

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO QUE
AUXILIA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL A
PARTIR DA REALIZAÇÃO DE UMA AVALIAÇÃO
QUALITATIVA**

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO QUE AYUDA A
PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE UNA
EVALUACIÓN CUALITATIVA**

**DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE THAT ASSISTS
INDIVIDUALS WITH VISUAL IMPAIRMENTS
THROUGH THE CONDUCT OF A QUALITATIVE
ASSESSMENT**

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3433.v4i1.269>

¹ CAIO HENRIQUE JARDELINO LIMA

Estudante do Técnico em Informática, Escola Agrícola de Jundiaí/Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ/UFRN),
caioh.jlima@gmail.com

² LEONARDO RODRIGUES DE LIMA TEIXEIRA

Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação, Escola Agrícola de Jundiaí/Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EAJ/UFRN),
leonardo.teixeira@ufrn.br



RESUMO

Este trabalho teve como objetivo compreender a fundo as complexas dinâmicas das necessidades e desafios enfrentados pelas pessoas com deficiência visual, levantando dados sobre seus problemas de mobilidade, como também a elaboração de um dispositivo capaz de detectar obstáculos na altura dos olhos e informar ao usuário por meio de som. A metodologia utilizada como abordagem deste trabalho foi iniciada com uma leitura de textos acadêmicos. Após isso, uma análise que permitiu a identificação preliminar de potenciais desafios e problemas enfrentados por pessoas com deficiência visual. Em paralelo, a análise dos textos também visou compreender quais tecnologias e abordagens estavam sendo utilizadas para auxiliar as pessoas com deficiência visual, o que gerou novas ideias de possíveis tecnologias que pudessem ser desenvolvidas por meio desta pesquisa. Logo após, a fim de enriquecer ainda mais o embasamento teórico, foram estabelecidos diálogos com profissionais da área de pessoas com deficiência visual, para entender, se da perspectiva desses profissionais, o trabalho seguia por uma linha promissora e que tivesse um efetivo potencial de ajuda a pessoas com deficiência visual. Posteriormente, um formulário eletrônico foi idealizado e elaborado, seguindo as hipóteses defendidas pelos profissionais e, aplicando-o às pessoas com deficiência visual. Em seguida, os dados obtidos por esse formulário foram organizados e analisados para que fossem levantadas propostas de tecnologias possíveis de desenvolvimento. Sendo a escolha deste trabalho a elaboração de um dispositivo capaz de detectar obstáculos na altura dos olhos e informar ao usuário por meio de som. Em seguida, testes foram realizados para compreender a sua eficácia e detectar possíveis melhorias. Depois, foi realizada a formatação e descrição dos dados obtidos, discutindo as informações acerca desses dados. Por fim, os resultados obtidos foram satisfatórios e promissores, cumprindo com o objetivo inicial de estabelecer as necessidades de mobilidade das pessoas com deficiência visual e elaborar um dispositivo capaz de detectar obstáculos na altura dos olhos e informar ao usuário por meio de som. O qual se constituiu de um chapéu acoplado com sensor de distância, ESP32, bateria e buzzer.

Palavras-Chave: boné detector de obstáculos; tecnologia assistiva; deficiência visual.

ABSTRACT

This work aimed to deeply understand the complex dynamics of the needs and challenges faced by individuals with visual impairments, gathering data on their mobility issues. Additionally, it involved the development of a device capable of detecting obstacles at eye level and providing feedback through sound. The methodology employed for this study began with an extensive review of academic literature. This process led to the initial identification of potential challenges and issues experienced by individuals with visual impairments. Simultaneously, the analysis of the literature sought to comprehend the technologies and approaches being utilized to assist individuals with visual impairments, ultimately generating new ideas for potential technologies to be developed through this research. Subsequently, in order to further enrich the theoretical foundation, dialogues were established with professionals in the field of visual impairment. The aim was to ascertain, from their perspective, whether the work was proceeding in a promising direction and held substantial potential to assist individuals with visual impairments effectively. Following this, an electronic questionnaire was conceived and developed, aligning with the hypotheses advocated by these professionals, and administered to individuals with visual impairments. Subsequent to data collection through this questionnaire, the information gathered was meticulously organized and analyzed to formulate proposals for potential technological advancements. The choice for this study was the creation of a device capable of detecting obstacles at eye level and providing feedback through sound. Following this, tests were conducted to evaluate its effectiveness and identify possible areas for improvement. Subsequently, the data obtained was formatted and described, leading to a comprehensive discussion of the insights gleaned from this information. Ultimately, the results obtained were both satisfactory and promising, successfully fulfilling the initial objective of elucidating the mobility needs of individuals with visual impairments and developing a device capable of detecting obstacles at eye level, providing feedback through sound. It consisted of a hat fitted with a distance sensor, ESP32, battery, and buzzer.

Keywords: obstacle-detecting cap, assistive technology, visual impairment.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo comprender a fondo las complejas dinámicas de las necesidades y desafíos enfrentados por las personas con discapacidad visual, recopilando datos sobre sus problemas de movilidad, así como el desarrollo de un dispositivo capaz de detectar obstáculos a la altura de los ojos e informar al usuario a través de sonido. La metodología utilizada como enfoque de este trabajo comenzó con una revisión exhaustiva de textos académicos. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis que permitió la identificación preliminar de posibles desafíos y problemas enfrentados por las personas con discapacidad visual. Al mismo tiempo, el análisis de los textos también tuvo como objetivo comprender qué tecnologías y enfoques se estaban utilizando para ayudar a las personas con discapacidad visual, lo que generó nuevas ideas sobre posibles tecnologías que podrían desarrollarse a través de esta investigación. Luego, con el fin de enriquecer aún más la base teórica, se establecieron diálogos con profesionales en el campo de la discapacidad visual, con el propósito de entender si, desde la perspectiva de estos profesionales, el trabajo seguía una línea prometedora y tenía un potencial efectivo para ayudar a las personas con discapacidad visual. Posteriormente, se ideó y elaboró un cuestionario electrónico, siguiendo las hipótesis defendidas por los profesionales, y se administró a personas con discapacidad visual. A continuación, los datos recopilados a través de este cuestionario fueron organizados y analizados para proponer posibles avances tecnológicos. La elección de este trabajo fue el desarrollo de un dispositivo capaz de detectar obstáculos a la altura de los ojos e informar al usuario a través de sonido. Luego, se llevaron a cabo pruebas para evaluar su eficacia y identificar posibles áreas de mejora. Posteriormente, los datos obtenidos se formatearon y describieron meticulosamente, lo que llevó a una discusión completa de las ideas extraídas de esta información. Finalmente, los resultados obtenidos fueron satisfactorios y prometedores, cumpliendo con el objetivo inicial de establecer las necesidades de movilidad de las personas con discapacidad visual y desarrollar un dispositivo capaz de detectar obstáculos a la altura de los ojos e informar al usuario a través de sonido. El cual consta de un sombrero equipado con un sensor de distancia, ESP32, batería y zumbador.

Palabras-clave: gorra detectora de obstáculos; Tecnología asistencial; Discapacidad visual.

INTRODUÇÃO

“Em um mundo construído sobre a capacidade de ver, a visão, o mais dominante dos nossos sentidos, é vital em cada etapa de nossas vidas.” (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Entretanto, de acordo com Santos & Castro (2017), no dia a dia de Pessoas com Deficiência Visual (PcD visual) vários obstáculos dificultam a sua mobilidade pelas ruas. “Em nossa rotina laboral, ao escutarmos as pessoas que adquiriram a deficiência na vida adulta, muitas descrevem essa perda como incapacitante para a vida, como se tivessem “perdido tudo”, como se “tudo estivesse acabado”, principalmente em razão da dependência em locomoção” (Santos & Castro, 2017). Com isso, a PcD visual não só é afetada pela falta de locomoção, que por si só já é maléfica, mas também por um sentimento de impotência.

Visando diminuir esses impactos gerados pelos empecilhos de mobilidade, foram desenvolvidas tecnologias assistivas (TA), “[...] termo ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão (Bersch & Tonolli, 2006 *apud* Bersch, 2017). “Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis” (Radabaugh, 1993 *apud* Bersch, 2017). Portanto, o desenvolvimento de TA se faz importante para inclusão de PcD visual na sociedade.

Com isso, alguns trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de ser uma TA para PcD visual, como o de Andrade *et al.* (2016), que consistiu na construção de uma bengala que detecta obstáculos à frente e em seguida gera uma vibração perto da mão do usuário. Outro dispositivo desenvolvido foi o de Inácio & Raphael (2021), sendo uma bengala acoplada com um sensor que ao reconhecer obstáculos a uma certa distância emite um som, alertando ao usuário que há algo à frente. Ambas, então, orientam o usuário sobre a existência de obstáculos. Já o projeto desenvolvido por Silva *et al.* (2018) visou auxiliar na identificação de locais úmidos, como poças d’água. Além disso, neste trabalho foi desenvolvida uma tecnologia que ao aproximar-se da bengala com o controle dela e apertar um botão, um som também é emitido, facilitando o encontro da mesma. Tal projeto mostrou-se eficaz, e difere dos outros dois citados por não ter como foco a detecção de objetos, mas também por se utilizar de tecnologias eletrônicas diferentes.

Levando em consideração tudo que foi explanado, este trabalho buscou realizar uma pesquisa de campo entrevistando PcD visual para compreender as suas necessidades, e, após uma análise qualitativa, foi desenvolvido um protótipo que auxiliasse na mobilidade de PcD visual, detectando obstáculos ao nível dos olhos e emitindo um som.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

DEFICIÊNCIA VISUAL

Deficiência é “toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano” (BRASIL, 1999).

Já a deficiência visual é definida como:

“cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores” (BRASIL, 1999).

A deficiência visual se torna um problema quando a sociedade e o ambiente em que a PcD visual está inserida tornam suas atividades difíceis, não se adaptando às necessidades dessas pessoas. Dificuldades essas ressaltadas no trabalho de (Santos & Castro, 2017):

“Inúmeros são os obstáculos que essa população enfrenta no dia a dia, como bueiros sem tampa, buracos abertos na calçada, materiais e entulho ou caçambas em calçadas, o que dificulta o ir e vir da pessoa com deficiência visual, mesmo com a implantação da acessibilidade pública. Existem vários casos de atropelamento, alguns com vítima fatal, de pessoas com deficiência visual total ou com baixa visão, por, às vezes, elas confiarem em seu resíduo visual e se “aventurarem” na travessia de ruas sem o auxílio de guia vidente. A palavra “vidente” é empregada, na comunidade cega, para identificar as pessoas que enxergam.” (SANTOS & CASTRO, 2017).

ESP32

Plataforma de prototipação com um microcontrolador capaz de gerenciar dados de entrada, como sensores, e saída, como atuadores. Cabral & Januário (2022) afirmaram que “trata-se de uma placa de desenvolvimento de baixo custo com base no módulo WiFi ESP-WROOM-32, possui dois microprocessadores, módulos de comunicação Wi-Fi e Bluetooth e 40 pinos sendo 36 de entradas e saídas gerais”. E, de acordo com Usinainfo (2023), é possível utilizá-lo em conjunto com o aplicativo Arduino IDE.

O ESP32 vem sendo utilizado em diversos projetos, como no de Cabral & Januário (2022), que consistiu no desenvolvimento de um protótipo de computação vestível que possibilitou o monitoramento da locomoção e detecção de queda de pessoas idosas através de *dashboard*. Outro foi o de Nicácio *et al.* (2022), no qual foi desenvolvido um protótipo de equipamento de baixo custo que visou contribuir para a acessibilidade de deficientes visuais, sendo o equipamento construído para ser manuseado como uma bengala eletrônica.

SENSOR ULTRASSÔNICO

De acordo com Queiroz *et al.* (2022), o módulo sensor ultrassônico HC-SR04 funciona a partir da emissão de sinais ultrassônicos, que viajam pelo meio, colidem em algo e retornam ao sensor, que capta todos os dados e com isso é possível fazer posteriormente o cálculo da distância entre o sensor e o objeto encontrado. Queiroz *et al.* (2022) afirmam ainda que “o HC-SR04 permite que sejam feitas leituras de distâncias entre 2cm e 4m com uma precisão de 3mm”.

BUZZER

“O efeito piezoelétrico é um fenômeno observado em alguns materiais, como cristais e cerâmicas, que permite a conversão de uma força mecânica em um campo elétrico, sendo este também um processo reversível” (Liu & Ren, 2009 *apud* Nascimento *et al.* 2021). Ou seja, ao aplicar tensão elétrica a esse tipo de material, um som é produzido, decorrente de uma vibração. Propriedade contida no componente eletrônico buzzer, que emite um som ao ser submetido a uma tensão elétrica

METODOLOGIA

A pesquisa realizada foi do tipo exploratória quanto aos objetivos, e bibliográfica e de campo quanto aos procedimentos. Em um primeiro momento, a partir de literaturas existentes, foram realizadas pesquisas de trabalhos que desenvolveram dispositivos que, de alguma forma, auxiliaram PcD visual. Essas pesquisas foram realizadas através de portais de pesquisas como o “Google Acadêmico” e o “IEEE Xplore”, extraindo menções à problemas que PcD visual enfrentam, com o intuito de entender quais as dificuldades de mobilidade vividas por tais pessoas, como também que tecnologias foram empregadas nesses aparelhos e como eles auxiliaram as PcD visual.

Com isso, hipóteses foram levantadas acerca de possíveis problemas frequentemente enfrentados e que modificações poderiam ser realizadas para tornar essas tecnologias mais eficientes, a partir de seus resultados apresentados. Além de quais outras tecnologias poderiam ser desenvolvidas para ajudar essas pessoas.

Em seguida, foram feitas visitas ao Instituto de Educação e Reabilitação de Cegos do Rio Grande do Norte (IERC-RN) na busca de dialogar com profissionais educadores da área, para, a partir de suas percepções, entender se a pesquisa seguia por um caminho promissor e se as hipóteses anteriormente levantadas faziam sentido para aquele contexto.

Consequentemente, um formulário eletrônico foi elaborado, usando o aplicativo

“Google forms”. Contendo as perguntas no Quadro 01 abaixo. Elaborado baseando-se na conversa prévia com a professora de mobilidade e a diretora do IERC-RN, com base também nas pesquisas já realizadas. Sendo aplicado a 12 alunos do IERC-RN, PcD visual, de forma individual e isolada, para que as falas de um indivíduo não afetassem na de outro, obtendo a experiência individual de cada pessoa. As entrevistas seguiram o modelo de entrevista guiada, em que o pesquisador realizou a pergunta e o entrevistado respondeu. O registro das respostas foi feito pelo pesquisador a partir da fala do indivíduo entrevistado. Sendo assim para que houvesse rapidez em cada entrevista.

Quadro 01: Perguntas contidas no formulário aplicado.

Pergunta	Tipo de resposta
Quais são suas dificuldades de mobilidade?	Parágrafo
Quais pontos POSITIVOS você destaca da bengala tradicional?	Parágrafo
Quais pontos NEGATIVOS você destaca da bengala tradicional?	Parágrafo
Quais ferramentas você usa para auxiliar na sua locomoção atualmente? Fora a bengala tradicional.	Parágrafo
Quais pontos POSITIVOS você destaca das ferramentas citadas acima?	Parágrafo
Quais pontos NEGATIVOS você destaca das ferramentas citadas acima?	Parágrafo
Que outros tipos de informação você gostaria de saber do ambiente?	Parágrafo
Você tem alguma ideia de outra ferramenta que possa lhe ajudar na mobilidade? Caso sim, fale um pouco.	Parágrafo
Dentre estes sinais, qual ou quais você acha que seriam bons para receber sobre a leitura do aparelho?	Caixa de seleção: som, vibração, outro.
Você teria disponibilidade de aprender novas técnicas de mobilidade?	Múltipla escolha: sim, não, talvez

Fonte: Própria (2023).

A partir disso, as respostas foram organizadas em uma planilha eletrônica do Google Planilhas, para que fosse possível uma comparação direta dos resultados, sendo possível determinar quais respostas se pareciam definindo as mais frequentes para cada pergunta, gerando possíveis eixos para a sequência do trabalho.

Este seguiu com a linha de desenvolver um protótipo que fosse capaz de detectar objetos na altura dos olhos. Utilizando-se para isso o software Arduino IDE, um ESP-32, um sensor ultrassônico, um buzzer, uma bateria com seu respectivo módulo carregador, acoplados em um chapéu modelo boné. Materiais escolhidos por serem de fácil acesso ao pesquisador.

Após a construção do protótipo, testes simples foram realizados. No qual uma pessoa fechava seus olhos e andava em campo aberto, buscando utilizar apenas dos sinais enviados pelo protótipo.

A Figura 01 apresenta a sequência metodológica utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

Figura 01: Fluxograma de metodologia.



Fonte: Própria (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados mostraram que 25% (3) das PcD visual entrevistadas eram baixa visão, variando a idade de 24 (vinte e quatro) a 57 (cinquenta e sete) anos. No qual todos eram do estado do Rio Grande do Norte, sendo 66,6% (8) da cidade do Natal.

Em relação às perguntas do Quadro 01, grande parte ao responder a pergunta “Quais são

suas dificuldades de mobilidade?” responderam algo relacionado a caminhar nas ruas, principalmente em trajetos inéditos e, destacando a despadronização nos níveis das calçadas, buracos não sinalizados e construções e obstáculos inesperados. O que evidencia o fato de que as cidades não estão estruturalmente preparadas para as PcD visual. Outro fator bastante citado como resposta para essa pergunta foi a inacessibilidade no transporte coletivo, e que atualmente não é possível a PcD visual identificar qual a empresa do ônibus e qual trajetória ele faz, até mesmo sendo difícil a diferenciação entre ônibus e caminhões, por possuírem motores que produzem um som parecido, tornando o deslocamento pela cidade/estado bastante dificultoso, havendo casos em que a PcD visual não sai de casa, senão acompanhada de uma pessoa sem deficiência visual.

Em seguida, a pergunta feita foi “Quais pontos POSITIVOS você destaca da bengala tradicional?”, sendo orientados de que a bengala tradicional é a comumente utilizada, que dobra e geralmente é feita de alumínio. Nisso, grande parcela respondeu sobre seu bom rastreo para obstáculos à frente, auxiliando efetivamente nesse requisito. Outro fato citado foi o de identificação de PcD visual pelas pessoas ao redor, que foi destacado como positivo por permitir que essas pessoas pudessem ajudar as PcD visual. Também foi relatada a sensação de independência ao se locomover facilmente.

Porém, ao serem perguntados “Quais pontos NEGATIVOS você destaca da bengala tradicional?”, foi mencionado, por 50% dos entrevistados, que sua identificação de obstáculos não era o suficiente para se locomover livremente e de maneira segura nas ruas e até mesmo em espaços fechados. Ressaltando também que a identificação da PcD visual por pessoas ao redor pode ser algo prejudicial se por alguém que aja de má intenção com elas. Algo também citado, que é o problema chave deste trabalho, foi a não identificação de obstáculos na altura dos olhos, acarretando em acidentes, como esbarrar em galhos de árvores. Outro ponto relatado foi a não identificação de poças d’água, como também a não identificação de buracos e sua respectiva profundidade. Sendo uma dificuldade também a maneira na qual a bengala detecta obstáculos, não havendo uma sincronia com detecção do lado esquerdo com o lado direito, já que o movimento de rastreo é feito guiando a bengala de um lado para o outro, com isso, tornando o caminhar um processo mais devagar e que mesmo feito com cuidado, alterações rápidas em um dos lados da PcD visual não serão percebidas.

Posteriormente, foram perguntados “Quais ferramentas você usa para auxiliar na sua locomoção atualmente? Fora a bengala tradicional.”, nisso 50% (6) respondeu que só utilizava a bengala tradicional para sua locomoção. Já o restante, citou o uso do braço, uso de uma pessoa sem deficiência visual acompanhante, os outros sentidos e até mesmo aplicativos de transporte

particular, como o Uber.

Em seguida, perguntou-se “Quais pontos POSITIVOS você destaca das ferramentas citadas acima?”, fazendo referência às ferramentas anteriormente citadas. Para essa pergunta, as pessoas que responderam ter auxílio de uma pessoa sem deficiência visual como acompanhante destacaram que, quando bem instruída, a pessoa sem deficiência visual ajuda bastante, tanto interpretando o que a PcD visual precisa, quanto no guiamento e desvio de obstáculos inimagináveis. E relativo ao uso do braço, por se tratar do próprio membro, poderia sentir outras sensações e texturas que não só a existência de obstáculos.

Porém, na pergunta seguinte, “Quais pontos NEGATIVOS você destaca das ferramentas citadas acima?”, destacaram que ter um acompanhante não instruído pode ser um fator negativo, por não compreender exatamente o pedido da PcD visual e até mesmo não sabendo reportar os obstáculos às PcD visual, tendo como fator também a indisponibilidade em alguns momentos. Já no uso do braço, algo negativo relatado foi o alto risco de acidentes e ferimentos ao membro.

Posteriormente, em “Que outros tipos de informação você gostaria de saber do ambiente?”, 50% (6) dos entrevistados responderam algo. Dentre as respostas, informações de localidade, umidade do ambiente e qual empresa e trajetória do ônibus que passasse foram citadas.

Já ao serem perguntadas “Você tem alguma ideia de outra ferramenta que possa lhe ajudar na mobilidade? Caso sim, fale um pouco.”, ideias diversas surgiram, presentes no Quadro 02 abaixo.

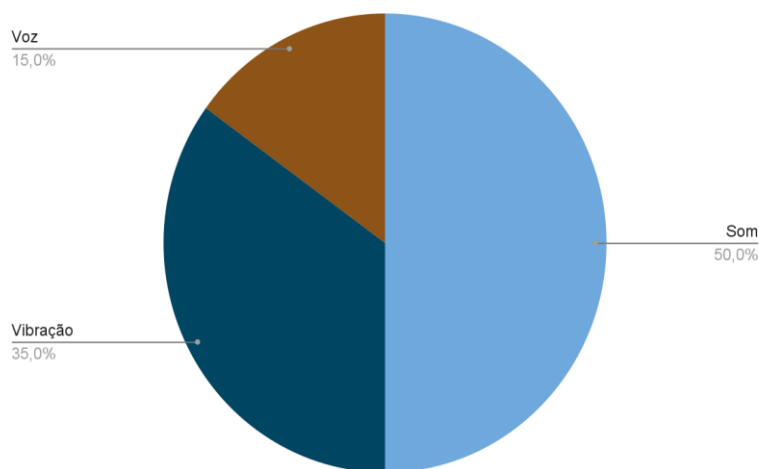
Quadro 02: Ideias de dispositivos pelas PcD visual.

Ideia
Aplicativo que guia para determinado local estabelecido. Falando por onde andar
Carro autônomo
Boné com sensor integrado à bengala tradicional
Óculos que informam a linha do ônibus que está passando
Dispositivo que ajude a andar de ônibus. Onde subir e onde descer.
Dispositivo que ajuda na travessia de ruas

Fonte: Própria (2023).

Em seguida, as PcD visual foram elucidadas com a ideia inicial do projeto e da entrevista: elaboração de um dispositivo que ajudasse, de alguma forma, na locomoção dessas pessoas. Com isso, foram perguntadas como gostariam que fosse feita a comunicação do dispositivo com a PcD visual, com as opções “Som” ou “Vibração” ou “Outro”, podendo escolher mais de uma, e a opção “Outra” sendo solicitado um exemplo. Como respostas, o gráfico abaixo exibe-as:

Figura 02: Gráfico das opções de comunicação do dispositivo.



Fonte: Própria (2023).

Posteriormente, foram perguntadas “Você teria disponibilidade de aprender novas técnicas de mobilidade?”. Como respostas, às 12 (doze) pessoas, totalizando 100%, responderam que sim.

A partir do que foi dito, é possível notar que a estrutura das ruas das cidades do RN não acolhe a PcD visual, dificultando sua locomoção e, por conseguinte, impedindo sua independência. O que, de acordo com os relatos das PcD visual entrevistadas, é ruim, pois elas têm o desejo de realizar algo, se locomover para algum lugar, mas, de acordo com a perspectiva delas, por falta de segurança e estrutura do Estado, não é possível realizar tais atividades ao ar livre desacompanhadas. Junto a isso, enfrentam a problemática do transporte coletivo, que não possui sinalização de qual linha — rota do ônibus — está passando. Ou em que parada sair do ônibus. Sendo um problema bastante evidente citado durante as entrevistas.

É possível, também, perceber que a bengala tradicional possui vantagens e desvantagens, de acordo com o ambiente e propósito de uso. Dependendo também da situação na qual ela está sendo usada. Para uma mobilidade simples em locais de geografia harmônica e amplo espaço, com obstáculos localizados abaixo da cintura e que não se movem, sua performance é aceita. Mas para uma mobilidade mais complexa, em locais de geografia irregular, com desníveis e buracos, além de obstáculos na altura dos olhos e que possam se mexer, a performance e utilidade da bengala tradicional decai, tornando-se pouco útil.

Para além, as PcD visual buscam outras formas de ferramentas que tentem, de alguma forma, amenizar suas dificuldades do dia a dia. Utilizando-se ferramentas que inicialmente não foram elaboradas com esse pensamento de TA, como o Uber, que ajuda as PcD visual a se locomoverem sem a necessidade de utilizar o transporte coletivo, mas servindo apenas para

pessoas que tenham condições financeiras favoráveis. Outra forma de amenizar as dificuldades do dia a dia, é a aceitação de ajuda de pessoas sem deficiência visual, que se torna positiva quando a mesma está disposta a ajudar, aprendendo a lidar com o modo de vida das PcD visual. Que de acordo com as respostas dos entrevistados, a ajuda vem da disponibilidade de horário e disposição para caminhadas, vem da existência de uma comunicação boa para com a PcD visual, avisando da forma correta de algum obstáculo ou situação que possa surgir. Acrescentando a necessidade, em espaços pequenos, de utilizar o braço, que atende a necessidade de detectar obstáculos acima da cintura, mas o risco de utilizá-lo é grande, tanto pelo curto espaço de alcance, o que gera uma precisão de uma reação mais rápida, quanto pela sensibilidade do braço, que mesmo sendo positiva em alguns momentos, ainda apresenta um risco para a segurança da PcD visual, pela vulnerabilidade.

Ademais, as PcD visual sentem a necessidade de ter ciência de outras informações do ambiente, como dados de clima atual e da natureza ao seu redor, se choveu, havendo ou não poças d'água em seu trajeto. Em que locais está mais ensolarado ou em que local está mais sombreado, para que possam tomar o caminho mais confortável. Como também que tipos de transportes estão circulando ao seu redor, se é o transporte desejado ou não. Necessidades essas advindas do desejo de independência de locomoção dessas pessoas, para que possam viver suas vidas de forma a não se sentirem desconfortáveis dependendo exclusivamente de outras pessoas.

Junto a isso, ideias de ferramentas que as ajudariam foram propostas. Como a de um aplicativo que a pessoa com deficiência seja capaz de colocar para que local deseja ir e de forma autônoma a ferramenta saiba guiar a PcD visual, que também utilize uma câmera para que possa informar se há algum obstáculo no trajeto. Esse dispositivo deve ser capaz de falar com a PcD visual e utilizar sistemas de localização. Outra tecnologia proposta foi a criação de um carro que pudesse, de forma autônoma, transportar a PcD visual, sendo capaz de obedecer todas as normas de trânsito, e seguindo o trajeto de forma segura.

Mais que isso, surgiu a ideia de um boné integrado à bengala tradicional. Esse boné seria capaz de detectar os obstáculos ao nível dos olhos, enquanto mandaria sinais para a bengala tradicional, que informaria dos obstáculos para o usuário. Algo parecido com a proposta deste trabalho. Outra ideia de tecnologia proposta é a criação de um óculos que seja capaz de identificar qual linha de ônibus está passando naquele momento, e que informe à PcD visual, para que ela seja capaz de solicitar acesso ao transporte. Essa necessidade de transporte foi algo bastante relatado por todas as PcD visual durante as entrevistas. O que é importante ressaltar para que mais tecnologias sejam desenvolvidas nesse âmbito. Adjunto a isso, outra tecnologia

sugerida foi uma que fosse capaz de auxiliar a PcD visual a utilizar o transporte coletivo, informando em que local pegar o ônibus, como está sua situação interna e também que fosse capaz de informar qual parada a pessoa deveria descer. O que em conjunto com a proposta anterior, poderiam ser capazes de efetivamente auxiliar a PcD visual no transporte coletivo.

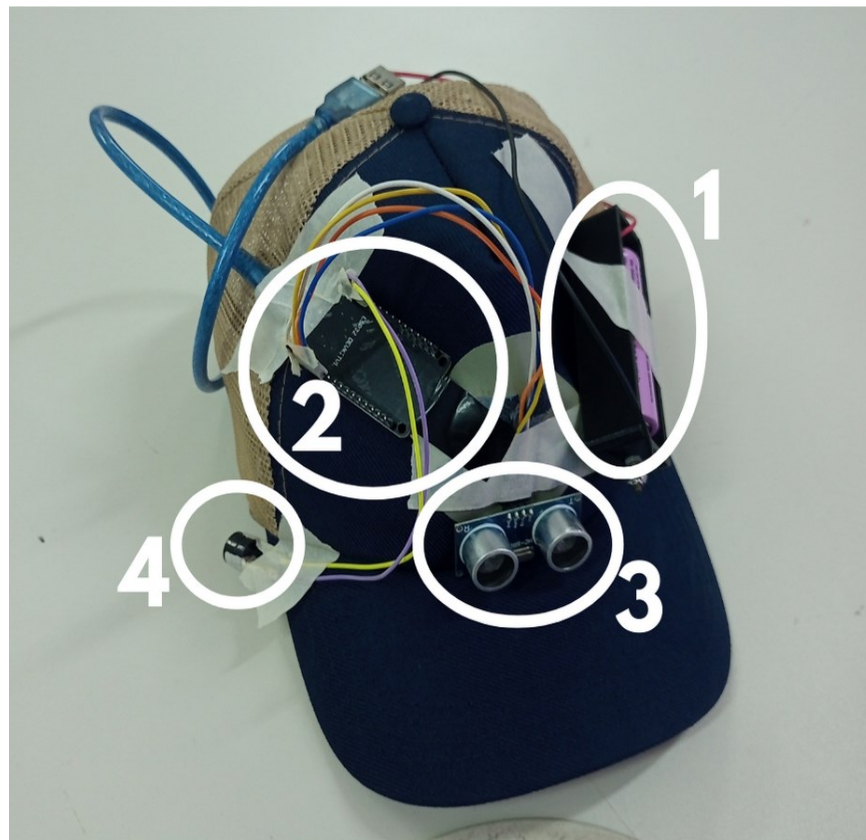
Outro pedido de tecnologia foi um dispositivo ou software aplicativo capaz de informar à PcD visual o momento correto de atravessar a rua. Se está em uma faixa de pedestre, se os carros estão realmente parados e se está no caminho correto. É possível perceber que grande parte das sugestões se relacionam ao problema de mobilidade urbana e busca por autonomia por parte das PcD visual. Ressaltando a necessidade de TA para essa parcela da população.

Para a opção de recepção de sinais para a comunicação entre PcD visual e dispositivo, dos 12 (doze) entrevistados, 10 (dez) incluíram som à sua resposta, 7 (sete) incluíram vibração e 3 (três) incluíram voz. O que permite a análise de que sinais mais simples como um som ou uma vibração são preferíveis à uma forma mais complexa, como uma voz. Exaltando a preferência pela simplicidade, podendo ser justificável pela rapidez da tomada de decisão na hora da locomoção.

Ao ver os dados para a aceitação em novas técnicas de mobilidade, 100% (12) dos entrevistados responderam que estariam dispostos a aprender novas técnicas. O que implica em oportunidades vantajosas para essas pessoas. Primeiramente abrindo o leque de possibilidades de acesso a tecnologias que precisam que as PcD visual aprendam novas técnicas e adquiram novas habilidades. Como também sinaliza um estímulo para um avanço tecnológico voltado para a mobilidade dessas pessoas, incentivando o desenvolvimento de TA mais eficazes e adaptadas. Possibilitando o desenvolvimento de tecnologias que possam demandar um período de aprendizado e adaptação para serem completamente assimiladas.

A partir disso, a construção do protótipo constituiu-se no acople dos componentes eletrônicos na estrutura do boné. Como mostra a Figura 03.

Figura 03: Protótipo.

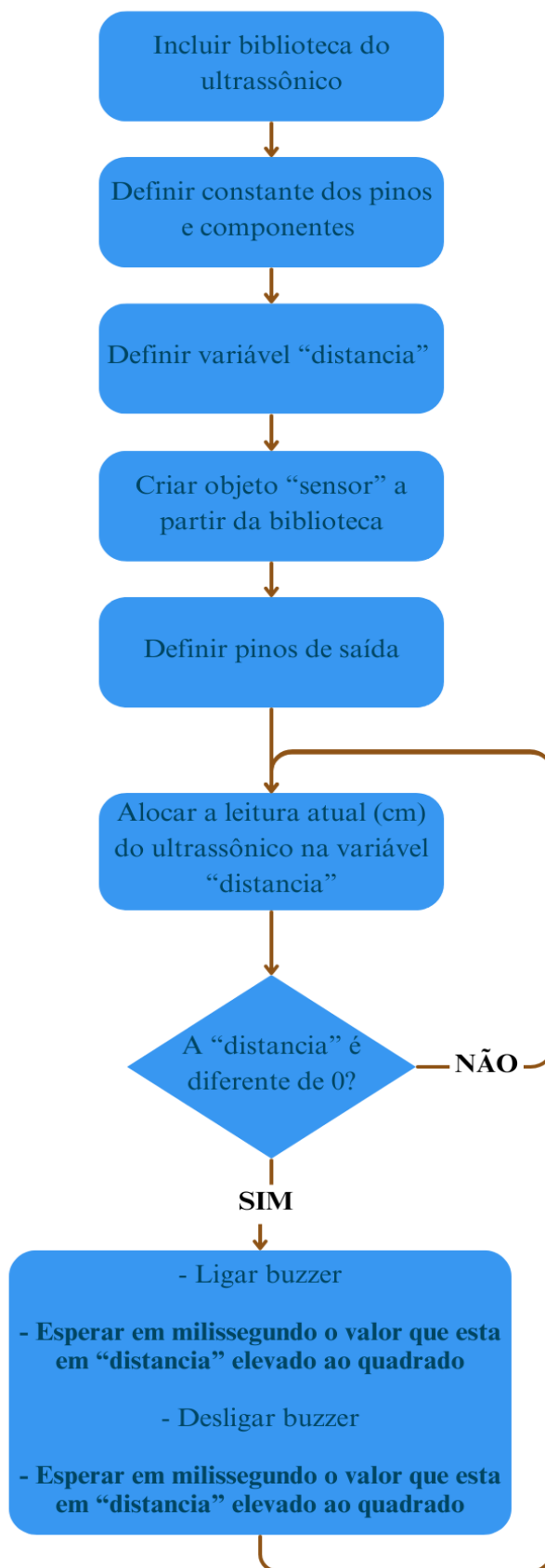


Fonte: Própria (2023).

Na Figura 03, o item de número 1 corresponde à bateria com seu respectivo módulo carregador, o item de número 2 corresponde ao ESP-32, o item de número 3 corresponde ao sensor ultrassônico e o item número 4 corresponde ao buzzer. A distribuição dos materiais foi elaborada dessa forma como mostra a Figura 03 para que o protótipo ficasse confortável e estável na cabeça do usuário. Para que o mesmo se preocupasse apenas com a locomoção. A distribuição também foi pensada dessa forma para trazer o máximo de eficiência de cada componente, no caso do sensor ultrassônico e do buzzer. Que foram colocados respectivamente nesses pontos para poder detectar os obstáculos de forma correta, seguindo seu ângulo de atuação e comprimento de alcance, e para que o som emitido chegasse ao ouvido do paciente de forma que o barulho externo não interferisse na usabilidade. Distribuição essa que se mostrou eficaz nos primeiros testes, com obstáculos e barulhos externos, sendo capaz de ouvir o som emitido ao aproximar-se de uma parede.

Da programação, sua lógica seguiu o esquema contido na Figura 04.

Figura 04: Lógica da programação.



Fonte: Própria (2023).

A espera entre o ligar do buzzer e o seu desligar é para que haja um som constantemente interrompido, e que de acordo com a lógica do esquema na Figura 04, quanto menor a distância do objeto mais rápido será esse intervalo entre ligar e desligar o buzzer, gerando um alerta mais curto quanto mais próximo do obstáculo. Criando uma proporção entre a rapidez do som e a distância do obstáculo. Por isso, a verificação se o valor é diferente de 0 (zero), para que o dispositivo não produza um ruído constante. Essa verificação também se dá pelo funcionamento da biblioteca — conjunto de códigos — do sensor ultrassônico, que ao ler um valor além da capacidade do componente, define que a leitura é 0 (zero).

O protótipo em si não foi testado com PcD visual, mas testes foram realizados com pessoas videntes. No qual colocaram o protótipo na cabeça, fecharam seus olhos, impossibilitando de enxergar, e se locomoveram em espaços abertos, com existência de árvores e paredes, utilizando apenas dos sinais sonoros que o protótipo emitia para a locomoção. Nesses testes o protótipo mostrou-se eficaz na identificação de objetos na altura dos olhos, permitindo que os usuários pudessem desviar dos obstáculos encontrados.

CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado, é possível concluir que tecnologias capazes de detectar obstáculos na altura dos olhos, informar a linha do ônibus que está passando, onde subir e descer do ônibus, ajudar na travessia de ruas e em geral melhorar as condições de mobilidade são requisitadas pelas PcD visual. E no que se refere ao protótipo, sua construção e elaboração se mostram eficazes e cumpriram o requisito inicial de detectar obstáculos na altura dos olhos e informar por meio de som.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a modularização deste protótipo, permitindo que ele seja acoplado e desacoplado do boné a qualquer momento, utilizando componentes mais acessíveis à indústria, permitindo sua produção comercial. Também como objetivo a realização de testes com PcD visual, para que atenda as necessidades exatas dessa população.

Para que, por fim, a falta da visão não seja um fator limitante na locomoção das PcD visual e que relatos de “como se tudo tivesse acabado” possam ser cada vez menos encontrados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. A.; GOMES J. F.; SILVA, N. S. S.; ESTEVÃO, N. A. BENGALA ELETRÔNICA MICROCONTROLADA. **META**, v.1, n.1, p. (130 - 135), 2016. Disponível em: <https://www.seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revistadameta/article/viewFile/913/780>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre, 2017. 20 p. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

BRASIL. **Decreto Nº 3.298**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

CABRAL, I A. & JANUÁRIO, F. A. P. **PROTÓTIPO DE COMPUTAÇÃO VESTÍVEL PARA MONITORAMENTO DE LOCOMOÇÃO DE IDOSO UTILIZANDO NODE-RED COM ESP32 E RASPBERRY PI**. abril de 2022. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6140/2/TCC_IsabellaCabral.pdf. Acesso: 13 de outubro de 2023.

INÁCIO, C. D. S. & RAPHAEL, G. P. Bengala Eletrônica para Deficientes Visuais. **Revista Alomorfia**, v. 5, n. 1, p. 220-234, 10 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.alomorfia.com.br/index.php/alomorfia/article/view/113>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

NASCIMENTO, J. L. B.; SANTOS, D. C.; BARBOSA, A. M. PROTÓTIPO FUNCIONAL DE UMA BENGALA ELETRÔNICA PARA A LOCOMOÇÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL. **Journal of Innovation and Science: research and application**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 9 p., 2021. DOI: 10.56509/joins.2021.v1.96. Disponível em: <https://joins.emnuvens.com.br/joins/article/view/96>. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

QUEIROZ, T. K. S. S.; SOUSA NETO, M. P.; QUEIROZ, S. K. S. S. Sinalizador sonoro de distância para deficientes visuais com sensor ultrassônico HC-SR04. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 4, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/r4em/article/view/10804>. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

SANTOS, A. J. O. & CASTRO S. A.. **Autoestima a partir do caminhar**: orientação e mobilidade da pessoa com deficiência visual. Benjamin Constant, 2017. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/389>. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

SILVA, J. J.; QUEIROZ, L. O.; XISTO, L. C.; QUINTINO, L. F.; COELHO, M. T.; MAIA, R. B. BENGALA ELETRÔNICA RASTREÁVEL DETECTORA DE POÇAS. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza. 2018, Nº. 000130, 22 de agosto de 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/bengala-eletronica-rastreavel-detectora-de-pocas>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on vision**, Genebra, Suíça, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>. Acesso em: 13 de outubro de 2023.

Submetido em: 29/10/2023

Aceito em: 01/12/2023

Publicado em: 30/11/2024

Avaliado pelo sistema *double blind review*