015. CAMPO GRANDE NEWS. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/direto-das-ruas/deficiente-visual-denuncia-descaso-no-atendimento-em-posto-de-saude>>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

DO BRASIL, Senado Federal. *Constituição da república federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

DOS SANTOS, Vany Oliveira. *O Acesso das Pessoas com Deficiência aos Direitos Fundamentais: Uma Reflexão à Luz da Constituição Federal*. AMPID. Associação Nacional dos Membros do Ministério Público de Defesa dos Direitos dos Idosos e Pessoas com Deficiência.

ELETRODEX ELETRÔNICA LTDA. *Módulo GPS com antena GY-NEO6MV2*. Disponível em: <<http://www.eletrdex.com.br/gy-neo6mv2-modulo-gps-com-antena.html>>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

FELIPEFLOP COMPONENTES ELETRÔNICOS. *Sensor de distância ultrassônico HC-SR04*. Disponível em:<<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04/>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

FERNANDO K TECMOLOGIA. *ESP32: Detalhes internos e pinagem*. Disponível em: <<https://www.fernandok.com/2018/03/esp32-detalhes-internos-e-pinagem.html>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

FRAUCHES, A. È. N. et al. *Bengala Inteligente: Um sistema de baixo custo para locomoção autônoma de pessoas com deficiência visual*. 3p. Artigo. Instituto Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

MELLO, M. *Processos e produtos: diferentes olhares para a acessibilidade e inclusão*. 2017. 53s. Disponível em: <<http://technocare.net.br/portal/wp-content/uploads/2017/05/Processos-e-produtos-diferentes-olhares-para-acessibilidade-e-inclusao.pdf>> Acesso em: 15 de abril de 2018.

NETO, W. D. V. *Desenvolvimento de um sensor de obstáculos para deficientes visuais*. Fortaleza, 2016.

PANDORALAB. *Tutorial: Régua eletrônica com sensor ultrassônico HC-SR04*. Disponível em: <<https://pandoralab.com.br/tutorial/tutorial-regua-eletronica-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04/>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

RAHIM, T. H. *Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais*. 2017. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologias da Informação e Comunicação). Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 2017.

SANCHES, Carolina. *Ruas de Maceió não têm mobilidade adequada para deficientes visuais*. TV Gazeta Alagoas. Disponível em: <<http://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2013/09/ruas-de-maceio-nao-tem-mobilidade-adequada-para-deficientes-visuais.html>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

THOMSEN, Adilson. *Como conectar o sensor ultrassônico HC-SR04 ao arduino*. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

TORRES, Josiane Pereira; SANTOS, Vivian. *Conhecendo a deficiência visual em seus aspectos legais, históricos e educacionais*. Revista Educação. Batatais, v. 5, n. 2, p. 33-52, 2015.

VIDA DE SILÍCIO. *SOBRE O HC-06 MÓDULO BLUETOOTH*. Disponível em: <<https://www.vidadesilicio.com.br/hc-06-modulo-bluetooth>> . Acesso em: 14 de abril de 2018.

APÊNDICE A – CÓDIGO PARA CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO

```
/*
```

```

Faculdades Doctum de Caratinga
Caratinga, MG, Brazil
October 10, 2018
authors: Elias Goncalves, Cássio Barros
email: falarcomelias@gmail.com

```

```
*/
```

```
// BIBLIOTECAS
```

```

#include <NewPing.h>      // Sensor ultrassônico
#include <TaskScheduler.h> // Tasks (tarefas)
#include <WiFi.h>         // WIFI
#include <TinyGPS++.h>    // GPS
// #include <SoftwareSerial.h> // Serial nas portas digitais
#include <HardwareSerial.h>

```

```
// CONSTANTES
```

```
// MAPA DOS PINOS NO ESP32
```

```
// gps
```

```

#define GPS_TX 12          // RX input no ESP
#define GPS_RX 14         // TX output no ESP

```

```
// cabeça
```

```

#define MOTOR_CABECA 32    // P32 (ADC4) output no ESP
#define SONAR_CABECA_TRIG 35 // SVP (ADC0) input no ESP
#define SONAR_CABECA_ECHO 33 // P33 (ADC5) output no ESP

```

```
// barriga
```

```

#define MOTOR_BARRIGA 25   // P25 (ADC18) output no ESP
#define SONAR_BARRIGA_TRIG 2 // P2 input no ESP
#define SONAR_BARRIGA_ECHO 26 // P26 (ADC19) output no ESP

```

```
// joelho direito
```



```

#define MOTOR_JOELHO_DIR 23 // P23 output no ESP
#define SONAR_JOELHO_DIR_TRIG 4 // P4 input no ESP
#define SONAR_JOELHO_DIR_ECHO 5 // P5 output no ESP
// joelho esquerdo
#define MOTOR_JOELHO_ESQ 27 // P27 (ADC17) output no ESP
#define SONAR_JOELHO_ESQ_TRIG 18 // P18 input no ESP
#define SONAR_JOELHO_ESQ_ECHO 16 // P16 output no ESP
// Limites
#define MAX_DIST_HEAD 50 // Distância máxima do sonar da cabeça
#define MAX_DIST_OTHERS 100 // Distância máxima do sonar da barriga e dos
joelhos

#define DISTANCIA_LIMITE 30 // Distância mínima de detecção de obstáculo

// PROTÓTIPOS
void readDistance( void );
void saveCoordinates( void );

// OBJETOS
// Criar os sensores de distancia
NewPing sonar_cabeca( SONAR_CABECA_TRIG, SONAR_CABECA_ECHO,
MAX_DIST_HEAD );
NewPing sonar_barriga( SONAR_BARRIGA_TRIG, SONAR_BARRIGA_ECHO,
MAX_DIST_OTHERS );
NewPing sonar_joelho_dir( SONAR_JOELHO_DIR_TRIG,
SONAR_JOELHO_DIR_ECHO, MAX_DIST_OTHERS );
NewPing sonar_joelho_esq( SONAR_JOELHO_ESQ_TRIG,
SONAR_JOELHO_ESQ_ECHO, MAX_DIST_OTHERS );
//Task taskReadDistance( TASK_SECOND * 0.1, TASK_FOREVER, &readDistance
);
//Scheduler runner;
TinyGPSPlus gps; // Instância do objeto GPS
WiFiClient client; // Cliente web
//SoftwareSerial swSer(GPS_TX, GPS_RX);

```

```
HardwareSerial GPS(1); // uart 1
```

```
// VARIÁVEIS
```

```
const char* ssid = "Nome da Rede";
```

```
const char* password = "Senha da rede";
```

```
const char* host      = "endereço do host";
```

```
const int port        = 80;
```

```
double dc = 0, db = 0, djd = 0, dje = 0;
```

```
float latitude, longitude, distancia;
```

```
String date_str, time_str, lat_str, lng_str, lat_str_ant = "", lng_str_ant = "";
```

```
// PROGRAMA
```

```
void setup() {
```

```
    // Configurar serial
```

```
    Serial.begin(115200);      // Velocidade da serial padrão
```

```
    GPS.begin(9600, SERIAL_8N1, 12, 14);      // Velocidade da serial simulada
    (SoftwareSerial)
```

```
    // Configura os pinos dos motores como saída
```

```
    pinMode( MOTOR_JOELHO_DIR, OUTPUT );
```

```
    pinMode( MOTOR_JOELHO_ESQ, OUTPUT );
```

```
    pinMode( MOTOR_BARRIGA, OUTPUT );
```

```
    pinMode( MOTOR_CABECA, OUTPUT );
```

```
    // Desativa os pinos dos motores
```

```
    digitalWrite( MOTOR_JOELHO_DIR, LOW );
```

```
    digitalWrite( MOTOR_JOELHO_ESQ, LOW );
```

```
    digitalWrite( MOTOR_BARRIGA, LOW );
```

```
    digitalWrite( MOTOR_CABECA, LOW );
```

```
    // Add tarefas
```

```
    //runner.addTask( taskReadDistance ); // Agendador de tarefas
```

```

//taskReadDistance.enable());          // Habilita a tarefa (leitura dos sensores
ultrassônicos)

// Configurar wifi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.println("Conectando ao WiFi...");
} void testEngines( void );

Serial.println("Conectado.");
Serial.println(WiFi.status());
Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
  //runner.execute();

  dc = sonar_cabeca.ping_cm();
  delay(1);
  db = sonar_barriga.ping_cm();
  delay(1);
  djd = sonar_joelho_dir.ping_cm();
  delay(1);
  dje = sonar_joelho_esq.ping_cm();
  delay(1);

  if ( dc <= DISTANCIA_LIMITE && dc > 0 ) {
    digitalWrite( MOTOR_CABECA, HIGH );
    saveCoordinates();
    Serial.print( "Cabeca: " );
    Serial.print( dc );
    Serial.println( "cm" );
    //delay(2000);
  }
}

```

```
}

else {
    digitalWrite( MOTOR_CABECA, LOW );
    Serial.print( "Cabeca: " );
    Serial.print( dc );
    Serial.println( "cm" );
}

if ( db <= DISTANCIA_LIMITE && db > 0 ) {
    digitalWrite( MOTOR_BARRIGA, HIGH );
    saveCoordinates();
    Serial.print( "Barriga: " );
    Serial.print( db );
    Serial.println( "cm" );
    //delay(2000);
}

else {
    digitalWrite( MOTOR_BARRIGA, LOW );
    Serial.print( "Barriga: " );
    Serial.print( db );
    Serial.println( "cm" );
}

if ( djd <= DISTANCIA_LIMITE && djd > 0 ) {
    digitalWrite( MOTOR_JOELHO_DIR, HIGH );
    saveCoordinates();
    Serial.print( "Joelho Direito: " );
    Serial.print( djd );
    Serial.println( "cm" );
    //delay(2000);
}
```

```
else {
  digitalWrite( MOTOR_JOELHO_DIR, LOW );
  Serial.print( "Joelho Direito: " );
  Serial.print( djd );
  Serial.println( "cm" );
}

if ( dje <= 15 && dje > 0 ) {
  digitalWrite( MOTOR_JOELHO_ESQ, HIGH );
  saveCoordinates();
  Serial.print( "Joelho Esquerdo: " );
  Serial.print( dje );
  Serial.println( "cm" );
  //delay(2000);
}

else {
  digitalWrite( MOTOR_JOELHO_ESQ, LOW );
  Serial.print( "Joelho Esquerdo: " );
  Serial.print( dje );
  Serial.println( "cm" );
}
}

// Testa todos os sensores de distância
void readDistance() {
  dc = sonar_cabeca.ping_cm();
  delay(1);
  db = sonar_barriga.ping_cm();
  delay(1);
  djd = sonar_joelho_dir.ping_cm();
  delay(1);
  dje = sonar_joelho_esq.ping_cm();
  delay(1);
}
```

```
if ( dc <= DISTANCIA_LIMITE && dc > 0 ) {
  digitalWrite( MOTOR_CABECA, HIGH );
  saveCoordinates();
  Serial.print( "Cabeca: " );
  Serial.print( dc );
  Serial.println( "cm" );
  //delay(2000);
}

else {
  digitalWrite( MOTOR_CABECA, LOW );
  Serial.print( "Cabeca: " );
  Serial.print( dc );
  Serial.println( "cm" );
}

if ( db <= DISTANCIA_LIMITE && db > 0 ) {
  digitalWrite( MOTOR_BARRIGA, HIGH );
  saveCoordinates();
  Serial.print( "Barriga: " );
  Serial.print( db );
  Serial.println( "cm" );
  //delay(2000);
}

else {
  digitalWrite( MOTOR_BARRIGA, LOW );
  Serial.print( "Barriga: " );
  Serial.print( db );
  Serial.println( "cm" );
}

if ( djd <= DISTANCIA_LIMITE && djd > 0 ) {
  digitalWrite( MOTOR_JOELHO_DIR, HIGH );
```

```

saveCoordinates();
Serial.print( "Joelho Direito: " );
Serial.print( djd );
Serial.println( "cm" );
//delay(2000);
}

else {
digitalWrite( MOTOR_JOELHO_DIR, LOW );
Serial.print( "Joelho Direito: " );
Serial.print( djd );
Serial.println( "cm" );
}

if ( dje <= 15 && dje > 0 ) {
digitalWrite( MOTOR_JOELHO_ESQ, HIGH );
saveCoordinates();
Serial.print( "Joelho Esquerdo: " );
Serial.print( dje );
Serial.println( "cm" );
//delay(2000);
}

else {
digitalWrite( MOTOR_JOELHO_ESQ, LOW );
Serial.print( "Joelho Esquerdo: " );
Serial.print( dje );
Serial.println( "cm" );
}

}

void saveCoordinates() {

String url = "/insere.php?"; // Página que será usada para inserir

```

```

while ( GPS.available() > 0 ) {
  if ( gps.encode( GPS.read() ) ) {

    Serial.println("Disponível .... Debug");

    if ( gps.location.isValid() ) {
      latitude = gps.location.lat();
      lat_str = String(latitude, 6);
      longitude = gps.location.lng();
      lng_str = String(longitude, 6);
    } // gps location
  } // if gps encode
} // While serial

// Validação da localização - Tem localização e há barreira
if (gps.location.isValid()) {
  // Coordenadas
  Serial.print("Lat. (valida): "); Serial.println(lat_str);
  Serial.print("Long. (valida): "); Serial.println(lng_str);

  // Verifica conectividade do cliente
  if ( client.connect(host, port) ) {
    // Prepara URL para inserir coordenadas
    url += "latitude=";
    url += lat_str;
    url += "&longitude=";
    url += lng_str;
    Serial.print("URL requisitada: "); Serial.println(url);

    // Está mais no mesmo lugar
    if ( lat_str.equals(lat_str_ant) && lng_str.equals(lng_str_ant) ) {
      Serial.println("Parado no mesmo lugar.");
      return;
    }
  }
}

```



```

client.print(
  String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
  "Host: " + host + "\r\n" +
  "Connecton: close\r\n\r\n"
);

// Controle do tempo de conexão
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
  if (millis() - timeout > 5000) {
    Serial.println(">>> Client Timeout");
    client.stop();
    return;
  }
}

// Captura o retorno do servidor
while (client.available()) {
  if ( client.readStringUntil('\r').indexOf("[DEBUG] coordenadas atualizadas") != -1
) {
    Serial.print("Coordenadas salvas!");
  }
  else {
    Serial.print("Erro ao salvar coordenadas!!");
  }
}

// Guarda a lat e long para verificar se houve mudança de local
lat_str_ant = lat_str;
lng_str_ant = lng_str;

delay(3000); // Espera 5 segundos

```

```
} // Cliente conecta

else
  Serial.print("Erro ao conectar cliente...");
}

else // gps location
  Serial.print("Localizacao invalida...");

}
```

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

A U T O R I Z A Ç Ã O

Eu, Maria da Penha Pacheco de Oliveira, mãe da Bárbara Vitória Pacheco de Oliveira, autorizo Cássio Augusto Neves De Barros, estudante de Engenharia Elétrica, das Faculdades Doctum de Caratinga, a utilizar as informações por mim e pela Bárbara prestadas, para a elaboração de seu Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como título "Sistema de detecção e marcação de pontos de obstáculos como auxílio a pessoas com deficiência visual" e está sendo orientado pelo Prof. M. Sc. Elias de Souza Gonçalves.

Caratinga, 17 de Novembro de 2018.

Maria da Penha Pacheco de Oliveira

Assinatura da responsável pela entrevistada