

# CULTURA MAKER, TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E INTERNET DAS COISAS (IoT): APERFEIÇOAMENTO E VALIDAÇÃO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA ACESSIBILIDADE DE PESSOA COM DEFICIÊNCIA

Erikson Pedro Silva Nicácio<sup>1</sup>, Gabriel Silva Oliveira<sup>2</sup>, Hector Hêndrio Gomes Araújo<sup>3</sup>, Emiliana Souza Soares<sup>4</sup> e Humberto Araújo da Silva<sup>5</sup>

Instituto Federal do Rio Grande do Norte<sup>1,2,3,4,5</sup>

[eriksonwho@gmail.com](mailto:eriksonwho@gmail.com)<sup>1</sup>, [gab.olive.752@gmail.com](mailto:gab.olive.752@gmail.com)<sup>2</sup>, [hectorhendrio8@gmail.com](mailto:hectorhendrio8@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[emilianasousa@yahoo.com](mailto:emilianasousa@yahoo.com)<sup>4</sup>, [Humberto.araujo@ifrn.edu.br](mailto:Humberto.araujo@ifrn.edu.br)<sup>5</sup>

Artigo submetido em 18/12/2022, aceito em 31/12/2022 e publicado em 13/02/2023

DOI: 10.15628/empirica.2015.14548

## RESUMO

Baseado no ponto de vista das tecnologias assistivas e *Internet* das Coisas (*IoT*), o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de uma tecnologia assistiva composta por uma bengala eletrônica e um aplicativo para *smartphone* que visa contribuir para a acessibilidade de deficientes visuais sob a perspectiva de práticas de cultura *maker*. Quando associado ao piso tátil, o uso do protótipo torna possível a identificação dos setores de um recinto pelo deficiente visual, através de avisos audíveis transmitidos para o usuário por meio de seu *smartphone* mediante a detecção de um determinado cartão de identificação, ou *tag*, presente no piso tátil. Para a construção dessa tecnologia assistiva proposta, foi empregado o microcontrolador *ESP 32* e a ferramenta tecnológica denominada Identificação por Radiofrequência (*RFID* – do inglês *Radio Frequency Identification*). Dessa forma, o protótipo comunica-se com um aplicativo via conexão *bluetooth*, de modo que o *ESP 32* encaminha para o usuário a informação referente a sua localização com base na identificação realizada por um leitor *RFID* quando este detecta um cartão de identificação *RFID*. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e experimental, considerando literaturas acerca dos conceitos e tecnologias abordadas neste trabalho. O projeto continua em andamento, porém com grau avançado na realização de testes práticos de usabilidade, visando seu aprimoramento. Os resultados parciais já assinalam a viabilidade do protótipo e a relevância de seus benefícios, inclusive para utilização em contexto escolar, com perspectivas futuras de novas pesquisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bluetooth*. *ESP 32*. *Internet* das coisas. Protótipo. Tecnologias assistivas.

## MAKER CULTURE, ASSISTIVE TECHNOLOGIES AND INTERNET OF THINGS (IoT): IMPROVEMENT AND VALIDATION OF LOW COST PROTOTYPE FOR ACCESSIBILITY FOR PEOPLE WITH DISABILITIES

### ABSTRACT

Based on the point of view of assistive technologies and the Internet of Things (IoT), the present work aims to present the development of an assistive technology prototype composed of an

electronic cane and a smartphone application that aims to contribute to the accessibility of the disabled. visuals from the perspective of maker culture practices. When associated with the tactile floor, the use of the prototype allows the visually impaired to identify sectors of an enclosure, through sound warnings transmitted to the user through their smartphone when detecting a certain identification card, or tag, present. on the tactile floor. For the construction of this proposed assistive technology, the ESP 32 microcontroller and the technological tool called Radio Frequency Identification (RFID) were used. In this way, the prototype communicates with an application via bluetooth connection, so that the ESP 32 sends the user information regarding their location based on the identification performed by an RFID reader when it detects an RFID identification card. Methodologically, it is a bibliographic and experimental research, considering literature on the concepts and technologies addressed in this work. The project is still in progress, but with an advanced degree in practical usability tests, aiming at its improvement. The partial results already indicate the feasibility of the prototype and the relevance of its benefits, including for use in a school context, with future perspectives for further research.

**KEYWORDS:** Bluetooth. ESP 32. Internet of things. Prototype. Assistive technologies.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é advindo dos estudos realizados no âmbito do projeto de pesquisa intitulado: Tecnologias Assistivas e Internet das Coisas (Iot): Proposta de desenvolvimento de protótipo de baixo custo para acessibilidade de pessoa com deficiência visual, o qual é executado por meio do fomento dos Editais 23/2022 (PROPI/RE/IFRN - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq) e 25/2022 (PROPI/RE/IFRN - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para Ensino Médio – PIBIC-EM/CNPq). Tal projeto articula uma equipe interdisciplinar com estudantes da graduação e do Ensino Médio Integrado do *Campus* João Câmara, em práticas de iniciação científica e tecnológica, particularmente dos cursos de Tecnologias Renováveis e Eletrotécnica, com o intuito de fortalecer o desenvolvimento de práticas de inovação sob a visão da cultura *maker*. Nesse sentido, constatamos que um grande interesse surgiu na comunidade científica em torno de estudos que almejam contribuir com a inclusão de pessoas com deficiência inclusive em diversas ações do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e do CNPq. Apesar de recentemente no Brasil, observarmos um crescimento no fomento às pesquisas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias assistivas, inclusive no aumento do número de patentes e chamadas públicas do CNPq com foco em tal área, constata-se que a demanda ainda é elevada e carece de produção regional e nacional.

Nesse contexto, este trabalho coaduna-se com as diversas ações do MCTI e do CNPq, bem como da perspectiva inclusiva do Instituto Federal no cerne do Núcleo de Pessoas com Necessidades Especiais (NAPNE). Nessa direção, para instigar os estudos no campo científico das tecnologias assistivas, este trabalho surgiu também a partir da necessidade encontrada no *Campus* João Câmara do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), o qual passou a ter sua primeira estudante com tal deficiência no ano de 2018. Desse modo, tal projeto correlacionou os conhecimentos aprendidos numa perspectiva interdisciplinar na área eletrônica e programação com o desenvolvimento de uma Tecnologia Assistiva que visa incluir pessoas com deficiência visual.

Nesse viés, baseado no ponto de vista da Tecnologia Assistiva e da Internet das Coisas, neste projeto, foi desenvolvido um protótipo de equipamento de baixo custo que visa contribuir para a acessibilidade de deficientes visuais, sendo o equipamento construído para ser manuseado como uma bengala eletrônica. Para a construção do protótipo, foram explorados os conceitos de tecnologias assistivas e Internet da Coisas (*IoT*) usando o módulo *ESP-WROOM-32*, de modo a usar o microcontrolador *ESP32* para o desenvolvimento de uma solução automatizada capaz de melhorar a locomoção do usuário por meio de um respectivo ambiente, associado a implantação do piso tátil. O algoritmo, referente a rotina de funcionamento do protótipo e a sua comunicação com o aplicativo, foi desenvolvido na *IDE (Integrated Development Environment)* da plataforma de desenvolvimento Arduino, sendo em seguida transmitido para o *ESP-WROOM-32*. Já em relação ao aplicativo, este foi desenvolvido na plataforma *online* denominada *App Inventor*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Em um contexto de estudo interdisciplinar, este trabalho ancorou-se na perspectiva da Tecnologia Assistiva (TA) que, de acordo com o artigo 2 do Decreto Nº 10.645 de 2021, engloba “[...] os produtos, os equipamentos, os dispositivos, os recursos, as metodologias, as estratégias, as práticas e os serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, com vistas à

sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.”. De modo geral, a deficiência pode ser vista como um fenômeno socialmente construído resultante de barreiras presentes no ambiente ao qual a pessoa está exposta, sendo que a TA se apresenta como uma das muitas oportunidades necessárias para a redução da influência incapacitante de muitos ambientes sobre o indivíduo (COOK; POLGAR, 2015). Dessa forma, com base no modelo social da deficiência, o qual dá ênfase às barreiras físicas e sociais vivenciadas pelas pessoas com deficiência, tem-se que o objetivo da TA é proporcionar ao deficiente meios para superar a lacuna presente entre o que ela quer fazer e o que a infraestrutura social existente permite que ela faça (HERSH; JOHNSON, 2008).

Já em relação ao conceito de Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) refere-se à interconexão de dispositivos inteligentes através de uma rede sem fio, de modo que estes dispositivos são constituídos por processadores, programas e *hardware* de comunicação para coletar, processar e enviar dados recebidos de um ambiente para outros dispositivos conectados na mesma rede de comunicação (OLIVEIRA, 2017). O conceito de *IoT* não é algo novo. Há alguns anos, com a popularização da internet, já se cogitava maneiras de interligar equipamentos usuais do dia a dia com a internet. Com isso, tecnologias desenvolvidas nos últimos anos tornaram essa comunicação factível, de modo que, em alguns anos e com o barateamento dos elementos envolvidos, sistemas de *IoT* poderão tornar-se realidade em todo o mundo (OLIVEIRA, 2017). Neste contexto, instituições vêm desenvolvendo soluções tecnológicas que possibilitam o desenvolvimento de projetos envolvendo *IoT*, instigando também práticas de cultura *maker*.

Nessa linha de pensamento, a fabricante *Espressif Systems* vem se mostrando um grande expoente, uma vez que seu já consolidado *ESP8266* (e variantes) e o mais recente *ESP32* abriram as possibilidades para prototipação rápida (e projetos completos) que precisam de bom poder computacional (processamento e quantidade de memórias) e conectividade. (BERTOLETI, 2019, p.23).

No tocante à cultura *maker* (“faça você mesmo”) é uma das novidades que têm despertado o interesse de educadores e educandos, ganhando grandes proporções com o surgimento do “movimento *maker*” a partir da década de 1960, especialmente nos Estados Unidos (LOPES *et al.*, 2021), impulsionando inovações tecnológicas.

Em relação aos materiais e tecnologias empregadas para o desenvolvimento do protótipo, destaca-se a tecnologia *RFID* que permite a leitura e a gravação de dados entre uma *tag* (etiquetas ou cartões) *RFID* e um módulo leitor *RFID* usando sinais de radiofrequência, sendo uma tecnologia bastante usada em diversas áreas da indústria e tecnologia (BAUERMEISTER, 2017).

A primeira tecnologia associada ao conceito de *IoT* (*Internet of Things* – Internet das Coisas) ficou conhecida como *RFID* (*Radio Frequency Identification* – Identificação por Radiofrequência). Esta tecnologia surgiu em 1940, com os transponders já utilizados nos aviões na Segunda Guerra Mundial. O princípio, simples, continua funcional até hoje. Trata-se de um equipamento que envia, por radiofrequência, uma identificação única. (OLIVEIRA, 2017, p.14).

Quanto ao *ESP32*, de acordo com o *datasheet* do componente, este é o novo microcontrolador desenvolvido pela *Espressif Systems* (2022), sucedendo o *ESP8266* e possuindo maior poder

de processamento, *WiFi* e *Bluetooth*, oferecendo mais ferramentas e possibilidades de conexões sem fio para o desenvolvimento de dispositivos *IoT*.

### 3. METODOLOGIA

No que se refere aos aspectos de metodologia científica, técnica e tecnológica, a presente proposta de desenvolvimento de protótipo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, exploratória e experimental, tendo em vista revisadas literaturas sobre as principais noções e conceitos que norteiam a temática abordada neste trabalho, bem como estudos realizados para a familiarização do pesquisador com o objeto investigado durante a pesquisa, bem como simulações no *software Fritzing* e testes práticos.

Inicialmente, foi direcionado um levantamento e estudo do referencial teórico sobre TA, *IoT*, cultura *maker*, programação e eletrônica. Posteriormente, procedeu-se com a seleção dos componentes eletrônicos para compor o protótipo. Com os componentes definidos, deu-se início ao desenvolvimento do algoritmo para o *ESP32* e foi desenvolvida a versão alfa do aplicativo, a fim de verificar possíveis rotinas de funcionamento para a interação entre os dois. Em seguida, os componentes eletrônicos foram montados em *protoboards* para execução de experimentos práticos. Após isso, foram definidas as configurações e funcionalidades básicas para o protótipo e para o aplicativo, bem como foi desenvolvida a versão alfa do protótipo. Logo após, iniciaram-se os experimentos práticos para aperfeiçoar a interface do aplicativo e validar a aplicação do conjunto (protótipo e aplicativo) no tipo de ambiente pretendido para aplicação do produto. Em seguida, com os resultados dos experimentos práticos anteriores, foi produzida a versão beta do protótipo e do aplicativo. Como forma de apresentar os resultados obtidos, o projeto foi apresentado na mostra tecnológica do XIII CONNEPI na cidade de Porto Velho/RO. Por fim, estando o projeto ainda em andamento, pretende-se ainda, darmos prosseguimento ao desenvolvimento do *design* final do protótipo e da interface final do aplicativo para suas versões finais e definitivas com o aperfeiçoamento.

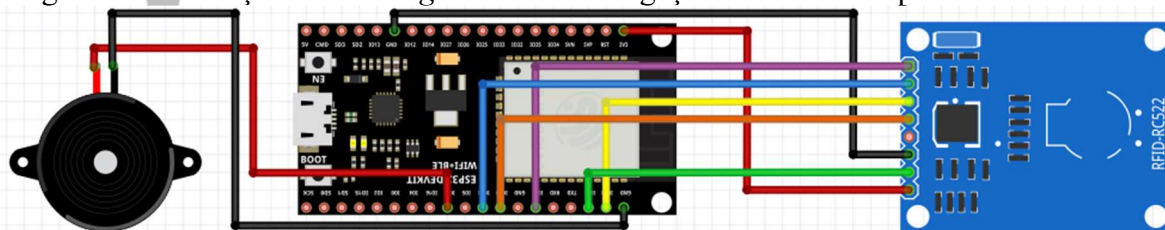
### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o emprego da tecnologia *RFID*, o protótipo é capaz de auxiliar o usuário, de maneira mais automatizada, na sua locomoção através do ambiente *indoor*, identificando o local por meio de cartões de identificação, ou *tags*, posicionados na entrada do local ou setor, de maneira que o *ESP-WROOM-32* transmite o resultado da identificação para o aplicativo via *Bluetooth*, sendo o aplicativo responsável por informar ao usuário, de forma audível, sua localização. Para realizar tal identificação, empregou-se o módulo leitor *RFID-RC522*, o qual é um leitor *RFID* periférico para Arduino, compatível também com o *ESP32*. Além disso, foi adicionado um alarme sonoro reproduzido por uma *buzzer* (buzina), precedendo a informação que é reproduzida pelo aplicativo.

No tocante ao desenvolvimento do protótipo, para a montagem do corpo da bengala foi utilizado um tubo de *PVC* de 25 mm, de maneira a arranjar os componentes ao longo de seu comprimento. O protótipo foi desenvolvido para verificar a interação dos componentes eletrônicos colocados na estrutura de uma bengala. Assim, foi possível definir a posição do módulo leitor *RFID-RC522* no protótipo, sendo desenvolvida uma estrutura inicial na ponta da bengala para embutir este módulo em seu interior de modo a permitir que ele possa realizar a identificação das *tags RFID*. Essa estrutura foi montada manualmente usando palitos de picolé, cola quente, fita isolante e uma tampa de garrafa pet. Em relação ao circuito do protótipo, para possibilitar uma visualização mais didática deste circuito, a Figura 1 a seguir mostra uma

simulação desenvolvida no software *Fritzing*, no qual se pode observar as conexões do *ESP-WROOM-32* com os demais componentes eletrônicos que compõem o protótipo.

Figura 1 - Simulação no *Fritzing* mostrando as ligações entre os componentes eletrônicos.



Fonte: Elaboração própria em 2022.

Ademais, as tabelas abaixo descrevem essas conexões dos pinos de contato da placa *ESP-WROOM-32* com os pinos do módulo *RFID-RC522* (Tabela 1) e com os pinos da *buzzer* (Tabela 2).

Tabela 1 - Ligações dos pinos da placa *ESP-WROOM-32* com os pinos do módulo *RC522*.

<i>ESP-WROOM-32</i>	módulo leitor <i>RFID-RC522</i>
pino 3.3 V	pino 3.3 V
pino G22	pino RST
pino GND	pino GND
-	pino IRQ
pino G19	pino MISO
pino G23	pino MOSI
pino G18	pino SCK
pino G21	Pino SDA

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Tabela 2 - Ligações dos pinos da placa *ESP-WROOM-32* com os pinos da *buzzer*.

<i>ESP-WROOM-32</i>	<i>Buzzer</i>
pino G17	pino (+)
pino GND	pino (-)

Fonte: Elaboração própria em 2022.

Com o módulo leitor *RFID-RC522* alocado na ponta da bengala, posicionou-se a placa *ESP-WROOM-32* um pouco acima deste e a fonte de alimentação bem acima junto com a *buzzer*, adicionando-se a chave liga-desliga entre o ESP32 e a fonte de alimentação, tornando prático a ativação e a desativação do protótipo. O protótipo mede aproximadamente 98 cm de comprimento e pesa aproximadamente 800 gramas; a distância vertical máxima para detecção

das tags *RFID*, de acordo com os testes realizados, é de 4,4 cm, sendo a *tag RFID* também detectada quando a base está com uma inclinação de, aproximadamente,  $45,6^\circ$  em relação a *tag RFID*. Em relação ao aplicativo, sua interface foi projetada para ser simples e objetiva, considerando sua usabilidade pela pessoa com deficiência visual. Através do botão “Guia”, o usuário pode citar verbalmente um setor específico, para que o aplicativo oriente o usuário até o setor ou local desejado dentro do ambiente *indoor*. Já em relação ao botão “Selecionar dispositivo”, por meio dele o usuário deve conectar o aparelho celular ao protótipo, para assim poder usar o protótipo em conjunto com o aparelho celular. Dessa maneira, a Figura 2 a seguir mostra a estrutura da versão beta do protótipo da bengala eletrônica (a) e a interface da versão beta do aplicativo (b). Além da figura abaixo, mais registros da execução do projeto podem ser acessados através do seguinte link: <https://drive.google.com/drive/folders/11THzFnZA14UJaPLKjzAeyUU2935Y-HEo?usp=sharing>.

Figura 2 – Protótipo atual.



Fonte: Elaboração própria em 2022.

No tocante a socialização dos resultados do projeto entre a comunidade dos institutos federais, tem-se que projeto foi apresentado na VI EXPOTEC no IFRN – Campus João Câmara e na mostra tecnológica do XIII CONNEPI no IFRO – Campus Calama, na cidade de Porto Velho/RO, sendo destacado em publicações em perfis oficiais do IFRN bem como no Portal IFRN. Além destes, recentemente o trabalho foi aprovado e apresentado na EXPOTEC 2022 no IFRN – Campus Natal Central.

## 5. CONCLUSÃO

Apresentamos reflexões sobre tecnologias assistivas, bem como perspectivas para a inovação tecnológica com base na internet das coisas, sob a perspectiva da cultura *maker* com o desenvolvimento de um protótipo de bengala de baixo custo, visando ser mais acessível para garantir a mobilidade e a acessibilidade, com vistas à proporcionar melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência visual, podendo ser adaptada para utilização no contexto escolar. Dessa forma, optou-se por equipamentos e materiais de baixo custo para construção do protótipo, porém sem renunciar à qualidade necessária para a eficácia e a eficiência da usabilidade do protótipo almejando ao desenvolvimento do produto final. Com isso, o custo inicial somado para aquisição dos componentes eletrônicos (*ESP-WROOM-32*, leitor RFID-RC522, *buzzer*, chave liga-desliga, fios elétricos e carregador portátil) foi de R\$ 148,93 e o custo somado para aquisição dos materiais para construção da estrutura do protótipo foi de R\$ 44,17, totalizando um custo de R\$ 193,10.

No tocante aos passos futuros da pesquisa, prospectivamente, buscaremos aperfeiçoar ainda mais o protótipo, realizando estudos de viabilidade para definir seu *design* final e reduzir os custos, substituindo assim, por exemplo, a atual fonte de alimentação do protótipo por um circuito de alimentação mais barato, porém igualmente eficaz, articulando a utilização de uma fonte de alimentação com módulos fotovoltaicos para carregar as baterias.

## 6. REFERÊNCIAS

BAUERMEISTER, Giovanni. **Acionando uma trava elétrica com RFID**. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/acionando-trava-eletrica-com-rfid/>. Acesso em: 19 de Jan. 2022.

BERTOLETI, Pedro. **Projetos com ESP32 e LoRa**. São Paulo: Instituto Newton C. Braga, 2019.

COOK, Albert M.; POLGAR, Janice M. **Assistive Technologies: Principles and Practices**. 4.ed. Missouri: Mosby, 2015. 486 p.

**Decreto N° 10.645, de 11 de março de 2021**. Regulamenta o art. 75 da Lei nº 13.146, de 6 julho de 2015, para dispor sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/decreto/D10645.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10645.htm)>. Acesso em: 20 Jun. 2022.

Espressif Systems. Datasheet: ESP32 Series Datasheet. Electronic Publication, 2022.

HERSH, Marion A.; JOHNSON, Michael A. **Assistive Technology for Visually Impaired and Blind People**. Londres: Springer, 2008. 743 p.



LOPES, Roseli de Deus; FICHEMAN, Irene Karaguilla; SANTOS, Elio Molisani Ferreira; VENANCIO, Valkiria; PADILHA, Marcia; SANTANA, André Luiz Maciel. **Internet das coisas para jovens do ensino médio [livro eletrônico] : espaços e cultura maker na escola.** 1. ed. São Paulo : Edição dos Autores, 2021.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi.** São Paulo: Novatec, 2017. 257 p.