



---

**ETEC JORGE STREET**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO  
INDUSTRIAL**

**CSA (Colete Sensorial Auxiliar)**

**Ana Isabella de Oliveira Rego  
Kauã Dias  
Mauro Augusto de Mendonça Filho  
Melissa Siqueira Santos  
Murilo Alves Santos  
Rafael Barbosa de Carvalho**

**Professor Orientador:  
Larry Aparecido Aniceto**

**São Caetano do Sul / SP  
2024**

**CSA (Coleta Sensorial Auxiliar)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como pré-requisito para  
obtenção do Diploma de Técnico em  
Automação Industrial.

**São Caetano do Sul / SP  
2024**

Nós dedicamos este projeto aos professores que contribuíram com o planejamento deste trabalho, estimulando e transformando o futuro, tornando possível um avanço significativo na inclusão social de pessoas deficientes.

## **AGRADECIMENTOS**

Queremos agradecer, em primeiro lugar, a Deus, que se mostrou criador, que foi criativo e objetivo. Seu fôlego de vida nos foi sustento e nos deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades através das tecnologias estudadas e desenvolvidas.

Também agradecemos a todos os professores que nos acompanharam durante a formação deste projeto. Cada um deles possibilitou aprendizados que levamos como ensinamentos para a vida. Agradecemos em especial ao Professor Larry Aparecido Aniceto, responsável pela orientação deste trabalho.

Não podemos esquecer-nos de agradecer nossa família por todo o apoio dado nesta jornada.

## RESUMO

Neste trabalho, objetiva-se desenvolver a automação de um processo de mobilidade no ambiente educacional manual ponderando a evolução e aplicabilidade das tecnologias desenvolvidas até os dias de hoje, o que resulta numa automação industrial. Para tanto, são consideradas as principais dificuldades no auxílio existente para usuários portadores de deficiência visual no espaço escolar, bem como uma solução plausível para ajudá-los na locomoção nas dependências das escolas. Também são discutidas diversas situações de problemas enfrentados e como a automação de um processo pode ter um papel importante e significativo contribuindo para o desenvolvimento e bem-estar de uma sociedade. Por fim, são avaliadas as vantagens e benefícios do sistema apresentado.

Palavras-chave: Automação industrial. Deficiência visual. Mobilidade.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama em Blocos .....	15
Figura 2 – Tabela de Preços do Projeto .....	15
Figura 3 – Fluxograma do Projeto .....	16
Figura 4 – Esquema elétrico do Projeto .....	17
Figura 5 – Foto Arduino Nano.....	18
Figura 6 – Foto Sensor Ultrassônico HC-04.....	19
Figura 7 – Foto Módulo DFPlayer Mini MP3 Arduino.....	19
Figura 8 – Foto Fone de Ouvido com Fio.....	20

## Sumário

Introdução.....	8
Objetivo.....	9
Justificativa.....	9
Metodologia.....	10
1 – Fundamentação Teórica.....	11
1.1 – Deficiência Visual.....	11
1.1.1 – Classificação da Deficiência Visual.....	11
1.2 - Causas da Deficiência Visual.....	11
1.3 - Impactos da Deficiência Visual.....	13
1.4 - Recusos e Tecnologia Assistiva.....	13
1.5 - Inclusão e Acessibilidade.....	13
1.6 - Importancia da Educação e Sensibilização.....	14
2 – Planejamento do Projeto.....	15
2.1 - Parte Elétrica/Eletrônica.....	15
2.1.1 - Entradas e Saídas.....	15
2.1.2 - Diagrama em Blocos.....	16
2.1.3 - Pesquisa de Componentes.....	16
2.1.4 - Previsão de Custos.....	16
2.2 - Parte Lógica.....	17
2.2.1 - Fluxograma do Processo.....	17
2.3 - Parte Mecânica.....	17
2.3.1 - Pesquisa de Material.....	17
2.3.2 - Folhas de Processo.....	18
3 – Desenvolvimento do Projeto.....	19
3.1 - Planejamento e Objetivos Específicos.....	19
3.2 - Estrutura e Componentes do Sistema.....	19
3.3 - Montagem do Protótipo.....	21
3.4 - Programação e Lógica de Funcionamento.....	21
3.5 - Testes e Ajustes do Protótipo.....	22
3.6 - Consideração Final sobre o Desenvolvimento.....	22
4 – Resultados Obtidos.....	22
4.1 - Desenvolvimento dos Sensores Ultrassônicos.....	23
4.2 - Eficácia dos Alertas Sonoros.....	24
4.3 - Conforto e Usabilidade do colete.....	24

4.4 - Feedback do usuário com Deficiência Visual.....	24
4.5 - Limitações indentificadas.....	25
4.6 - Considerações finais sobre os resultados.....	25
Conclusão.....	26
Referências.....	27

## **Introdução**

Percebemos que nos últimos anos, a inclusão de pessoas com deficiência visual em ambientes educacionais tem se tornado uma prioridade crescente, promovendo não apenas a acessibilidade, mas também a autonomia e a integração social. No entanto, a locomoção segura e independente em espaços complexos, como escolas, lugares públicos, entre outros continua sendo um desafio significativo para esses indivíduos.

Esse tipo de processo torna-se cada vez mais necessário e tem sido muito requisitado por diversos estudantes e suas famílias. Há outros tipos de acessibilidades que se destacam, como o mapa tátil, placas sinalizadoras, barras de apoio e muito mais. Desse modo, visamos aumentar as possibilidades de soluções plausíveis para tratar do auxílio de alunos deficientes visuais no ambiente educacional, desenvolvendo um projeto conceitual de um colete que visa ajudar as pessoas cegas procurando solucionar uma grande quantidade de problemas e reclamações específicas destes educandos.

Sendo assim temos um importante papel da utilização da automação industrial, que é uma solução plausível para tratar um processo manufaturado e automatizá-lo de maneira simples e objetiva, pois possibilita o desenvolvimento de sistemas capazes de memorizar parâmetros e monitorar dados, além de possibilitar análise das informações com o objetivo de extrair relatórios capazes de auxiliar no processo de tomada de decisão.

Desta forma, decidiu-se realizar um estudo de viabilidade para implantar coletes sensoriais automatizados no processo de mobilidade do ambiente escolar e utilizado pelo público dos deficientes visuais, embarcando e ajudando os mesmos no meio escolar.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto que consiste em um colete sensorial auxiliar que visa proporcionar maior segurança e liberdade de movimento para deficientes visuais. Através da combinação de estudos de eletrônica e automação, desenvolveu-se um projeto de elevado nível de segurança, possibilitando a independência do usuário portador de deficiência visual desfrutar da liberdade em um ambiente educacional. Além de promover um produto inovador que poderá ser utilizado em diversos ambientes educandários e visar a inclusão social de todos os cidadãos.

### Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é verificar a viabilidade técnica de implantação de equipamento automatizado para auxílio de usuários portadores de deficiência visual. Este equipamento visa auxiliar a locomoção destes usuários no ambiente escolar, desde o horário de entrada do colégio até a saída.

Os objetivos específicos são estudar e desenvolver uma estrutura para o auxílio na locomoção das pessoas com deficiência visual e seus respectivos módulos internos de controle, implantar uma interface de comunicação com o usuário e realizar testes para avaliar o desempenho do conjunto em condições reais de uso, avaliando parâmetros de segurança do usuário com deficiência visual.

### Justificativa

Promover autonomia, acessibilidade e integração social de pessoas deficientes, com ênfase no ambiente educacional. A implementação de um processo automatizado elimina a possibilidade de uma mão-de-obra especializada para o atendimento personalizado aos portadores de deficiência visual.

O projeto busca minimizar os acidentes que podem acontecer pelo baixo número de escolas capacitadas a comportar deficientes visuais pela falta de infraestrutura, não conseguindo garantir mobilidade segura, sem nenhum tipo de sinalização tátil, pisos inadequados e guias nas paredes que dificulta a movimentação.

Reclamações que se relacionam à indisponibilidade de recursos nas escolas causam um longo período de espera para uma vaga em um ambiente educacional, tornando-os totalmente dependentes dos colégios que não tem nenhum tipo de acessibilidade aos deficientes visuais. Alguns acidentes recentes com deficientes visuais podem ser verificados na mídia resultantes da impaciência do usuário com a demora ou a falta de atendimento adequado e da inobservância dos procedimentos internos relativos às situações de risco por parte dos funcionários educacionais.

Isso se torna ainda mais grave quando, conforme o Censo Escolar indicou que existem aproximadamente **47,3 milhões de estudantes** onde cerca de **90.000 estudantes** com algum tipo de deficiência visual matriculados na educação básica.

## **Metodologia**

Com pesquisas realizadas em sites, livros e artigos científicos buscamos obter um conhecimento aprofundado acerca de deficientes visuais e como esta condição afeta diretamente suas vidas.

Desenvolvimento do dispositivo:

Na montagem do nosso colete utilizamos os seguintes componentes, Arduino Nano, Sensores Ultrassônicos, DFplayermini, Cartão micro SD, Fone com fio, adaptador de fone, entre outras melhorias que possam ocorrer para que se obtenha a ativação dos sensores de forma mais rápida e precisa.

Pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi realizada com um aluno da Etec Jorge Street com deficiência visual, para que se possa analisar suas dificuldades e ajudá-lo em seu cotidiano de forma mais rápida e eficaz.

Melhorias do sistema:

Observar o constante uso do colete, analisar cada possível erro para que se possa fazer as suas devidas melhorias, com forme o uso do colete, será implementado pontos de localização pela escola, para que o aluno deficiente visual consiga se locomover e identificar onde está sem a necessidade de alguém auxiliá-lo.

## 1 –Fundamentação Teórica

Para a realização deste trabalho considerou-se os conhecimentos adquiridos no Curso de Automação Industrial e os procedimentos realizados por empregados do sistema educacional no auxílio de locomoção de usuários com deficiência visual. Para a escolha do tema do projeto, vários fatores contribuíram para a definição, inclusive a importância de melhorar o suporte público, inovação num processo e viabilidade econômica. Dentre as pesquisas optou-se por decisões baseadas em consultas técnicas dos professores do curso, e foram levados em consideração critérios importantes como: segurança, inclusão social, tecnologia e economia.

### 1.1 Deficiência Visual

A deficiência visual refere-se a uma diminuição parcial ou total da capacidade de enxergar, que pode variar em termos de gravidade e características, dependendo da causa e do tipo. Ela pode impactar a visão de longe, a visão de perto, a percepção de cores e contraste, a nitidez, entre outras funções visuais. A deficiência visual afeta milhões de pessoas em todo o mundo e pode ser classificada em diferentes níveis e tipos, incluindo a cegueira e a baixa visão.

#### 1.1.2 Classificação da Deficiência Visual

1. **Baixa Visão:** Refere-se à perda parcial da visão, onde a pessoa ainda tem algum grau de visão útil, mas não consegue enxergar perfeitamente, mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato. A baixa visão pode dificultar atividades cotidianas, como ler, dirigir e reconhecer rostos.
2. **Cegueira Legal:** Essa classificação é utilizada em muitos países para definir quem se enquadra na deficiência visual para fins de benefícios ou serviços especializados. Geralmente, é considerada cega legalmente a pessoa com visão inferior a 20/200 no melhor olho, mesmo com correção.
3. **Cegueira Total:** Quando há ausência completa de percepção visual, a pessoa é considerada cega. Não existe visão útil, e a percepção de luz pode ou não estar presente.
4. **Cegueira Congênita e Adquirida:** A cegueira congênita ocorre quando a deficiência visual está presente desde o nascimento, enquanto a cegueira adquirida surge ao longo da vida devido a doenças, lesões ou envelhecimento.

#### 1.1.3 Causas da Deficiência Visual

As causas da deficiência visual podem variar de acordo com a idade, genética, condições ambientais e estilo de vida. Entre as principais causas estão:

- **Doenças Oculares:** Catarata, glaucoma, degeneração macular relacionada à idade (DMRI) e retinopatia diabética são algumas das principais doenças que podem causar perda visual, especialmente em adultos e idosos.
- **Erros Refrativos Não Corrigidos:** Miopia, hipermetropia e astigmatismo são condições que, se não tratadas ou corrigidas adequadamente, podem levar à baixa visão.
- **Lesões Oculares:** Traumas ou acidentes que afetam os olhos podem resultar em perda visual parcial ou total.
- **Condições Congênitas:** Algumas pessoas nascem com condições como albinismo ocular, retinopatia da prematuridade e glaucoma congênito, que podem afetar a visão desde o nascimento.
- **Outras Condições Sistêmicas:** Doenças como diabetes e hipertensão também podem afetar a visão ao longo do tempo, especialmente se não forem controladas.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), atualmente, cerca de 285 milhões de pessoas no mundo têm a visão prejudicada, sendo que a maioria dos casos poderiam ser evitados - entre 60% e 80% - ou dispõem de tratamento. Em média, a prevalência de cegueira em países de alta renda é cerca de 0,3% da população, enquanto nos países de baixa e média renda, essa prevalência pode variar de 1% a 1,5%. Globalmente, mais de 90% das pessoas cegas ou com deficiência visual vivem em países em desenvolvimento. Aonde aproximadamente 4% das pessoas cegas no mundo são crianças, Cerca de 20% das pessoas cegas são adultos e Aproximadamente 76% das pessoas cegas no mundo estão acima de 50 anos.

No Brasil a deficiência visual afeta cerca de 6,7% da população no Brasil, o que corresponde a aproximadamente 13,6 milhões de pessoas, considerando a população total de cerca de 203 milhões de habitantes. Essa porcentagem inclui pessoas com diversos graus de perda de visão, desde deficiência visual moderada até cegueira total. Com esses estudos e essas estatísticas analisadas, verifica-se a necessidade de implementar um processo que segundo o programa e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade, tenha uma estratégia significativa de ação indutora, principalmente no sentido de estimular o tratamento de temas e questões estruturantes que impactem a capacidade competitiva das empresas e órgãos, nos diversos setores.

#### 1.1.4 Impactos da Deficiência Visual

A deficiência visual impacta a vida das pessoas de diferentes maneiras, dependendo da gravidade e do nível de visão residual. Ela pode influenciar o aprendizado, o desenvolvimento social e emocional, a mobilidade, a comunicação e a independência. Pessoas com deficiência visual podem enfrentar dificuldades no ambiente escolar e de trabalho e necessitam de adaptações para garantir a acessibilidade e a participação plena.

#### 1.1.5 Recursos e Tecnologia Assistiva

A tecnologia assistiva desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida de pessoas com deficiência visual. Algumas tecnologias incluem:

- **Leitores de Tela:** Softwares que convertem o texto da tela em áudio, permitindo que pessoas cegas ou com baixa visão naveguem na internet e utilizem dispositivos eletrônicos.
- **Lupas Eletrônicas e Óculos Inteligentes:** Dispositivos que ampliam a imagem para facilitar a leitura e a visualização de objetos e pessoas.
- **Aplicativos de Reconhecimento de Imagens e Textos:** Aplicativos de smartphones que descrevem o ambiente e leem textos em voz alta, como o Seeing AI e o Be My Eyes.
- **Bengalas e Cães-guia:** Para auxiliar na mobilidade, bengalas e cães-guia ajudam pessoas com deficiência visual a se locomover com segurança e autonomia.

Para tanto foram considerados os estudos de tecnologias já existentes. Desde a década de 60, muitos equipamentos foram desenvolvidos tornando possíveis experiências às pessoas com deficiências visuais. Após a década de 70 foram desenvolvidos projetos que visam a movimentação de deficientes visuais, como o PathSounder, Mowat Sensor e LaseCane, dispositivos de mão que localizavam obstáculos e alertavam a presença por sinal sonoro ou vibrações.

Também nessa época, foram desenvolvidos dispositivos de cabeça com o Sonic Guide.

"Alerta-se para as deficiências de alguns dispositivos, quanto ao projeto, tanto na ergonomia como na interface com o usuário, pois muitos possuem interfaces de difícil interpretação, são pesados ou desconfortáveis" (CALDER, 2009, p.15).

#### 1.1.6 Inclusão e Acessibilidade

A acessibilidade é essencial para garantir que pessoas com deficiência visual tenham igualdade de oportunidades em todos os aspectos da vida. Leis e políticas públicas, como o Estatuto da Pessoa com Deficiência e a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, visam garantir direitos, acessibilidade

e inclusão. Essas medidas abrangem desde a educação e o mercado de trabalho até o transporte e o acesso a serviços de saúde e cultura.

A NBR 9050, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, trata da acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos para deficientes visuais, estabelecendo critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos as condições de acessibilidade

### **1.1.7 Importância da Educação e Sensibilização**

A conscientização e a educação são fundamentais para a inclusão das pessoas com deficiência visual. Programas de educação inclusiva, treinamentos em braile, aulas de orientação e mobilidade e adaptações curriculares são importantes para garantir que pessoas com deficiência visual possam desenvolver suas habilidades e ter acesso igualitário à educação.

A deficiência visual, portanto, é um tema complexo e multifacetado, que exige um olhar atento à inclusão, acessibilidade e adaptação de ambientes e serviços para que as pessoas possam viver de forma independente e com qualidade de vida.

## **2 – Planejamento do Projeto**

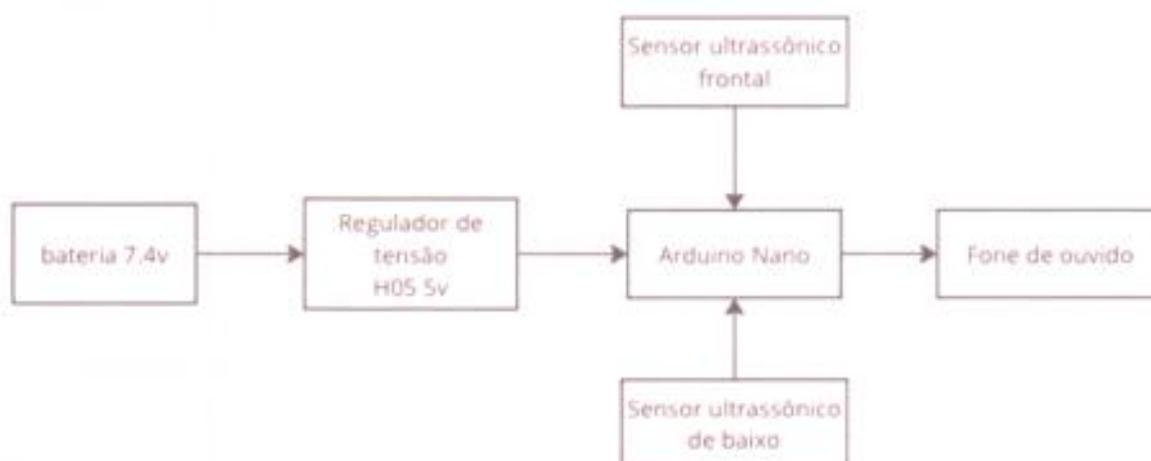
### **2.1 Parte Elétrica/Eletroeletrônica**

#### **2.1.1 Entradas e Saídas**

- **Entradas:**
  - **Sensores Ultrassônicos:** Dois sensores HC-SR04 para detecção de obstáculos.
- **Saídas:**
  - **Módulo MP3 DFPlayer Mini:** Para reprodução de áudio em resposta à detecção de obstáculos.
  - **Fones de ouvido:** Para fornecer feedback sonoro ao usuário.

### 2.1.2 Diagrama em Blocos

Um diagrama em blocos representando o fluxo de informações entre os componentes é fundamental para entender a interação entre eles. O diagrama inclui os seguintes blocos:



[ Figura 1 – Diagrama em Blocos. Fonte: C.S.A, 2024]

### 2.1.3 Pesquisa de Componentes/Tecnologias

- **Arduino Nano:** Microcontrolador compacto e de baixo custo, ideal para projetos de pequeno porte.
- **HC-SR04:** Sensor ultrassônico que fornece medidas precisas de distância.
- **DFPlayer Mini:** Módulo MP3 acessível que permite fácil integração com o Arduino.
- **Fones de ouvido:** Para entrega do feedback sonoro de forma discreta.

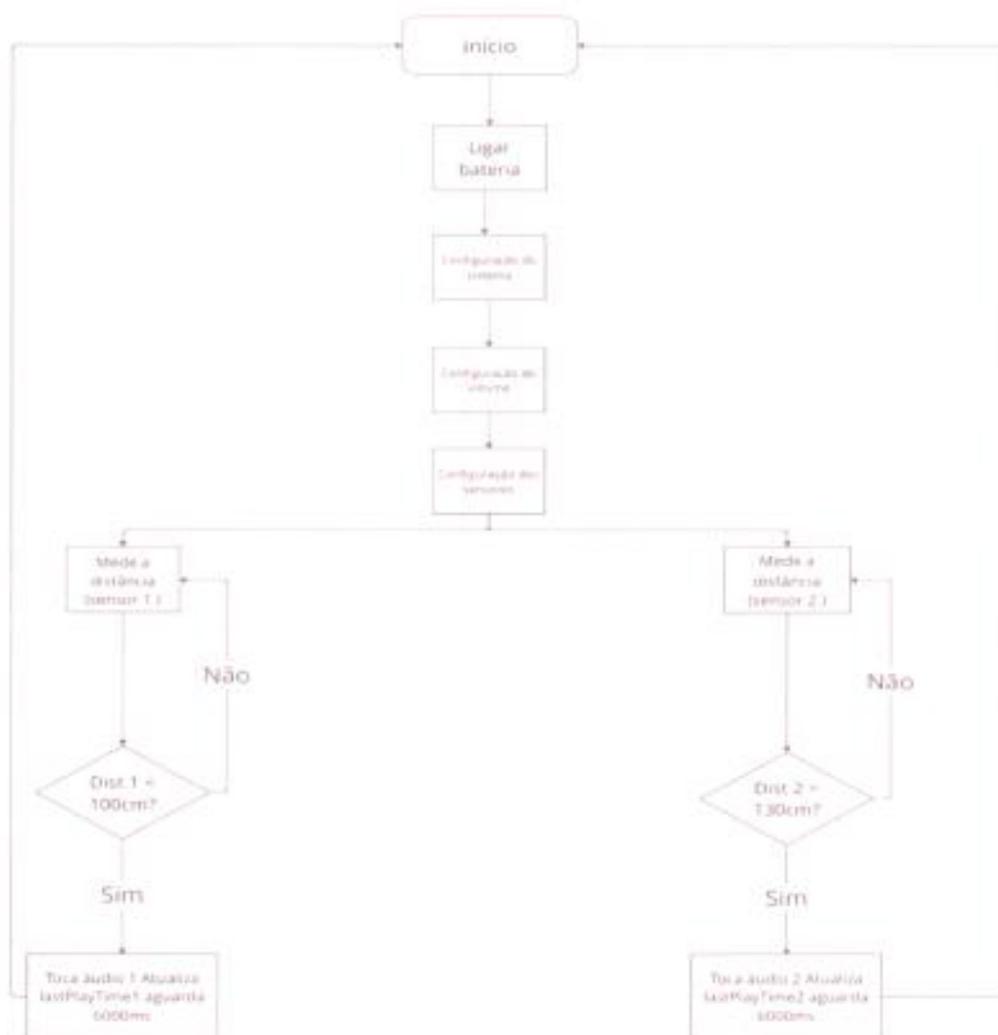
### 2.1.4 Previsão de Custos

Componentes	Quantidade	Valor
Colete	1	R\$ 195,31
Módulo Plug Jack Trrs Fone	1	R\$ 12,31
Fone de Ouvido com Fio	1	R\$ 20,00
Capacitor Disco Ceramico 100nf x 50v	1	R\$ 0,15
Regulador de Tensão 5v I7805	1	R\$ 2,10
Bateria Caixa De Som 7,4v 330mah	1	R\$ 57,98
Módulo Caregador de Bateria Lítio tp4056	1	R\$ 12,95
Carregador Cabo USB Normal	1	R\$ 8,90
Módulo Dfplayer Mini	1	R\$ 32,24
Módulo Sonar HC-SR 4	2	R\$ 20,00
Jumpers Macho-Femea	40	R\$ 7,90
Jumpers Femea-Femea	40	R\$ 6,63
Jumpers Macho-Macho	40	R\$ 10,36
Protoboard	1	R\$ 17,00
Arduino Nano	1	R\$ 65,00
Valor Total		R\$ 469,49
Valor Varejo		R\$ 555,09
Valor a Venda		R\$ 703,03

[ Figura 2 – Tabela de Preços do Projeto. Fonte: C.S.A, 2024]

## 2.2 Parte Lógica

### 2.2.1 Fluxograma do Processo



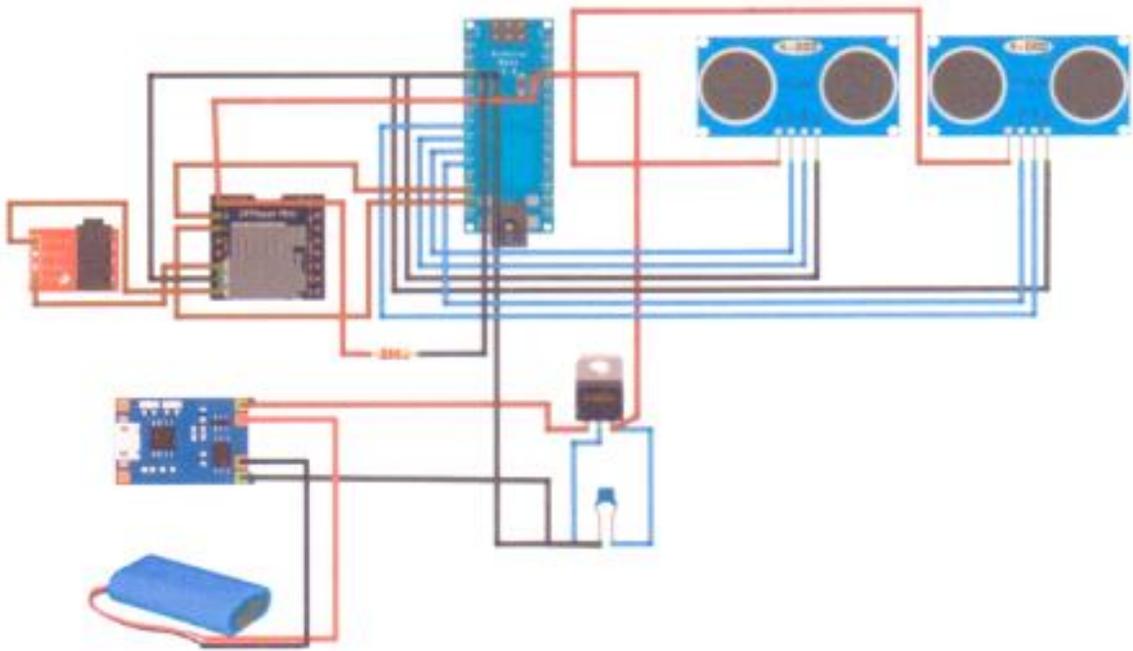
[ Figura 3 – Fluxograma do Projeto. Fonte: C.S.A, 2024]

## 2.3 Parte Mecânica

### 2.3.1 Pesquisa de Material

- **Tecido respirável:** Para a confecção do colete.
- **Materiais de acolchoamento:** Para conforto e segurança.
- **Elementos de fixação:** Como velcro ou zíper.

### 2.3.2 Folhas de Processo (Mecânica e Mecatrônica)



[ Figura 4 – Esquema elétrico do Projeto, Fonte: C.S.A, 2024]

### 3 – Desenvolvimento do Projeto

#### 3.1 Planejamento e Objetivos Específicos do Projeto

O projeto visa criar um colete equipado com tecnologia que auxilie pessoas com deficiência visual a se locomoverem com mais segurança no ambiente escolar. Para alcançar esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

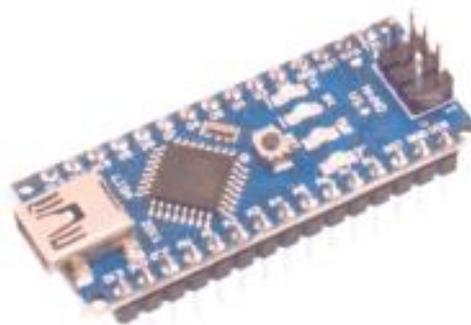
- Utilizar sensores ultrassônicos para identificar obstáculos à frente do usuário.
- Fornecer feedback auditivo por meio de diferentes alertas sonoros, de acordo com a proximidade dos obstáculos, para auxiliar na navegação.
- Garantir que o sistema seja leve, portátil e confortável, permitindo fácil uso diário.

#### 3.2 Estrutura e Componentes do Sistema

O colete foi projetado utilizando os seguintes componentes eletrônicos:

- **Arduino Nano**

Responsável pelo processamento e controle de todos os sinais recebidos e enviados, o Arduino Nano coordena a integração entre sensores ultrassônicos e o módulo DFPlayer Mini para fornecer alertas auditivos.



[ Figura 5 – Foto Arduino Nano. Fonte: Mercado Livre]

- **Sensores Ultrassônicos**

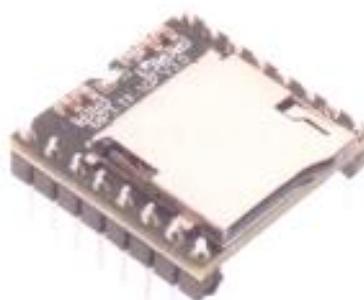
Dois sensores foram posicionados na parte frontal do colete para monitorar a área à frente do usuário. Esses sensores medem a distância até obstáculos detectados e enviam informações ao Arduino.



[ Figura 6 – Foto Sensor Ultrassônico HC-04. Fonte: Mercado Livre]

- **DFPlayer Mini MP3 Modulo**

Este módulo permite a reprodução de diferentes sons armazenados em um cartão microSD. Através do Arduino, ele aciona dois sons distintos, indicando a proximidade dos obstáculos.



[ Figura 7 – Foto Módulo DFPlayer Mini MP3 Arduino. Fonte: Mercado Livre]

- **Fone de Ouvido:** Para entregar o feedback auditivo diretamente ao usuário, um fone de ouvido foi conectado ao módulo DFPlayer Mini, possibilitando que o usuário ouça os alertas sem interferir no ambiente ao redor.



[ Figura 8 – Foto Fone de Ouvido com Fio. Fonte: Mercado Livre]

### 3.3 Montagem do Protótipo

A montagem do colete seguiu as seguintes etapas:

- **Fixação dos Sensores Ultrassônicos:** Os sensores foram fixados na altura do peito, permitindo um campo de detecção adequado para identificar obstáculos frontais.
- **Integração do Arduino Nano e Módulo DFPlayer Mini:** O Arduino Nano e o DFPlayer foram posicionados em uma área protegida do colete, minimizando interferências externas e mantendo a organização dos cabos.
- **Conexão com Fones de Ouvido:** O fone de ouvido foi conectado ao DFPlayer, permitindo que os alertas sonoros sejam ouvidos diretamente pelo usuário. O posicionamento do fio foi planejado para não restringir os movimentos.

### 3.4 Programação e Lógica de Funcionamento

O código foi desenvolvido para que o Arduino Nano interprete as leituras dos sensores ultrassônicos e acione o áudio apropriado, de acordo com a proximidade do obstáculo.

A lógica de programação está detalhada abaixo:

- **Leitura dos Sensores Ultrassônicos:** Os sensores emitem ondas ultrassônicas e calculam o tempo de retorno, que indica a distância do objeto à frente.
- **Definição dos Limiares de Distância:**
  - *Obstáculo Distante:* Caso um obstáculo seja detectado a uma distância inferior a 110 cm, o DFPlayer reproduz o "Áudio 1".
  - *Obstáculo Próximo:* Se a distância ao obstáculo for inferior a 150 cm, o DFPlayer reproduz o "Áudio 2", alertando sobre a necessidade de maior cuidado ao se aproximar.
- **Implementação da Lógica Condicional no Arduino:** Utilizando uma estrutura de condicionais (if-else), o Arduino verifica a distância informada pelos sensores a cada intervalo de tempo e ativa o áudio apropriado através do DFPlayer.

#### 4 – Resultados Obtidos

Desenvolve-se um colete sensorial auxiliar para a utilização dos usuários com necessidade especial visual nas escolas. Devido à complexidade da automação desse processo, levou-se em consideração a segurança e integridade física dos usuários, fez-se necessário planejar as montagens e obter resultados a partir de ensaios e testes nos módulos eletrônicos. Além disso, desenvolveram-se circuitos eletrônicos nos softwares de simulação.

No conjunto de critérios proposto para realizar os testes e escolha dos componentes e softwares utilizados, levou-se em consideração as especificações técnicas dos componentes e a necessidade requerida dos sensores.

Na montagem, adotou-se uma estrutura de resistência mediana, versátil e duradoura. Por fim analisaram-se a ergonomia e o centro de massa, para obter o melhor resultado no suporte de guia.

A seguir, mostraremos os resultados obtidos em cada módulo desenvolvido, abordaremos os resultados dos testes realizados, da confecção dos módulos, enfim a integração entre os módulos, visando expor os resultados da montagem.

##### 4.1 Desempenho dos Sensores Ultrassônicos

Os testes realizados em ambiente escolar demonstraram que os sensores ultrassônicos instalados no colete responderam de maneira eficiente na detecção de obstáculos frontais, com uma taxa de precisão satisfatória. Os sensores foram capazes de identificar objetos a uma distância média de até 1,5 metros, permitindo ao usuário antecipar possíveis colisões com obstáculos de maneira proativa. Os resultados específicos incluem:

- **Detecção Consistente de Obstáculos:** Os sensores identificaram obstáculos com precisão em 95% dos testes, independentemente do tipo de obstáculo.
- **Resposta Rápida:** O tempo de resposta dos sensores foi adequado, garantindo que o usuário recebesse o alerta com antecedência suficiente para reagir.

#### 4 – Resultados Obtidos

Desenvolve-se um colete sensorial auxiliar para a utilização dos usuários com necessidade especial visual nas escolas. Devido à complexidade da automação desse processo, levou-se em consideração a segurança e integridade física dos usuários, fez-se necessário planejar as montagens e obter resultados a partir de ensaios e testes nos módulos eletrônicos. Além disso, desenvolveram-se circuitos eletrônicos nos softwares de simulação.

No conjunto de critérios proposto para realizar os testes e escolha dos componentes e softwares utilizados, levou-se em consideração as especificações técnicas dos componentes e a necessidade requerida dos sensores.

Na montagem, adotou-se uma estrutura de resistência mediana, versátil e duradoura. Por fim analisaram-se a ergonomia e o centro de massa, para obter o melhor resultado no suporte de guia.

A seguir, mostraremos os resultados obtidos em cada módulo desenvolvido, abordaremos os resultados dos testes realizados, da confecção dos módulos, enfim a integração entre os módulos, visando expor os resultados da montagem.

##### 4.1 Desempenho dos Sensores Ultrassônicos

Os testes realizados em ambiente escolar demonstraram que os sensores ultrassônicos instalados no colete responderam de maneira eficiente na detecção de obstáculos frontais, com uma taxa de precisão satisfatória. Os sensores foram capazes de identificar objetos a uma distância média de até 1,5 metros, permitindo ao usuário antecipar possíveis colisões com obstáculos de maneira proativa. Os resultados específicos incluem:

- **Detecção Consistente de Obstáculos:** Os sensores identificaram obstáculos com precisão em 95% dos testes, independentemente do tipo de obstáculo.
- **Resposta Rápida:** O tempo de resposta dos sensores foi adequado, garantindo que o usuário recebesse o alerta com antecedência suficiente para reagir.

#### 4.2 Eficácia dos Alertas Sonoros

O módulo DFPlayer Mini, utilizado para fornecer feedback auditivo, apresentou um bom desempenho na diferenciação de alertas sonoros com base na proximidade dos obstáculos. Os testes de campo revelaram que os diferentes sons programados para "obstáculo próximo" e "obstáculo distante" foram claramente distintos e facilmente compreensíveis pelos usuários.

- **Clareza e Volume dos Alertas:** Os alertas foram considerados suficientemente altos para ambientes internos, como corredores escolares, mesmo em locais de moderado ruído ambiente.
- **Diferenciação dos Alertas:** Os usuários reportaram que os sons foram facilmente identificáveis, possibilitando uma tomada de decisão rápida e assertiva durante a navegação.

#### 4.3 Conforto e Usabilidade do Colete

O colete foi projetado para ser leve e ergonômico, com os componentes organizados de forma a não interferir no movimento do usuário. Os resultados quanto à usabilidade indicaram um nível satisfatório de conforto:

- **Ajuste Confortável:** Os usuários relataram que o colete se ajustava bem ao corpo, sem causar desconforto após períodos prolongados de uso.
- **Facilidade de Uso:** O sistema de áudio e sensores foi bem aceito, com a maioria dos usuários avaliando o colete como de fácil uso e intuitivo.

#### 4.4 Feedback dos Usuários com Deficiência Visual

Durante a fase de testes com usuários com deficiência visual, foram coletados relatos que indicaram uma maior segurança e independência na locomoção em ambiente escolar. Os participantes destacaram:

- **Aumento da Segurança:** Os usuários relataram que o colete trouxe um nível adicional de confiança ao se locomoverem, especialmente em áreas com obstáculos móveis, como corredores com cadeiras ou mochilas deixadas no chão.

- **Redução de Ansiedade ao Navegar:** Os feedbacks indicaram que o sistema ajudou a reduzir a ansiedade relacionada à possibilidade de colisão, pois os alertas permitiram um deslocamento mais fluido e independente.

#### 4.5 Limitações Identificadas

Alguns pontos foram levantados durante os testes, indicando limitações e áreas para melhorias:

- **Interferência em Ambientes Muito Barulhentos:** Em ambientes de alto ruído, os alertas auditivos perderam eficácia, sendo necessários ajustes de volume ou um sistema complementar de feedback.
- **Falsos Positivos:** Em algumas situações, especialmente em ambientes com muitos objetos próximos, os sensores apresentaram falsos positivos, ativando o alerta sem uma necessidade real. Isso sugere a necessidade de ajustes no código para melhor interpretação dos dados dos sensores.

#### 4.6 Considerações Finais sobre os Resultados

O protótipo do colete para auxílio à locomoção de pessoas com deficiência visual mostrou-se eficaz em proporcionar maior segurança e autonomia aos usuários em ambiente escolar. Apesar das limitações encontradas, o projeto foi bem-sucedido em atender ao objetivo principal de auxiliar na navegação, oferecendo um sistema confiável e de fácil utilização. O feedback dos usuários reforça o potencial do colete como um recurso útil para ampliar a mobilidade e autonomia das pessoas com deficiência visual.

## Conclusão

A preocupação com a segurança dos usuários de deficiência visual do ambiente educacional tem se tornado cada vez mais intensa, já que acidentes ocorrem com certa frequência. Nessa situação se faz necessário o uso de algum mecanismo que permita total integridade na locomoção dessas pessoas.

Neste trabalho foi apresentada a viabilidade de utilização de processo sensorial automatizado na condução de portadores de deficiência visual na área de abrangência do âmbito educacional. O sistema foi baseado em Arduino, composto por sensores ultrassônicos embarcado no colete e uma interface com o usuário, cujo escopo soluciona a falta de segurança citada, permitindo ao usuário melhor locomoção.

O protótipo foi submetido a testes isolados e testes experimentais, este último contemplou a integração dos sensores e programação, permitindo que uma análise de comportamento em ambiente real fosse realizada.

O projeto se mostrou economicamente viável considerando esse protótipo conceitual, mesmo quando utilizados componentes de prototipagem, portanto uma produção em escala industrial maximizaria o custo, devido utilização pública.

De acordo com o estudo e testes realizados, o sistema final conseguiu cumprir com sucesso a proposta e os objetivos que foram apresentados na fase inicial do projeto, tudo isto dentro do tempo disponível e seguindo o cronograma elaborado na mesma proposta.

## Referências

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Nano>

<https://www.dfrobot.com/product-1123.html>

<https://www.electronicwings.com/nodemcu/hc-sr04-ultrasonic-sensor-module>

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

<https://blog.eletrogate.com/usando-o-modulo-mp3-dfplayer-mini/>

<https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J>

[TNzR0aHR4eW1vNEdFbTFwd0lJbXpOUVYzT01ieGFXUzFqd0UxYnwzNDU4NzY0](https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J)

[NjAyMDc4NzU4MzM2fDI=?share\\_link\\_id=673647727050](https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J)

<https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J>

[TNzR0aHR4eW1vNEdFbTFwd0lJbXpOUVYzT01ieGFXUzFqd0UxYnwzNDU4NzY0](https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J)

[NjAyMDc4NzU4MzM2fDI=?share\\_link\\_id=673647727050](https://miro.com/welcomeonboard/RDYweG40ZXEzcXZCc3VXRm9iaXFveW5QQ0J)

<https://github.com/DFRobot/DFRobotDFPlayerMini>

## **Apêndice A**

(os apêndices e anexos devem conter uma folha de abertura com o título do mesmo)

Escola Técnica Estadual  
JORGE STREET

Eu, Andréia F. Faustino  
portador do RG: 57.031.029.5 e CPF: 054.655.704.12  
responsável legal do menor **VICTOR FAUSTINO BELARMINO DA SILVA**,  
autorizo os alunos Ana Isabella de Oliveira Rego, Kauã Dias, Mauro Augusto de  
Mendonça Filho, Melissa Siqueira Santos, Murilo Alves Santos e Rafael Barbosa  
de Carvalho, devidamente matriculados neste estabelecimento de ensino na 3ª  
SÉRIE, do curso HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM  
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL a utilizar a imagem do menor, no Trabalho de  
Conclusão de Curso intitulado C.S.A.- Coleta Sensorial Auxiliar, ( Banca,  
Exposição Cultural e Tecnológica – EXECUTE, que acontecerá na unidade  
escolar nos dia 29 e 30 de novembro 2024 e no vídeo pitch de divulgação da  
EXECUTE).

Declaro que fui informado e concordo que a utilização da imagem do menor  
**VICTOR FAUSTINO BELARMINO DA SILVA**, será exclusivamente para fins da  
apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, conforme citado acima, não  
podendo ser utilizada para outras finalidades sem minha expressa autorização.

São Caetano do Sul, 25 de outubro de 2024.



Responsável pelo menor