

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E INTERNET DAS COISAS: DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS DE BAIXO CUSTO DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DESTINADAS A PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Erikson Pedro da Silva Nicacio ¹

Dayane Vitória Nascimento da Silva Santos ²

Debora Rodrigues de Araujo ³

Fanuel Henrique Freitas da Costa ⁴

Júlia Ewelyn Rodrigues dos Santos ⁵

Emiliana Souza Soares ⁶

RESUMO

Ancorado nas perspectivas das tecnologias assistivas e Internet das Coisas (IoT), com base na cultura maker, o presente trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento de protótipos de tecnologias assistivas destinados a pessoas portadoras de deficiência visual. Quanto aos protótipos, assinalamos que estão sendo desenvolvidos um boné, capaz de detectar obstáculos, e uma pulseira que, com base nos dados transmitidos pelo boné, informa ao usuário, por meio de um sinal vibratório, a existência de obstáculos à frente na altura da cabeça. Ademais, também foi desenvolvida uma bengala eletrônica baseada na tecnologia de identificação por rádio frequência que se comunica com um aplicativo responsável por informar ao usuário sua localização no ambiente indoor. Para desenvolver os protótipos foi utilizado o microcontrolador ESP32, além dos sensores necessários para as funcionalidades planejadas. Metodologicamente, esta pesquisa classifica-se como exploratória, bibliográfica, documental e qualitativa, almejando delinear o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que contribuem para proporcionar mais autonomia e acessibilidade ao público-alvo, fomentando a inclusão social. Dessa forma, dado seu caráter inclusivo, este trabalho relaciona-se com os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), dentre eles: ODS's 4, 9 e 10. No tocante ao ODS 4, o projeto objetiva, principalmente, a garantia da igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para as pessoas portadoras de deficiência. Quanto ao ODS 9 o projeto resulta em produtos com caráter inovador, podendo impulsionar a melhoria da infraestrutura visando atender às necessidades de acessibilidade desse público. Por fim, referente ao ODS 10, os protótipos em desenvolvimento proporcionam maior acessibilidade para o público em questão, contribuindo para reduzir as desigualdades, visando garantir o acesso igualitário a recursos e oportunidades. Sobre os resultados, foram desenvolvidos protótipos funcionais de ambos os dispositivos, ainda sendo necessário validar a usabilidade por uma pessoa portadora de deficiência visual, seguindo os normativos da ética na pesquisa.

Palavras-chave: Cultura maker, Deficiência visual, Internet das coisas, Protótipos, Tecnologias assistivas.

¹ Mestrando do Curso de Uso Sustentável de Recursos Naturais do IFRN – Campus Natal-Central, eriksonpedro65ma@gmail.com;

² Discente do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do IFRN – Campus João Câmara, dayane.academico.ifrn@gmail.com;

³ Discente do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do IFRN – Campus João Câmara, deborah.araujo2024@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Tecnologia de Energias Renováveis do IFRN – Campus João Câmara, fanuelcosta0804@gmail.com;

⁵ Discente do Curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do IFRN – Campus João Câmara, juliaewelyneleetro@gmail.com

⁶ Professora orientadora: Doutora em Estudos da Linguagem, UFRN, emiliana.soares@escolar.ifrn.edu.br.

INTRODUÇÃO

O presente relatório descritivo resulta dos registros referentes à execução de um projeto de pesquisa realizado no âmbito do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, no Campus João Câmara, fomentado pelo CNPq através do edital Edital nº 20/2023 - PROPI/RE/IFRN - PIBIC/CNPq. O projeto descrito no presente trabalho foi desenvolvido aplicando-se os conceitos de abordagem educacional STEAM, cultura maker e internet das coisas (IoT), objetivando o desenvolvimento de tecnologias assistivas (TA) de baixo custo, visando a aplicabilidade prática em ambientes onde se deseja atribuir mais autonomia a pessoas com deficiência visual a nível de cegueira parcial ou total.

O planejamento original executado no projeto anterior surgiu 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 aluna deficiente visual no ano de 2018. Desse modo, o presente projeto, através da correlação dos conhecimentos aprendidos em uma perspectiva interdisciplinar, visou o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de protótipos de tecnologias assistivas.

Com isso, é apresentado o desenvolvimento e aperfeiçoamento de protótipos de tecnologias assistivas de baixo custo voltadas para pessoas com deficiência visual, os quais vem sendo idealizados e desenvolvidos desde 2021, no contexto das práticas da iniciação científica, com o desenvolvimento do primeiro protótipo de uma bengala eletrônica capaz de tornar o usuário consciente da sua posição e orientação em ambientes interiores (ambiente indoor). Além do protótipo da bengala eletrônica, recentemente, a partir do ano de 2023, vem sendo desenvolvidos protótipos de um boné e de uma pulseira, os quais funcionam em conjunto para alertarem o usuário acerca da presença de obstáculos à frente do usuário, na altura de sua cabeça.

Para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, analisou-se o entendimento do modelo social da deficiência, o qual, segundo Hersh e Johnson (2008), enfatiza que as barreiras físicas impostas pela sociedade, e não a deficiência em si, seriam as responsáveis pelas limitações vivenciadas pelas pessoas com deficiência (Hersh; Johnson, 2008). Com base nesse entendimento abordado na literatura de Hersh e Johnson (2006), o problema seria a própria sociedade, evidenciando a necessidade de uma revisão acerca da infraestrutura dos ambientes sociais, visando tornar mais inclusiva a convivência em sociedade, para pessoas portadoras de deficiência. Com isso, ainda segundo Hersh e Johnson (2006), pode-se afirmar que as tecnologias assistivas proporcionam 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).

Alinhando com as novas tecnologias computacionais, também foi implementado o conceito de Internet das Coisas (IoT), visando ao desenvolvimento de dispositivos capazes de comunicarem-se entre si através de uma rede wireless (sem fio) capaz de possibilitar o fluxo de dados. Em relação ao conceito de IoT, segundo Oliveira (2017) não é algo tão novo, uma vez que, há alguns anos, com a popularização da internet, começou-se a cogitar maneiras de interligar equipamentos usuais do dia a dia com a internet, de modo que as tecnologias desenvolvidas nos últimos anos tornaram essa comunicação factível, de modo que, em alguns anos e com o barateamento dos elementos envolvidos, sistemas baseados em IoT poderão tornar-se realidade em todo o mundo. Com base no conceito de IoT, foi empregado o microcontrolador ESP32 para o desenvolvimento dos protótipos, uma vez esse componente possibilita o desenvolvimento de conexões sem fio entre dispositivos desenvolvidos usando esse microcontrolador.

Este trabalho coaduna-se aos ODS's vinculados aos direcionamentos das Nações Unidas na Agenda 2030 no Brasil. Nessa direção, os resultados do projeto relacionam-se com os ODS's 9, 4 e 10. No tocante ao ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), o trabalho envolve tecnologias assistivas e internet das coisas (IoT), que são elementos-chave para impulsionar a inovação e melhorar a infraestrutura, especialmente para atender às necessidades de acessibilidade das pessoas com deficiência, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos. Em relação a aderência ao ODS 4 (Educação de Qualidade), tal relação se deve ao fato de o trabalho em questão objetivar, principalmente, a garantia da igualdade de acesso a todos os níveis de educação e formação profissional para os mais vulneráveis, incluindo as pessoas com deficiência. Por fim, em consonância com o ODS 10 (Redução das Desigualdades), o projeto visa ao desenvolvimento de protótipo de baixo custo para melhorar a acessibilidade para pessoas com deficiência, com vistas a contribuir para reduzir as desigualdades, garantindo que todos tenham acesso igualitário a recursos e oportunidades.

METODOLOGIA

No tocante aos aspectos de metodologia científica, técnica e tecnológica, a presente proposta, que objetiva o desenvolvimento e aperfeiçoamento de protótipos de tecnologias assistivas, tratando-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 de viabilidade para analisar a procedência dos modelos desenvolvidos para aperfeiçoamento dos mesmos.

Para alcançar tal objetivo, precedendo o desenvolvimento dos dispositivos, inicialmente foram construídos protótipos dos circuitos dos dispositivos para a realização de experimentos para verificar o funcionamento dos componentes eletrônicos com base nos algoritmos desenvolvidos. Tais circuitos foram montados em protoboards, os componentes elétricos foram encaixados em contatos elétricos para realização dos testes. Após verificado que os circuitos estavam funcionando como previsto, foram desenvolvidos circuitos definitivos, os quais foram incorporados às estruturas dos dispositivos, de modo a verificar qual poderia ser o melhor design possível para os próximos protótipos dos dispositivos. Com isso, através da observação do funcionamento dos primeiros protótipos, foram delineados circuitos soldados em placas e foram realizados aprimoramentos nos algoritmos para a confecção de estruturas mais elaboradas para a montagem de novos protótipos.

REFERENCIAL TEÓRICO

No que tange à fundamentação, elegemos para diálogo teórico os estudos concernentes à deficiência, às tecnologias assistivas, à internet das coisas, educação STEAM e prototipação eletrônica com o uso de microcontroladores programáveis. Em relação ao conceito de tecnologias assistivas, com base no artigo 2 do Decreto Nº 10.645 de 2021, ele engloba produtos/serviços, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias e ações práticas que visam promover soluções que atribuam mais funcionalidade, autonomia e independência às pessoas portadoras de deficiência, promovendo maiores condições para uma melhor qualidade de vida e inclusão social. Com isso, no que tange as tecnologias assistivas com foco inclusivo para oportunizar melhorias para pessoas com deficiência visual, elas possibilitam que essas pessoas sejam mais produtivas e autônomas, sendo algo inimaginável no século XX (Manduchi; Kurniawan, 2013).

Relativo à cultura maker, o termo maker, podendo ser traduzindo como criador ou fabricante, mesmo sendo utilizado desde o início do século XX, ganhou mais enfoque, com ênfase no Estados Unidos, em meados da década de 1960, quando surgiu o movimento maker em oposição a crescente industrialização dos produtos, de modo a resgatar o uso da criatividade e do olhar crítico para o desenvolvimento de soluções alternativas personalizadas para problemas do cotidiano (Lopes et al., 2021). Dessa forma, a cultura maker surgiu e se desenvolve como um incentivo para que as pessoas,

através do desenvolvimento de protótipos manuais e menos manufaturados, façam suas próprias coisas e coloquem efetivamente a “mão na massa” (Lopes et al., 2021).

Baseado nesse contexto, os protótipos de tecnologias assistivas foram desenvolvidos manualmente com base nos princípios da cultura maker, ou seja, foram montados artesanalmente pelo pesquisador, usando materiais acessíveis que serão descritos posteriormente. Relativo ao conceito de IoT, segundo Magrani (2018), não possui uma definição única e unânime, podendo de modo geral ser entendido como sendo objetos físicos que compartilham informações do ambiente através de uma rede wireless (sem fio) em comum, sendo isto por meio de pequenos sensores integrados a estes objetos, onde pode ser feita a integração de uma interface digital para transmissão de dados recebidos de objetos “inteligentes”.

Em relação à abordagem educacional STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), ela refere-se a uma perspectiva educacional que propõe a integração de conhecimentos nas referidas áreas do conhecimento, estimulando o interesse pelas ciências por meio da interdisciplinaridade, da aplicação de tais conceitos na resolução de problemas cotidianos, da colaboração e da criatividade, a partir de uma perspectiva construtivista (Maia; Carvalho; Appelt, 2021). No que tange ao desenvolvimento da pesquisa, essa abordagem foi implementada como alternativa didática para instruir o pesquisador no que se refere à fixação e aplicação dos conceitos relativos à internet das coisas, às tecnologias assistivas e ao desenvolvimento de protótipos eletrônicos com o auxílio de microcontroladores programáveis.

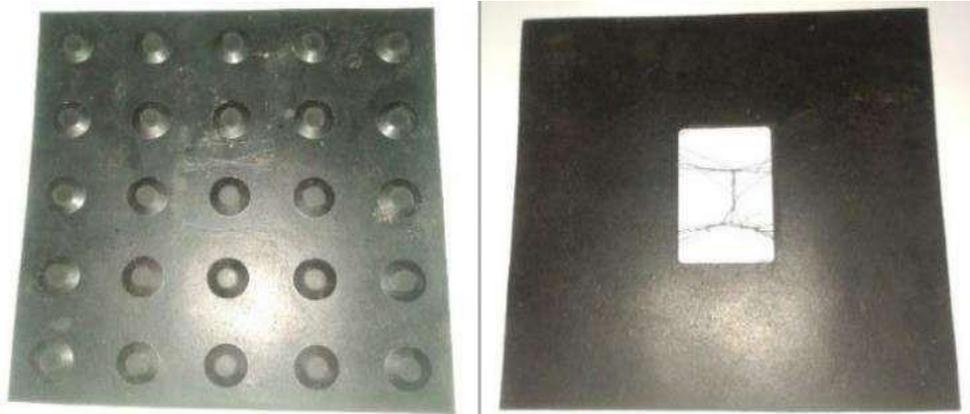
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os materiais descritos anteriormente, foram desenvolvidos protótipos funcionais, visando ao baixo custo no que tange a obtenção dos materiais e componentes eletrônicos para o desenvolvimento das estruturas dos dispositivos em questão. As peças desenvolvidas para construção das estruturas são de autoria do pesquisador e foram produzidas através de uma impressora 3D disponível no IFRN – Campus João Câmara.

A instalação do circuito foi realizada de modo que o módulo leitor de RFID mantem-se próximo ao solo, onde, na prática, devem estar posicionadas as tags, sob o piso tátil. Considerando que, ao ser manuseada, a bengala fica inclinada em relação ao solo, de maneira que uma das peças da estrutura descrita acima foi fixada de maneira inclinada em relação ao resto da estrutura, de modo a compensar o máximo possível o ângulo formado entre a bengala e o solo, durante o manuseio. A compensação desse ângulo é

importante para que o módulo leitor de RFID fique o mais paralelo possível ao solo, de modo que ele tenha sucesso em identificar as tags, integradas ao piso tátil, como pode ser visualizado na Figura 1 a seguir.

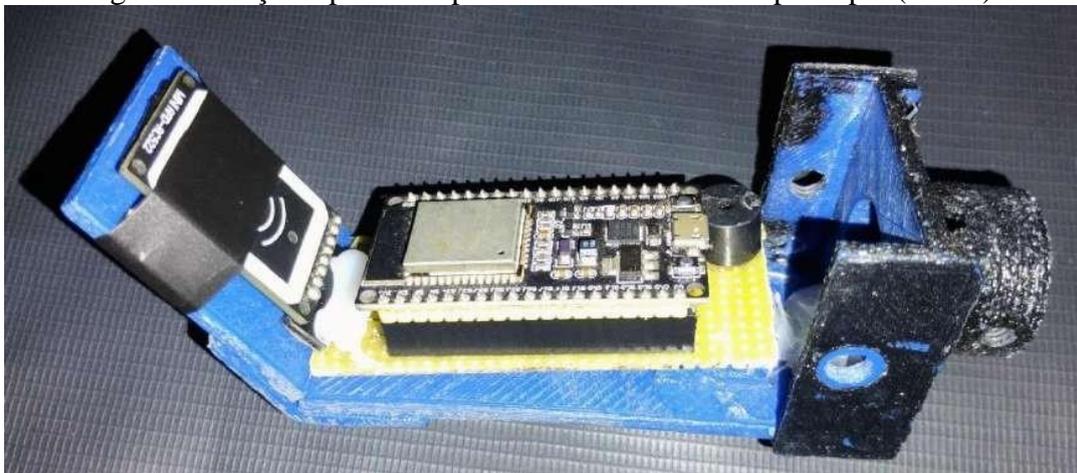
Figura 1 – *Vibracall* conectado ao ESP32



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Acerca do protótipo da bengala eletrônica, após a confecção de algumas peças, foi montada a estrutura responsável por armazenar o circuito e integrá-lo à estrutura da bengala, sendo ele instalado em sua base, como é mostrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Peça responsável por armazenar o circuito principal (foto 1).



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com o circuito principal concentrado na região inferior da estrutura da bengala, foi utilizado um cabo USB para conectá-lo à fonte de energia, localizada no segmento superior. Considerando que o protótipo da bengala eletrônica vem sendo desenvolvido desde 2021, pelo mesmo pesquisador, vale ressaltar que este foi o quarto protótipo a ser produzido, resultado de aperfeiçoamentos realizados para obtenção da melhor estrutura possível com os materiais disponíveis.

Os primeiros dois protótipos (2021 e 2022) visaram apenas o desenvolvimento de uma estrutura única, como circuito embutido no interior da estrutura. Todavia, o circuito

não era concentrado em um único, sendo os componentes eletrônicos conectados através de cabos, o que, no curto prazo, resultou em problemas de conexão, resultante do “mal contato” entre os cabos e os contatos elétricos dos componentes. Dessa forma, os dois últimos protótipos (2023 e 2024) visaram a resolução desse problema, através do desenvolvimento de circuitos concentrados e soldados em uma única placa de fenoliteilhada. Ademais, os últimos são desmontáveis, ou seja, a estrutura da bengala passou a ser composta por peças modulares que se complementam para a montagem da estrutura completa, sendo algumas dessas peças desenvolvidas através da impressora 3D, com as outras sendo desenvolvidas com o uso de tubos de PVC. Os quatro protótipos até então desenvolvidos são apresentados na Figura 3, abaixo.

Figura 3 – Protótipos da bengala eletrônica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação ao aplicativo responsável por receber os dados do dispositivo e transmiti-los ao usuário, a interface gráfica do aplicativo pode ser visualizada através da Figura 4 a seguir.

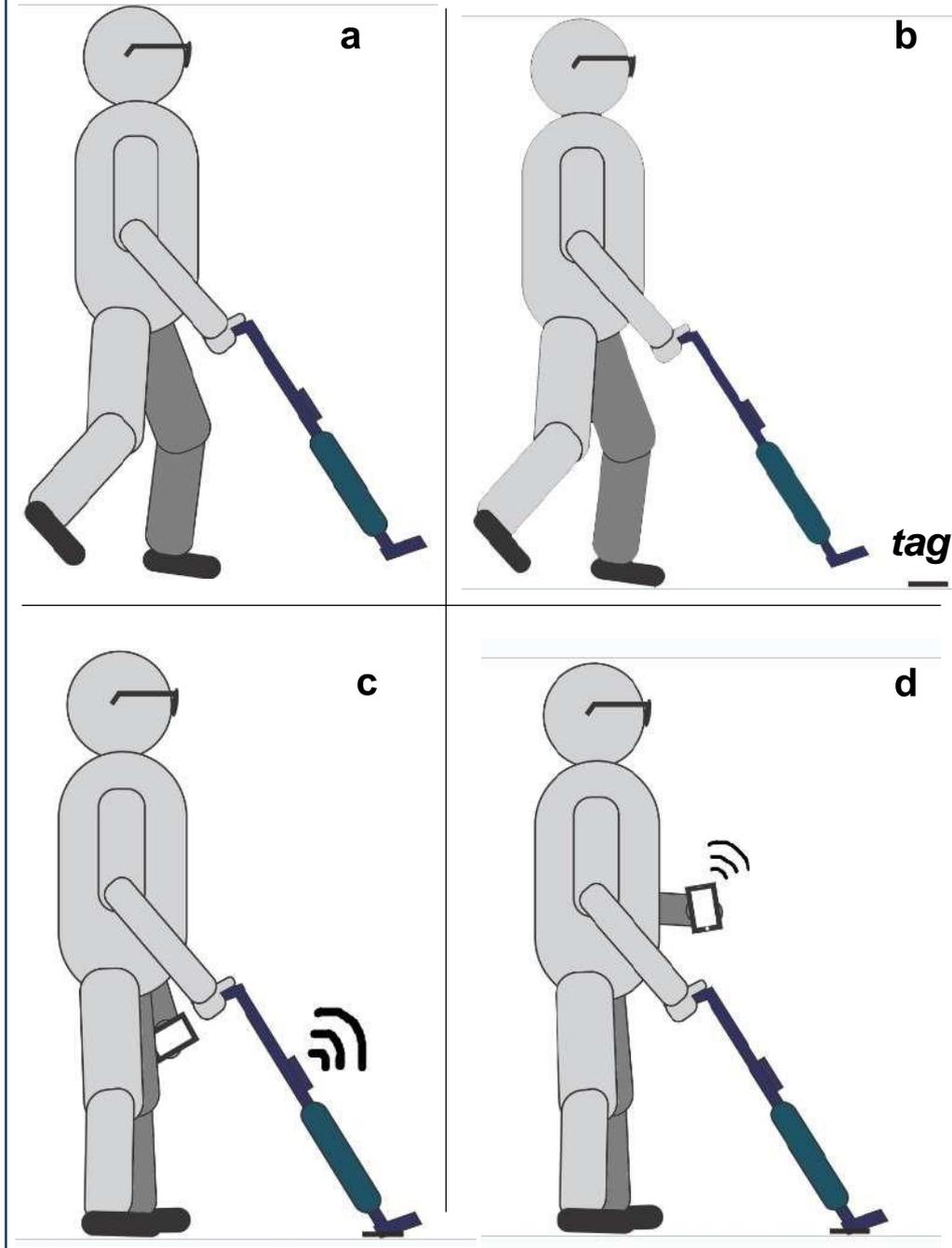
Figura 4 – Interface da versão final do aplicativo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O design do protótipo da bengala eletrônica baseou-se no modelo genérico de uma bengala, onde o usuário porta a bengala através do segmento superior de sua estrutura, mantendo o segmento inferior em contato com o solo, sendo esse contato necessário para a identificação das tags. Dessa maneira, o a Figura 5 a seguir apresenta um modelo esquemático que ilustra como foi idealizado o funcionamento do dispositivo durante sua operação.

Figura 5 – Modelo esquemático do funcionamento completo da bengala eletrônica.

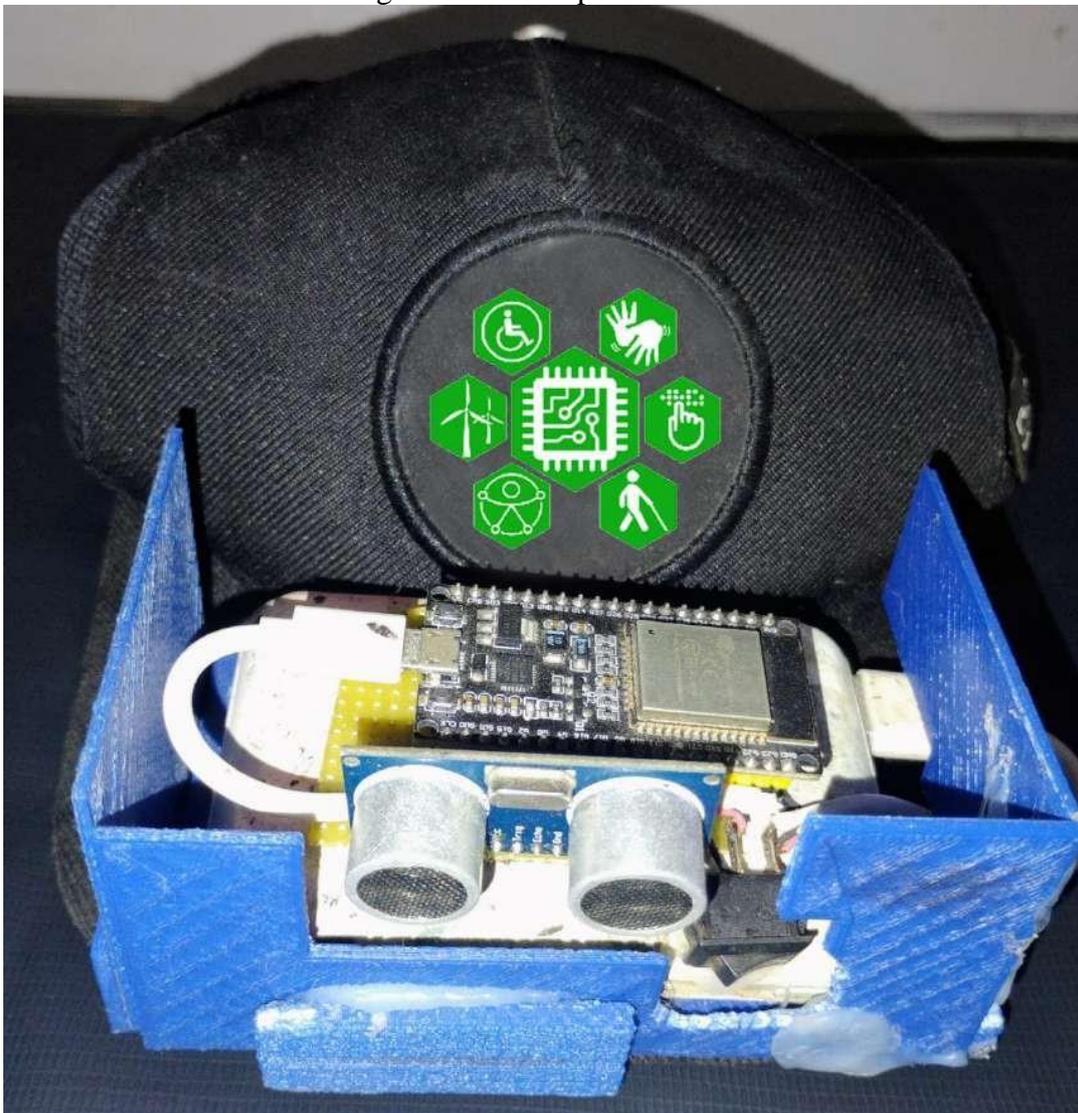


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Inicialmente, o usuário inicia seu percurso com o seguimento inferior do dispositivo em contato com o piso tátil (a), até que o módulo leitor detecta uma tag (b), ativando um sinal sonoro que é emitido pelo módulo buzzer (c), sendo o código da tag enviado para o aplicativo, instalado em um smartphone, o qual emite de uma mensagem de vez relativa à localização do usuário no interior de um ambiente (d).

Acerca dos protótipos do boné, para instalar o circuito na estrutura do boné, foram desenvolvidas algumas peças através da impressora 3D presente no campus. Tais peças foram desenvolvidas para a montagem de uma estrutura responsável por receber o circuito, juntamente com sua fonte de alimentação. Por fim, essa estrutura preliminar foi fixada em um boné convencional, com o uso de parafusos. O primeiro protótipo do boné, com o circuito devidamente instalado, é mostrado na Figura 6 a seguir.

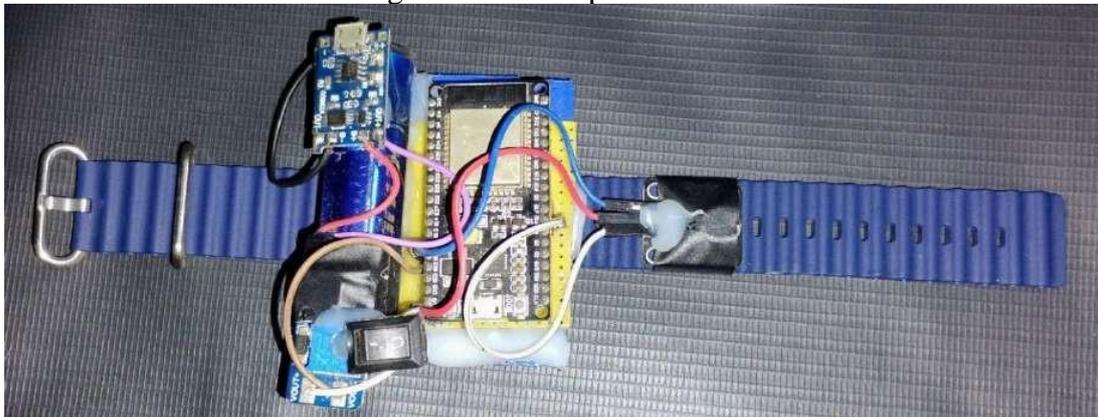
Figura 6 – Protótipo do boné.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para montar o protótipo da pulseira, a placa ESP-WROOM-32 foi fixada em uma placa de fenolite ilhada, o qual foi fixado em peça produzida pela impressora 3D, visando facilitar a fixação na estrutura da pulseira. O vibracall é conectado a placa ESP-WROOM-32 através de cabos condutores, fixando-o na estrutura da pulseira de modo que seja possível que o usuário perceba a vibração emitida. Relativo à fonte de energia utilizada, visando reduzir as dimensões do protótipo, foi utilizada uma bateria recarregável de 3.7 V, conectada a uma placa para possibilitar o carregamento da bateria, bem como em um regulador de tensão para elevar a tensão de 3.7 V para 5 V, para ativar os componentes eletrônicos que integram o protótipo. A fonte de alimentação foi fixada na mesma base onde fixou-se o circuito, de modo a obter uma estrutura compacta. O protótipo completamente montado pode ser visualizado na Figura 7 a seguir.

Figura 7 – Protótipo do boné.



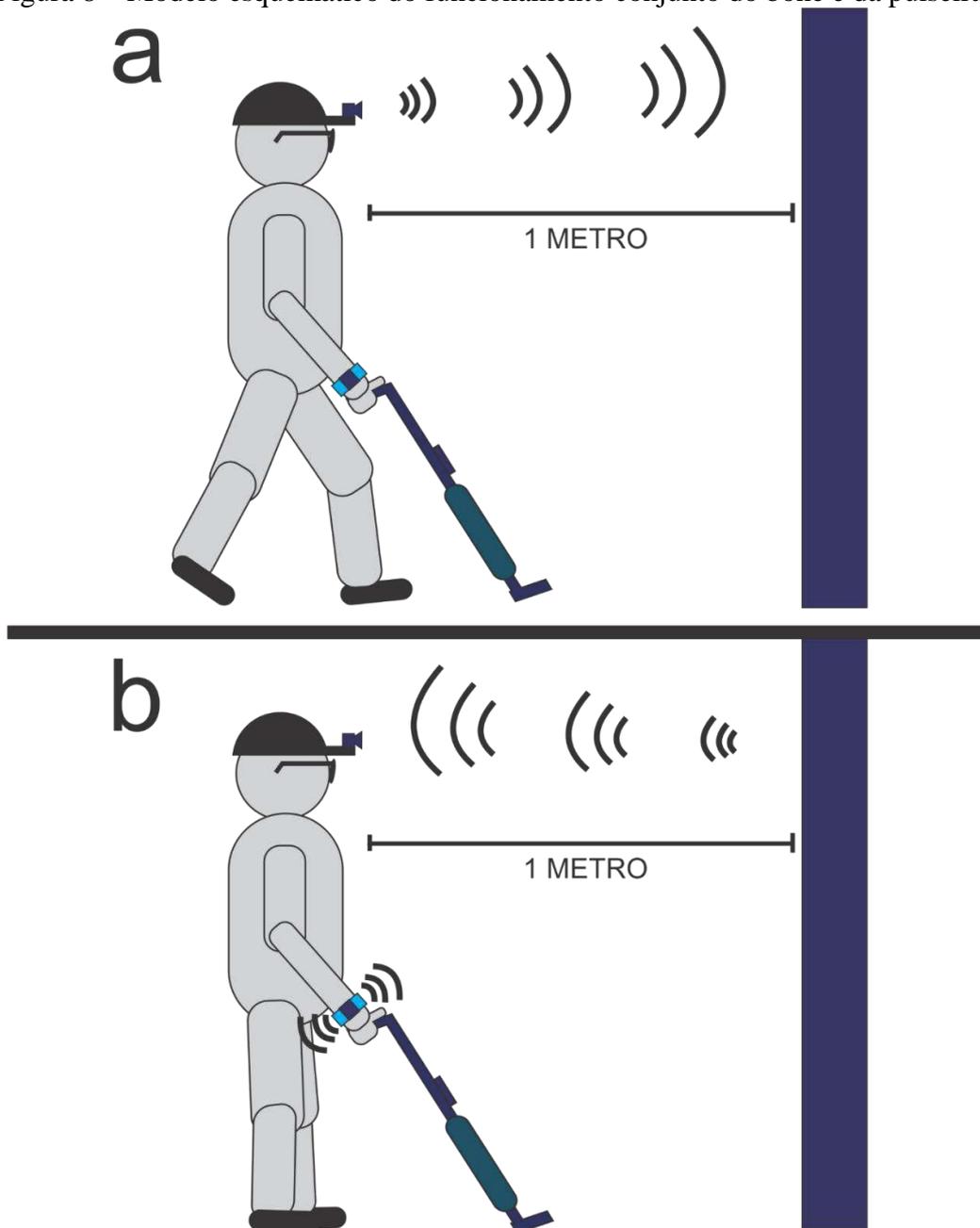
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os protótipos do boné e da pulseira foram desenvolvidos para serem utilizados em conjunto com o protótipo da bengala eletrônica e seu aplicativo. O protótipo da pulseira foi desenvolvido para ser ajustado à circunferência do antebraço do usuário, bem como o boné também é capaz de ser ajustado à circunferência de sua cabeça.

No tocante ao funcionamento conjunto dos protótipos, especificamente em relação ao funcionamento do boné e da pulseira, enquanto o usuário locomove-se, o módulo ultrassônico emite continuamente pulsos ultrassônicos (a), os quais retornam ao emissor quando esses pulsos são refletidos ao interceptar um obstáculo. Através desse retorno o módulo calcula a distância entre ele e o obstáculo, a qual, se for igual ou inferior a um metro, aciona um comando no ESP32 do boné, transmitindo um comando para o ESP32 da pulseira, ativando o vibracall (b). Quando a distância calculada for superior a um metro, é ativado um novo no ESP32 do boné, o qual passa a emitir um novo comando para o ESP32 da pulseira, desativando o vibracall. A comunicação entre os dois

microcontroladores é realizada através do protocolo de comunicação direta ponto-a-ponto denominada ESP-NOW. Dessa maneira, o a Figura 8 a seguir apresenta um modelo esquemático baseado na descrição acima.

Figura 8 – Modelo esquemático do funcionamento conjunto do boné e da pulseira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Relativo à validação do baixo custo atrelado ao desenvolvimento dos protótipos, as Tabelas 1, 2 e 3 a seguir apresentam os materiais utilizados, juntamente com os valores investidos no momento da aquisição.

Tabela 1 - Custos dos materiais usados para desenvolvimento da bengala eletrônica.

Itens adquiridos	Preço do produto (R\$)	Quantidade	Valor gasto (R\$)
<i>ESP-WROOM-32</i>	33,94	1 unidade	33,94
Módulo mini <i>RFID-RC522</i> + duas <i>tags RFID</i>	6,17	1 unidade	6,17
Buzzer 3V	2,35	1 unidade	2,35
Tubo de PVC de 25 mm	5/metro	1 metro	5
Capa para tubo de PVC de 25 mm	1,49	1 unidade	1,49
Carregador portátil	85,00	1 unidade	85,00
Cabo USB	5,00	1 unidade	5,00
Luva para tubo de PVC 25 mm com extremidade rosqueável(peça de inserção)	2,09	3 unidades	6,27
Luva para tubo de PVC 25 mm com extremidade rosqueável (peça de inserção)	2,58	3 unidades	7,74
Parafuso com porca	0,20	2 unidades	0,40
Placa de fenolite ilhada 12X18 cm	19,23	1 unidade	19,23
Total	-	-	172,58

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Tabela 2 - Custos dos materiais usados para desenvolvimento do boné eletrônico.

Itens adquiridos	Preço do produto (R\$)	Quantidade	Valor gasto (R\$)
<i>ESP-WROOM-32</i>	33,94	1 unidade	33,94
Módulo sensor ultrassônico <i>HC-SR04</i>	25,87	1 unidade	25,87
Carregador portátil	85,00	1 unidade	85,00
Cabo USB	5,00	1 unidade	5,00
Parafuso com porca	0,20	2 unidades	0,40
Placa de fenolite ilhada 12X18 cm	19,23	1 unidade	19,23
Total	-	-	169,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Tabela 3 - Custos dos materiais usados para desenvolvimento da pulseira eletrônica.

Itens adquiridos	Preço do produto (R\$)	Quantidade	Valor gasto (R\$)
<i>ESP-WROOM-32</i>	33,94	1 unidade	33,94
<i>Vibracall</i>	27,59	1 unidade	27,59
Bateria recarregável 3,7 V	20,00	1 unidade	20,00
Placa carregadora de bateria	23,06	1 unidade	23,06
Regulador de tensão	23,41	1 unidade	23,41
Placa de fenoliteilhada 12X18 cm	19,23	1 unidade	19,23
Total	-	-	147,22

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os protótipos foram desenvolvidos para serem leves e compactos, considerando os materiais disponíveis. Ao desmontar a bengala e o boné, os três protótipos podem ocupar um recipiente de 29X19 centímetros. Tal recipiente comporta a estrutura do corpo da bengala e estrutura receptora do circuito, bem como a pulseira completa e a estrutura receptora do circuito do boné, como é apresentado na Figura 9 a seguir. Visando expor os resultados, os protótipos desenvolvidos foram apresentados nas mostras tecnológicas do CONNEPI 2022, da SECITEX 2023 e do CONNEPI 2024.

Figura 9 – Protótipo desmontado e guardado no interior de um recipiente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protótipos seguem em desenvolvimento, objetivando a posterior execução de experimentos práticos para verificar a viabilidade dos produtos em desenvolvimento, de modo a realizar a prévia submissão do projeto ao conselho de ética, de modo que os resultados obtidos com os experimentos possam ser formalmente publicados e considerados para caráter de validação dos dispositivos. Dado o potencial dos produtos tecnológicos desenvolvidos, almeja-se, junto ao IFRN, patentear os dispositivos e realizar o registro de software do aplicativo desenvolvido.

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 set. 2024.

BORGES, Vinicius. RFID: O que é e como funciona essa tecnologia. Disponível em: <https://www.grupocpcon.com/rfid-o-que-e-e-como-funciona/#Como-funcionam-as-tags-RFID>. Acesso em: 15 de set. 2024.

BRASIL, 2015. Decreto N° 10.645, de 11 de março de 2021. Regulamenta o art. 75 da Lei n° 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. Acesso em: 20 set. 2024.

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.

MAGRANI, Eduardo. A internet das coisas. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. 192 p.

MAIA, Dennys Leite; CARVALHO, Rodolfo Araújo de; APPELT, Veridiana Kelin. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 17, n. 49, p.68-88, out/dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>. Acesso em 06 set. 2024.

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