RECIT
Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia
ISSN: 2175-1846

https://periodicos.utfpr.edu.br/recit

Danrlei Vieira da Silva de Souza
danrlei_vieira@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0007-4528-0703
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira - Paraná. Brasil.

Tecnologia assistiva: protótipo de bengala com leitor QR Code e Arduino

RESUMO

A acessibilidade é a possibilidade de dar condição da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida possa se locomover com segurança e autonomia nos ambiente e espaços, inclusive utilizando sistemas e tecnologias disponíveis. Neste sentido, a Tecnologia Assistiva (TA), é capaz de auxiliar as pessoas afetadas com algum tipo de deficiência. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de bengala inteligente que faça a leitura de Quick Response Code (QR Code), indicando por meio de som o local e assim auxiliar as pessoas com deficiência. Para isso foi utilizada uma placa Mega 2560 integrada com um sensor ultrassônico HC-SR04, um módulo ESP32-CAM, um DFPlayer mini Layer-3 MPeg (MP3) e alto falante. Os testes e resultados iniciais foram considerados satisfatórios, sendo possível desta aplicação como TA promovendo assim uma melhor qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: acessibilidade; bengala inteligente; inclusão social.

INTRODUÇÃO

De acordo com Imamura (2019), Tecnologia Assistiva (TA) é definida como a aplicação do estudo e talento relacionado aos produtos, recursos e serviços que contribuem para melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência. A área da TA serve para pessoas que não conseguem desempenhar tarefas simples do cotidiano sozinhas (BERSCH, 2017). Por exemplo, os cegos, precisam de bengalas para se locomover com maior segurança, para não esbarrarem em objetos fixos. Outros exemplos de produtos assistivos são: as próteses (oculares, auditivas), cadeiras de rodas, muletas e lupas.

Para pessoas que têm deficiência, a acessibilidade é condição fundamental e indispensável no processo de inclusão social, na eliminação de barreiras que impedem o ser humano de ter hábitos do dia a dia como conseguir transitar sem esbarrar em objetos (MANZINI, 2005). A acessibilidade não se refere apenas a parte estrutural e arquitetônica como o piso tátil e rampas de acesso, ainda engloba áreas como da educação, lazer, cultura, comunicação e trabalho (NASCIMENTO, 2019).

Segundo Gil (2000) a deficiência visual é a perda ou diminuição da visão em um ou os dois olhos sem reversão, e que não tenha a possibilidade de ser melhorada com lentes, ou cirurgias. A deficiência visual pode ser dividida em 2 grupos: cegos e com baixa visão. A cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais funções da visão com resultados irreparáveis. A baixa visão pode variar de pessoa para pessoa, dependendo do tipo e intensidade do comprometimento da visão (VALENTINI et al., 2019).

No caso de pessoas com deficiência visual, a bengala é uma TA que pode ser usada tanto em casa, como no trabalho. Segundo Mora et al. (2021), uma bengala inteligente deve ser equipada com sensores de distância (sensores ultrassônicos ou infravermelhos) que servem para medir a distância entre a bengala e objetos à frente.

A bengala inteligente tem como objetivo facilitar a mobilidade e a segurança das pessoas com deficiência visual (COSTA et al., 2020). Desse modo, este trabalho desenvolveu um protótipo de bengala adicionando um leitor QR Code para auxiliar as pessoas com deficiência visual para melhorar à acessibilidade no ambiente. O Arduino foi utilizado para a integração de um leitor de QR Code, fazendo a leitura e emitindo em um alto falante a descrição do ambiente onde a pessoa se encontra.

O desenvolvimento de uma bengala inteligente vem sendo estudado e algumas propostas existem. Destaca-se nesta proposta a integração de um leitor de QR Code, identificando pelo som (frase) o ambiente no qual a pessoa está.

MATERIAIS

2.1 Acessibilidade

Acessibilidade é uma das formas de auxiliar as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. A acessibilidade requer a participação da sociedade no geral, para desenvolver acessos e equipamentos não disponíveis, sem recursos

específicos para dar oportunidades em todos os espaços da vida para os deficientes (GIL, 2000; ARRUDA, 2008).

A acessibilidade engloba todas as áreas das pessoas com deficiência, desde a área de lazer e educação, até a comunicação e no trabalho (NASCIMENTO, 2019). Para diminuir as barreiras de pessoas com deficiência, foi criado recursos de acessibilidade, como a TA, com o propósito de inclusão social e qualidade de vida (CEZARIO; PAGLIUCA, 2007; NASCIMENTO, 2019; SILVA et al., 2010). A relevância da acessibilidade em suas diferentes dimensões é fundamental para garantir a inclusão social das pessoas com deficiência (SIQUEIRA, 2021).

2.2 Deficiência visual

A deficiência visual é identificada pela perda da visão parcial ou total de um ou dos dois olhos, sendo ela irreversível ou melhorada com lentes, tratamentos ou cirurgias (LOURENCO et al., 2020). A deficiência visual acontece quando alguma doença ocular atinge o sistema visual e uma ou mais funções visuais (OMS, 2021).

> "O sistema visual abrange os olhos, nervos ópticos e as ligações para e entre diferentes estruturas no cérebro. As estruturas na parte frontal do olho (córnea e lente) focam a luz que entra no olho na retina" (OMS, 2021).

Considera-se deficiente visual a pessoa que tem baixa visão ou cegueira. Baixa visão quando a acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 30% e maior ou igual a 5% ou seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica (GIL, 2000; LOURENCO et al., 2020). Cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 5% ou o campo de visão é menor do que 10º (GIL, 2000; LOURENCO et al., 2020; FILHO et al., 2006; PASCHE et al., 2013). Estima-se que 1% da população mundial tem algum grau de deficiência visual e que mais de 90% são em pais desenvolvidos. No Brasil, segundo dados de 2010, existem mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, sendo 6 milhões com baixa visão e 582 mil com cegueira total (MACHADO et al., 2019).

A acessibilidade para o deficiente visual é voltada para os sentidos do tato e da audição (SILVA; MÓL; SANTANA, 2019). Desse modo, pessoas com deficiência visual têm sido beneficiadas quando o assunto é tecnologia, com os avanços da informática, os programas sintetizadores de voz e de ampliação, facilitam a autonomia dos deficientes visuais (ARRUDA, 2008).

A deficiência visual causa várias incapacidades, quando são associadas à falta de acessibilidade de espaços públicos e particulares, resultando na falta de inclusão na sociedade e a falta de qualidade de vida (MACHADO et al., 2019). A estratégia das tecnologias para a acessibilidade, é proporcionar às pessoas com deficiência visual uma desenvoltura, para que possam transitar como pessoas que enxergam (SOUZA, 2018).

2.3 Tecnologia assistiva

O termo Tecnologia Assistiva (TA) surgiu no brasil em 2015. A Lei Brasileira de Inclusão de Pessoa com Deficiência (LBI), Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, no artigo 3º define a TA como (BRASIL, 2021):

> "Produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (BRASIL, 2021).

Para Arruda (2008), a TA está agrupada com ferramentas que viabilizem a acessibilidade. A TA é usada para aumentar ou possibilitar o desempenho de uma atividade que uma pessoa com deficiência deseja realizar (FILHO; MIRANDA, 2012; NASCIMENTO, 2019).

2.4 Arduino

A placa de Arduino é um computador de porte pequeno, onde pode ser programado para processar entradas e saídas entre os dispositivos e componentes externos conectados a sua placa (QUEIROZ; NETO; QUEIROZ, 2022). O Arduino é o que pode ser chamado de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode conectar-se com seu ambiente por hardware e software (MCROBERTS, 2011).

Para programar o Arduino, é utilizado o Integrated Development Environment (IDE) do Arduino, é um software livre, no qual apresenta uma linguagem de programação baseada em C/C++ (COSTA et al., 2020).

Arduino Mega: O Arduino Mega 2560 possui o maior número de pinos de qualquer placa de desenvolvimento Arduino. O Mega 2560 possui 54 pinos digitais que podem ser usados como entrada ou saída, usando as funções pinModel(), digitalWrite() e digitalRead(), cada pino pode receber uma corrente de 20 Miliamperes (mA), opera a 5 Volt (V) e possui estágios pull-up que variam de 20 a 50 ohms (SETIAWAN, 2018).

2.5 Quick Response Code

O QR Code é um código de barras bidimensional sendo um padrão único, com a possibilidade de ser efetuada a leitura do código por aparelhos celulares com câmera, software e leitores de imagem. Com esse código é possível especificar até 7.079 caracteres numéricos, 4.296 caracteres alfa numéricos, 2.953 caracteres binários e até 1.817 caracteres Kanji/Kana (Japoneses) (TAKAHASHI, 2013). A Figura 2, exibe um exemplo de código de barras – QR Code.

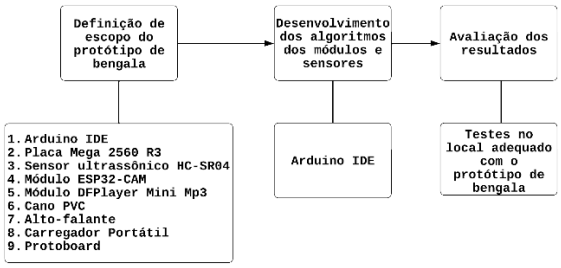
Figura 2 – Código de barras – Qr Code

Fonte: Adaptado de Takahashi (2013).

O código QR Code possui as informações adicionais do produto como uma embalagem estendida em uma Uniform Resource Locator (URL), permitindo ainda, o redirecionamento para o website do produto ou empresa. As informações que os aplicativos e tecnologias mobile leem são todas em forma de textos e URL's (GS1BR, 2021).

MÉTODOS

Figura 3 – Diagrama dos processos de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autoria própria (2024).

A primeira etapa para elaboração deste trabalho foi a definição do escopo, ou seja, a delimitação dos módulos, sensores e funções do protótipo de bengala. A partir dessa situação foi escolhido a plataforma de programação Arduino IDE. A escolha do sensor ultrassônico HCSR04 foi pela possibilidade de fazer as medições do protótipo de bengala até um QR Code. Essa distância deve ser menor ou igual a 30 centímetros.

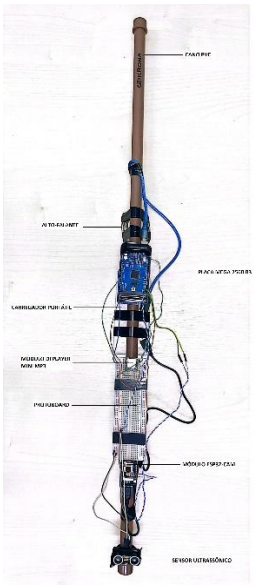
Para ler esse QR Code, foi um módulo ESP32-CAM com microcontrolador. Um alto-falante, um módulo DFPlayer Mini MP3, foi usado pela capacidade de conectar-se a um alto-falante, e a reprodução de arquivos MP3, sem a necessidade de conversão.

E com isso a protoboard foi necessária para ser feita as ligações entre alto-falante, DFPlayer mini, Mega 2560 e sensor ultrassônico. Para alimentar o Mega 1560 e a ESP32-CAM foi preciso um carregador portátil com entrada USB.

Os testes foram realizados no corredor e sala do Bloco L1 da UTFPR, Campus Medianeira. Foram realizados testes durante um dia de sol e um dia nublado, bem como luzes acessas e apagadas, com tamanhos e impressões variados de QR Code.

O protótipo de bengala pesa aproximadamente 600 gramas com todos os componentes, sensores e módulos fixados com fita isolante em um cano PVC, com 96 centímetros de altura. Na Figura 3, é possível observar o protótipo montado.

Figura 3 – Protótipo de bengala com leitor QR Code e Arduino



Fonte: Autoria própria (2024).

RESULTADOS

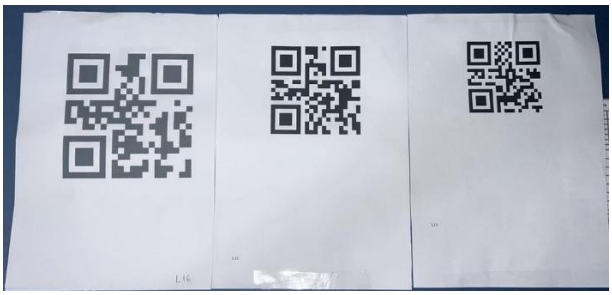
As impressões dos QR Code foram fixadas nas portas dos laboratórios L11 até L19, com a uma altura variando de 15 cm á 25 cm do chão, em todos os testes.

A distância também foi padrão pelo fato de ser colocado na implementação como uma condição, todas as medições feitas são <= 30 cm, sendo do sensor ultrassônico que fica na base do protótipo, até o QR Code colado na porta dos laboratórios.

Os parâmetros usados para diferenciar os testes foram: a claridade, o tamanho da impressão do QR Code e a qualidade da impressão. O tempo de leitura do QR Code e o alto-falante ser acionado levou em média entre 7 segundos a 10 segundos, quando lido sem problemas de claridade.

Os testes foram feitos com tamanhos diferentes da impressão do QR Code, observando-se que não houve nenhuma influência no tamanho impresso, nem na qualidade da impressão. Na Figura 4, é possível observar a diferença dos tamanhos, a primeira impressão tem 14 cm de altura e 14 cm de largura, a segunda impressão tem 11 cm x 11 cm e a menor impressão 8 cm x 8 cm.

Figura 4 – Impressões do QrCode em 3 tamanhos diferentes



Fonte: Autoria própria (2024).

Foram feitas impressões em 3 impressoras diferentes, 2 delas sendo de tinta, uma impressora Canon Pixma G4110 Com Wifi Preta 100v/240v e impressora HP laserjet p1505n. E uma impressora de toner, Multifuncional Impressora Brother Dcp-l5602dn. Das 3 impressoras, a qualidade melhor foi a impressão da Brother que é abastecida com pó (toner), a qualidade mediana ficou com a Canon e a pior impressão foi feita na HP. A qualidade da impressão, também não influenciou na leitura do QR Code. Na Figura 5, demostra as 3 impressões das 3 impressoras diferente, sendo a imagem da esquerda impressa na Brother, a imagem do meio impressa na Canon e a imagem da direita impressa na HP.

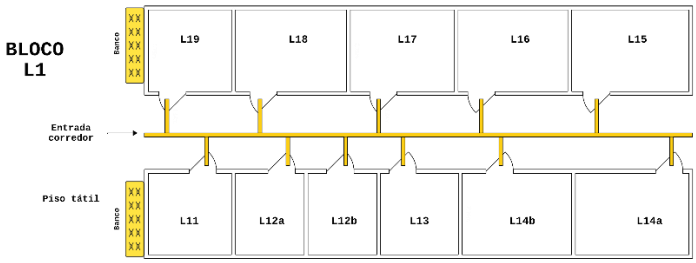
Figura 5 – Impressões do Qrcode em 3 impressoras diferentes

Fonte: Autoria própria (2024).

Para luminosidade foram realizados 5 testes de leitura com o protótipo da bengala nas portas dos laboratórios do corredor do Bloco L1: com dia nublado, ensolarado, com luzes acesas, apagadas e com uma das luzes piscando constantemente.

Como o corredor tem 2 entradas onde passa a claridade, tanto pela entrada do corredor, quanto na parte final, também foi notado que no dia nublado o meio do corredor era onde tinha menor claridade, gerando assim dificuldade para a leitura do QR Code, nos laboratórios L12(a e b), L13, L17 e L18, com as luzes apagadas. Na Figura 6, demostra como é o corredor dos laboratórios, o piso tátil e também as 2 entradas de claridade. Ainda sobre Figura 36, nota-se que a metade do corredor não é onde tem a menor claridade, pelo fato da entrada do corredor ter um teto de aproximadamente 6 metros sobre a calçada que aumenta a distância para a claridade chegar.

Figura 6 – Planta baixa dos laboratórios do Bloco L1



Fonte: Autoria própria (2024).

Os testes feitos com a luz oscilando/piscando no dia nublado foi notado um tempo maior para ser feita a leitura do QR Code. Na Tabela 1, exibe os resultados do dia nublado.

Tabela 1 – Teste com o protótipo de bengala em dia nublado

laboratório	Altura QR Code	lâmpada	Claridade	Impressão	Leu
L11	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	Canon	Sim
L12	15 cm a 25 cm	Ligada	Oscilando	HP	Sim (demorou ler)
L13	15 cm a 25 cm	Desligada	Ruim	Brother	Não
L14	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	HP	Sim
L15	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Brother	Sim
L16	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Brother	Sim
L17	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	HP	Sim
L18	15 cm a 25 cm	Desligada	Ruim	Canon	Não
L19	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	HP	Sim

Fonte: Autoria própria (2024).

No dia ensolarado, com a claridade maior, a lâmpada que estava oscilando não teve influência nos testes, pois a claridade era maior no corredor. Notou-se ainda que com a claridade boa o protótipo conseguiu ler 100% dos QR Code dos laboratórios. Na Tabela 2, demostra os resultados obtidos em um dia ensolarado.

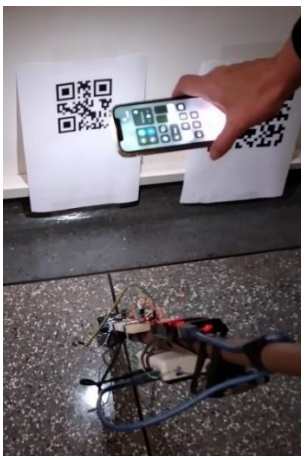
Tabela 2 – Teste com o protótipo de bengala em dia ensolarado

laboratório	Altura QR Code	lâmpada	Claridade	Impressão	Leu
L11	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Canon	Sim
L12	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Canon	Sim
L13	15 cm a 25 cm	oscilando	Boa	Canon	Sim
L14	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	Canon	Sim
L15	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Brother	Sim
L16	15 cm a 25 cm	oscilando	Boa	Brother	Sim
L17	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	Brother	Sim
L18	15 cm a 25 cm	Desligada	Boa	Brother	Sim
L19	15 cm a 25 cm	Ligada	Boa	Brother	Sim

Fonte: Autoria própria (2024).

No dia nublado, foram realizados testes dentro de um laboratório com as cortinas fechadas e luz apagada, para simular à noite, com luz apagada o e QR Code colado na parede do fundo do laboratório em uma altura de 15 cm a 25 cm, não foi lido, porém quando foi ligado uma lanterna de um celular para iluminar o QR Code, o protótipo conseguiu ter sucesso na leitura do código QR Code. A Figura 7, demostra o teste feito com a lanterna de um celular iluminando o QR Code.

Figura 7 – Teste feito em um laboratório em dia nublado para simular à noite



Fonte: Autoria própria (2024).

CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível observar o funcionamento de um leitor de QR Code em uma bengala inteligente possibilitando uma melhor inclusão social, ampliando à acessibilidade e facilitar à autonomia de pessoas cegas e com baixa visão. O protótipo de bengala inteligente, serve como uma ferramenta de TA informando através do áudio após a leitura, a porta em que o usuário se encontra em um ambiente (corredor). Para isso, o módulo ESP32-CAM fixada na bengala para ler o código QR Code, que precisa estar colado na porta do ambiente. O protótipo foi criado com o propósito de manter a estrutura formal de uma bengala convencional, porém com a funcionalidade de poder reproduzir a fala do ambiente em que estiver impressa em forma de QR Code.

A partir dos testes realizados, o protótipo de bengala se mostrou efetivo ao ler os códigos QR Code entre 7 a 10 segundos, reproduzindo pelo alto-falante o nome do ambiente que está no QR Code. Com 30 centímetros ou menos essa leitura é feita pela câmera ESP32-CAM.

O protótipo teve muita precisão quando levado em conta o tamanho e a qualidade da impressão do código QR Code. Porém, com pouca luminosidade no ambiente ele pode levar mais tempo na leitura do QR Code, ou até mesmo não ler. Foi levado em conta que o trajeto da pessoa com deficiência visual, esteja todo com piso tátil, para ela ter a noção quando estiver em frente a porta do ambiente.

O projeto cumpriu com o objetivo principal que é aumentar a acessibilidade e autonomia de pessoas cegas e com baixa visão. Todavia, necessita de trabalhos posteriores para o seu aperfeiçoamento.

ASSISTIVE TECHNOLOGY: WALKING CANE PROTOTYPE WITH QR CODE READER AND ARDUINO

ABSTRACT

Accessibility is the possibility of enabling people with disabilities or reduced mobility to move around safely and autonomously in environments and spaces, including using available systems and technologies. In this sense, Assistive Technology (AT) is able to help people affected by some type of disability. The objective of this work is to develop a prototype of an intelligent cane, to help people with visual impairment, low vision or blindness. For this, a Mega 2560 R3 Board will be used to integrate with the HC-SR04 ultrasonic sensor, ESP32-CAM module and speaker. The HC-SR04 ultrasonic sensor will be responsible for identifying the distance between the cane and the object in front. The ESP32-CAM module will read a QR code, which needs to be at a standard room height and the speaker will play whatever is in the QR code.

KEYWORDS: accessibility; smart cane; social inclusion.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, S. M. C. d. P. Acessibilidade no cotidiano de pessoas com deficiência visual. **Revista @mbienteeducação**, v. 1, n. 2, p. 113–121, dez. 2008.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre, BRA, 2017. Disponível em: https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/1059. Acesso em: 07 set. 2022.

BRASIL. Plano nacional de tecnologia assistiva / comitê interministerial de tecnologia assistiva. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações**, GOV.BR, p. 1–72, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-mcti/plano-nacional-de-tecnologia-assistiva/pnta_-documento_web.pdf. Acesso em: 14 set. 2022.

CEZARIO, K. G.; PAGLIUCA, L. M. F. Tecnologia assistiva em saúde para cegos: Enfoque na prevenção de drogas. **Dissertação (Mestrado em Estudos Culturais) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Université de São Paulo**, SciELO Brasil, p. 677–681, dez. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1414-81452007000400019. Acesso em: 2 nov. 2022.

COSTA, R. C. et al. Desenvolvimento de uma bengala automatizada utilizando arduino paradeficientes visuais. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, v. 18, n. 1, p. 1–14, 2020.

FILHO, C. W. O. et al. As relações do jogo e o desenvolvimento motor na pessoa com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte (RBCE)**, Revista Brasileira de Ciências do Esporte, p. 131–147, jan. 2006. Disponível em: http://revista.cbce.org.br/index.php/RBCE/article/view/97/0. Acesso em: 25 set. 2022.

FILHO, T. A. Galvão; MIRANDA, T. G. Tecnologia assistiva e salas de recursos: análise crítica de um modelo. **O professor e a educação inclusiva: formação, práticas e lugares**, DSpace - Editora da Universidade Federal da Bahia, p. 247–266, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/10563/1/Tese%20Teofilo%20Galvao.pdf. Acesso em: 25 set. 2022.

GIL, M. Tecnologia assistiva e deficiência: avaliação clínica e resultados funcionais. **Brasília: MEC. Secretaria de Educação a Distância**, v. 1, n. ISSN 1518-4692, p. 1–40, 2000.

GS1BR. **Captura - Para captura de dados precisa e automática**. 2021. GS1 Brasil. Disponível em: https://www.gs1br.org/codigos-e-padroes/captura/Paginas/default.aspx. Acesso em: 08 out. 2022.

LOURENCO, E. A. G. et al. Acessibilidade para estudantes com deficiência visual. **Universidade Federal De São Paulo**, Portal de Acessibilidade da Unifesp, p. 1–38, 2020. Disponível em: https://acessibilidade.unifesp.br/images/PDF/Ebook-Colecao-DV01-2020.pdf. Acesso em: 17 set. 2022.

IMAMURA, M. Tecnologia assistiva e deficiência: avaliação clínica e resultados funcionais. **Acta fisiátrica**, v. 26, n. 2, p. 119–122, out. 2019.

MACHADO, G. G. et al. Avaliação do equilíbrio, postura e qualidade de vida de deficientes visuais. **Universidade Federal Do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais**, Arquivos de Ciências do Esporte, p. 41–45, 2019. Disponível em: https: //seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/aces/article/view/3498. Acesso em: 15 nov. 2022.

MANZINI, E. J. Inclusão e acessibilidade. **Revista da Sobama**, v. 10, n. 1, p. 31–36, dez. 2005.

MCROBERTS, M. Arduino básico. **Novatec**, Disciplinas da USP, p. 1–456, set. 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4287597/mod_resource/content/2/Ardu%C3%ADno%20B%C3%A1sico%20-%20Michael%20McRoberts.pdf. Acesso em: 12 nov. 2022.

MORA, V. T. et al. Análise da utilidade da bengala branca inteligente uaem para pessoas com deficiência visual. **RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo**, v. 11, n. 22, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.897. Acesso em: 22 mar. 2024.

NASCIMENTO, T. p. s. Tecnologia assistiva: técnica de comunicação no processo de reconhecimento de cegos em manaus. **Universidade Federal do Amazonas Biblioteca Digital de Teses e Dissertações**, p. 1–81, jun. 2019.

OMS, O. M. d. S. Relatório mundial sobre a visão. **American journal of physical medicine rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, Light for the World International 2021, p. 1–188, 2021. ISSN 15377385. Disponível em: https: //www.who.int/docs/default-source/documents/publications/world-vision-report-accessible.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.

PASCHE, D. F. et al. Diretrizes de atenção à saúde ocular na infância: Detecção e intervenção precoce para a prevenção de deficiências visuais. **Ministério da Saúde**, Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde – BVS, p. 1–42, 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_saude_ocular_infancia.pdf. Acesso em: 18 set. 2022.

QUEIROZ, T. K. S. S.; NETO, M. P. S.; QUEIROZ, S. K. S. S. Sinalizador sonoro de distância para deficientes visuais com sensor ultrassônico hc-sr04. **Universidade Federal Rural do Semi-árido**, Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, v. 5, p. 1–10, jun. 2022. ISSN 2763-5325. Disponível em: https://doi.org/10.21708/issn27635325. Acesso em: 02 nov. 2022.

SILVA, D. F. et al. Acessibilidade em computadores e seu impacto na sociedade. **Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São Paulo (USP) São Carlos**, COTEIAWIKI, p. 1–10, maio 2010. Disponível em: http://wiki.icmc.usp.br/images/8/8c/SCC0207-Cristina_Grupo1Artigo.pdf. Acesso em: 8 out. 2022.

SILVA, W. P.; MÓL, G. S.; SANTANA, R. O. Os recursos tecnológicos e de acessibilidade para a pessoa com deficiência visual. **Universidade de Brasília**, Dialnet, p. 277–286, 2019. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7340019. Acesso em: 09 out. 2022.

SIQUEIRA, A. R. P. Acessibilidade e inclusão na educação superior: limites e possibilidades nas concepções de professores de um curso de bacharelado em direito. **Centro Universitário Internacional Uninter**, Repositório Institucional Uninter, p. 1–118, set. 2021. Disponível em: https://repositorio.uninter.com/handle/1/596. Acesso em: 13 nov. 2022.

SOUZA, J. B. Cegueira, acessibilidade e inclusão: Apontamentos de uma trajetória. **Universidade Federal da Paraíba**, Scielo Brazil, p. 564–571, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pcp/a/dR3gyL48vfth6NynF9bK8BK/#. Acesso em: 14 set. 2022.

TAKAHASHI, C. R. d. S. A matemática dos códigos de barras. Universidade Estadual Paulista (Unesp), p. 1–19, 2013. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a64df44b-2bd6-4b38-b718-8baf0ca182a7/content. Acesso em: 08 out. 2022.

VALENTINI, C. B. et al. Educação e deficiência visual: uma revisão de literatura. **Revista Educação Especial**, v. 32, p. 1–20, jan. 2019.

Recebido: **2024-05-23**.
Aprovado: 2025-12-15..
DOI: 103895/recit. V17n42. 18611
Como citar: SOUZA. D. V. S Tecnologia assistiva: protótipo de bengala com leitor qr code e arduinor. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v17. n. 42, p. 37 - 51, jan/abr, 2026 Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>. Acesso em: XXX.
Correspondência:
Danrlei Vieira da Silva de Souza.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.]
Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 Internacional.