



VI Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
VI EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
21 e 22 de outubro de 2021



DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE UMA BENGALA ADAPTADA PARA AUXILIAR NA ORIENTAÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

MATHEUS C. SANTANA¹, SAMUEL O. OLIVEIRA², REINALDO G. DANTE³, ELIANE COMOLI⁴

¹ Estudante em Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Câmpus Sertãozinho, Bolsista PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, cavalcanti.matheus@aluno.ifsp.edu.br

² Estudante em Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Câmpus Sertãozinho, Bolsista PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, olimpio.samuel@aluno.ifsp.edu.br

³ Professor Titular em Engenharia Elétrica do IFSP, Câmpus Sertãozinho, Supervisor do IFSP, Câmpus Sertãozinho, no Programa PIBIC-EM/CNPq da FMRP-USP, golmia@ifsp.edu.br

⁴ Doutora em Ciências Fisiológicas e Mestre em Neurociência e Comportamento, Docente da FMRP, USP, ecomoli@fmrp.usp.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Circuitos Eletrônicos – 3.04.03.03-0

RESUMO: A deficiência visual pode ser um aspecto que causa certa limitação quanto ao quesito independência pessoal, pois a infraestrutura dos ambientes urbanos, bem como de muitas tecnologias e serviços, não foram projetados para permitir uma acessibilidade plena às pessoas com visão limitada ou comprometida. A orientação destas pessoas fica, de certo modo, comprometida, pois o cérebro faz uso de estímulos sensoriais, principalmente a visão, para criar uma representação global do espaço. Com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, mais especificamente na mobilidade, o presente trabalho propõe desenvolver um protótipo de bengala adaptada que realiza detecção de obstáculos e transmite alertas ao usuário de acordo com a distância destes. A plataforma escolhida para o desenvolvimento do circuito microcontrolado foi o *Arduino* e foram utilizados dois sensores infravermelho para detectar obstáculos, que realizam medições e alertas independentes. O sistema construído tem desempenho satisfatório em relação à localização de obstáculos em curtas e médias distâncias em ambientes com pouca luz, mas possui limitações em ambientes externos, portanto é passível de aprimoramentos que poderiam aumentar a eficiência e facilidade de uso. Na próxima etapa do projeto a estrutura física da bengala será confeccionada para dar suporte ao circuito desenvolvido.

PALAVRAS-CHAVE: acessibilidade; arduino; eletrônica; neurociência; tecnologia.

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) estima que, no mínimo, 2,2 bilhões de pessoas possuem alguma deficiência visual, a qual pode ser classificada em: deficiência visual de perto, deficiência visual de longe e cegueira. Certamente, a inclusão dessas pessoas tem sido um dos grandes desafios na nossa sociedade. O comprometimento da visão é uma condição que pode causar um grande impacto na qualidade de vida de uma pessoa, e incluir essa população na sociedade de modo a torná-las independentes é um dos grandes desafios da atualidade, sobretudo no quesito da mobilidade pessoal (HOFFMAN, 2017).

Pessoas com baixa visão têm dificuldade em compor um mapa espacial do ambiente e, conseqüentemente, dificuldade de orientação. O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo de uma bengala que estimule uma aprendizagem motriz por meio de sensores infravermelhos e que alerte ao

usuário a faixa de distância em que obstáculos se encontram, a fim de dar maior autonomia às pessoas com deficiência visual e permitir que se orientem por ambientes com menor dificuldade (CUTURI *et al.*, 2016).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Cuturi *et al.* (2016), o cérebro se vale de estímulos sensoriais que fornecem informações do ambiente (visão, audição, tato) e do corpo (sistemas vestibular e proprioceptivo) para compor uma representação espacial e a partir dela gerar uma ação motora segura. A visão é crucial nesse processo e por esta razão pessoas com baixa visão têm sua orientação prejudicada.

Porém, indivíduos com cegueira contam ainda com os demais sentidos, sobretudo a audição e o tato, que permitem a formação de uma imagem espacial, porém deficitária, devido ao comprometimento do processamento visual (CUTURI *et al.*, 2016). Nesse sentido, a tecnologia assistiva tem um papel importante, buscando suprir as necessidades sensoriais do indivíduo com deficiência.

Partindo de uma análise de outros projetos já desenvolvidos, o estudo de Luna *et al.* (2020), faz uma comparação com diversos protótipos de tecnologia assistiva que buscam solucionar este problema por meio de microcontroladores, como uma bengala adaptada, um bracelete ajustável e um bastão metálico que lê *tags* RFID implantadas aos pisos táteis. Dentre as alternativas, a bengala adaptada se faz mais interessante por ser familiar para pessoas com deficiência.

METODOLOGIA

O protótipo foi desenvolvido com os materiais descritos nesta seção, baseando-se nos resultados de Luna *et al.* (2020), exceto pelo modelo de placa Arduino NANO, que foi substituído por um modelo de custo mais baixo (Arduino UNO), e do sensor de distância ultrassônico, substituído por um sensor infravermelho que, em relação ao sensor ultrassônico, possui melhor desempenho em ambientes internos e é mais compacto. Os materiais utilizados são listados abaixo.

Placa Arduino UNO: o *Arduino* é uma plataforma de prototipagem composta por hardware e software. Trata-se de um microcontrolador que pode ser programado para realizar rotinas diversas, como receber e enviar sinais digitais e analógicos, realizar cálculos e executar funções complexas.

Protoboard: conhecida como “placa de prototipagem”, é uma matriz de contato que possui orifícios de conexões internos dispensando a necessidade de solda para conectar componentes para montagem de protótipos.

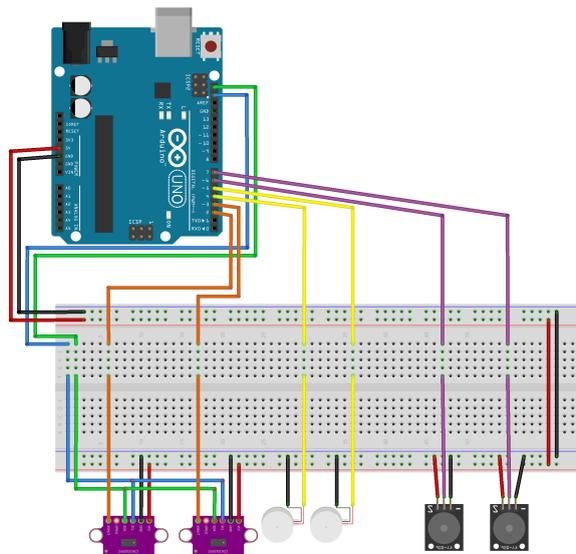
VL53L0X: este componente é um sensor infravermelho utilizado para mensurar distâncias de obstáculos. Seu funcionamento consiste na emissão de raios infravermelho pelo sensor e na leitura do sinal de retorno (reflexo/eco) desse mesmo raio. A distância entre o sensor e o objeto que reflete o sinal é calculada com base no tempo entre o envio e a leitura do retorno. Pode operar em quatro modos: *default*, *high accuracy*, *long range* e *high speed*.

Vibracall: é um micro motor elétrico capaz de gerar vibrações.

Buzzer: é um componente capaz de gerar ondas sonoras na tonalidade desejada a partir da excitação elétrica de componentes eletromecânicos ou piezoelétricos.

Os materiais foram dispostos na protoboard e ligados por fios da seguinte maneira:

FIGURA 1. Montagem do circuito no software *Fritzing*.



Para o funcionamento do protótipo é necessário que seja programada uma rotina a ser executada pelo *Arduino*, escrita na linguagem de programação *C++*. Um programa de *Arduino* deve conter obrigatoriamente duas funções essenciais: *setup*, a qual é executada apenas uma vez na inicialização do programa, e *loop*, que é executada repetidamente enquanto o sistema estiver ligado.

Em todo o programa, cada sensor foi tratado de maneira independente, ou seja, cada sensor realiza uma medição e emite um alerta que independe do outro.

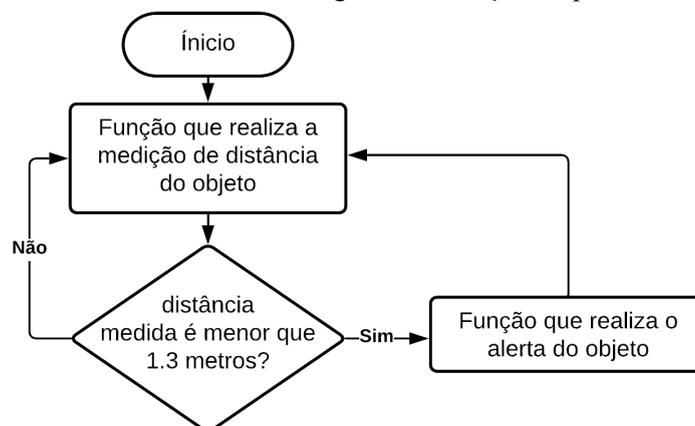
Na função *setup* são definidos alguns parâmetros básicos para o funcionamento do programa: definição de pinos de saída ou entrada, configuração do endereço I2C de cada sensor (estes se comunicam por este barramento, no qual cada um deve ter endereço diferente) e configuração de modo de medição do sensor (medição de longa distância). O fluxograma a seguir mostra a sequência de comandos realizada pela função *setup*:

FIGURA 2. Fluxograma da função *setup*.



O lógica de funcionamento da função *loop* pode ser entendida pelo seguinte fluxograma:

FIGURA 3. Fluxograma da função *loop*.



Para as medições da distância foi usada a biblioteca *VL53L0X*, a fim diminuir a complexidade do programa. Após criado um objeto da classe *VL53L0X*, chamado de 'sensoralto', utiliza-se a função *readRangeSingleMillimeters* para calcular o tempo de retorno de uma onda que for captada pelo sensor (se um objeto entrar no raio de cobertura) e este valor é armazenado em uma variável. Logo em seguida, este mesmo valor é convertido de uma medida de tempo em microsegundos para uma medida de distância em milímetros. Este comando pode ser visto abaixo:

```
int cm1atual = sensoralto.readRangeSingleMillimeters();
```

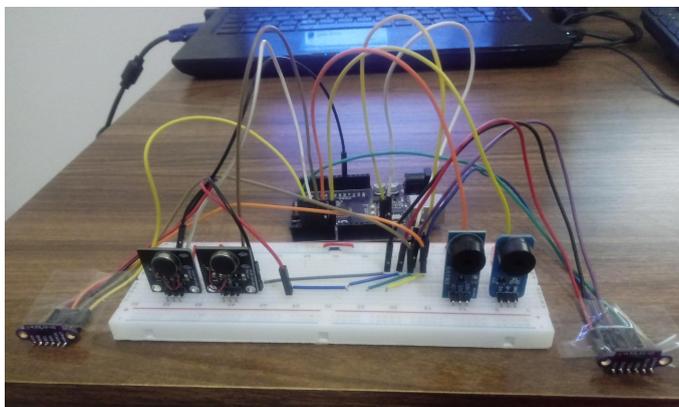
Os alertas sonoros e vibratórios que são emitidos quando um objeto é detectado se assemelham a um 'bip', que variam na duração dos 'bips' e no tempo de pausa entre eles. No Arduino, a função *delay* realiza a contagem de tempo para criar os alertas, mas ao custo de colocar o microcontrolador em um estado de espera, pausando outras tarefas. Para evitar tal problema, foi utilizada a biblioteca *avdweb_VirtualDelay*, capaz de criar temporizadores virtuais que funcionam em paralelo e não pausam a execução da rotina. No código, há dois contadores: um para a pausa entre os 'bips' (contadorPausaAlto) e um para a duração do 'bip' (contadorDuracaoAlto), que são ajustados passando como parâmetro para a função *start* um valor em milissegundos. Abaixo um trecho desta função:

```
if (cm >= 0 && cm<= 20){
    contadorPausaAlto.start(pausa1);
    if (contadorPausaAlto.elapsed()){
        contadorDuracaoAlto.start(duracao1);
        tone(pinoBuzzerAlto, frequencial);
        digitalWrite(pinoVibracaoAlto, HIGH);
        if(contadorDuracaoAlto.elapsed()) {
            noTone(pinoBuzzerAlto);
            digitalWrite(pinoVibracaoAlto, LOW); }
    }
}
```

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo construído localiza obstáculos e alerta para o usuário de acordo com a distância, mas sofre com problemas de medição. O sensor infravermelho VL53L0X apresenta medições precisas de distâncias curtas e médias, mas quando o obstáculo se encontra longe, pode se tornar instável. Isso se deve principalmente ao fato de os raios infravermelhos emitidos pelo sensor sofrerem ação da incidência de luz solar no ambiente.

FIGURA 4. Sistema montado.



O sensor tem um alcance de 25 graus e foi definido para funcionar no modo *long range*, ou seja, detecta objetos até 2 metros de distância, porém foi programado para alertar objetos apenas até 1.3 metros, pois esta foi considerada a distância máxima a qual se poderia obter medições mais precisas em um ambiente com incidência solar leve. Apesar desta limitação, há momentos em que os sensores não conseguem obter uma medição de distância válida (devido às características de fabricação do sensor), quando objetos passam rapidamente à frente do sensor principalmente, mas que não afetam os alertas emitidos de um objeto que já esteja no alcance. Em ambientes com incidência solar muito baixa os erros de medição diminuem, com medidas mais próximas ao real até os 2 metros esperados. O protótipo construído atendeu aos objetivos propostos de forma muito satisfatória tecnicamente, utilizando componentes de baixo custo. Ainda não foi confeccionada a estrutura própria da bengala que comportasse o circuito e, por essa razão, esse protótipo ainda não foi testado por pessoas com deficiência visual.

Como já definido anteriormente, um dispositivo como uma bengala eletrônica pode suprir parte da necessidade sensorial causada pela falta de visão, porém, dependendo da maneira como é projetado, o mesmo pode sobrecarregar as vias receptoras do usuário com uma resposta sensorial muito intensa (CUTURI *et al.*, 2016) e causar desconforto ao usuário por motivos estéticos e simbólicos (SANTOS, 2019).

A partir dos conhecimentos sobre os mecanismos cerebrais para o processamento visual, auditivo e somatosensorial, bem como a integração de informações sensório-motoras, desenvolveu-se um dispositivo tecnológico para melhorar a habilidade de locomoção. Para tal, buscamos uma melhor adequação dos dispositivos sonoros (*buzzer*) e de vibração (*vibracall*). Avaliar o tempo médio de resposta do usuário aos sinais dos dispositivos na bengala aos sinais dos dispositivos na bengala, como por exemplo o recebimento do estímulo sensorial de tato até a reação em se desviar do objeto, será fundamental para estabelecer maior eficácia do dispositivo eletrônico.

CONCLUSÕES

Conhecer os fundamentos da Neurociência contribuem enormemente para o desenvolvimento de tecnologias assistivas que são úteis à sociedade. Nesse sentido, um protótipo foi construído em *protoboard* utilizando materiais acessíveis e os resultados atenderam às expectativas iniciais quanto à localização e alerta de obstáculos, cujas limitações técnicas são passíveis de serem aprimoradas. É possível utilizar sensores de distância com maior alcance e mais precisos, e também alertas por fones de ouvido. Os próximos passos desse trabalho serão a confecção da estrutura física da bengala eletrônica para estudar a eficácia real desse dispositivo eletrônico na orientação e o aprimoramento do aprendizado motriz e reconhecimento espacial do usuário ao empregá-la em seu cotidiano.

AGRADECIMENTOS

O projeto foi contemplado pelo Programa PIBIC-EM do CNPQ (processos #134226/2020-8 e #134204/2020-4).

REFERÊNCIAS

AGGIUS-VELLA, E.; CUTURI, L. F.; CAMPUS, C.; PARMIGGIANI, A.; GORI, M. **From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults**. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 71, p. 240-251, dezembro. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014976341630210X>>. Acesso em: 18 fev 2021.

HOFFMAN, T. H. **Desenvolvimento de um protótipo para auxílio no deslocamento de deficientes visuais**. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181868>>. Acesso em: 20 fev 2021.

LUNA, D.; OLIVEIRA, G. D.; OLIVEIRA, G. N.; MARTINS, L.; SICCHIERI, P. H. S. **Dispositivo para auxiliar portadores de deficiência visual na locomoção**. 2020. Trabalho de conclusão de curso - Técnico em Automação Industrial, IFSP - Câmpus Sertãozinho, Sertãozinho. Acesso em: 20 fev 2021.

SANTOS, A. D. P. **Tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual: avaliação de eficiência de dispositivos para mobilidade pessoal**. Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP, Câmpus Bauru. 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/181124>>. Acesso em: 7 mar 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on vision**. Geneva: World Health Organization. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>>. Acesso em: 6 mar 2021.