



Projeto integrador em engenharia biomédica - Dispositivo vestível para deficientes visuais

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6381

Autores: CAMILE DE SANTIS MARQUES, LUANA VARELA VACARI, AMILTON DA COSTA LAMAS

Resumo: Este trabalho relata o desenvolvimento de um dispositivo háptico vestível que visa promover a mobilidade segura de deficientes visuais. A ação foi desenvolvida no âmbito da disciplina de Projeto Integrador 1 do curso de Engenharia Biomédica da PUC-Campinas. O dispositivo é baseado na emissão e detecção de ultrassom, podendo detectar objetos entre 0,02 m e 4m de distância com abertura angular de 15°. Uma vez detectado algum objeto o dispositivo vibra, avisando ao deficiente da existência de um obstáculo à sua frente. Uma primeira versão foi desenvolvida em protoboard e funcionou corretamente. Já a versão final foi integrada com uma placa de circuito impresso e empacotada numa caixa plástica. Por uma razão desconhecida o circuito passou a funcionar parcialmente. O conjunto final foi acoplado a um colete postural, posicionando os motores vibracall junto das axilas. O posicionamento dos módulos e componentes no colete foi feito com apoio de inteligência artificial.

Palavras-chave: Deficientes, dispositivo vestível, engenharia biomédica

PROJETO INTEGRADOR EM ENGENHARIA BIOMÉDICA **DISPOSITIVO VESTÍVEL PARA DEFICIENTES VISUAIS**

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo relatar o desenvolvimento de uma prova de conceito funcional de um dispositivo vestível para auxílio à mobilidade de pessoas com deficiência visual, promovendo assim sua autonomia. A proposta é construir um sistema que seja capaz de detectar obstáculos à frente do usuário e fornecer, por meio de vibrações táteis, um alerta sensorial que complemente os recursos já utilizados por essa população, como bengalas ou cães-guia. Este trabalho foi desenvolvido como atividade da disciplina de Projeto Integrador 1 do curso de Engenharia Biomédica da PUC-Campinas.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Deficiência Visual

Pessoas com deficiências são as que mais vivenciam situações de exclusão social. Indivíduos com esta condição de saúde apresentam alterações motoras e sensoriais em diferentes graus, o que pode levar à redução do nível de relacionamento. Assim, as pessoas com alterações sensório-motoras irão construir e organizar seu universo de acordo com suas possibilidades e condições proporcionadas pelo meio onde se encontram (PEREIRA, L.M.F., 2005). Esta condição, associada a barreiras que dificultam a execução de tarefas diárias combinado com a falta de acessibilidade a locais e serviços gera perturbações de estima e comportamento que contribui para a segregação social (ARELHANO, MV, FUNES, GPFM, 2007). Para superar estas barreiras a comunidade científica desenvolveu tecnologias assistivas (TA), entendidas como recursos ou serviços que facilitam o desenvolvimento de alguma habilidade funcional para indivíduos com necessidades específicas de ordem física, psicológica e cognitiva. Os dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010), descreveram a prevalência dos diferentes tipos de deficiência e as características das pessoas que compõem esse segmento da população. Havia no Brasil cerca de 45 milhões de pessoas com pelo menos uma deficiência representando 23,9% da população brasileira. A deficiência visual foi a que mais incidiu sobre a população, aproximadamente 35 milhões de pessoas declararam ter dificuldade para enxergar, mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato, o que equivale a 18,8% da população brasileira. Desse total, por volta de 6,5 milhões de pessoas apresentaram deficiência visual severa, sendo que 500 mil eram cegas (0,3% da população) e seis milhões tinham grande dificuldade para enxergar (3,2%). Em segundo lugar está a deficiência motora, ocorrendo em 7% da população, seguida da deficiência auditiva, em 5,10% e da deficiência mental ou intelectual, em 1,40%. Isto demonstra a grande oportunidade que existe para promover a mobilidade segura, através de TA para uma parcela significativa da população.

2.2 O Curso de Engenharia Biomédica – Perfil do Egresso

Engenharia Biomédica é a aplicação da engenharia na criação de soluções em biologia, medicina e outras áreas da saúde. O curso de Engenharia Biomédica da PUC-Campinas possui estrutura multidisciplinar que conecta conhecimentos das áreas de ciências exatas, humanas, biológicas e da saúde de forma inovadora e interdisciplinar subsidiada por diferenciais metodológicos que estimulam os estudantes a assumirem o protagonismo de sua

formação. O Engenheiro Biomédico é um profissional com formação ampla e pode seguir diferentes linhas de atuação, como: Instrumentação ou Engenharia Médica; Informática Médica ou Informática em Saúde; Biomateriais e Engenharia Clínica ou Hospitalar.

O egresso do curso de Engenharia Biomédica possui uma sólida formação em engenharia, com foco específico em aplicações biomédicas, sendo capaz de integrar conhecimentos das áreas da engenharia, medicina, biologia, eletrofisiologia, entre outras, para desenvolver soluções inovadoras e eficazes para problemas relacionados a engenharia biomédica. O profissional formado pela PUC-Campinas também é preparado para compreender e atuar sobre os impactos diretos ou indiretos das tecnologias da área médica na sociedade e no meio ambiente, considerando as dimensões éticas e humanas.

2.3 Projeto Integrador

O componente curricular Projeto Integrador 1 ocorre no terceiro período e caracteriza-se por ser uma ação transversal que envolve conhecimentos adquiridos em módulos anteriores. Nesta componente o estudante exercita propor, planejar, desenvolver e demonstrar provas de conceito que integram os conhecimentos e habilidades adquiridos até o período. Dentro do escopo de projeto integrador, o trabalho buscou realizar a construção de um circuito eletrônico capaz de integrar sensores de distância do tipo ultrassônico, atuadores vibratórios e um microcontrolador Arduino Uno, de forma a criar uma interface háptica funcional entre o ambiente e o corpo do usuário. O sistema foi montado em um colete postural ajustável, simulando a estrutura física de um equipamento vestível comercial, permitindo um posicionamento estratégico dos sensores e motores de vibração. A escolha por uma abordagem de prototipagem acessível e modular também visa explorar a viabilidade de uso de materiais de baixo custo, bem como a possibilidade futura de replicação e aprimoramento do sistema em contextos acadêmicos, comunitários ou até mesmo industriais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os princípios básicos de funcionamento dos 3 elementos principais do sistema: 1) sensores ultrassônicos; 2) CPU (arduino UNO) e 3) Motor Vibracall.

3.1 Sensores Ultrassônicos

Sensores ultrassônicos são aplicados como detectores de objetos em soluções robóticas, onde são utilizados para identificar obstáculos e corrigir continuamente o trajeto feito por um robô. Por meio da emissão de sinais Ultrassônicos é possível especificar a distância do sensor até um determinado obstáculo. O faixa de atuação é da ordem de 4 metros, com distância mínima de medição de 2 cm e incluindo obstáculos dentre de um ângulo de abertura de 15 graus. O princípio de funcionamento do HC-SR04 consiste na emissão de sinais ultrassônicos (ondas mecânicas com frequência acima de 40 KHz) pelo sensor e na leitura do sinal de retorno (reflexo/eco) desse mesmo sinal. A distância entre o sensor e o objeto que refletiu o sinal é calculada com base no tempo entre o envio e leitura de retorno. O sensor HC-SR04 é composto de três partes principais: 1) Transmissor Ultrassônico – Emite as ondas ultrassônicas que serão refletidas pelos obstáculos; 2) Um receptor – Identifica o eco do sinal emitido pelo transmissor; e 3) Circuito de controle – Controla o conjunto transmissor/receptor, calcula o tempo entre a emissão e recepção do sinal. O funcionamento consiste em três etapas: 1) circuito externo(Arduino) envia um pulso de trigger de pelo menos 10us em nível alto; 2) ao receber o sinal de trigger, o sensor envia 8 pulsos de 40khz e detecta se há algum sinal de retorno ou não; 3) se algum sinal de retorno for identificado pelo receptor,

o sensor gera um sinal de nível alto no pino de saída cujo tempo de duração é igual ao tempo calculado entre o envio e o retorno do sinal ultrassônico

3.2 CPU

O processamento dos sinais e controle das informações é feito por uma placa Arduino UNO. O Arduino Uno é um tipo de placa microcontrolada baseada no chip ATmega328, o termo “Uno” vem do italiano e significa um. O Arduino Uno é conhecido como a melhor placa para começar no desenvolvimento de projetos embarcados, sendo a mais usada e documentada de toda a família Arduino. O microcontrolador ATmega328 é um tipo de chip único formado com Atmel dentro da família megaAVR. A arquitetura do Arduino Uno é uma arquitetura Harvard customizada com núcleo de processador RISC de 8 bits.

3.3 Motor Vibracall

O Micromotor Vibracall 1-3V é um pequeno motor de corrente contínua (DC, tensão em 3V) que possui um pequeno peso em desalinhamento com seu eixo. Durante a rotação, o desequilíbrio causado por essa massa, provoca uma vibração. Esse efeito é muito utilizado em celulares para sinalizar notificações, ou quando são recebidas ligações em modo silencioso. Ao fornecer energia ao motor, este começa a girar (vibrar). Quando o motor gira, a oscilação causada pelo desequilíbrio transmite-se para a estrutura do dispositivo, causando a vibração. O funcionamento é igual ao dos motores de vibração de celular. Vibracall refere-se ao sistema de vibração em dispositivos eletrônicos, como smartphones.

3.4 Circuito Integrador (PCI)

O Circuito Integrador, como o nome indica, foi construído para fazer a integração e conexão dos vários componentes. Ele é descrito na seção de resultados.

4 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

4.1 Processo

O desenvolvimento deste projeto teve início com a análise das necessidades enfrentadas por pessoas com deficiência visual no contexto da mobilidade urbana. A proposta surgiu da constatação de que obstáculos aéreos, são pouco percebidos por tecnologias tradicionais como a bengala, o que representa riscos importantes para o deslocamento autônomo. A partir dessa demanda, foi decidido desenvolver uma solução wearable em formato de colete, que funcionasse como complemento às tecnologias assistivas existentes, oferecendo feedback tátil por vibração quando obstáculos forem detectados à frente do usuário.

A primeira etapa do projeto consistiu na idealização do funcionamento geral do sistema e na definição dos componentes. Optou-se por sensores ultrassônicos HC-SR04, amplamente utilizados em projetos eletrônicos por seu custo acessível, estabilidade e alcance razoável. Esses sensores possuem capacidade de detecção entre 0,02 e 4,0 m, com um campo de visão de aproximadamente 15°, e operam com 5V de tensão. Para o feedback ao usuário, escolheu-se motores vibratórios do tipo Vibracall 3V, semelhantes aos usados em celulares, por serem pequenos, leves e capazes de produzir estímulo tátil perceptível sem gerar som ou desconforto. A arquitetura básica do sistema foi inicialmente implementada em um protoboard, com dois sensores frontais conectados a um Arduino Uno e dois motores vibratórios ligados a transistores para controle de corrente. Um LED foi incluído como indicador de sistema ativo, e o conjunto era alimentado, nesta fase, via cabo USB do computador. Essa primeira versão serviu como prova de conceito, permitindo testar a lógica do sistema, o funcionamento dos sensores e a resposta dos motores em condições controladas.

4.2 Materiais

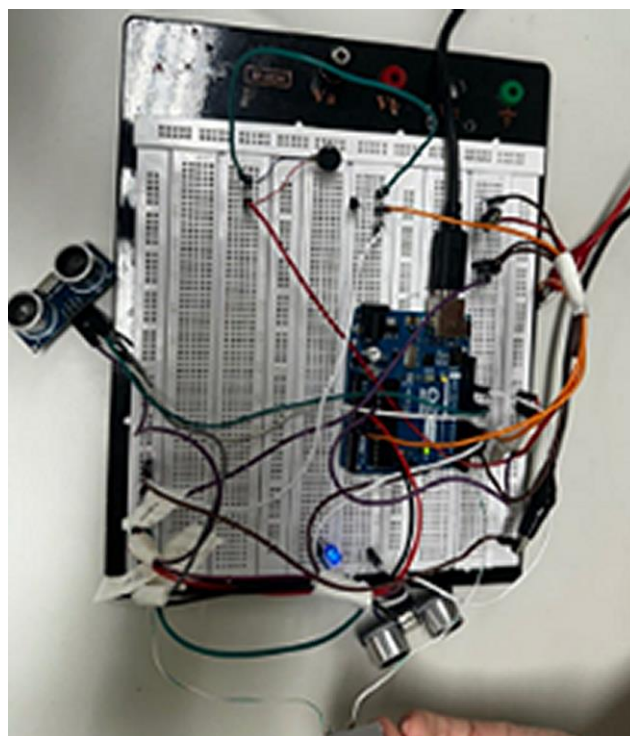
Foram utilizados os seguintes materiais na construção da prova de conceito: 1) Sensor Ultrassônico HC-SR04, para medição da distância de obstáculos à frente do usuário; 2) Motor vibratório Vibracall 3V, para emissão de feedback tátil ao usuário; 3) Microcontrolador Arduino Uno, para processamento dos dados e controle das saídas; 4) Transistor BC547, para chaveamento dos motores vibratórios; 5) Resistor de 220 Ω para limitação de corrente para o LED indicador; 6) LED indicador de alto brilho, para indicação de sistema ligado; 7) placa de circuito impresso (PCI) de cobre para integração final dos componentes em estrutura permanente; 8) suporte para bateria 9V com botão liga/desliga para alimentação autônoma do sistema; 9) bateria 9V alcalina, como fonte de energia para o protótipo; 10) Colete postural ortopédico ajustável, como estrutura física para acomodar os componentes eletrônicos e 11) uma caixa plástica simples para condicionamento do Arduino, PCI e dispositivo para bateria 9V. O uso de materiais acessíveis e amplamente encontrados no mercado reforça a proposta de viabilidade e replicabilidade do projeto. A integração dos componentes foi pensada para minimizar volume, reduzir pontos de falha e permitir uma estrutura funcional em campo, ainda que em caráter de protótipo experimental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Prova de conceito versão protoboard

O sistema foi projetado para realizar leituras contínuas da distância frontal por meio de dois sensores ultrassônicos. Cada sensor cobre uma área de detecção frontal de aproximadamente 15°, conforme especificações técnicas do fabricante. Quando um obstáculo é identificado a até 1.20 metros de distância, o Arduino Uno aciona o motor de vibração correspondente, que está fixado no mesmo lado do corpo. A Figura 1 apresenta a versão da prova de conceito em protoboard que funcionou conforme planejado, demonstrando todas as funcionalidades.

Figura 1 – sistema em protoboard

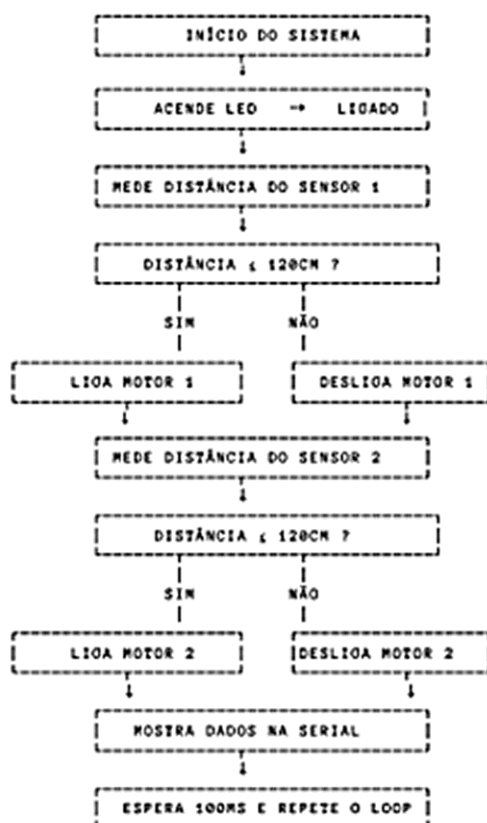


Fonte: Autores.

5.2 Arquitetura e Funcionamento Lógico da Prova de Conceito

O sistema foi projetado para realizar leituras contínuas da distância frontal por meio de dois sensores ultrassônicos. Cada sensor cobre uma área de detecção frontal de aproximadamente 15°, conforme especificações técnicas do fabricante. Quando um obstáculo é identificado a até 1.20 metros de distância, o Arduino Uno aciona o motor de vibração correspondente, que está fixado no mesmo lado do corpo. A Figura 2 apresenta o fluxo de funcionamento.

Figura 2 – Fluxo de funcionamento



Fonte: autores

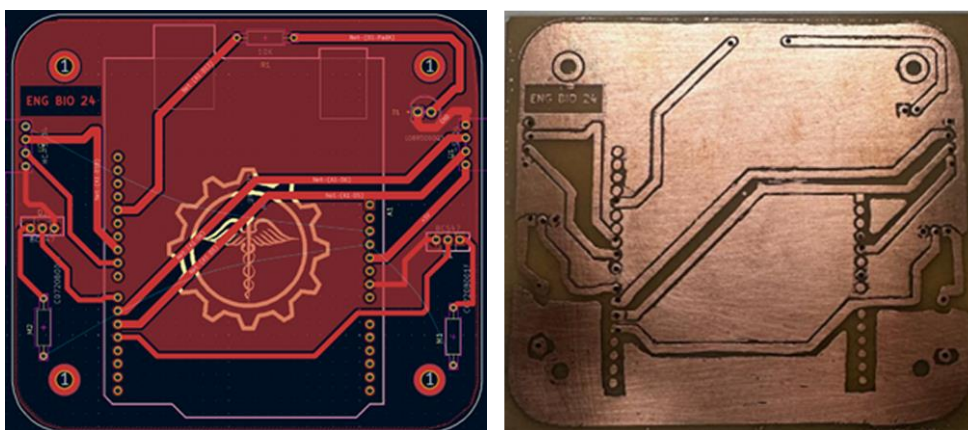
O fluxo de funcionamento é contínuo, o Arduino envia pulsos aos sensores, mede o tempo de retorno do sinal de ultrassom, calcula a distância e determina se deve ativar ou não o motor. Os dados são também enviados ao monitor serial para fins de depuração. Após a validação da lógica, foi percebida a necessidade de adaptar o sistema à realidade de campo. Como o protótipo deixaria de depender da alimentação pelo computador, foi adquirido um suporte para bateria de 9V com botão liga/desliga embutido, o que tornou desnecessária a chave liga/desliga que estava inicialmente no projeto. A retirada desse componente simplificou o circuito e o número de conexões na placa.

5.3 Placa de Circuito Impresso (PCI)

O processo de desenvolvimento do hardware da prova de conceito, iniciou-se com a criação do diagrama esquemático e culmina na elaboração e fabricação da Placa de Circuito Impresso (PCI). Todo o fluxo de trabalho de design foi conduzido utilizando o software EDA (Electronic Design Automation) open-source KiCad, uma ferramenta robusta e amplamente utilizada para o design de circuitos eletrônicos. A primeira etapa do desenvolvimento consistiu na elaboração do diagrama esquemático no ambiente Eeschema do KiCad. O esquemático é

a representação lógica e funcional do circuito, onde todos os componentes eletrônicos são definidos e suas interconexões elétricas são estabelecidas. Este diagrama serve como a planta baixa do projeto, ditando o comportamento do circuito final. Para a inserção dos componentes no esquemático, foram utilizadas as bibliotecas padrão do KiCad. No entanto, para componentes específicos, como o sensor HC-SR04 e o Motor de Vibração, que não estavam disponíveis nativamente, recorreu-se à plataforma online SnapMagic. Este recurso foi fundamental para agilizar o processo de design, oferecendo acesso a uma vasta biblioteca de símbolos esquemáticos e footprints de componentes verificados pela indústria. A integração desses recursos se deu pelo download dos arquivos de biblioteca e sua adição ao gerenciador de bibliotecas de símbolos do KiCad. Após a finalização e verificação do diagrama esquemático, o projeto avançou para a fase de layout da PCI no ambiente Pcbnew do KiCad. Esta etapa traduz o esquemático lógico em um design físico, determinando o posicionamento dos componentes e o roteamento das trilhas de cobre que os conectarão. O resultado desta etapa é um layout de PCI funcional e pronto para a geração dos arquivos de fabricação, garantindo que o design virtual possa ser produzido fisicamente com precisão. A Figura 3 (a) apresenta a PCI no KiCad e a Figura 3 (b) a PCI

Figura 3 – (a) PCI no KiCad e (b) PCI.



Fonte: autores

Após a fabricação da placa e realização da corrosão com Percloroeto de Ferro, iniciou-se a montagem do circuito definitivo. Todos os componentes foram soldados à PCI, incluindo resistores, transistores, conectores e fios pré-cortados para facilitar a integração com o dispositivo vestível (colete). Lamentavelmente, após a integração, a informação de um dos sensores deixou de ser tratada, comprometendo o funcionamento do dispositivo.

5.4 Dispositivo Vestível (colete)

A organização do circuito foi pensada para minimizar o volume na parte traseira do colete, onde o Arduino Uno, a PCI e a bateria foram fixados. Os fios foram canalizados internamente até a parte frontal, onde foram colocados os sensores HC-SR04 na altura do peito e os motores Vibracall logo abaixo das clavículas, permitindo um estímulo tátil claro. Para melhor ilustrar a concepção final do design e a integração dos componentes, foram geradas visualizações que retratam a estética e o posicionamento dos elementos no colete. As Figuras 4(a) e 4(b) apresentam a concepção artística do dispositivo vestível (colete).

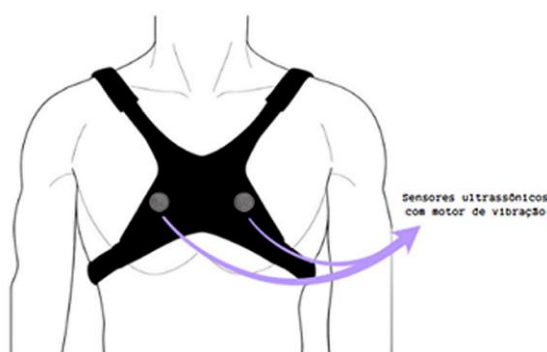
As ilustrações conceituais do colete postural foram desenvolvidas com o suporte de ferramentas de inteligência artificial de geração de imagens, pelo Gemini do Google. Através de prompts textuais detalhados, descrevemos a funcionalidade e o design desejado para o protótipo. Para a representação frontal (Figura 4(a)), o prompt enfatizou um colete minimalista

com dois sensores ultrassônicos discretamente posicionados na região peitoral, simulando a perspectiva do usuário.

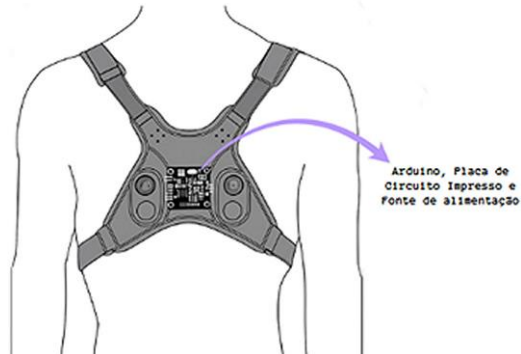
Já para a visualização traseira (Figura 4(b)), o prompt direcionou a IA a apresentar o mesmo modelo de colete, porém com a adição de uma placa de circuito impresso e um microcontrolador (Arduino), ilustrando a integração dos componentes eletrônicos responsáveis pelo processamento dos dados dos sensores e o acionamento do feedback tátil.

A utilização da inteligência artificial permitiu a rápida visualização de diferentes iterações do design, facilitando a comunicação e o refinamento do conceito do projeto. As representações visuais geradas através de inteligência artificial forneceram um guia claro para a montagem e integração dos componentes no colete postural. Foi buscado, ao máximo, replicar a estética e o posicionamento definidos nas ilustrações conceituais durante a etapa de construção física do protótipo.

Figura 4 – (a) colete visão frontal



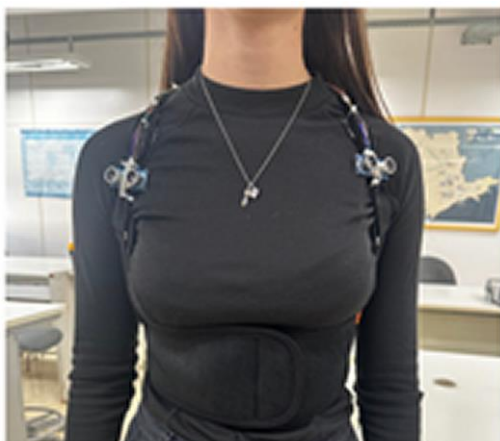
(b) visão posterior



Fonte: autores com apoio de Inteligência Artificial

As representações visuais geradas através de inteligência artificial forneceram um guia claro para a montagem e integração dos componentes no colete postural. Foi buscado, ao máximo, replicar a estética e o posicionamento definidos nas ilustrações conceituais durante a etapa de construção física do protótipo. As imagens a seguir, na Figura 5, demonstram o resultado prático desse processo, apresentando o circuito eletrônico montado e fixado na parte traseira do colete, bem como o posicionamento dos sensores e motores de vibração na parte frontal, evidenciando a materialização da nossa visão inicial.

Figura 5 – (a) visão frontal



(b) visão posterior



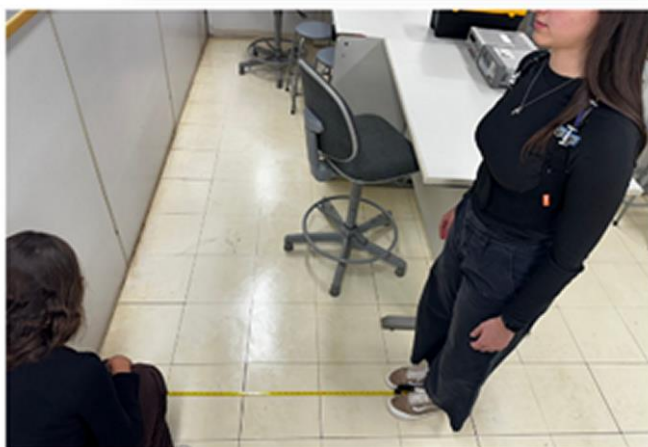
Fonte: autores

5.5 Desempenho e Limitações

Após a montagem completa do sistema no colete postural, foi realizada a fase de testes finais do protótipo, com o objetivo de verificar sua funcionalidade em condições reais de uso. O dispositivo foi energizado com bateria de 9V, e o circuito operou de forma estável em termos de alimentação e estrutura física. No entanto, durante os testes iniciais de detecção, foi observada uma inconsistência importante: apenas o sensor do lado direito funcionava corretamente, acionando o motor vibratório correspondente ao detectar obstáculos dentro da faixa de 1,2m. O sensor do lado esquerdo não apresentava resposta alguma. Diante desse comportamento, foram conduzidas diversas tentativas de diagnóstico. Substituíram-se sensores, motores, transistores, fios e até mesmo o Arduino Uno. Foi regravado o código original no microcontrolador, e testado inclusive em outro Arduino, com o mesmo resultado: no protoboard, com exatamente os mesmos componentes e código, ambos os sensores funcionavam perfeitamente. Já no circuito montado e soldado na placa de circuito impresso, a funcionalidade de apenas um dos lados era preservada. O comportamento anômalo gerou estranhamento na equipe, sobretudo porque não havia falhas visíveis, rupturas de trilha, soldas frias evidentes ou erro de ligação nos testes de continuidade. Mesmo com o auxílio de professores e técnicos, a causa exata da falha não foi identificada. Apesar disso, a funcionalidade do lado direito foi mantida e considerada suficiente para validação parcial do sistema. O protótipo foi, então, testado com obstáculos reais, e os resultados foram coerentes com os objetivos do projeto. Em um dos testes, evidenciado na Figura 6 (a), foi posicionado um objeto diretamente à frente do sensor direito a 1,2m de distância. O sistema registrou essa distância com precisão e acionou o motor vibratório imediatamente, confirmando que o limite programado era respeitado e que o circuito estava calibrado corretamente. Outro aspecto avaliado foi o campo de detecção angular do sensor (Figura 6(b)). Para isso, uma pessoa foi posicionada em frente ao sensor, dentro da faixa de 1,2m, e deslocada lateralmente até o limite de detecção. Por meio de medição manual com apoio visual e marcações no chão, foi possível estimar que o sensor detectava obstáculos em um arco de aproximadamente 15,6° em relação ao eixo frontal, valor compatível com a especificação técnica do HC-SR04, que apresenta faixa angular estimada de 15°. Essa confirmação reforça a confiabilidade da solução proposta dentro dos parâmetros esperados de funcionamento.

Figura 6 – (a) calibração da distância,

(b) calibração da lateralidade



Fonte: autores

CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a construção de um dispositivo vestível para auxílio à mobilidade de pessoas com deficiência visual, promovendo assim a autonomia do deficiente

visual. A presença de um obstáculo à frente do deficiente visual é detectada e um sinal tátil é enviado para o deficiente. Mesmo com a limitação imposta pelo funcionamento unilateral, os testes demonstraram que o sistema responde de forma coerente às condições ambientais, que o feedback vibratório é facilmente perceptível e que os componentes operam com estabilidade. A falha parcial não comprometeu o valor do projeto como prova de conceito, e a identificação de possíveis pontos críticos no processo de montagem traz contribuições valiosas para versões futuras mais robustas e confiáveis. Esforços continuam sendo empregados para superar esta falha intermitente.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Pontifícia Universidade Católica de Campinas pelo apoio ao projeto. Um agradecimento especial para os técnicos Eduardo Veiga de Araujo e Fernando Aparecido Espongino Rosa pelas contribuições na construção da prova de conceito.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. *Arduino Uno Rev3 – Technical Specs*. Disponível em:

<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3> . Acesso em: 12 mai. 2025.

ARELHANO, Marcus Vinicius e Gilmara P. F. M. FUNES, **A pessoa portadora de deficiência e o direito de locomoção: o direito a um ambiente acessível**, ETIC, Vol. 3, n3, 2007. Disponível em:

<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/viewFile/1351/1290> . Acesso em :20mai. 2025

IBGE - Censo Demográfico 2010, Resultados Gerais da Amostra, IBGE, 2010.

PEREIRA, Leandro .M.F et ali, **Acessibilidade e crianças com paralisia cerebral: a visão do cuidador primário**. Fisioterapia, Movimento, v.24, n.2, p.299-306, jun 2011.

TINKERCAD. Plataforma de simulação de circuitos e modelagem 3D. Autodesk Inc., 2024. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 12 mai. 2025.

WALTER, Roni. Como fazer placa de circuito impresso (PCI) em casa – Passo a passo. YouTube, playlist. 2020. Disponível em:

<https://youtube.com/playlist?list=PL8kCnofYYWZrkhUis1svLGux1tjYNJy2Z> . Acesso em: 15 jun. 2025.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *World report on vision*. Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/world-report-on-vision> . Acesso em: 12 mai. 2025.

INTEGRATIVE PROJECT IN BIOMEDICAL ENGINEERING WEARABLE DEVICE FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Abstract: *This paper reports on the development of a wearable haptic device that aims to promote safe mobility for visually impaired people. The project was developed as part of the Integrative Project 1 class in the Biomedical Engineering course at PUC-Campinas. The device*

is based on the emission and detection of ultrasound and can detect objects between 0.02 m and 4 m away with an angular aperture of 15°. Once an object is detected, the device vibrates, warning the visually impaired person of the existence of an obstacle in front of him. The first version was developed on a breadboard and performed as expected. The final version was integrated with a printed circuit board and packaged in a plastic box. For some unknown reason part of the last version circuitry stopped function properly. This issue is still under investigation. The setup was attached to a postural vest, positioning the vibracall motors near the armpits. The positioning of the modules and components on the vest was done with the support of artificial intelligence.

Keywords: *biomedical engineering, disabled people, integrative project, wearable device*

