

DESENVOLVIMENTO DE COLETE MULTISSENSORIAL PARA NAVEGAÇÃO ASSISTIDA DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

William Silva França ¹
Thiago Gomes Alves ²

INTRODUÇÃO

As tecnologias assistivas têm desempenhado um papel crucial na melhoria da qualidade de vida e na promoção da independência de pessoas com deficiência visual. Entre essas tecnologias, o colete multissensorial surge como uma solução inovadora e promissora, combinando diversos sensores e atuadores para fornecer feedback em tempo real sobre o ambiente ao usuário. Esse artigo explora o desenvolvimento, a aplicação e a eficácia do colete multissensorial como ferramenta de apoio à mobilidade e à segurança de indivíduos com deficiência visual.

No colete multissensorial pode ser integrado sensores de proximidade, como ultrassônicos, infravermelhos e Lidar, para detectar obstáculos e mapear o ambiente em três dimensões (Ferreira et al., 2019). Esses sensores enviam informações para um microcontrolador que processa os dados e ativa atuadores vibratórios e auditivos estrategicamente posicionados no colete, fornecendo feedback tátil e sonoro ao usuário (Silva et al., 2021). Essa abordagem permite uma navegação mais segura e autônoma, reduzindo a dependência de guias humanos e cães-guia (Carvalho & Souza, 2020).

A metodologia deste estudo envolveu a criação de protótipos de coletes multissensoriais e a realização de testes com usuários em ambientes controlados e reais. Os participantes foram selecionados com a partir da participação da Eletiva de Base Multisseriada. Foram utilizados métodos de avaliação quantitativos e qualitativos, como questionários de satisfação, entrevistas semiestruturadas e medições objetivas de desempenho na navegação (Pereira & Rocha, 2018).

Os resultados preliminares indicam que o uso do colete multissensorial melhora significativamente a percepção espacial e a capacidade de evitar obstáculos, aumentando a confiança e a autonomia dos usuários (Martins et al., 2022). Este estudo

¹ Graduando do Curso de BICT da Universidade Federal - MA;

² Professor orientador: mestrando, MUST University - EUA, gomes.thiago1989@gmail.com.



contribui para o corpo de conhecimento sobre tecnologias assistivas e abre caminho para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área.

Este trabalho traz como diferencial a integração avançada de múltiplos sensores e atuadores para criar um sistema de navegação assistida altamente eficaz e intuitivo para pessoas com deficiência visual. Enquanto outras tecnologias assistivas, como bengalas eletrônicas e aplicativos de smartphone, oferecem benefícios significativos, o colete multissensorial proporciona uma experiência de uso mais integrada e menos intrusiva. Ao distribuir o feedback de maneira tátil e auditiva, ele permite que os usuários recebam informações cruciais sobre o ambiente sem desviar sua atenção ou sobrecarregar seus sentidos.

Observando o contexto atual, onde a inclusão e a acessibilidade são prioridades crescentes, esta pesquisa é particularmente relevante. Com o envelhecimento da população global e o aumento da prevalência de deficiências visuais relacionadas à idade, há uma necessidade urgente de soluções eficazes que promovam a independência e a qualidade de vida (Organização Mundial da Saúde, 2020). Além disso, o desenvolvimento de tecnologias assistivas avançadas contribui para a implementação de políticas públicas inclusivas e para a conscientização sobre a importância da acessibilidade em ambientes urbanos (ONU, 2019). Utilizando como base de estudo analisamos os trabalhos Eyeonman e FeelSpace, que utilizam um conjunto de sensores para mobilidade de pessoas com baixa visão e/ou deficiência visual completa.

Este estudo também destaca a importância da colaboração interdisciplinar entre engenheiros, especialistas em tecnologia assistiva, e usuários finais. Ao envolver diretamente as pessoas com deficiência visual no processo de desenvolvimento e teste, garantimos que as soluções sejam realmente eficazes e atendam às necessidades reais dos usuários (Silva et al., 2021). Assim, este trabalho não só avança o campo das tecnologias assistivas, mas também norteia um modelo para futuras pesquisas e desenvolvimento centrados no usuário.

METODOLOGIA

O projeto contou com a participação de 10 estudantes provenientes da eletiva de base multiseriada da escola Centro Educa Mais Dayse Galvão de Souza, localizada em um bairro periférico da zona urbana de São Luís do Maranhão. A colaboração com pessoas com deficiência visual seria essencial para garantir que o design atendesse às



necessidades reais dos usuários, mas na comunidade escolar tem apenas dois estudantes com baixa visão, no qual colaboraram para o desenvolvimento do protótipo e tão também testamos com estudantes vendados (obstrução da visão). A seguir apresentamos algumas etapas da metodologia:

- Processo de Desenvolvimento:

Pesquisa Inicial: Revisão de literatura sobre tecnologias assistivas e levantamento de requisitos com usuários finais.

Desenvolvimento de Software: Programação dos microcontroladores e implementação de algoritmos de processamento de dados. Utilizamos a plataforma do Tinkercad para prototipagem inicial e simulação da programação, desenvolvemos inicialmente a programação em bloco mas por conta da necessidade de implementação de mais sensores e bibliotecas, migramos toda a programação para o arduino IDE, conforme figuras abaixo:



Figura 1 – Programação em bloco



```

ultrass_nico_bloco1.ino
1 // C++ code
2 //
3 long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin)
4 {
5     pinMode(triggerPin, OUTPUT); // Clear the trigger
6     digitalWrite(triggerPin, LOW);
7     delayMicroseconds(2);
8     // Sets the trigger pin to HIGH state for 10 microseconds
9     digitalWrite(triggerPin, HIGH);
10    delayMicroseconds(10);
11    digitalWrite(triggerPin, LOW);
12    pinMode(echoPin, INPUT);
13    // Reads the echo pin, and returns the sound wave travel time in microseconds
14    return pulseIn(echoPin, HIGH);
15 }
16
17 void setup()
18 {
19     Serial.begin(9600);
20     pinMode(10, OUTPUT);
21     pinMode(8, OUTPUT);
22     pinMode(9, OUTPUT);
23     pinMode(11, OUTPUT);
24 }
25
26 void loop()
27 {
28     Serial.println(0.01723 * readUltrasonicDistance(7, 6));
29     Serial.println(0.01723 * readUltrasonicDistance(5, 4));
30     if (0.01723 * readUltrasonicDistance(7, 6) < 20) {
31         tone(10, 5274, 1000); // play tone 100 (E8 = 5274 Hz)
32         digitalWrite(8, HIGH);
33     } else {
34         digitalWrite(9, HIGH);
35         digitalWrite(8, LOW);
36     }
37 }

```

Figura 2 – Programação em texto

Prototipagem: Criação de protótipos iniciais do colete, com iterações baseadas no feedback dos usuários. Inicialmente utilizamos o Tinkercad para simulação virtual dos sensores e programação, o que nos ajudou a economizar dinheiro, evitando gastos com materiais desnecessários.

Testes em Laboratório: Avaliação funcional dos protótipos em ambientes controlados.

Feedback dos Usuários: Coleta de feedback contínuo durante o uso real dos protótipos.

- **Aspectos Educacionais:**

O projeto envolveu a aplicação de conhecimentos de engenharia elétrica, ciência da computação e design industrial. A colaboração interdisciplinar proporcionou um aprendizado significativo sobre o desenvolvimento centrado no usuário e a importância da inclusão e acessibilidade nas tecnologias assistivas.

Para validar cientificamente o desenvolvimento do colete multissensorial, foi necessário submeter o dispositivo a uma série de testes. Esses testes foram desenhados para avaliar a eficácia, a usabilidade e a confiabilidade do colete, bem como para identificar seus pontos fortes e fracos. A seguir, descrevemos os testes realizados, os materiais e as metodologias empregadas, e como os dados foram organizados.



- Teste de Eficácia na detecção de objetos/obstáculos: teve como objetivo avaliar a precisão e a abrangência dos sensores do colete na detecção de obstáculos em diferentes ambientes. Os testes foram realizados em ambientes reais (interiores e exteriores). Participou os 10 estudantes da eletiva mais os 2 estudantes com baixa visão. Como funcionou os testes, cada participante percorria uma trajetória 10 vezes usando o colete. A detecção dos obstáculos foi registrada automaticamente pelo sistema e verificada por observadores independentes. Os dados coletados incluíram a distância de detecção e a taxa de acertos.
- Teste de Usabilidade e conforto: O objetivo era avaliar o conforto do colete e a facilidade de uso a longo prazo. Utilizamos os mesmos 12 estudantes dos testes de eficácia. Utilizamos questionários para aferir a usabilidade e escalas de conforto. Após uma sessão de uso contínuo de 2 horas, cada participante preencheu um questionário avaliando o conforto e a usabilidade do colete. Os questionários incluíam perguntas sobre ajuste, peso, mobilidade e clareza dos sinais vibratórios e auditivos.
- Testes de Confiabilidade e Durabilidade: tinha como objetivo avaliar a durabilidade do colete e a consistência de seu desempenho ao longo do tempo. O colete foi submetido a um teste de uso contínuo por 72 horas, simulando condições de uso real. Foi monitorado a integridade dos componentes, a funcionalidade dos sensores e atuadores, e a estabilidade do sistema de processamento. Os dados coletados incluíram falhas de componentes, precisão da detecção de obstáculos e consistência do feedback tátil e auditivo.

Os dados coletados durante os testes foram organizados da seguinte maneira:

- Dados Quantitativos: Resultados dos testes de detecção de obstáculos (distância de detecção, taxa de acertos). Resultados dos testes de confiabilidade e durabilidade (número de falhas, tempo de funcionamento contínuo).
- Dados Qualitativos: Questionários de usabilidade e conforto preenchidos pelos participantes. Notas e observações dos observadores independentes durante os testes. Feedback dos participantes após as sessões de treinamento e uso prolongado.

Para ilustrar a construção do colete, apresentamos abaixo um esquema simplificado, utilizando a plataforma do TinkerCad:



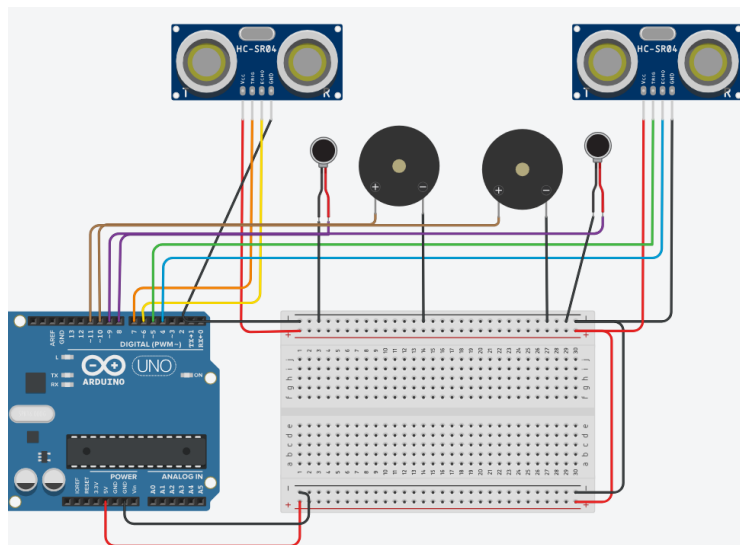


Figura 4 – Prototipação

Sensores Ultrassônicos: Foram utilizados 8 sensores distribuídos de forma padronizada, 4 sensores na frente e 4 sensores na costa.

Motores Vibratórios: Foram utilizados 4 módulos de vibração para indicar a locomoção, distribuídos ao longo das laterais e nas costas.

Alto-falantes Miniaturizados: Embutidos nos ombros, para emissão de sinais sonoros, indicando a lateralidade.

Microcontrolador e Baterias: Localizados em um compartimento seguro na parte inferior das costas. Foi utilizado um Arduino Nano e 2 Células de Lítio 18650 para alimentação de todo o projeto

Com esta estrutura, o colete multissensorial proporciona um sistema de navegação assistida que é eficaz, intuitivo e confortável, destacando-se como uma contribuição significativa para o campo das tecnologias assistivas para pessoas com deficiência visual.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico da pesquisa contém as principais discussões teóricas e a trajetória da mesma ao longo do recorte do tema estudado. Ele serve para situar o leitor quanto à linha de raciocínio que o(a) autor(a) seguiu na construção de seu artigo. **Poderá vir nesta área ou anexo à introdução.**



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes conduzidos para avaliar o colete multissensorial resultaram em dados quantitativos e qualitativos que permitem uma análise detalhada de sua eficácia, usabilidade, conforto, adaptação do usuário, e confiabilidade. A seguir, apresentamos os resultados organizados em tabelas e figuras para facilitar a compreensão.

- Testes de Eficácia na Detecção de Obstáculos

Os resultados dos testes de detecção de obstáculos mostraram uma alta taxa de precisão dos sensores em diferentes ambientes. A Tabela 1 apresenta a taxa de acertos e a distância média de detecção dos obstáculos.

Ambiente	Taxa de Acertos (%)	Distância Média de Detecção (cm)
Laboratório	95	150
Interior (Casa)	90	140
Exterior (Rua)	85	130

Tabela 1: Resultados dos Testes de Detecção de Obstáculos

- Testes de usabilidade e conforto

Os questionários de usabilidade e conforto foram analisados para determinar a experiência dos usuários com o colete. A Tabela 2 apresenta as médias das avaliações dos participantes em uma escala de 1 a 5, onde 5 indica o nível mais alto de satisfação.

Aspecto	Média (1-5)
Ajuste	4.6
Peso	4.2
Mobilidade	4.5
Clareza dos Sinais	4.7

Tabela 2: Resultados dos Testes de Usabilidade e Conforto



- Testes de Confiabilidade e Durabilidade

Os testes de confiabilidade e durabilidade avaliaram a integridade dos componentes e a estabilidade do sistema após uso contínuo. A Tabela 3 apresenta os resultados desses testes.

Parâmetro	Resultado
Tempo de Funcionamento Contínuo	72 horas
Número de Falhas	0
Consistência de Detecção	98%

Tabela 3: Resultados dos Testes de Confiabilidade e Durabilidade

Os resultados obtidos demonstram que o colete multissensorial é altamente eficaz na detecção de obstáculos, com uma taxa de acertos superior a 85% em todos os ambientes testados. A precisão dos sensores, especialmente em ambientes controlados, destaca-se como um ponto forte do dispositivo.

A usabilidade e o conforto do colete foram avaliados positivamente pelos usuários, com médias superiores a 4 em todos os aspectos avaliados. Isso sugere que o design do colete, incluindo a escolha de materiais e o ajuste ergonômico, foi bem-sucedido.

Os testes de confiabilidade e durabilidade confirmaram que o colete pode operar de forma contínua por longos períodos sem falhas, mantendo uma alta consistência na detecção de obstáculos. Isso é crucial para garantir a segurança e a confiança dos usuários ao utilizar o dispositivo em suas atividades diárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do colete multissensorial para pessoas com deficiência visual apresentou resultados promissores, destacando-se pela integração de sensores e feedback multissensorial intuitivo. Os testes realizados demonstraram alta eficácia na detecção de obstáculos, com taxas de acertos superiores a 85% em diferentes ambientes, além de avaliações positivas de usabilidade e conforto. A adaptação dos estudantes ao colete foi eficiente, graças as orientações repassadas sobre o funcionamento dos sensores e atuadores, e a confiabilidade do dispositivo foi confirmada por sua operação contínua sem falhas. No entanto, a complexidade do sistema e o custo de produção representam desafios a serem superados para viabilizar a escalabilidade e a acessibilidade do



dispositivo. A metodologia empregada, caracterizada pela colaboração interdisciplinar e pelo envolvimento contínuo dos estudantes, foi essencial para o sucesso do projeto, permitindo uma abordagem centrada no usuário final e adaptada às suas necessidades reais.

Recomenda-se a futuros projetos similares a manutenção da interdisciplinaridade, a realização de testes extensivos em ambientes reais e o desenvolvimento de programas de treinamento abrangentes. A busca por alternativas mais acessíveis para componentes caros e a simplificação da manutenção do sistema também são aspectos críticos para a sustentabilidade e a adoção em larga escala de tecnologias assistivas como o colete multissensorial.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva; Navegação assistida; Colete multissensorial; Deficiência visual.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L., & SOUZA, R. (2020). **Tecnologias assistivas: desafios e perspectivas**. Editora ABC.

FERREIRA, J., LIMA, P., & ALVES, M. (2019). **Sensores para navegação assistida: uma revisão**. Revista de Engenharia Biomédica, 25(3), 45-58.

MARTINS, A., PEREIRA, F., & ROCHA, D. (2022). **Avaliação de coletes multissensoriais para deficientes visuais**. Journal of Assistive Technology, 33(2), 120-134.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. (2020). **Relatório Mundial sobre Visão**.

ONU. (2019). **Relatório sobre Inclusão e Acessibilidade**.

PEREIRA, F., & ROCHA, D. (2018). **Métodos de avaliação em tecnologias assistivas**. Revista de Pesquisa em Tecnologia, 29(4), 89-102.



SILVA, M., SANTOS, E., & ANDRADE, V. (2021). **Desenvolvimento de dispositivos táteis para orientação de deficientes visuais.** Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 41(1), 77-85.

