Revista Científica On-line
Tecnologia – Gestão – Humanismo
ISSN: 2238-5819

TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA LOCOMOÇÃO: aplicação de um sensor ultrassônico acoplado a bengalas

ASSISTIVE TECHNOLOGY FOR LOCOMOTION: application of an ultrasonic sensor coupled to walking sticks

TECNOLOGÍA DE ASISTENCIA PARA LA LOCOMOCIÓN: aplicación de un sensor ultrasónico acoplado a paseos

Isabelle Donato de Rezende Nobre[1] (isabelle.nobre2002@gmail.com)
Thiago Seti Patricio[2] (thiago-2-pc@hotmail.com)

[1]Faculdade de Tecnologia de Lins – Prof. Antonio Seabra
[2]Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC) - UNESP, campus de Bauru-SP

Resumo
O foco deste projeto foi o de desenvolver uma bengala capaz de guiar um deficiente visual ao detectar um objeto a determinada distância, por meio do sensor ultrassônico, e alertá-lo através de uma onda sonora emitida pelo *buzzer*. Atualmente, nota-se cada vez mais um destaque sendo dado às questões de acessibilidade de pessoas com algum tipo ou grau de deficiência, logo, partindo desse princípio, este trabalho está empenhado em figurar também nesse universo de apoio à pessoa deficiente, mais especificamente no que tange à deficiência visual. O trabalho está embasado no conceito de Acessibilidade, Tecnologias Assistivas, com a utilização de Arduino, e a pesquisa deu-se a partir de levantamento bibliográfico.
Palavras-chave: Acessibilidade. Tecnologias Assistivas. Arduino.

Abstract
The focus of this project was to develop a cane capable of guiding a visually impaired person when detecting an object at a certain distance, using the ultrasonic sensor, and alerting him through a sound wave emitted by the buzzer. Currently, there is an increasing emphasis on issues of accessibility for people with some type or degree of disability, so, based on this principle, this work is committed to being part of this universe of support for the disabled, more specifically regarding visual impairment. The work is based on the concept of Accessibility, Assistive Technologies, using Arduino, and the research was based on a bibliographic survey.
Keywords: Accessibility. Assistive Technologies. Arduino.

Resumen
El objetivo de este proyecto fue desarrollar un bastón capaz de guiar a una persona con discapacidad visual cuando detecta un objeto a cierta distancia, utilizando el sensor ultrasónico, y alertarlo a través de una onda sonora emitida por el zumbador. En la actualidad, existe un énfasis creciente en las cuestiones de accesibilidad para las personas con algún tipo o grado de discapacidad, por lo que, en base a este principio, este trabajo se compromete a formar parte de este universo de apoyo a las personas con discapacidad, más concretamente en el ámbito de la discapacidad visual. El trabajo se basa en el concepto de Accesibilidad, Tecnologías de Asistencia, utilizando Arduino, y la investigación se basó en una encuesta bibliográfica.
Palabras clave: Accesibilidad. Tecnologías de asistencia. Arduino.

Introdução

Hodiernamente, a tecnologia vem evoluindo cada vez mais, e passa a ser utilizada com mais frequência no cotidiano das pessoas, a fim de ajudar em diversas tarefas, sejam elas simples ou mais complexas. Partindo desse princípio, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) também podem e devem ser utilizadas no sentido de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência, são as denominadas tecnologias assistivas.

Nesse sentido:

> A fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver de forma independente e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes tomarão as medidas apropriadas para assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na zona urbana como na rural. (MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO, 2014, p. 33-34)

Pensando nisso, decidiu-se utilizar da tecnologia e de sua eficácia para ajudar deficientes visuais a se locomoverem com mais agilidade e segurança. Hoje em dia eles já utilizam de bengalas que os auxiliam no dia-a-dia, porém, elas possuem algumas limitações, por exemplo, o deficiente necessita tocá-las no objeto que esteja à frente do caminho, o que por muitas vezes o prejudica, já que a distância pode não ser tão segura; além de outros problemas de acesso que podem incluir a locomoção dentro de casa, em vias urbanas, acesso em transportes públicos, dentre outros fatores limitantes que reduzem a mobilidade e criam barreiras para uma melhor acessibilidade.

> A primeira vez que nos deparamos com a palavra acessibilidade, pensamos, naturalmente, que ela seja proveniente ou derivada da palavra acesso. Mas, e daí? Em geral essa palavra não está sozinha, vem contextualizada de conceitos técnicos ou práticos, normalmente associados a pessoas com deficiência. Sua aplicação, de fato, teve origem na necessidade da transposição dos obstáculos arquitetônicos que impediam e impedem o acesso de pessoas com deficiência a lugares de uso comum e público. (QUEIROZ, 2006, s/p)

De acordo com as limitações de locomoção, desenvolveu-se um sistema para uma bengala capaz de emitir um som para uma pessoa deficiente, assim que o sensor ultrassônico capta a presença de um obstáculo à sua frente, sem precisar chegar tão perto ou encostar no objeto. Para mais, o projeto tem como base o hardware Arduino, que controla através de seus componentes todo funcionamento tecnológico da bengala.

Adicionalmente, espera-se que o resultado produzido por este trabalho possa vir a colaborar com a questão da acessibilidade, no tocante a ser um instrumental de grande importância especialmente em propor que o deficiente visual possua um grau maior de autonomia atrelada ao desenvolvimento tecnológico.

1 Materiais e Métodos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi o levantamento bibliográfico, mais especificamente através de leituras de textos, reportagens e artigos científicos na área de IoT, Arduino e programação.

Ademais, para a construção do protótipo apresentado na seção de Resultados da presente pesquisa, o trabalho lançou mão da utilização de aparatos tecnológicos, tais como linguagem de programação e componentes eletrônicos como o Arduino, *Buzzer*, entre outros, que são utilizados concomitantemente para que o protótipo produza o resultado esperado.

Menezes et al. (2019, p. 37) assinalam que a pesquisa bibliográfica:

> Utiliza fontes bibliográficas ou material elaborado, como livros, publicações periódicas, artigos científicos, impressos diversos ou, ainda, textos extraídos da internet. Vergara (2006, p. 48) afirma que esse tipo "fornece instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma". Isso equivale a dizer que uma pesquisa dessa natureza pode anteceder outra, mais descritiva ou explicativa, valendo-se de um aprofundamento na área (ou no tema) que se deseja pesquisar.

Todas as leituras e obras consultadas para a constituição do arcabouço deste artigo teve como finalidade envolver os autores com as nuances do tema proposto, assim como também fornecer conhecimentos mais aprofundados sobre o assunto e possibilidades de reflexão em consonância com o mundo científico do referido tema.

2 Resultados e Discussões

De acordo com Canalle e Araújo (2002), as linguagens de programação "são responsáveis por transmitir instruções para o computador, para que certas tarefas possam ser realizadas". Para este trabalho, a linguagem de programação utilizada foi a C++, cuja origem remete ao ano de 1983 por Bjarne Stroustrup, no AT&T Bell Labs, como uma extensão da então linguagem C. Adicionalmente, o C++ caracteriza-se principalmente por ser multiparadigma, bem como também maior precisão e agilidade em relação à sua antecessora C.

> O C++ [Stroustrup, 2000], pronunciado "cê mais mais", é uma linguagem de programação genérica que suporta tanto os paradigmas da programação estruturada (procedimental) como o orientado ao objeto. A partir de 1990, o C++ tornou-se uma das linguagens de programação mais populares. (BALTAREJO; SANTOS, 2006, p. 1)

Segundo o site especializado em artigos de Tecnologia da Informação, TI Expert (2019), a linguagem C++ é usada por muitos programadores de diferentes tipos e provenientes de diferentes campos, fato que se dá principalmente pela alta flexibilidade de se trabalhar com essa linguagem, assim como sua compatibilidade com a linguagem C, sua adequação a projetos de grande porte, entre outras características. Os símbolos "++" contidos no nome da referida

ISSN: 2238-5819

linguagem dizem respeito ao operador de incremento, sinalizando assim o acréscimo de funções e melhorias à linguagem C.

Para o desenvolvimento da camada lógica da aplicação, foi utilizada a linguagem de programação C++ para a codificação do sistema utilizado no protótipo, essa escolha deu-se pelo fato de que o C++ é a linguagem mais utilizada para se trabalhar com o Arduino. Para a realização da codificação foi utilizada a IDE Arduino, que permite a comunicação do software com a placa, para a execução do sistema. Além do mais foi incluído no código a biblioteca “Ultrasonic.h”, desenvolvida para a realizar o funcionamento do sensor ultrassônico.

Ademais, a plataforma de prototipagem eletrônica utilizada foi o Arduino, que, segundo Thomsen (2014), teve a sua gênese em 2005 com base no paradigma de hardware livre, ou seja, qualquer pessoa pode além de utilizar o mesmo, personalizar e criar seus próprios projetos. Basicamente, ao utilizar o Arduino, estudantes e projetistas têm a sua disposição uma gama de possibilidades principalmente no tocante a automação, como por exemplo, de casas, carros, automatização do recebimento de informações como umidade e temperatura de um ambiente, bem como muitas outras funções e aplicações.

Thomsen (2014) caracteriza o Arduino como um dispositivo “barato, funcional e fácil de programar”, que é composto por circuitos de entrada e saída, um microcontrolador Atmel, além de sua conexão com o computador dar-se de maneira flexível, por meio de conexão via cabo USB. A programação dos componentes eletrônicos no Arduino é feita através de um Ambiente de Desenvolvimento Integrado - IDE (*Integrated Development Environment*) e a codificação é realizada com base em uma linguagem de programação oriunda do C/C++.

Seguidamente, o Arduino possui como matriz de contato para montagem e conexão dos circuitos eletrônicos uma placa Protoboard, que é um equipamento muito útil para o aprendizado e manuseio de circuitos eletrônicos experimentais. Conhecida também como Matriz de Contato ou *Breadboard*, a característica principal é a disponibilização de uma área de trabalho a fim de que o projetista possa conectar diversos circuitos eletrônicos sem que haja a necessidade de solda, podendo assim inserir ou remover os componentes como bem entender, de forma ágil e segura. (DREAMINC, 2019)

Segundo o tutorial Dreaminc (2019), existem diversos tipos de Protoboard, porém, em sua maioria, são divididas por uma linha central que por sua vez subdivide várias faixas de linhas horizontais que são interligadas entre si na faixa vertical por intermédio de grampos internos, isto é, ao conectar o terminal de um componente em um dos furos da área de trabalho da placa, os furos correspondentes na linha vertical estarão dessa forma interligados.

Vale destacar que os orifícios internos de uma das linhas verticais não possuem nenhuma conexão interna com as demais colunas existentes na área de trabalho da Protoboard, ou seja, “estão isoladas eletricamente” Outrossim, pode-se afirmar que para evitar um curto-circuito no componente eletrônico que será objeto de testes na Protoboard, é necessária a compreensão de

que não se podem conectar os dois terminais do mesmo componente em uma mesma linha vertical, visto que os terminais são positivo e negativo, logo é preciso que estejam em colunas independentes eletronicamente. (SOUZA, 2015)

A conexão de entre dois pontos de circuitos na Protoboard é realizada por meio dos *jumpers*, que de acordo com Garrett (2015), podem ser definidos como chaves elétricas com a finalidade de controlar determinados recursos em uma placa.

Os jumpers permitem a passagem de corrente elétrica entre dois pinos, funcionando como um interruptor. Alternativas na posição de encaixe dos jumpers permitem programar vários recursos da placa mãe, como a voltagem, tipo e velocidade do processador e memória usados, além de outros recursos. Ao montarmos um PC, os jumpers da placa-mãe devem ser corretamente configurados, caso contrário podemos, em casos extremos, até mesmo danificar alguns componentes. (MORIMOTO, 2005) A maior parte do trabalho que os jumpers efetuavam nos computadores, atualmente está delegada aos softwares, porém, placas lógicas como o Arduino e o Raspberry ainda se utilizam desses componentes. (GARRETT, 2015)

Outro equipamento utilizado para a produção da parte técnica do trabalho foi a bengala de bastão dobrável de alumínio, que possui sua aplicabilidade no que concerne a auxiliar deficientes visuais a se locomoverem em lugares desconhecidos como ruas e calçadas. Diferentemente de uma muleta que serve de apoio, a bengala é utilizada para que a pessoa “perceba” o objeto à sua frente tocando-o com a ponta da bengala.

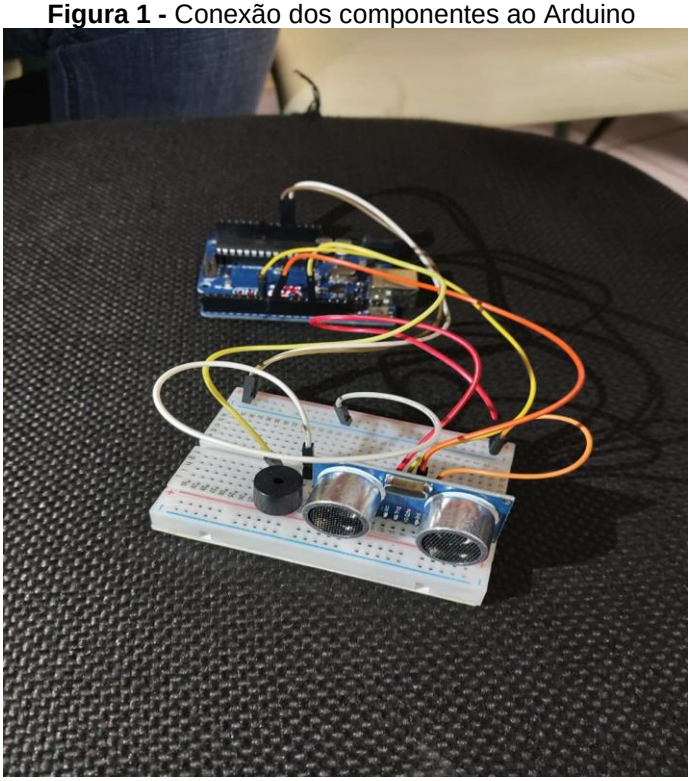
Partindo desse princípio, para que a bengala emita um som ao deparar-se com algum possível obstáculo, utilizou-se um componente eletrônico denominado Buzzer, que está presente em variados tipos de aparelhos, tais como computadores, carros e despertadores, que, quando são ligados, emitem um som em forma de “beep”, indicando assim o reconhecimento da memória. (CORREA, 2015)

Correa (2015) ainda complementa que O Buzzer é “um componente eletrônico que é composto por 2 camadas de Metal e uma terceira camada interna de cristal Piezoelétrico, este componente recebe uma fonte de energia e através dela emite uma frequência sonora”.

Sequencialmente, para que o Buzzer possa emitir um som, a bengala foi equipada de um sensor ultrassônico, que basicamente é um componente cuja principal característica é a detecção da distância entre ele e um determinado objeto que possa estar à sua frente. Tal procedimento somente é possível ao componente graças a funções de emissão (Trigger), e recepção (Echo), que são representadas pelos dois cilindros metálicos com a grade. Logo, a parte Trigger é a responsável por sentir através de ondas os objetos que estão à frente do sensor, que por sua vez gera ondas ultrassônicas que retornam ao componente e são capturadas pela parte Echo, responsável por receber as vibrações, e assim consequentemente é possível se obter a distância do sensor para o objeto, embasado no elemento tempo, ou seja, o cálculo é feito de acordo com o tempo em que as ondas vão e voltam ao sensor. (GUIMARÃES, 2018, s/p)

Na Figura 1 abaixo, são exibidos todos os componentes conectados ao Arduino, desde o *Buzzer*, que é responsável por emitir o som, até o sensor ultrassônico que tem a função de captar a distância já pré-determinada do objeto a bengala.

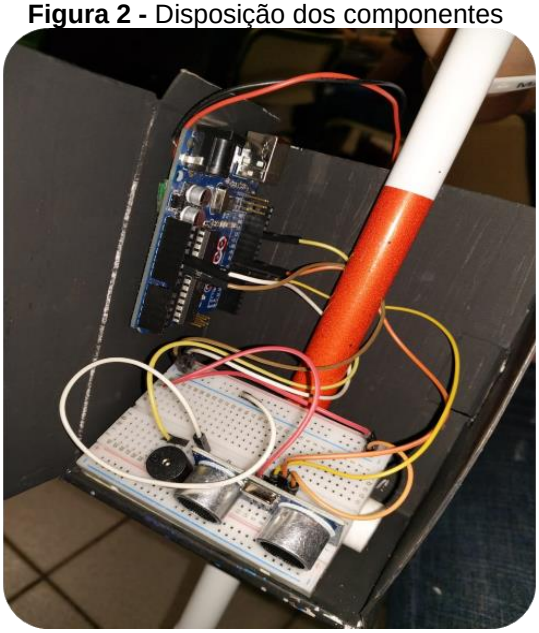
Figura 1 - Conexão dos componentes ao Arduino



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Seguidamente, a Figura 2 mostra como os componentes e o Arduino estão dispostos na Bengala.

Figura 2 - Disposição dos componentes



Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Abaixo, a Figura 3 apresenta o protótipo da bengala e pode-se notar nela uma caixa acoplada onde seus componentes estão alojados.

Figura 3 - Bengala

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

São muitas as aplicações que podem advir da aplicação de sensores ultrassônicos, como por exemplo:

- Detectar a passagem de um objeto em uma linha de produção;
- Sensor de ré e auxiliar de direção do carro;
- Detecção de um obstáculo por um robô;
- Instrumento de medição;
- Bengala eletrônica para cegos. (GUIMARÃES, 2018, s/p)

Para mais, no mercado existem algumas aplicações que estão embasadas no conceito de acessibilidade, dentre as quais pode-se citar o Wheelie, que é um dispositivo criado pela Hoobox Robоctics que utiliza as tecnologias de IA (Inteligência Artificial) da Intel, que foi criado para ajudar a mobilidade de pessoas deficientes, como tetraplégicos e que possuem limitações nos braços, o equipamento é acoplado a uma cadeira de rodas motorizada e sua função é reconhecer expressões faciais e transformá-las em comandos de movimento que movem a cadeira em diferentes direções. O dispositivo possui 10 expressões disponíveis para o usuário, sendo que cada uma possui uma finalidade específica — mover para trás, para frente, esquerda, direita, entre outros — para a captura das imagens em tempo de menos 100ms é utilizada uma câmera

Intel RealSense SR300, segundo seus desenvolvedores o Wheelie 7 consegue captar expressões até mesmo em ambientes com pouca iluminação. (BAPTISTA, 2018)

Com base em aplicações desta categoria de sensores na concepção de bengalas multissensoriais, Ferreira et al. (2018) destacam que a aplicação de tecnologia a bengalas pode fornecer maior autonomia ao deficiente visual, facilitando sua mobilidade em centros urbanos, em especial no que tange à detecção de potenciais obstáculos ao usuário. Logo, o sensor ultrassônico pode transformar um objeto convencional, como uma bengala, em um poderoso instrumento de independência e facilidade na vida de pessoas portadoras de deficiência visual.

Considerações Finais

Na atualidade, os usuários se deparam cada vez mais com inovações tecnológicas disruptivas, um exemplo disso foi abordado neste trabalho, com a aplicação de tecnologia de sensor a uma bengala. Logo, o objeto utiliza os sensores como meio de compreender o ambiente e avisar sobre os possíveis obstáculos.

O protótipo final apresentado demonstrou que o referido equipamento emite um som quando o usuário se aproxima de obstáculos, como cadeiras, pedras, galhos, entre outros, melhorando assim a vida de deficientes visuais.

Em suma, pode-se afirmar que o presente trabalho cumpriu com relativo sucesso os objetivos propostos, visto que o protótipo da bengala com sensor ultrassônico constitui uma importante ferramenta no quesito acessibilidade, bem como também utiliza o potencial e diferencial da tecnologia, tornando-se assim em um equipamento de tecnologia assistiva que detecta obstáculos, e pode, por exemplo, simular o comportamento de um cão-guia.

São muitas as vantagens que advém desse tipo de instrumento tecnológico acoplado a um objeto do cotidiano, como a detecção e o consequente desvio da pessoa em relação ao obstáculo, a de ser uma alternativa a um cão-guia, maior adaptação e autonomia dos usuários, maior segurança em ambientes abertos, entre outros.

Pensando em aprimorar o equipamento para melhor atender os requisitos necessários para auxiliar o usuário, é possível se ter diversas ideias de melhorias. Pode-se citar algumas delas como um botão, o qual o deficiente acionará caso tenha algum problema, o botão enviará um sinal a uma pessoa pré-cadastrada alertando que há algo de errado acompanhado de sua localização; a bengala também pode fazer conexão com a Internet por meio do aplicativo Google Maps, e compreender os arredores da localização onde o deficiente está transitando, para assim o avisar, por meio de vibrações no instrumento, ou até mesmo com a utilização do Google Assistant ou de algum outro aplicativo de voz que pode alertar a pessoa de uma forma mais humana.

Outro aprimoramento interessante pode ser a realização de uma outra versão da aplicação na bengala, que dessa vez será aplicado em um boné ou chapéu, para que assim o usuário possa ser alertado, caso haja algum obstáculo acima da sua cintura, essa nova versão deverá ser

utilizada como um complemento à anterior, sendo utilizados os dois juntos para assim garantir uma maior segurança ao usuário.

À guisa de conclusão, pode-se afirmar que a utilização de bengalas inteligentes pode possibilitar maior autonomia e acesso, em especial às pessoas que possuem alguma deficiência visual, em diferentes graus de deficiência, integrando a tecnologia na vida de uma parcela da população que, por inúmeras causas, é impossibilitada de ser independente e autossuficiente. Ademais, a intenção de tecnologias como estas, denominadas como assistivas, tendem a beneficiar e melhorar o que já existe, e uniformizar o acesso à vida comum, transformando a incapacidade em ação.

Referências

BALTAREJO, Paulo; SANTOS, Jorge. **Apontamentos de Programação em C/C++.** Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2006. Disponível em:<http://www.dei.isep.ipp.pt/~pbsousa/aulas/ano_0/2006_07/c/Sebenta-cpp-03-2006.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

BAPTISTA, Dante. Intel e Hoobox criam sistema de reconhecimento facial com AI para cadeiras de rodas. **Tudo celular,** 2018. Disponível em:<https://www.tudocelular.com/curiosidade/noticias/n134351/intel-inteligencia-artificial-cadeira-de-rodas.html>. Acesso em: 22 mar. 2021.

CANALLE, Gabrielle Karine; ARAÚJO, Everton Cimbra. Do C/C++ para o Java: Conheça as diferenças e principais características. **Devmedia,** 2012. Disponível em:<https://www.devmedia.com.br/do-c-c-para-o-java-conheca-as-diferencas-e-principais-caracteristicas/26773>. Acesso em: 17 mar. 2021.

CORREA, Gunnar. Beep usando Buzzer com Arduino. **Satella Soft,** 2015. Disponível em:<https://www.satellasoft.com/?materia=beep-usando-buzzer-com-arduino>. Acesso em: 17 mar. 2021.

COSTA, Fabio. História do Arduino – como surgiu esta incrível plataforma de prototipagem eletrônica. **Eletrônica Prática,** 2019. Disponível em:<https://eletronicapratica.com/historia-do-arduino/ >. Acesso em: 17 mar. 2021.

DREAMINC. Protoboard (Matriz de Contado ou Bredboard). Tutorial, 2019. Disponível em: <https://www.dreaminc.com.br/sala_de_aula/protoboard/>. Acesso em: 17 mar. 2021.

FERREIRA, Izabela R.; TEOTONIO, Allan K.; MAIA, Letícia; LOPES, Flávia M. A. **Bengala Multissensorial**. Anais do 5º SENID - Cultura digital na educação, 2018. Disponível em:<https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/senid/2018-artigos-resumidos/179112.pdf> Acesso em: 17 mar. 2021.

GARRETT, Filipe. Jumpers: entenda o que são e para que servem essas peças. **Techtudo,** 2015. Disponível em:<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/03/jumpers-entenda-o-que-sao-e-para-que-servem-essas-pecas.html>. Acesso em: 17 mar. 2021.

GUIMARÃES, Fábio. Sensor de distância ultrassônico com o Arduino. Disponível em <http://mundoprojetado.com.br/sensor-de-distancia-ultrassonico-com-o-arduino/>. Acesso em: 17 mar. 2021.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes; DUARTE, Francisco Ricardo; CARVALHO, Luis Osete Ribeiro; SOUZA, Tito Eugênio Santos. **Metodologia Científica:** teoria e aplicação na educação a distância. Petrolina-PE, 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência:** Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Decreto Legislativo nº 186, de 09 de julho de 2008: Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009: Declaração Universal dos Direitos Humanos. Vitória: Ministério Público do Trabalho, 2014. 124p.

MORIMOTO, Carlos E. Jumper. **Guia do Hardware**, 2005. Disponível em:<https://www.hardware.com.br/termos/jumper >. Acesso em: 17 mar. 2021.

QUEIROZ, Marco Antônio de. Acessibilidade Web: Tudo tem sua Primeira vez. Bengala Legal, 2006. Disponível em:<http://www.bengalalegal.com/capitulomaq#301>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SOUZA, Alisson Ricardo da Silva. Como usar uma Protoboard? Robô na Escola – UFPA – 2015. Disponível em:<http://p3r3.com/wp-content/uploads/2015/09/Como-usar-uma-Protoboard.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

THOMSEN, Adilson. O que é o Arduino? **Blog Filipeflop,** 2014. Disponível em:<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 17 mar. 2021.

TI Expert. Introdução – C++. Disponível em:<http://www.tiexpert.net/programacao/c/introducao-cpp.php>. Acesso em: 13 out. 2019.

Recebido em 13/05/2021

Aceito em 20/01/2022