



Bengala Eletrônica para Deficientes Visuais com Detector Ultrassônico de Obstáculos

Electronic Cane for the Visually Impaired with Ultrasonic Obstacle Detector

DOI: 10.54021/seesv2n3-002

Recebimento dos originais: 05/07/2021
Aceitação para publicação: 20/08/2021

Walter C. S.S. Simões

CESAR SCHOOL –Escola do Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife
Manaus – AM – Brasil
waltersimoes@gmail.com

Gerson Reis

UNINORTE–Tecnologia em Redes de Computadores, Escola de Exatas Manaus
– AM – Brasil
gerson._reis7@hotmail.com

ABSTRACT

The complexity of indoor and especially outdoor environments still compromises the independence of the visually impaired is still compromised, mainly by the complexity of indoor and especially outdoor environments, as found in city centers. , mainly, as found in city centers. Many tools have already been designed to assist the visually impaired, however, many of these approaches are ineffective with some tall obstacles above the user's waist, such as the common cane. Through exploratory research methods and component implementations, the aim of this work was to create a system that can identify obstacles that the traditional cane cannot detect. Thus, an electronic cane was developed that maintains the formal structure of the cane for acceptance by the target audience but can emit audible and vibrating alarms related to distance obstacles detected by ultrasonic sensors. Satisfactory results were obtained through tests with the electronic cane, mainly for obstacles less than 80 centimeters apart. Furthermore, the cane was implemented with low-cost components.

Keywords: complexity, traditional, ineffective

RESUMO

A independência dos deficientes visuais ainda está comprometida, principalmente, pela complexidade dos ambientes indoor e principalmente outdoor, como encontrado nos centros das cidades. Muitas ferramentas já foram projetadas para auxiliar os deficientes visuais, no entanto, muitas dessas abordagens são ineficazes em relação a alguns obstáculos de altura localizados acima da cintura do usuário, como a bengala comum. O objetivo deste trabalho, por meio de métodos exploratórios de pesquisas e implementações de componentes, foi criar um sistema que possa identificar



obstáculos que não podem ser detectados pela bengala tradicional. Desta forma, foi desenvolvida uma bengala eletrônica que mantém a estrutura formal da bengala por questões de aceitação do público alvo, mas tem a capacidade de emitir alarmes sonoros e vibratórios relacionados a obstáculos de distância detectados por sensores ultrassônicos. Resultados satisfatórios foram obtidos por meio de testes com a bengala eletrônica, principalmente para obstáculos com menos de 80 centímetros de distância. Além disso, a bengala foi implementada com componentes de baixo custo.

Palavras-chaves: complexidade, tradicional, ineficaz

1 INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro (2017) o conceito de deficiência visual pode abranger dois tipos: a cegueira e a baixa visão. A cegueira pode ser definida pela total ausência de visão ou a simples percepção de luz; segundo os mesmos autores, vários países ocidentais consideram que um olho é cego quando seu campo visual se encontra reduzido a 20° (SANTOS *et al.*, 2013).

A baixa visão é a alteração da capacidade funcional da visão, decorrente de inúmeros fatores isolados ou associados tais como: baixa acuidade visual significativa, redução importante do campo visual, alterações corticais e/ou sensibilidade aos contrastes que interferem ou limitam o desempenho visual do indivíduo (MARTINS *et al.*, 2021). As inúmeras causas que provocam a redução da acuidade visual também levam a diferentes situações de ordem funcional da visão. O conceito de deficiência visual, denominada DV, traz a necessidade de partir de uma avaliação funcional da visão, cuja perspectiva educacional considera como DV todas as pessoas que não têm acuidade visual, ou que tenham problemas visuais graves não solucionáveis com recursos ópticos comuns (RIBEIRO *et al.*, 2017).

A inclusão do público-alvo que requer a aplicação de tecnologias que permitam ao mesmo tempo ser assistivas e garantam respeito a suas individualidades (NETO, 2020). Então o problema principal tratado neste artigo é: Como criar um sistema que possa ser facilmente aceito pelos deficientes visuais e forneça um enriquecimento de informações para aumentar a sua segurança ao caminhar em ambientes *indoor* e *outdoor*?

A hipótese suportada nesta pesquisa é a de que as tecnologias que eventualmente sejam trazidas para aumentar as percepções do ambiente sejam



incorporadas a própria bengala do usuário deficiente visual. A proposta insere um conjunto de três sensores ultrassônicos acoplados na bengala, que associados a micromotores de vibração criarão o sistema de alerta de proximidade a obstáculos dispostos acima da linha do chão.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Kist e seus co-autores (2014) apresentam uma bengala inteligente para deficientes visuais, onde se usou uma bengala convencional, comandados por uma placa micro controladores, sensores *Kinect* acoplados em locais da bengala onde identificarão possíveis obstáculos presentes nas calçadas e através de um sinal sonoro enviado por um fone de ouvido, avisarão o usuário de que há perigo no ambiente, evitando assim possíveis acidentes.

Sales Ramos e seus co-autores (2019) avaliaram uma pulseira micro controlada, que a partir da medição e localização de obstáculos presentes a variadas alturas à frente do usuário deficiente visual e alertando ao mesmo da existência de obstáculos a partir de um sinalizador. O circuito do dispositivo é composto por três partes principais, que são: sensor de linha ultrassônico, micro controlador e o módulo sinalizador, também utilizados nos circuitos um sensor *EZ1*, um PIC 16F628A, um motor vibrador de 5v, dois reguladores de tensão de 7805, dois capacitores de 100nf, dois resistores de 10k *ohn*, dois resistores de 470 *ohn*, um resistor de 1M *ohn*, dois transistores BC548 e uma bateria de 9v.

Rall e seus pesquisadores colaboradores (2021) desenvolveram um aparelho eletrônico posicionado na testa do usuário para detectar, por meio de um sensor ultrassônico, os obstáculos a sua frente como arvores, postes e orelhões. Ao encontrá-los, ele aciona um dispositivo que permite ao deficiente perceber, a partir de sinais vibratórios de diferentes intensidades emitidos pelo aparelho, a partir de sinais vibratórios de diferentes intensidades emitidos pelo aparelho, ao aproximar dos objetos ao caminhar, quanto mais próximo objeto detectado, mais intenso é o sinal é vibratório.

3. DESENVOLVIMENTO

A Bengala Eletrônica para deficientes visuais com detector de obstáculos, será composta por microcontrolador, motor de vibração, três sensores ultrassônicos, alimentados por uma bateria de 9v.

4 FUNCIONAMENTO

A bengala dará informações imediatas dos obstáculos, através de três sensores em partes diferentes da bengala, repassando os dados ao microcontrolador localizado na parte superior da bengala. O modelo de funcionamento do sistema está representado no diagrama de blocos da Figura 1.

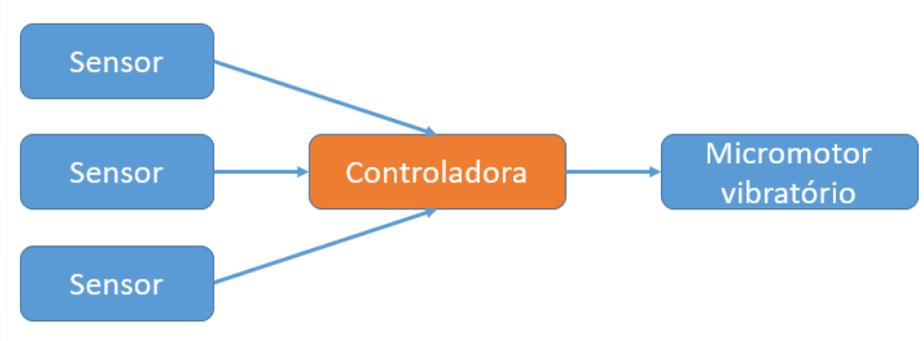
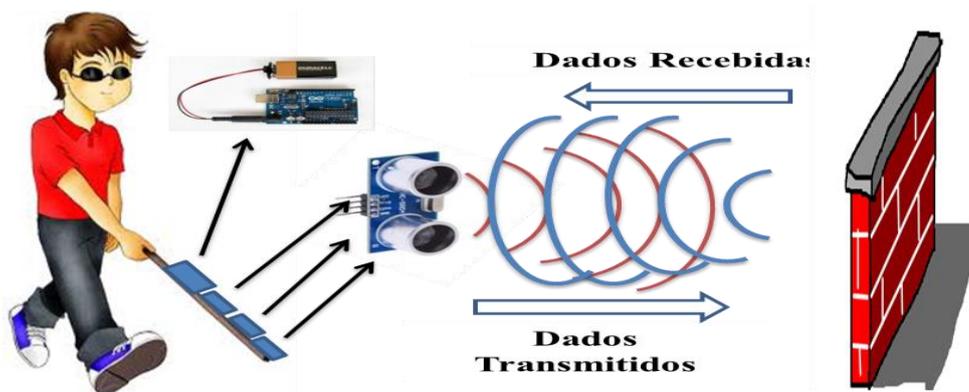


Figura 1. Diagrama de blocos do sistema.

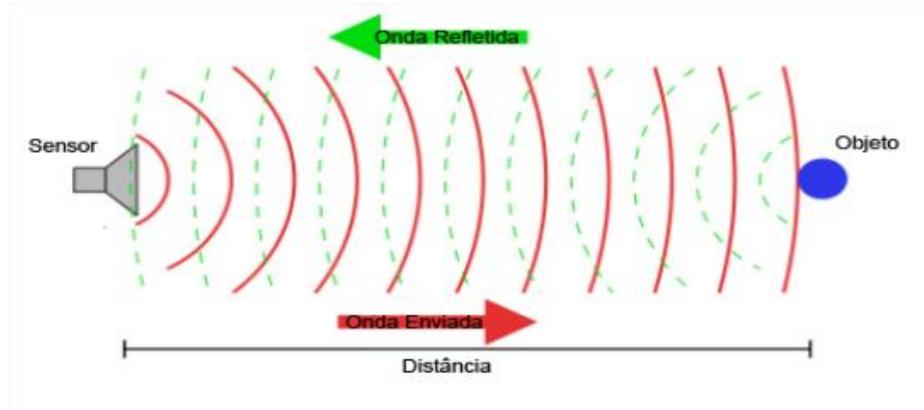
Ao se aproximar de um obstáculo, enviará informações direto dos sensores ultrassônicos que por sua vez irão se transformar em vibrações, para alertar o da iminente colisão com algum obstáculo, conforme apresentado a Figura 2.

Figura 2. Arquitetura de funcionamento da Bengala Eletronica com aproximidade do obstáculo.



O funcionamento do sensor ultrassônico baseia-se no envio de uma onda em alta frequência que ao se deparar com um objeto e refletida. Quando a onda volta para o sensor, calculado o tempo entre o sinal de emissão e de reflexão, e como a distância depende da velocidade de propagação do som no ar (aproximadamente 340m/s) este tempo é medido e a distância calculada. Como a onda passa duas vezes pelo mesmo caminho, como indicado na Figura 3, multiplica-se a distância encontrada por 0,5, a fim, de considerar somente a distância entre o sensor e o objeto.

Figura 3. Funcionamento do sensor ultrassônico.



O motor vibratório (Figura 4) é um dispositivo que se diferencia do motor convencional por possuir um elemento de massa no eixo de rotação, este elemento é colocado de forma que o seu centro de massa não coincida com o eixo de rotação o que provoca a desproporcionalidade de forças e conseqüentemente a vibração no dispositivo.

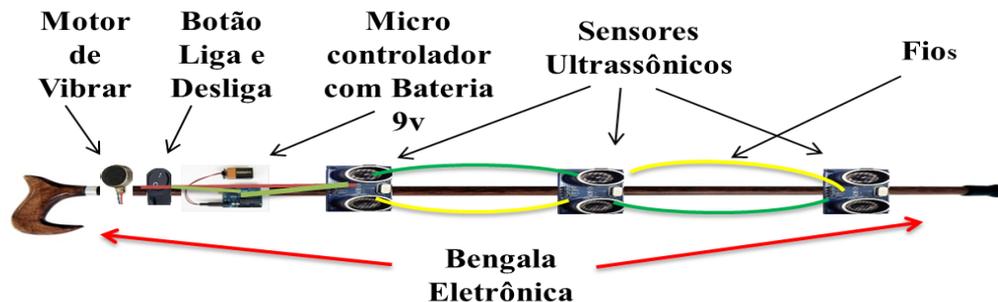
Figura 4. Motor vibratório utilizado no projeto.



5 MONTAGEM ELETRO-ELETRÔNICA

O circuito construído foi montado inicialmente em um protoboard para facilitar os testes e as configurações que envolvem trocas contantes de posição dos sensores, de jumpers e de elementos de circuito, como os resistores. Na montagem da bengala foram utilizadas 8 peças, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5. Demonstrando as Informações da Bengala



A vinculação elétrica seguiu o seguinte padrão: *jumpers* pretos utilizados para ligar os pinos de GND dos sensores a placa controladora. Os *jumpers* vermelhos utilizados para ligar os pinos de 3,3V ou 5,0 V dos sensores a controladora (porta VCC). Os demais pinos dos sensores receberam *jumpers*

amarelos. Todos os elementos eletrônicos são compatíveis com a arquitetura Arduino, escolhida para ser a camada controladora e de vinculação entre sensores e atuadores.

Fisicamente, a bengala construída seguiu um padrão de tamanho que atendesse a um público com estatura variando entre 1,55 m a 1,90 m. A bengala de 93 cm recebeu o micro controlador *Arduino* na parte superior para equilibrar o peso, e três sensores ultrassônicos em posições distintas (baixo, centro e alto), conforme apresentado a Figura 6 (GANDHI, 2018).

Figura 6. Foto do protótipo da bengala montada e funcionando



Uma segunda adequação para inserção dos sensores ultrassônicos foi a de inseri-los na tubulação (Figura 7).

Figura 7. Foto da inserção do sensor ultrassônico na estrutura da bengala



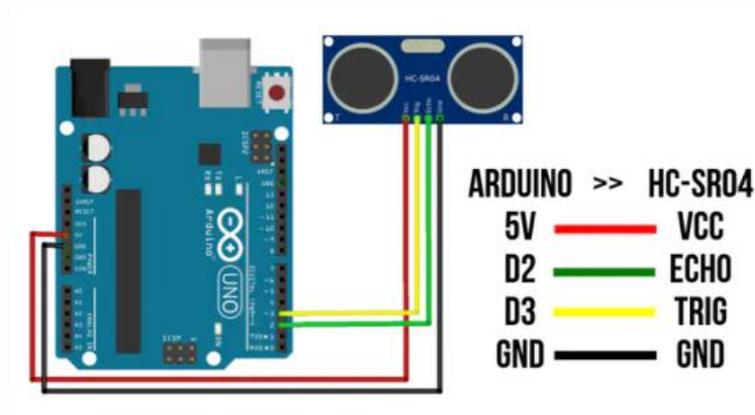
O sensor ultrassônico HC-SR04 é aplicado no projeto pelo seu baixo custo e por ter a capacidade de identificação de obstáculos a distancias que variam de 2,0 cm até 4,0 m, com margem de erro de 3,0 mm. O sensor HC-SR04 é composto de um emissor e um receptor ultrassônico, onde o sensor emite sinais ultrassônicos que serão refeletidos no no obstáculo e/ou objeto, retornando ao sensor receptor (Figura 8).

Figura 8. Foto do sensor ultrassônico utilizado no projeto da bengala



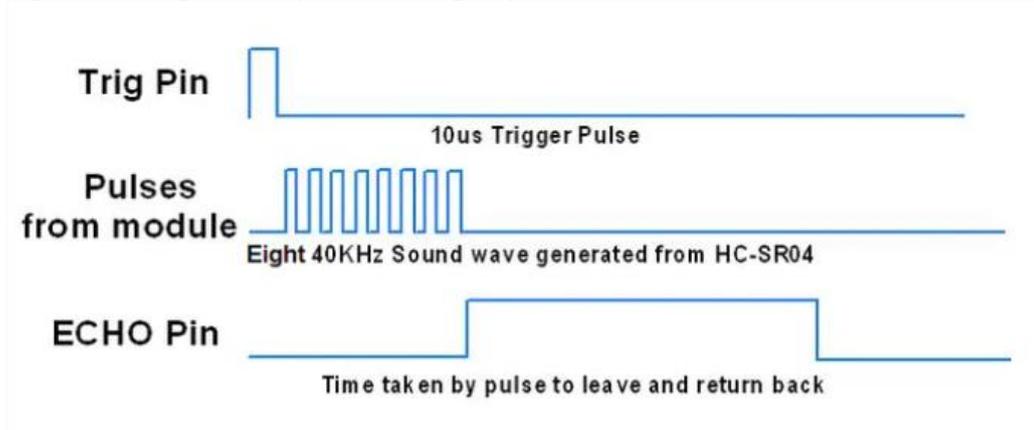
A conexão do sensor ultrassônico HC-SR04, compatível com a plataforma Arduino exige um esquema de alimentação elétrico combinando uma carga de 5V, fornecido pela porta VCC do Arduino, e 3,3 V a cada parte do sensor (sensor de ida e sensor de recebimento do sinal de ultrassom). A Figura 9 mostra como cada um dos três sensores é vinculado ao Arduino.

Figura 9. Esquema de conexão do sensor ultrassonico HC-SR04 ao Arduino.



Para gerar o ultrassom, é necessário definir o Trigger Pin em um estado alto por 10 μ s. Isso enviará uma explosão sônica de 8 ciclos que viajará na velocidade do som e será recebida no pino de eco. O Echo Pin emitirá o tempo em microssegundos que a onda de som viajou (Figura 10).

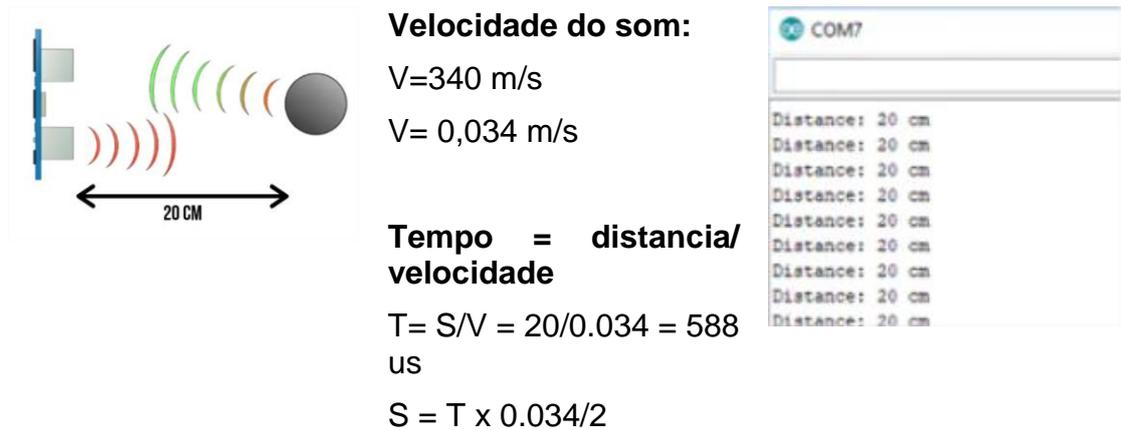
Figura 10. Diagrama do processo de geração do sinal ultrassonico do sensor HC-SR0



Por exemplo, se o objeto estiver a 20 cm do sensor e a velocidade do som for 340 m/s ou 0,034 cm/ μ s, a onda sonora precisará viajar cerca de 588 microssegundos. Mas o que será obtido do pino Echo será o dobro desse valor, porque a onda sonora precisa se deslocar para frente e saltar para trás. Ou seja, o som foi emitido, viajou o percurso todo, colidiu com o obstáculo e retornou novamente por todo o percurso. Portanto, para obter a distância em cm, é necessário multiplicar o valor do tempo de viagem recebido do pino de eco por 0,034 e dividi-lo por 2 (Figura 11).



Figura 11. Calculo da distancia percorrida pelo sinal ultrassônico



Foram usadas estruturas de condições baseadas em *If* e *Else*, que irão se basear na variável distância recebida pelo echoPin e comparadas com as distâncias desejadas para seu acionamento em centímetros. Por meio da função `analogWrite()` é acionado o motor de vibração de acordo com a distância lida. A vibração de maior intensidade será acionada quando o obstáculo estiver de 1 a 30 cm de distância e conforme a distância vai aumentando, o valor passado para a porta PWM vai diminuindo até que passe os 110 centímetros de distância, quando o motor é colocado em nível muito baixo. A Figura 12 demonstra as condições de quando o sensor irá alertar ou não o usuário, sendo esta uma condição contínua, inserida na função `loop()` da linguagem C do *Arduino*.

Figura 12. Algoritmo PWM

```

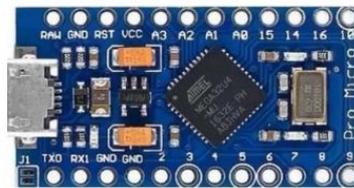
32  if (distancia < 30)
33  {
34      analogWrite(velocidade, 255); //100%
35  }
36  else
37  {
38      if (distancia >= 30 && distancia < 70)
39      {
40          analogWrite(velocidade, 191); //75%
41      }
42      else
43      {
44          if (distancia >= 70 && distancia < 110)
45          {
46              analogWrite(velocidade, 127); //50%
47          }
48          else
49          {
50              analogWrite(velocidade, 0); //0%
51          }

```

O microcontrolador *Arduino* nano foi escolhido para o projeto, pois é uma tecnologia de baixo custo e de baixíssimo consumo de energia. Além disso, é programável em linguagem C e possui um conjunto muito extenso de bibliotecas. Apesar de suas dimensões reduzidas, ele traz um conjunto de 20 entradas e

saídas e possui porta USB para upload da programação, comunicação e também alimentação (Figura 13).

Figura 13. *Arduino nano*



O motor vibratório, que também compõe o esquema eletrônico, é o dispositivo que irá dar o parâmetro de distância para o usuário foi acoplado na parte superior da bengala. O motor é controlado pela porta digital PWM da controladora, sendo programado de acordo com a intensidade desejada. Nesse caso, a distância lida pelo sensor ultrassônico. O valor PWM pode ser alternado de 0 a 255 (que é a sua maior potência). Assim, quanto mais próximo um obstáculo se apresentar aos sensores ultrassônicos, maior será o valor PWM e consequentemente maior será a velocidade do motor de vibração.

Devido o perfil dos usuários de se deslocarem por longos períodos do dia utilizando suas bengalas, foi testado o tempo de autonomia do sistema para verificar a viabilidade do projeto utilizando baterias e pilhas. O consumo de corrente do circuito foi cerca de 40mA com o motor vibrando no máximo, 32 mA trabalhando em um teste real e 10mA quando o motor se encontrava parado. Em um dos testes, o artefato foi deixado ligado com o motor vibratório em rotação máxima, o sistema funcionou por mais de 2h sem desligar.

Como forma de teste, foram feitas programação do micro controlador *Arduino* com os sensores, comparando distancias dos sensores exemplo: sensor base: 98,67 cm, sensor médio: 117,17 cm, sensor cima: 110,40 cm, sempre oscilando ao aproximar dos obstáculos.

Foram feitos testes em uma rua com quebra molas e veículos parados nas laterais, foi realizada testes em uma parede com imediatas confirmações de acertos entre as distâncias. Os limites de distância da bengala com os obstáculos que o sensor base detectava a 80,0 cm, sensor médio detectava 40,0 cm e o sensor cima detectava 60,0 cm.

6 CONCLUSÃO

O projeto promoveu o conhecimento de diversos processos, tanto relacionados a *software* embarcado, a eletrônica e principalmente de usabilidade. A opção por uma controladora foi interessante na redução de custo, de tempo de prototipação e de validação do projeto com alguns representantes do público-alvo.

Várias propostas de bengalas eletrônicas já foram desenvolvidas, porém, muitas apresentam custo elevado, peso excessivo ou necessidades de customizações que inviabilizam a ideia do projeto e afastam o interesse do público-alvo. Percebendo estas questões nas inúmeras literaturas consultadas, foi decidido pelo desenvolvimento de um protótipo que mantivesse o mesmo modelo de bengala já utilizado pelos deficientes visuais e que toda a camada de eletrônica não representasse um elemento a mais de preocupação para o usuário.



O protótipo desenvolvido permitiu a rápida detecção de obstáculos dispostos a frente do usuário em três níveis de altura, facilitando a decisão de contornar ou desviar de locais que representam risco de impacto e acidente aos deficientes visuais.

O projeto da bengala eletrônica irá contribuir de forma efetiva para a melhoria do estilo de vida dos deficientes visuais, pelo fato de aperfeiçoar as suas atividades diárias ao identificar os obstáculos a sua volta e os livrar de colisões danosas.

Como trabalho futuro, o protótipo pode ganhar mais recursos sensoriais e, através de modelos de mapeamento dos cenários indoor ou outdoor mais frequentados por estes usuários, receber não somente um alerta vibratório de presença de obstáculo, mas um guia de navegação.

**REFERÊNCIAS**

GANDHI, S.; GANDHI, N. A CMUcam5 Computer Vision Based Arduino Wearable Navigation System for the Visually Impaired, 2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2018, pp. 1768-1774, doi: 10.1109/ICACCI.2018.8554594.

KIST, Schmachtenberg. PADEVI – Protótipo de Auxílio A Deficientes Visuais. Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL) – campus Venâncio Aires – Brasil, 2014.

MARTINS, Lucas Rafael da Silva; DA SILVA, Mikael Tolotti; MOREIRA, Bernardo; LIMA, Diego Afonso da Silva; DE SOUZA, Carlos Francisco Soares; DOS SANTOS, Luis Gustavo Fernandes; SARMANHO JUNIOR, Carlos Arthur Carvalho. GUIDE2BLIND: HAPTIC-SOUND GUIDANCE SYSTEM FOR THE VISUALLY IMPAIRED INDOORS - PHASE 2. Brazilian Journal of Development. Vol 7, No 3, 2021.

NETO, Ademar Lima; DA CUNHA, Mônica; CARVALHO, Lukas. Uma revisão sistemática sobre tecnologias assistivas voltadas para auxiliar a locomoção de deficientes visuais em ambiente externo utilizando soluções embarcadas. 2020: ANAIS DA XX ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE, 2020.

RALL, Ricardo; GONÇALVES, Lucas Eid Ramire. Protótipo automatizado de detecção de obstáculos para deficientes visuais. Revista Tekhne e Logos, v. 12, n. 2, ISSN 2176-4808, 2021.

RIBEIRO, Larissa Oliveira Mesquita. A inclusão do aluno com deficiência visual em contexto escolar: afeto e práticas pedagógicas. v. 13, n. 1, Revista Educação, Artes e Inclusão, 2017, DOI: <https://doi.org/10.5965/1984317813012017008>.

SALES RAMOS, Ana Beatriz; SILVA, Brenda de Paula; HARAKAWA, Felipe Seidi; BASSO, Maricleidi; BERTOLINI, Cristiano; PARREIRA, Fábio José; SILVEIRA, Sidnei Renato. Locomoção Independente para Deficientes Visuais no Campus de Frederico Westphalen – RS da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria.

2019, Research, Society and Development, vol. 8, núm. 10, Universidade Federal de Itajubá, Brasil, 2019, DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1402>



SANTOS, Andreisa Jacinto de Oliveira; CASTRO, Sandra Andrade de. Autoestima a partir do caminhar: orientação e mobilidade da pessoa com deficiência visual. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, 2013.