
ATRAVESSANDO FRONTEIRAS: UMA SOLUÇÃO PARA AMPLIAR A MOBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS E PESSOAS COM BAIXA VISÃO ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D

Estudante(s): Mariana Moura Cabral (mariana.cabral@estudante.iftm.edu.br), Gabriele Eduarda Caldeira (gabriele.caldeira@estudante.iftm.edu.br) e Ana Clara Benevides da Silva (ana.benevides@estudante.iftm.edu.br)

Orientador(es): Carlos Magno Medeiros Queiroz (carlos.queiroz@iftm.edu.br)

Escola: Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Uberlândia Centro

Resumo

O trabalho busca compreender as dificuldades de locomoção enfrentadas diariamente por pessoas com deficiência visual e baixa visão, tendo como objetivo principal abordar uma possível solução para melhorar a mobilidade destes indivíduos: a criação de uma bengala-guia inteligente. Neste sentido, foi desenvolvida uma bengala-guia inteligente por meio da utilização da impressão 3D e sensor de proximidade, visando melhorar a qualidade de vida dos indivíduos mencionados e promover uma maior inclusão desses indivíduos na sociedade. A base teórica do trabalho se sustenta em artigos científicos, monografias, livros e reportagens que enfatizam a temática. Também foi realizada uma entrevista com os membros da Associação dos Deficientes Visuais de Uberlândia e Região (ADEVIUDI), na qual 88% dos entrevistados, deficientes visuais ou pessoas com baixa visão, afirmaram ter enfrentado diversos desafios em suas vidas devido à falta de mobilidade e que, se tivessem as ferramentas necessárias, talvez não tivessem passado por essas dificuldades. Conclui-se que muitos passos ainda devem ser dados na cidade de Uberlândia para garantir a acessibilidade no cotidiano das pessoas com deficiência visual e a criação de uma bengala-guia inteligente, como a idealizada no estudo, representa uma solução promissora para as dificuldades de locomoção, falta de qualidade de vida e limitação de socializar enfrentadas por pessoas com deficiência visual e baixa visão.

Palavras-chave: deficiência visual, acessibilidade, tecnologia assistiva, bengala-guia inteligente

Introdução e justificativa

A deficiência visual é definida pela perda ou diminuição permanente da capacidade de enxergar, a qual não pode ser corrigida por lentes, procedimentos cirúrgicos ou tratamentos médicos. Como consequência, as pessoas que vivem com essa condição dependem frequentemente de outros sentidos, como audição, tato, olfato e paladar, para interagir com o ambiente ao seu redor [5]. É uma condição presente em grande parte da população brasileira. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais de 6,5 milhões de brasileiros possuíam algum tipo de deficiência visual em 2023, sendo aproximadamente 500 mil cegos e cerca de 6 (seis) milhões com baixa visão [9].

Esses indivíduos enfrentam uma série de desafios diários. Por um lado, a dificuldade para realizar atividades cotidianas, como utilizar o transporte público sozinho, fazer compras, estar no ambiente acadêmico ou socializar, é um dos principais fatores para a perda de autoestima e autonomia, causando o isolamento social e o desenvolvimento de depressão [3]. Por outro lado, a falta de acessibilidade nas cidades, as quais não oferecem uma infraestrutura adequada para as pessoas com deficiência visual ou as pessoas com baixa visão, é um dos principais fatores para a queda dessas pessoas nas vias públicas [1]. No entanto, a dificuldade de se locomover, de forma segura e independente, não se restringe ao ambiente público, estendendo-se também ao ambiente domiciliar [8].

Geralmente, os indivíduos dependem de terceiros para se orientar e se locomover. Alguns fazem o uso de cães-guias para transitar, seja em casa ou vias públicas, com um pouco mais de autonomia. No entanto, essa opção não é amplamente adotada pela grande maioria, devido à baixa aceitação social dos animais em alguns ambientes, ao longo processo de treinamento dos cães e ao custo elevado para manter a saúde e o treinamento dos animais. Assim, a bengala-guia torna-se o recurso mais acessível, sendo comumente mais utilizado para fornecer assistência e maior independência na orientação e locomoção [6].

Para as pessoas cegas ou com baixa visão, a bengala-guia atua como uma extensão do corpo, permitindo que o usuário perceba obstáculos no caminho, identifique mudanças de terreno e mantenha uma direção reta durante a caminhada [7]. Apesar de sua importância, a bengala-guia tem algumas limitações em sua concepção. Em primeiro lugar, ela só pode detectar obstáculos no chão ou próximos ao nível da cintura, deixando o usuário vulnerável a colisões com objetos suspensos, como galhos de árvores ou placas. Em segundo lugar, não fornece informações sobre o ambiente mais distante, como a localização de portas ou a presença de pessoas ao redor, limitando a capacidade de navegação em espaços mais amplos ou complexos. Além disso, a adaptação ao uso da bengala-guia pode ser desafiador para muitas pessoas com algum grau de perda visual, especialmente aquelas que não nasceram cegas [2].

Estes aspectos tornam necessário o desenvolvimento de tecnologias assistivas, acessíveis financeiramente e mais adaptáveis aos usuários, que possibilitem a navegação com confiança dessas pessoas em diferentes ambientes, sejam eles conhecidos ou desconhecidos. Além disso, a implementação e fiscalização de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento e a distribuição de tecnologias assistivas são essenciais para garantir que essas ferramentas cheguem realmente a quem mais precisa [4].

Portanto, estudos neste sentido, como o presente estudo, são importantes, pois dão visibilidade a temática e incentivam uma maior inclusão das pessoas com deficiência visual, bem como uma maior conscientização sobre as necessidades desse grupo. Isso pode, assim, contribuir para a superação de barreiras ainda existentes e para a construção de um futuro onde a inclusão seja uma realidade plena e o direito à acessibilidade seja garantido a todos.

Objetivos

O presente estudo teve como objetivo oferecer uma compreensão abrangente das

dificuldades de locomoção enfrentadas diariamente por pessoas com deficiência visual e baixa visão, bem como propor uma potencial solução tecnológica para auxiliar a mobilidade desse público. Neste sentido, o trabalho apresenta a idealização de uma bengala-guia inteligente, utilizando impressão 3D e sensor de proximidade, com o intuito de melhorar a qualidade de vida desses indivíduos e promover sua maior inclusão na sociedade.

Metodologia

Para a idealização e confecção da bengala-guia inteligente, o estudo envolveu as etapas de levantamento de requisitos, prototipação, implementação da bengala-guia inteligente e avaliação da funcionalidade do sistema proposto.

A etapa de levantamento de requisitos teve como objetivo proporcionar uma compreensão abrangente das necessidades de locomoção das pessoas com deficiência visual. Esta etapa envolveu a revisão da literatura e a coleta de informações por meio de uma entrevista com os membros da Associação dos Deficientes Visuais de Uberlândia e Região (ADEVUDI), como apresentado na Figura 1, sendo esta uma etapa extremamente importante para estabelecer os requisitos e as especificações do sistema com foco na autonomia e na qualidade de vida dos indivíduos com deficiência visual.



Figura 1: Associação dos Deficientes Visuais de Uberlândia e Região, onde a entrevista foi realizada para a melhor compreensão das necessidades e dificuldades enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual e para definição dos requisitos. **Fonte:** Autores

Uma vez que os requisitos foram definidos, foi desenvolvido um protótipo da bengala. Tanto a simulação do hardware como o desenho 3D da bengala foram realizados no Tinkercad (<https://www.tinkercad.com>), um software online e gratuito que permite a modelagem de peças em 3D, a simulação de circuitos eletrônicos e o desenvolvimento de códigos em blocos.

O protótipo foi idealizado de modo a permitir a detecção de obstáculos e ainda fornecer feedback ao usuário para que este navegue pelo ambiente com mais facilidade, assim como ilustrado na Figura 2.

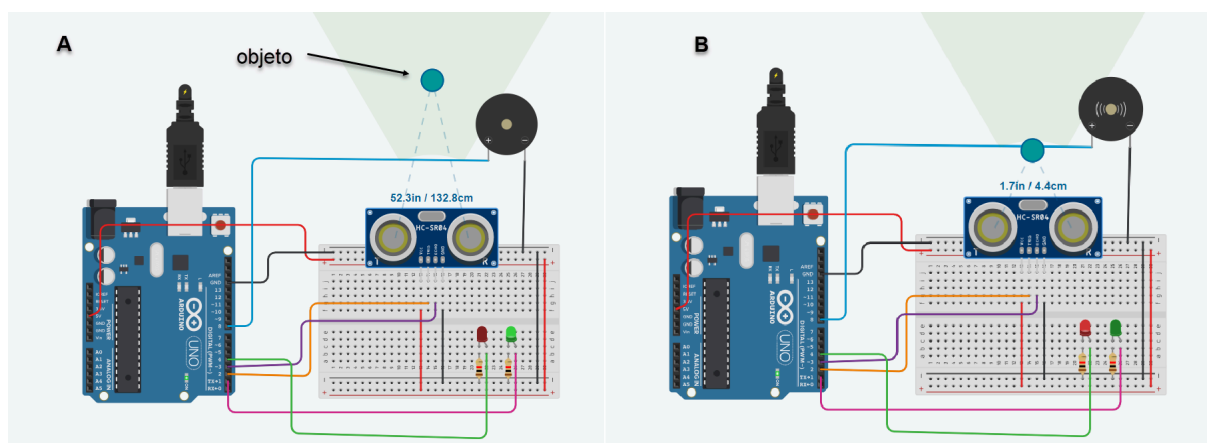


Figura 2: Simulação ilustrando a detecção de um objeto pelo sensor ultrassônico e o feedback vibratório fornecido pelo sistema quando um objeto é detectado em uma distância limite. Em A, é ilustrado quando um objeto ainda está distante do indivíduo e não há risco do indivíduo colidir. Neste cenário, nenhum feedback é fornecido ao indivíduo, pois ele não está em uma condição de risco, o que é representado por um LED verde ligado. Em B, é ilustrado quando um objeto está próximo do indivíduo e há risco do indivíduo colidir com o objeto.

Neste caso, um feedback é fornecido ao indivíduo, o que é representado por um LED vermelho ligado e o acionamento de um buzzer. **Fonte:** Autores

Para fazer a detecção dos obstáculos, um sensor ultrassônico (módulo HC-SR04) foi empregado. O princípio de funcionamento deste tipo de sensor é muito simples, ele emite ondas ultrassônicas por meio de um transmissor e, ao se deparar com um objeto, essas ondas são refletidas e, então, captadas pelo receptor. Com base no tempo de retorno das ondas, a distância do sensor em relação ao objeto pode ser calculada e, assim, um limiar de distância pode ser definido para alertar o indivíduo quando um objeto estiver próximo.

Como microprocessador do sistema, o Arduino Nano foi empregado para obter os dados fornecidos pelo sensor ultrassônico por meio do barramento I²C e fazer todo o controle

do sistema necessário para definir quando um objeto está próximo e, assim, acionar um feedback vibratório para o indivíduo. Este microprocessador foi escolhido por ser um módulo pequeno, de fácil incorporação em peças 3D, apresentar um consumo de energia relativamente baixo e ter um custo acessível. A alimentação de todo o circuito eletrônico foi feita por meio de uma bateria, dimensionada para fornecer a energia necessária para o funcionamento do microcontrolador, sensor ultrassônico e motor de vibração.

A etapa de prototipação foi realizada em várias iterações, onde cada versão do protótipo passou por testes de funcionalidade e adequação aos requisitos previamente levantados. Durante essa fase, melhorias foram incorporadas com base nos testes realizados e levando em consideração as necessidades apontadas pelos membros da ADEVIUDI. A modelagem 3D da bengala foi pensada levando em consideração a integração dos componentes eletrônicos, bem como aspectos de usabilidade, como facilidade de manuseio, leveza da bengala e resistência da bengala.

Na etapa de implementação, a versão final da bengala foi impressa, utilizando filamento PLA, e os componentes eletrônicos (sensor ultrassônico, módulo de feedback vibratório, unidade de processamento e bateria) foram integrados. Por fim, a avaliação da funcionalidade do sistema proposto envolveu testes práticos em áreas internas com diferentes tipos de obstáculos.

Resultados e Discussão

Ao longo do processo de idealização, a entrevista com pessoas com comprometimento visual foi fundamental para identificar características desejadas e necessárias que a bengala-guia inteligente apresentasse. Os participantes forneceram feedbacks valiosos durante o processo de desenvolvimento. O envolvimento direto de usuários reais permitiu que o dispositivo fosse ajustado de acordo com suas reais necessidades e expectativas. A partir desses dados, foi possível realizar melhorias incrementais no protótipo, refletindo a importância de uma abordagem centrada no usuário no desenvolvimento de tecnologias assistivas. Além disso, os testes realizados durante o desenvolvimento da bengala desempenharam um papel essencial no aprimoramento contínuo até a obtenção da versão final

da bengala. A Figura 3 apresenta a bengala-guia inteligente proposta no trabalho, feita em impressão 3D e utilizando sensor de proximidade.

Em termos de eficiência na detecção de obstáculos, a bengala conseguiu identificar com precisão objetos, ao nível do solo, próximos e distantes do usuário, superando uma das limitações das bengalas tradicionais. Por exemplo, a bengala permitiu a detecção de objetos suspensos, placas, pessoas, buracos, entre outros objetos que não são facilmente detectados por bengalas convencionais, oferecendo, portanto, uma proteção adicional para o usuário e proporcionando uma maior autonomia de locomoção.

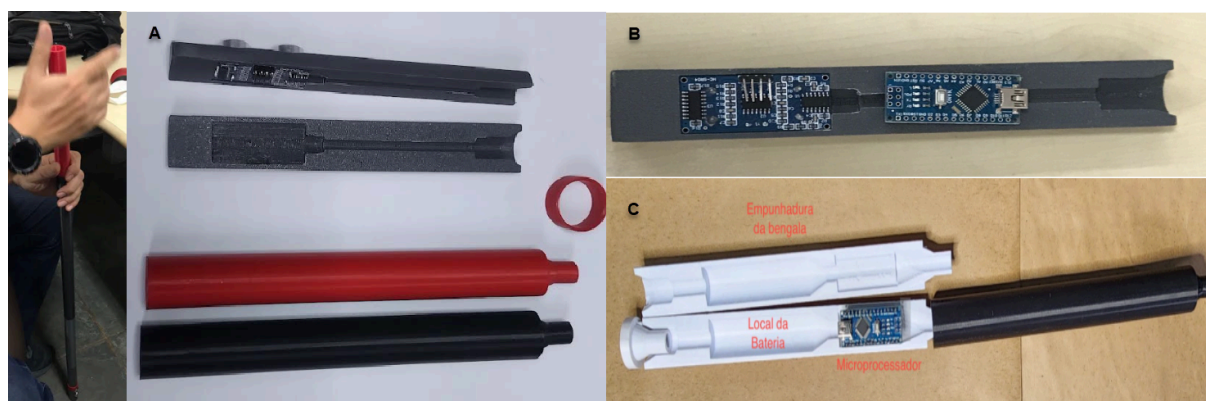


Figura 3: Em A, vista superior dos três segmentos da bengala-guia inteligente proposta. Em B, vista interna da bengala ilustrando o compartimento superior, o qual é constituído pelo microcontrolador, a fonte de alimentação e o motor. Em C, vista interna da bengala ilustrando o compartimento inferior, o qual é constituído pelo sensor ultrassônico. **Fonte:** Autores

No entanto, alguns desafios foram observados. Durante os testes em ambientes internos, especialmente aqueles com muitos móveis ou com obstáculos pequenos e próximos ao solo, a bengala não era capaz de identificar vários objetos perpendiculares entre si. Esse problema pode estar relacionado à sensibilidade dos sensores ou ainda à configuração do software de processamento de dados, sugerindo a necessidade de ajustes para uma detecção mais precisa nesses contextos.

Ao comparar os resultados deste estudo com outros trabalhos que propõem tecnologias assistivas para deficientes visuais, a bengala-guia inteligente proposta apresentou inovações relevantes. O uso de feedback vibratório foi considerado mais intuitivo e menos

invasivo em relação a sistemas com feedback sonoro, assim como o proposto por Ma et al. (2020). Isso porque o uso de feedback vibratório, em vez do sonoro, preserva a capacidade do usuário de ouvir o ambiente ao seu redor, o que é crucial para sua segurança tanto em vias públicas quanto dentro de casa.

No estudo de Liu et al. (2019), uma bengala equipada com sensores infravermelhos e sonoros foi analisada. Embora eficiente na detecção de obstáculos, essa bengala apresentou uma taxa elevada de falsos positivos, problema que também foi observado em menor escala no presente trabalho, mas com a vantagem de uma detecção mais precisa de objetos suspensos pela bengala proposta.

A maior lição aprendida pelos autores foi a importância de uma abordagem iterativa no desenvolvimento de soluções tecnológicas. Isso porque cada nova versão do protótipo trouxe novos desafios e oportunidades de aprimoramento, demonstrando que o sucesso de uma tecnologia assistiva depende de um ciclo contínuo de avaliação e ajustes com base nas experiências reais dos usuários. Além disso, o estudo destacou a importância da acessibilidade econômica, visto que muitos dos participantes apontaram o custo elevado de tecnologias assistivas disponíveis no mercado como uma barreira significativa. Portanto, o desenvolvimento de soluções acessíveis, como a proposta, por meio de impressão 3D foi considerado um diferencial importante deste trabalho.

No âmbito social, a pesquisa reforçou a necessidade de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento, a disseminação e o uso de tecnologias assistivas no Brasil para deficientes visuais e pessoas com baixa visão. O estudo mostrou que, embora existam avanços tecnológicos, a inclusão plena das pessoas com deficiência visual ainda requer um esforço conjunto de pesquisadores, indústria e governo para garantir que tais tecnologias sejam amplamente acessíveis e eficazes na melhoria da qualidade de vida.

Em geral, a bengala-guia inteligente desenvolvida representa um avanço significativo em termos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual e baixa visão. Embora ainda haja desafios a serem superados, especialmente no que diz respeito à otimização de sensores e incorporação de módulos para a detecção de ambientes molhados ou poças d'água, os resultados demonstram que o desenvolvimento de bengalas-guias inteligentes têm o potencial de melhorar significativamente a mobilidade e a independência desses indivíduos. Neste sentido, trabalhos futuros devem focar na redução de falsos positivos, no aumento do conforto

do dispositivo, na incorporação de módulos para a detecção de ambientes molhados e na criação de parcerias com organizações públicas e privadas para garantir sua ampla implementação.

Conclusões

No Brasil, as pessoas com deficiência visual enfrentam grandes dificuldades para obter acesso a informações e recursos financeiros necessários para adquirir meios que facilitem seu cotidiano, como cães-guia ou até mesmo a bengala-guia tradicional. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo abordar uma possível solução para os desafios enfrentados por milhões de brasileiros com deficiência visual em relação à acessibilidade e mobilidade nos ambientes públicos e domésticos, levando em consideração os depoimentos oferecidos pelos membros da Associação dos Deficientes Visuais de Uberlândia e Região (ADEVIUDI) e os dados coletados de trabalhos acadêmicos.

No trabalho, foi proposta a criação de uma bengala-guia inteligente, a qual foi desenvolvida por meio da utilização da impressão 3D e sensor de proximidade, visando melhorar a mobilidade destas pessoas e promover uma maior inclusão delas na sociedade. Este trabalho não apenas demonstra o impacto direto que tecnologias assistivas, como a bengala-guia inteligente, podem ter na melhoria da mobilidade e acessibilidade das pessoas com deficiência visual, mas também serve como um exemplo de como a inovação tecnológica pode promover a inclusão social. A criação desse dispositivo com o uso de impressão 3D e sensores destacou o potencial de soluções acessíveis e eficazes, adaptadas às realidades socioeconômicas de muitas dessas pessoas.

As implicações dessa experiência são diversas. Para os autores, o desenvolvimento deste projeto proporcionou uma visão mais profunda sobre os desafios enfrentados por deficientes visuais, reforçando a importância da empatia e da colaboração com a comunidade envolvida para criar soluções que realmente atendam às suas necessidades. Para a comunidade de deficientes visuais, o projeto representa a esperança de que a tecnologia possa ser uma ferramenta poderosa para a sua maior inclusão na sociedade e autonomia no dia a dia.

Para trabalhos futuros, outros pesquisadores e desenvolvedores podem aproveitar este trabalho como um ponto de partida para criar novas soluções tecnológicas ou aprimorar o

dispositivo desenvolvido, incorporando por exemplo novos módulos. Além disso, este relato pode servir de inspiração para iniciativas semelhantes em outras regiões ou para outros grupos da sociedade que enfrentam desafios de acessibilidade e mobilidade. Portanto, este projeto é um passo importante na construção de uma sociedade mais inclusiva, demonstrando que a tecnologia pode ser uma ferramenta fundamental para enfrentar barreiras e criar oportunidades para todos.

Referências

- [1] ALVES, PriSCilla. Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira. Caderno Adenauer, v. 15, n.2, p. 41 - 53, 2014.
- [2] AMORIM, Érico Gurgel; MEDEIROS NETA, Olivia Morais de; GUIMARÃES, Jacileide. Para uma nova arte de viver: os espaços e as práticas de reabilitação da pessoa com deficiência visual. 2020.
- [3] BECKER, P. Desempenho ocupacional e qualidade de vida: inter-relações no cotidiano de pessoas com deficiência visual. [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas; 2012
- [4] BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. Avanços das políticas públicas para as pessoas com deficiência - Uma análise a partir das Conferências Nacionais. 1º edição BRASÍLIA 2012.
- [5] CERQUEIRA, Kelly Grazielly da Silva Siqueira e. Ensino superior, tecnologia assistiva e pessoas com deficiência visual: articulações possíveis. 2021. 174 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Científica, Inclusão e Diversidade) - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, 2021.
- [6] DE SÁ, Elizabet Dias. Acessibilidade: às pessoas cegas no itinerário da cidadania. Benjamin Constant, n. 24, 2003.
- [7] JÚNIOR, Paulo Henrique Rezende Macedo. CONSTRUÇÃO DE UMA BENGALA GUIA ORIENTADA POR SENSORES. 2023.

[8] GOMES, Welberth José; SIRQUEIRA, Tassio Ferenzini Martins. Automação Residencial como Ferramenta de Acessibilidade. Caderno de Estudos em Sistemas de Informação, v. 7, n. 1, 2022.

[9] UNIVERSIDADE, U. -. IBGE aponta que mais de 6 milhões de pessoas têm deficiência visual no Brasil. Disponível em:
<https://www.univali.br/noticias/Paginas/ibge-aponta-que-mais-de-6-milhoes-de-pessoas-tem-d-eficiencia-visual-no-brasil.aspx>.