

# DOMÓTICA ASSISTIVA: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA ACESSIBILIDADE DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Lucas da Silva dos Santos (Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão) - donjuan2lucas@gmail.com

Marcos Gomes da Silva Rocha (Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão) - marcosgsrocha@gmail.com

**Resumo:** A deficiência visual predomina entre os tipos de deficiência no Brasil. No entanto, esses indivíduos ainda enfrentam inúmeros problemas, como a acessibilidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo para auxiliar na locomoção e promover autonomia de pessoas com deficiência visual. O protótipo foi desenvolvido utilizando a plataforma Arduino NANO, um sensor ultrassônico HC-SR04 e um conector de fone de ouvido *jack* P2, em seguida, foi acoplado a um colete. Testes foram conduzidos para verificar a capacidade de captação de distância do sensor. O sensor ultrassônico HC-SR04 obteve um alcance de captação de informação de até 357 cm. O protótipo desenvolvido teve um bom desempenho em ambiente interno, comprovando ser não apenas eficaz, mas também acessível e pode ajudar centenas de pessoas com deficiência visual, fornecendo uma solução barata, confiável, vestível e de baixo consumo de energia para um problema importante.

**Palavras-chave:** Acessibilidade; Deficiência Visual; Domótica Assistiva.

## ASSISTIVE DOMOTICS: DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR ACCESSIBILITY FOR PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENT

**Abstract:** Visual impairment predominates among the types of disability in Brazil. However, these individuals still face numerous problems, such as accessibility. Thus, the objective of this work was to develop a prototype to assist in locomotion and promote autonomy for people with visual impairments. Prototype was developed using the Arduino NANO platform, an HC-SR04 ultrasonic sensor and a P2 jack headphone connector, then it was attached to a vest. Tests were conducted to verify the distance capture capability of the sensor. The HC-SR04 ultrasonic sensor had an information capture range of up to 357 cm. The developed prototype performed well indoors, proving to be not only effective, but also accessible and could help hundreds of visually impaired people by providing a cheap, reliable, wearable and low-power solution to an important problem.

**Keywords:** Accessibility; Visual Impairment; Assistive Home Automation.

### 1. Introdução

Segundo dados da última Pesquisa Nacional de Saúde realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 17,2 milhões de pessoas com 2 anos ou mais de idade possuem algum tipo de deficiência no Brasil, destes, 7 milhões possuem algum grau de deficiência visual, ocupando o 2º lugar no *ranking* nacional (IBGE, 2022). A deficiência visual é caracterizada como:

“...cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos

for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004).”

Uma das questões mais importantes em relação à qualidade de vida de pessoas com deficiência é a acessibilidade, que é entendida como a possibilidade de realizar atividades, em qualquer ambiente, visando o conforto, segurança e autonomia do indivíduo. Acessibilidade também pode envolver as possibilidades de deslocamento do indivíduo ao longo de um ambiente físico com adequada segurança, autonomia e conforto (PINHO *et al.*, 2020).

Diariamente, as pessoas com deficiência visual enfrentam diversos tipos de obstáculos ou barreiras nas atividades diárias, seja para buscar informações, comunicar-se, acessar equipamentos ou serviços públicos, ou até mesmo para locomover-se. Para uma inclusão efetiva dessas pessoas é necessário que esses indivíduos tenham acesso as tecnologias assistivas que lhes possibilite maior qualidade de vida (ALVES; FLORIAN; FARINA, 2022).

Visando diminuir essas dificuldades enfrentadas por essas pessoas, surge a Domótica Assistiva, definida como o uso de tecnologias e conceitos da mecatrônica aplicados em ambientes residenciais com intuito de melhorar o dia a dia de pessoas que possam se sentir excluídas, seja por idade ou alguma deficiência, que limite o seu desempenho nas atividades básicas diárias (MARTINS; BITTENCOURT; GASTALDELLO, 2021).

Embora a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência tenha sido aprovada em 2015, as pessoas com deficiência ainda enfrentam diversas barreiras na sociedade, pois acessibilidade ainda é muito precária e incipiente, principalmente no contexto escolar, prejudicando os processos de aprendizagem.

Nesse sentido, a Domótica Assistiva, utilizando os princípios da automação, partem do conceito de inclusão social, tornando a pessoa com deficiência independente tanto nas tarefas do dia a dia quanto na locomoção, buscando assim melhoria na qualidade de vida.

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um protótipo aplicando conceitos de Domótica Assistiva para auxiliar na locomoção e promover autonomia de pessoas com deficiência visual.

## 2. Metodologia

### 2.1. Desenvolvimento do protótipo

O protótipo foi desenvolvido utilizando a plataforma Arduino NANO (Figura 1). O Arduino é uma placa de circuito impresso projetada para utilizar um chip microcontrolador, bem como para usar outras entradas e saídas (NUSSEY, 2019). O Arduino NANO é uma pequena e completa plataforma Arduino, baseada no ATMEGA328, um microcontrolador tipo chip único (STEVAN JR; SILVA, 2015).



Figura 1 – Arduino NANO.

Para a captação de dados, foi utilizado o sensor ultrassônico HC-SR04 (Figura 2), que irá realizar disparos de bipes sonoros inaudíveis a uma distância de até 5 m. Ao encontrar um obstáculo, o bipe retornará ao sensor e realizará o cálculo da distância entre o sensor e o obstáculo (Figura 3).



Figura 2 – Sensor ultrassônico HC-SR04.

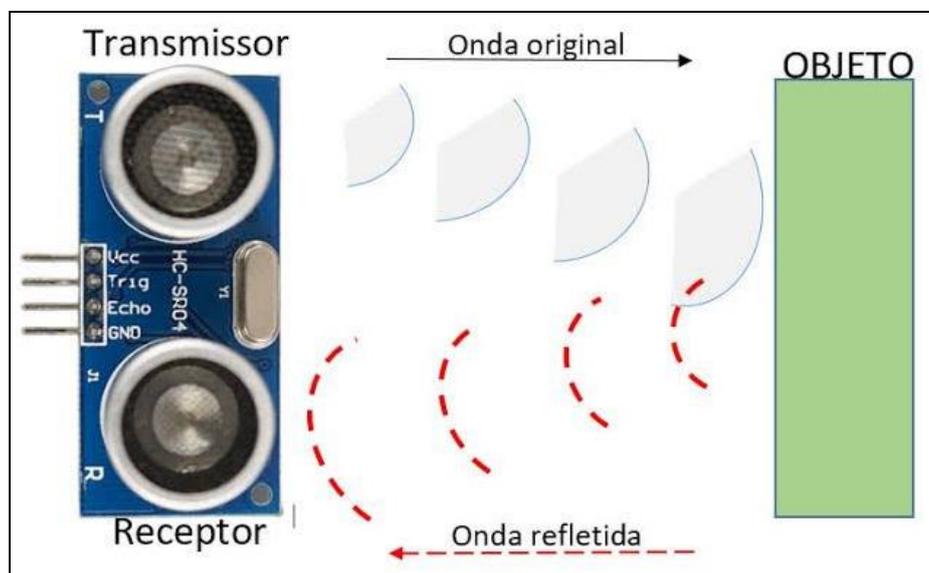


Figura 3 – Funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04.

Para realizar o cálculo da distância entre o sensor ultrassônico e o obstáculo, foi utilizada a linguagem de programação C. Também foi utilizado o conector de fone de ouvido *jack* P2 para emitir bipes ao fone de ouvido, ao ser processada a distância pelo sensor ultrassônico, transmitindo informações ao usuário sobre a presença de obstáculos.

Os sensores foram conectados à placa de Arduino por meio de fios de cobre. O protótipo foi acoplado a um colete, permitindo ao usuário vesti-lo.

### 3.2. Testes e avaliação do protótipo

Foram realizados testes em ambiente interno, no laboratório de Tecnologia e Inovação II do Centro Universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão (UniFacema), para avaliar o funcionamento do protótipo desenvolvido.

#### 4. Resultados

A figura 4 mostra o modelo do circuito em placa perfurada de fenolite. A placa contém um microcontrolador (Arduino). Na placa, o microcontrolador está conectado a um sensor ultrassônico HC-SR04 e um conector *jack* P2.

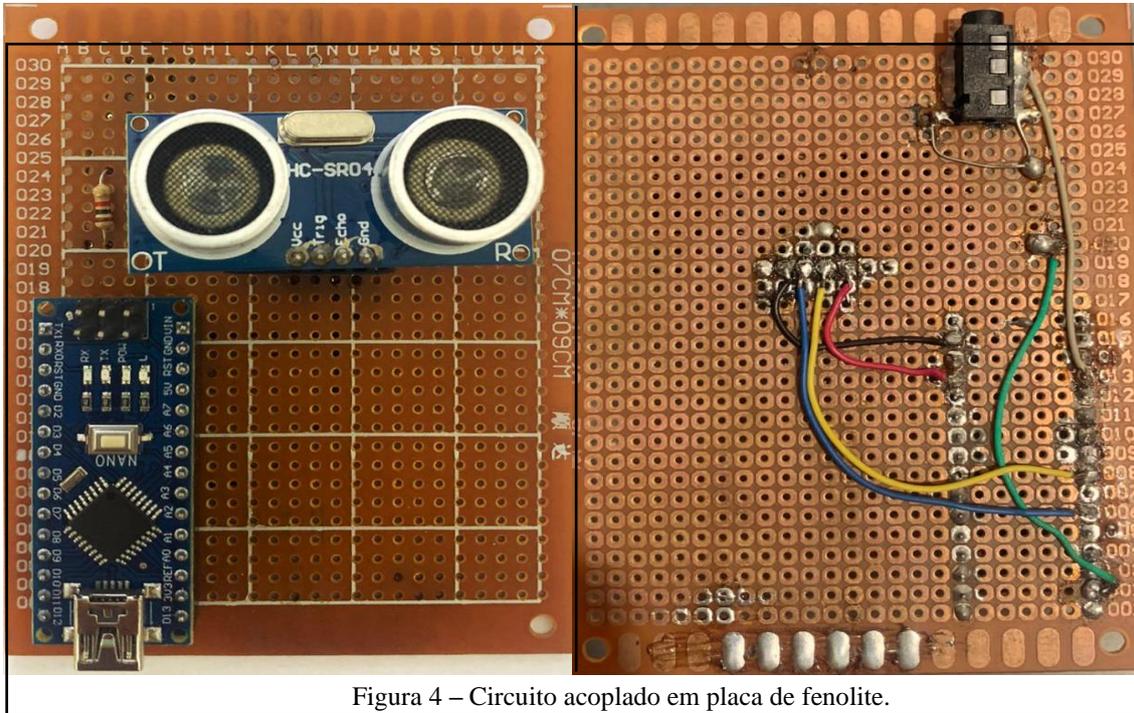


Figura 4 – Circuito acoplado em placa de fenolite.

A figura 5 mostra o circuito da saída do fone de ouvido para que os bipes possam ser ouvidos. Com auxílio de um resistor de 1k ohm foi possível controlar a voltagem e, assim, regular tanto o volume quanto a vida útil do fone.

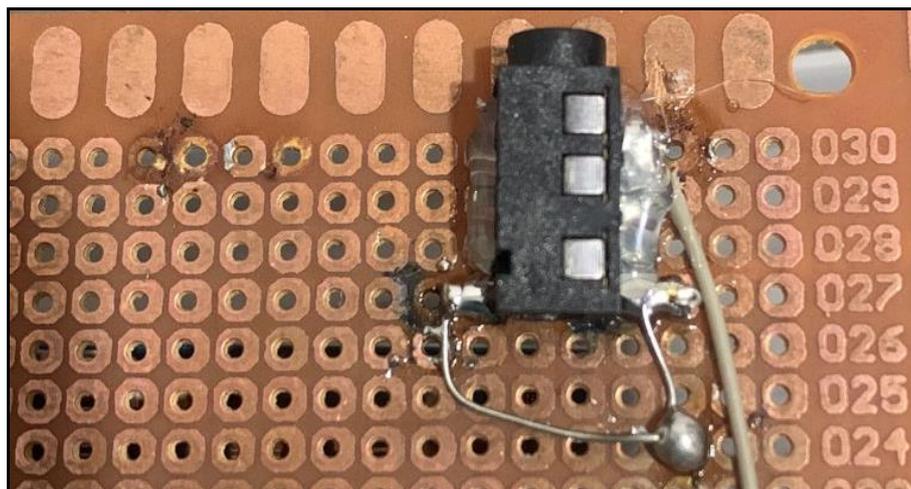


Figura 5 – Saída de fone de ouvido.

Após construção da placa, foi implementado o código fonte para captação da distância em centímetros (cm). Testes foram conduzidos para verificar a capacidade de captação de distância do sensor. Os testes foram realizados em ambiente interno.

A figura 6 mostra o serial monitor responsável por apresentar dados captados através das portas COM, em que foi identificado que a utilização do sensor ultrassônico HC-SR04 possui um alcance de captação de informação de até 357 cm (A) e teste realizado em ambiente interno para verificar a calibragem do sensor com auxílio de uma trena (B).

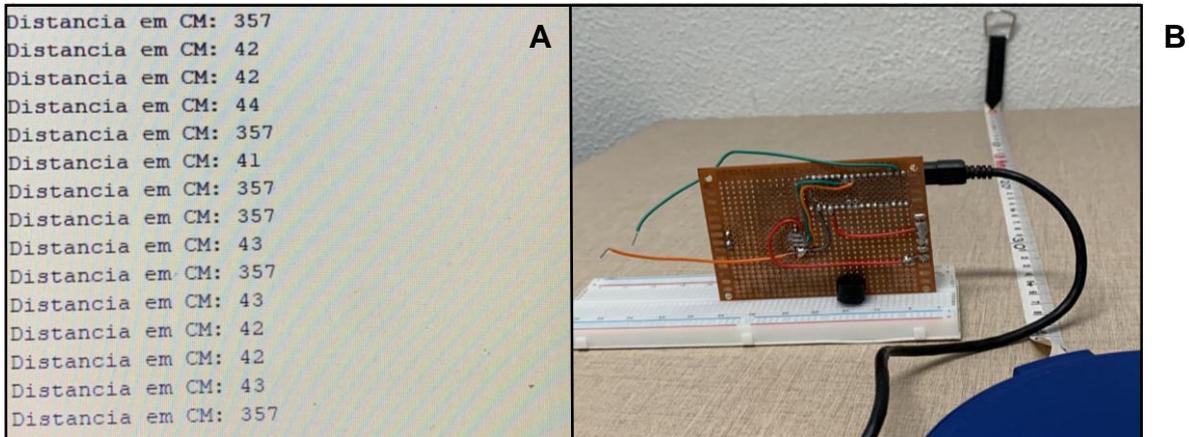


Figura 6 – Teste de distância do sensor. (A) Tela de dados seriais. (B) Montagem do sensor e calibração.

A figura 7 mostra o protótipo final acoplado a um colete regulável.



Figura 7 – Colete regulável com o protótipo acoplado.

#### 4. Discussão

As recentes discussões sobre inclusão e acessibilidade têm criado um ambiente favorável para o desenvolvimento de novas tecnologias assistivas que permitam a interação de pessoas com deficiência com o mercado, bem como para facilitar a rotina e melhorem a qualidade de vida dessas pessoas (CUNHA; SANTOS, 2022).

No entanto, as tecnologias referentes a pessoas com deficiência não atendem totalmente as suas necessidades. Dessa forma, um ramo da área de engenharia de controle e automação que vem crescendo nos últimos tempos é a Domótica Assistiva, um tipo de

automação residencial que visa melhorar e facilitar a qualidade de vida das pessoas com deficiência em suas residências. Assim, pode-se considerar que esta ciência é a junção do conceito de Tecnologia Assistiva e automação residencial, com o intuito de trazer autonomia para as pessoas com deficiência, proporcionando-lhes tranquilidade e comodidade em seus espaços (PINHO *et al.*, 2020).

Embora a deficiência visual seja a deficiência mais predominante na população brasileira, segundo Santos *et al.* (2018), esses indivíduos enfrentam diversas barreiras e desafios diariamente, por exemplo, realizar atividades diárias, como caminhar, ler, reconhecer objetos ou pessoas. A maioria deles usa dispositivos auxiliares, como bengalas, para substituir o sentido da visão e da audição (INDRABAYU *et al.*, 2022).

Nesse sentido, no presente estudo propôs-se o desenvolvimento de um protótipo utilizando tecnologia Arduino junto com sensores ultrassônicos para construir colete regulável que pode detectar obstáculos até 3 metros de distância e usar um alarme sonoro emitido através de um fone de ouvido para avisar os usuários. Vale ressaltar que o uso de sensor ultrassônico, ao invés de óptico, permite sinalizar qualquer tipo de obstáculos, inclusive os translúcidos e transparentes, não contemplados nos sinais a *laser*, por exemplo.

Em 2009, Silva (2009) desenvolveu o primeiro protótipo utilizando sensores ultrassônicos para a inclusão de pessoas com deficiência visual em espaço urbano aberto, uma bengala eletrônica. A bengala desenvolvida emite um sinal ao localizar obstáculos acima da linha da cintura do usuário, fazendo com que uma resposta tátil (vibração) seja transmitida ao usuário através de um micromotor vibratório em sua pega.

As bengalas eletrônicas, também chamadas de bengalas inteligentes, foram desenvolvidas em vários estudos e foram vendidas comercialmente (ALSHAJAJEER; ALMOUSA; AL-HAIJA, 2018; YUSOF *et al.*, 2018; SHARMA *et al.*, 2018; HUSIN; LIM, 2020), no entanto, são caras ou exigem muito *hardware*, o que dificulta a movimentação dos usuários. Além disso, o uso de bengalas não auxilia as pessoas com deficiência totalmente na caminhada, pois são imprecisas e funcionam quando os clientes tocam objetos, permitindo-lhes perceber que estão se movendo em direção a algo (INDRABAYU *et al.*, 2022; YUSOF *et al.*, 2018).

As duas principais bengalas eletrônicas disponíveis no mercado são a Ultracane e a Bat K Sonar, ambas importadas e custam em torno de US\$ 640 a US\$ 820 dólares, algo em torno de R\$ 3.155,20 a R\$ 4.042,60. O colete desenvolvido no presente estudo custou menos de R\$ 100,00 para ser produzido, tornando-se uma vantagem em relação às bengalas eletrônicas disponíveis no mercado devido ao baixo custo de produção, aliado à versatilidade de uso, pois o usuário poderá utilizá-lo por cima de sua vestimenta, além de ser ajustável conforme as medidas do indivíduo, evitando desconfortos.

Segundo Alshajajeer, Almousa e Al-Haija (2018), as pessoas com deficiência visual geralmente enfrentam muitas dificuldades ao tentar interagir com o seu ambiente. O movimento físico é um grande desafio para eles porque pode ser difícil distinguir onde estão e como se deslocar de um lugar para outro. Quando precisarem fazer algum movimento físico, precisam ser orientados por um familiar ou amigo com visão que limite seu movimento à presença do ajudante. Além disso, podem ter empregos limitados, o que afetará o seu nível financeiro.

Portanto, conforme destacam Gasparetto *et al.* (2012), o indivíduo com deficiência visual pode se beneficiar de adaptações diversas que permitam um melhor uso funcional da sua visão e ou de outras habilidades. Portanto, as sugestões dessas adaptações devem ser propostas por profissionais especializados, após um trabalho minucioso de observação e conhecimento das necessidades específicas dessas pessoas.

## **5. Conclusão**

Nesta pesquisa, o protótipo desenvolvido, em seus testes iniciais, teve um bom desempenho em ambiente interno utilizando o microcontrolador Arduino com o sensor ultrassônico, indicando a viabilidade de um protótipo para detecção e aferição de distância de obstáculos em dispositivo que pode ser utilizado na vestimenta para o auxílio a deficientes visuais. O protótipo foi capaz de detectar uma distância de até 357cm, sendo, portanto, eficiente para detectar obstáculos a curta e média distância e avisar o usuário por meio de sinais sonoros emitidos através de um fone de ouvido.

Este protótipo comprova ser não apenas eficaz, mas também acessível e pode ajudar centenas de pessoas com deficiência visual, fornecendo uma solução barata, confiável, vestível e de baixo consumo de energia para um problema importante.

Portanto, embora o protótipo tenha tido resultados significativos, precisa ser aprimorado de forma a obter maior robustez e segurança em seus resultados, como por exemplo, a aplicação de conectividade sem fio entre os componentes do sistema pode aumentar o alcance do sensor ultrassônico. Além disso, também é necessário realizar testes assistidos e supervisionados em ambientes externos com pessoas com deficiência visual.

## **Referências**

**ALSHAJAJEER, M.A.; ALMOUSA, M.T. & AL-HAIJA, Q.A.** *Enhanced white cane for visually impaired people*. Journal of Applied Computer Science & Mathematics. Vol. 12, n.26, 2018.

**ALVES, R.C.; FLORIAN, F. & FARINA, R.M.** *Domótica: estudo da contribuição da automação residencial para acessibilidade de portadores de deficiência física*. RECIMA21. Vol. 3, n.12, 2022.

**BRASIL.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004*. Brasília: Diário Oficial da União, 2004.

**CUNHA, A.M. & SANTOS, S.C.** *Tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual*. Cadernos de Prospecção. Vol. 15, n.1, p.215-22, jan./mar., 2022.

**GASPARETTO, M.E.R.F.; MONTILLA, R.C.I.; ARRUDA, S.M.C.P.; SPERQUE, J.; AZEVEDO, T.L. & NOBRE, R.I.R.S.** *Utilização de recursos de tecnologia assistiva por escolares com deficiência visual*. Informática na Educação: teoria e prática. Vol. 15, n.2, p.113-130, jul./dez., 2012.

**HUSIN, M.H. & LIM, Y.K.** *InWalker: smart white cane for the blind*. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. Vol. 15, n.6, p.701-707, 2020.

**INDRABAYU; ARENI, I.S.; BUSTAMIN, A.; JAMALUDDIN, N.L. & YULIANI.** *Multi-object detection using single shot multibox detector mobilenet for people with visual impairments*. Engineering Letters. Vol. 30, n.1, mar., 2022.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** *Censo demográfico 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

**MARTINS, G.C.; BITTENCOURT, I.R. & GASTALDELLO, D.S.** *Sistema microcontrolado aplicado à Domótica Assistiva*. Revista e-F@tec. Vol. 11, n.1, out., 2021.

**NUSSEY, J.** *Arduino para leigos*. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2019.

**PINHO, R.C.; ZANCHIN, M.; RODEGHIERO NETO, I.; ANDRADE, I.F. & FRANCO, D.T.** *Desenvolvimento de dispositivos eletrônicos de baixo custo para pessoas surdas*. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ERGONOMIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, maio, 2020, Natal. Anais do VIII Encontro Nacional sobre Ergonomia do Ambiente Construído. Natal: ENEAC, 2020.

**SANTOS, A.D.P.; MEDOLA, F.O.; PASCHOARELLI, L.C. & LANDIM, P.C.** *Tecnologia assistiva para pessoas com deficiência visual: uma análise da produção tecnológica no Brasil*. Cadernos de Prospecção. Vol. 11, n.5, edição especial, p.1502-1512, dez., 2018.

**SHARMA, H.; TRIPATHI, M.; KUMAR, A. & GAUR, M.S.** *Embedded assistive stick for blind people persons*. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, COMMUNICATION AND NETWORKING TECHNOLOGIES, p.1-6, 2018, Bengaluru (Índia). Anais da 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies. Bengaluru (Índia): ICCCNT, 2018.

**SILVA, R.F.L.** *Design de produto integrado ao projeto urbano: avaliação do projeto de tecnologia assistiva “bengala longa eletrônica” e sua contribuição para a inclusão do deficiente visual em espaço urbano aberto*. 2009. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

**STEVAN JR, S.L. & SILVA, R.A.** *Automação e Instrumentação Industrial com Arduino - Teoria e Projetos*. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

**YUSOF, Z.M.; BILLAH, M.M.; KADIR, K.; ROHIM, M.A.S.B.R.; NASIR, H.; IZANI, M. & RAZAK, A.** *Design and analysis of a smart blind stick for visual impairment*. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. Vol. 11, n.3, p.848-856, 2018.