

**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ADHEMAR BATISTA
HERMERITAS
Técnico em eletrotécnica**

**Jonathan Rufino Silva
Gustavo Barbosa Soares
Phellipe Ibsen Silva de Lima
Eder Oliveira da Mota**

**SEMÁFORO INTELIGENTE PARA PEDESTRES COM
SINALIZAÇÃO POR FAIXAS LUMINOSAS E BOTOEIRA
SONORA**

**São Paulo
2025**

Jonathan Rufino Silva
Gustavo Barbosa Soares
Phellipe Ibsen Silva de Lima
Eder Oliveira da Mota

**SEMAFORO INTELIGENTE PARA PEDESTRES COM
SINALIZAÇÃO POR FAIXAS LUMINOSA E BOTOEIRA SONORA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção da Habilitação Profissional
Técnica de Nível Médio de Técnico em
Eletrotécnica, à
Escola Técnica Estadual Professor
Ademar Batista Hermeritas, sob
orientação dos Professores Ilídio Antônio
Rente Pessoa e Márcio S. Preti.

São Paulo
2025

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho de conclusão de curso aos nossos familiares, amigos e professores, que não mediram esforços para que chegássemos até aqui. Dedicamos ao nosso orientador, Ilídio Antônio Rente Pessoa, que sempre compartilhou sua experiência de forma construtiva.
Gratidão!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por nossas vidas, pela força e coragem que nos concede diariamente, fazendo com que nossos objetivos sejam alcançados durante este curso. Aos nossos familiares, que nos incentivaram nos momentos mais difíceis, nos apoiando incansavelmente para a conclusão do nosso trabalho.

Aos nossos professores que não mediram esforços, nos auxiliando e dando todo o suporte necessário. Nossos colegas de curso, que juntos desenvolvemos um trabalho em equipe.

Ao nosso orientador, Ilídio Antônio Rente Pessoa, pelas correções e ensinamentos que foram fundamentais para a elaboração desse trabalho.

Por fim, nossa gratidão a esta instituição de ensino, pela oportunidade conferida.

EPÍGRAFE

“O espírito humano precisa
prevalecer sobre a tecnologia”
Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho busca desenvolver um protótipo para o ambiente de trânsito, com foco na passagem de pedestres, visando facilitar a mobilidade pública e a acessibilidade.

A iniciativa é motivada pelo alto índice de acidentes com pedestres, tanto de dia quanto à noite, em cruzamentos semafóricos e faixas de pedestre, tornando este um tema de relevância social. A solução proposta busca criar projetos que atendam às necessidades de todos os cidadãos, incluindo pessoas com deficiência física e auditiva, promovendo maior segurança e inclusão.

O protótipo proposto será abordado com uma visão abrangente, sendo inspirado em modelos com sensores e luzes LED que acendem quando alguém inicia a travessia, alertando motoristas e prevenindo acidentes. Através de exemplos práticos, explorar-se-á como a tecnologia de sensores e sinalização pode ser implementada em diferentes contextos urbanos, destacando seus benefícios e desafios. Por fim, serão abordados os custos de implementação e as modificações necessárias na infraestrutura para que o projeto se torne uma realidade, fornecendo uma visão geral dos investimentos necessários para a transformação de cruzamentos comuns em travessias inteligentes e seguras.

Palavras-chave: Segurança no Trânsito. Acessibilidade. Protótipo. Travessia de pedestres. Sinalização Inteligente.

ABSTRACT

This work seeks to develop a prototype for the transit environment, focusing on pedestrian crossings, aiming to facilitate public mobility and accessibility.

The initiative is motivated by the high rate of pedestrian accidents, both day and night, at traffic signaled intersections and crosswalks, making this a topic of social relevance. The proposed solution seeks to create projects that meet the needs of all citizens, including people with physical and hearing disabilities, promoting greater safety and inclusion.

The proposed prototype will be approached from a comprehensive perspective, inspired by models with sensors and LED lights that turn on when someone begins to cross, alerting drivers and preventing accidents. Through practical examples, it will explore how sensor and signaling technology can be implemented in different urban contexts, highlighting its benefits and challenges. Finally, it will address the implementation costs and necessary infrastructure modifications to make the project a reality, providing an overview of the investments required to transform ordinary intersections into smart and safe crossings.

Keywords: Traffic Safety. Accessibility. Prototype. Pedestrian Crossing. Smart Signage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arduino Uno	14
Figura 2 – Grupo Focal Veicular	15
Figura 3 – Grupo Focal de Pedestres	16
Figura 4 – Botoeira Sonora	17
Figura 5 – Esquema Elétrico de Ligação	18
Figura 6 – Adesivo de Sinalização da Botoeira	19
Figura 7 – Faixa de Pedestres com Iluminação	20
Figura 8 – Barra de Led para Travessia de Pedestres	21
Figura 9 – Projeto Semaforico	22
Figura 10 – Diagrama Esquemático	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	06
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	08
2.1 A Importância da Acessibilidade e da Sinalização Inclusiva	08
2.2 Análise de Riscos e Pontos Críticos em Sistemas Semaforicos Convencionais	08
3. DESENVOLVIMENTO	10
3.1 Materiais Utilizados	10
3.2 Projeto e Detalhamento do Circuito Eletrônico (Hardware)	20
3.2.1 Análise e Função dos Principais Componentes	20
4. ANALISE DE IMPLEMENTAÇÃO	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
7. APÊNDICE A - FOTOGRAFIA DE MONTAGEM DO PROTÓTIPO	29

1. INTRODUÇÃO

O crescente desafio da mobilidade urbana sustentável e inclusiva nas cidades modernas direciona a atenção para soluções inovadoras na gestão do tráfego de pedestres. A garantia de travessias seguras, especialmente para indivíduos com deficiência visual ou mobilidade reduzida, configura-se como uma preocupação fundamental. Nesse contexto, a eletrônica emerge como um campo promissor, oferecendo ferramentas valiosas para o desenvolvimento de semáforos inteligentes que priorizam a inclusão e a segurança.

O presente projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) propõe o desenvolvimento de um protótipo de semáforo inteligente para pedestres que se caracteriza pela sua operação através de um único cabo de alimentação e pela utilização de faixas iluminadas integradas à faixa de pedestres como principal forma de sinalização visual. A inovação reside na concepção de um sistema funcional, seguro e energeticamente eficiente.

Acreditamos que a combinação de um sistema elétrico simplificado e faixas iluminadas pode contribuir significativamente para a criação de travessias mais seguras e intuitivas.

A segurança dos pedestres em cruzamentos, especialmente em locais com alta incidência de tráfego, é uma preocupação central no planejamento urbano. A necessidade de soluções que garantam travessias seguras e facilmente compreensíveis, sem depender de recursos sonoros ou sistemas de monitoramento por câmeras, motiva a exploração de abordagens visuais eficazes. Este projeto aborda essa problemática, apresentando o desenvolvimento de um semáforo inteligente que opera com um sistema elétrico simplificado e utiliza faixas iluminadas para indicar o momento seguro de travessia.

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver um protótipo funcional de semáforo inteligente para pedestres, alimentado por um único cabo e utilizando faixas iluminadas integradas à faixa de pedestres como principal meio de sinalização visual. A meta primordial é otimizar o tempo de travessia, promovendo um ambiente de maior segurança em um cruzamento simulado, através de um sistema elétrico simplificado e uma sinalização visual clara e direta. Para a consecução deste objetivo abrangente,

serão implementados um sistema de detecção de pedestres (utilizando sensores de presença ou botões de acionamento), faixas iluminadas integradas à faixa de pedestres e sincronizadas com os tempos semafóricos, e um microcontrolador responsável pelo gerenciamento integral do sistema, tudo alimentado por uma única fonte. A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto envolverá uma fase inicial de pesquisa teórica sobre sistemas de baixa voltagem e tecnologias de iluminação para sinalização viária, seguida pelo projeto detalhado do hardware e software, culminando em testes práticos rigorosos em um ambiente de simulação controlado.

É importante delimitar o escopo deste projeto, que se concentrará no desenvolvimento de um protótipo aplicável a um cruzamento simples, com foco exclusivo na travessia de pedestres e na sua alimentação por um único cabo. A simulação do cruzamento será realizada em um ambiente laboratorial, utilizando maquetes e modelos em escala reduzida. Os testes de desempenho terão como foco principal a avaliação da capacidade do sistema em garantir uma travessia segura e eficiente para os pedestres, com ênfase particular na funcionalidade e visibilidade das faixas iluminadas e na viabilidade da alimentação por um único cabo.

Para facilitar a compreensão e o acompanhamento do desenvolvimento deste trabalho, a sua estrutura foi organizada em cinco capítulos distintos. O Capítulo 2 apresentará a fundamentação teórica que embasa o projeto, explorando conceitos relevantes sobre semáforos inteligentes de baixa voltagem, as diversas tecnologias de detecção de pedestres sem o uso de câmeras, e as tecnologias e aplicações de faixas iluminadas para sinalização viária. O Capítulo 3 detalhará a metodologia empregada no desenvolvimento do projeto, abrangendo o design do hardware e do software, bem como os procedimentos de teste que serão realizados. O Capítulo 4 será dedicado à apresentação e à análise dos resultados obtidos nos testes de validação do protótipo. Finalmente, o Capítulo 5 apresentará as conclusões do trabalho, sintetizando os principais achados e apontando possíveis direções para futuras pesquisas e desenvolvimentos na área de semáforos simplificados, de baixa voltagem e com sinalização visual aprimorada por faixas iluminadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A segurança viária e a mobilidade urbana representam desafios cruciais nas grandes cidades, sendo os pedestres a parcela mais vulnerável do sistema de trânsito (ONU, 2021). O alto índice de acidentes em cruzamentos e faixas é um reflexo da insuficiência das infraestruturas tradicionais para atender às demandas de uma população diversificada (CET, 2023). A simples sinalização vertical e horizontal, muitas vezes, não é suficiente para alertar motoristas e garantir a travessia segura, especialmente em condições de baixa visibilidade ou para grupos com necessidades especiais.

2.1 A Importância da Acessibilidade e da Sinalização Inclusiva

A acessibilidade nas vias públicas não é apenas uma questão de conveniência, mas um direito fundamental, conforme estabelecido pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015). Neste contexto, a sinalização semafórica padrão revelasse falha ao não contemplar efetivamente pessoas com deficiência visual ou auditiva, ou aqueles com mobilidade reduzida que demandam mais tempo para a travessia.

Segundo o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2020), a implementação de dispositivos auxiliares, como os recursos táteis e sonoros, é fundamental para tornar os cruzamentos inclusivos. É aqui que o conceito de Semáforo Inteligente para Pedestres ganha relevância, ao buscar integrar tecnologias que superem as limitações do modelo convencional.

2.2 Análise de Riscos e Pontos Críticos em Sistemas Semaforicos Convencionais

A análise das falhas em sistemas semafóricos tradicionais é crucial para orientar o desenvolvimento de soluções mais robustas, como o protótipo proposto neste trabalho. As principais categorias de falhas incluem:

Falhas Elétricas e Eletrônicas:

- Lâmpada /Leds: componentes quem tem por sua vez a função de sinalizar e instruir motoristas e pedestres a queima desses componentes muitas vezes por desgaste natural ou sobre tensão ou até mesmo a má qualidade do material.
- Defeitos na placa de controle (Arduino): caracteriza falha nos microcontroladores ou circuitos responsáveis por alterna a sequência de abertura de cada grupo focal.
- Curto-circuito ou sobre carga: muitas vezes causado por algum tipo de condição climática como chuva, ventos fortes, raios, entre outros ou desgaste da parte de cabeamento.
- Falta de energia elétrica: A falta de energia pode deixar o semáforo apagado ou em modo intermitente (piscante).

Defeitos mecânicos ou em parte da estrutura

- Danos na estrutura: causados muitas das vezes por algum tipo de colisão, vandalismo, furto de cabeamento ou condição climática.
- Oxidação e desgaste: a oxidação atrapalha diretamente o funcionamento de um sistema semafórico interrompendo a tensão em conectores e comprometendo o seu desempenho

Falhas de sinalização de segurança

- Luzes simultâneas de verde (em vias conflitantes): esse tipo de falha caracteriza um risco extremo onde coloca a vida de motoristas e pedestre e risco de acidente
- Semáforo apagado ou piscante incorretamente: gerando confusão entre pedestre e motorista.
- Problema de visibilidade: lâmpadas/Leds, que estão com sua luminosidade a baixo do normal, com sujeira em suas lentes ou mal posicionada, causando a distorção daqueles que utilizam a via nestas condições.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Materiais Utilizados

Para o desenvolvimento do projeto de semáforo inteligente voltado à travessia de pedestres, com foco em pessoas com deficiência visual e na melhor sinalização e visualização dos pedestres na via, serão utilizados os seguintes materiais:

Arduino Uno

Grupos focais (veiculares e de pedestres)

Botoeira sonora

Adesivo de sinalização da botoeira

Faixa de pedestres com iluminadores

Barra de LED

Projeto semafórico

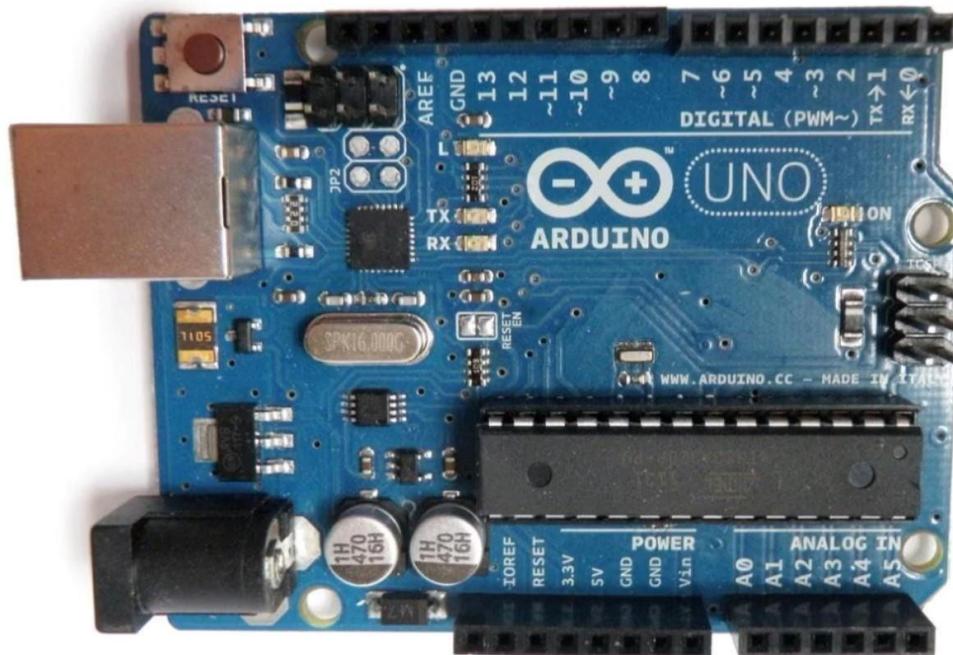
Todos os materiais foram escolhidos visando uma melhor fluidez e segurança tanto para os pedestres quanto para os motoristas.

Este trabalho apresenta uma seleção de materiais utilizados para o desenvolvimento do projeto de semáforo inteligente voltado à travessia de pedestres, com foco em pessoas com deficiência visual e na melhor sinalização e visualização dos pedestres na via.

Um deles é o Arduino que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto composta por placas com microcontroladores programáveis. Ele permite o desenvolvimento de projetos de automação e controle de forma simples e acessível.

Suas principais funções incluem a leitura de sinais analógicos e digitais, o controle de dispositivos eletrônicos (como LEDs, motores e sensores), além da comunicação com outros módulos e sistemas. É amplamente utilizado em projetos de robótica, automação residencial, sistemas de monitoramento e no ensino de programação e eletrônica.

Figura 1. Arduino Uno



Fonte: (Mercado Livre, 2025)

Outro material é os grupos focais que são componentes fundamentais para a sinalização semafórica. São geralmente produzidos por empresas metalúrgicas, utilizando materiais como alumínio fundido ou, em versões mais recentes, policarbonato.

Figura 2. Grupo Focal Veicular



Fonte: (Gov. Materiais semafóricos, 2024)

O Grupo Focal de pedestres, Figura 3, sua principal função é sinalizar visualmente o tempo seguro de travessia para os pedestres. A parte superior geralmente exibe um contador regressivo (como o número "8" da imagem), enquanto a inferior mostra o símbolo do pedestre, indicando que é permitido atravessar. Ele é crucial para a fluidez e segurança dos pedestres.

Figura 3. Grupo focal de Pedestres



Fonte: (Gov. Materiais semafóricos, 2024)

Outro material relevante é o chamado Botoeira Sonora, Figura 4, que nada mais é do que um dispositivo essencial para a travessia segura de pedestres com deficiência visual. Este equipamento, ao ser acionado, envia um comando ao controlador semafórico, solicitando a ativação do estágio de travessia. Além de sua função principal, a botoeira emite sinais sonoros, visuais e táteis para auxiliar na travessia, proporcionando maior autonomia e segurança para pessoas com deficiência.

Figura 4. Botoeira Sonora.



Fonte: (Gov. Materiais semafóricos, 2024)

O esquema elétrico Figura 5, detalha a interconexão das botoeiras sonoras com os semáforos de pedestres e o controlador semafórico.

Botoeiras e Sensores Sonoros: O diagrama mostra duas unidades de botoeira, cada uma conectada ao seu respectivo Emissor Sonoro. Essa ligação garante que, ao ser acionada, a botoeira ative o sinal sonoro para auxiliar o pedestre com deficiência visual.

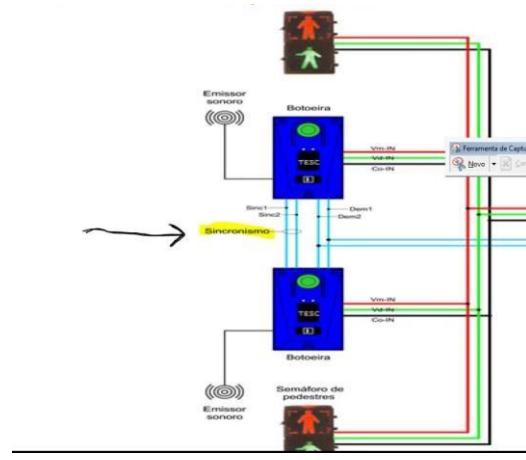
Comunicação com o Controlador: Cada botoeira envia um sinal (representado pelas saídas Dem1 e Dem2) ao controlador semafórico, solicitando a ativação do estágio de travessia.

Sincronismo: A seta amarela indica o ponto de Sincronismo (Sinc1 e Sinc2) entre as duas botoeiras. Esse sincronismo é fundamental para garantir que ambas as unidades operem de forma coordenada e que a solicitação de travessia seja consistente em ambos os lados da via.

Alimentação e Sinalização: As conexões (Vm-IN, Vf-IN, Co-IN) representam a alimentação e o monitoramento de status da botoeira (como o sinal luminoso de "aguarde"), ligando-a ao sistema elétrico central do semáforo, que por sua vez controla o semáforo de pedestres (vermelho/verde).

Essa arquitetura de ligação permite que o sistema funcione sob demanda, priorizando a segurança e a acessibilidade do pedestre ao solicitar o tempo de travessia de forma eficiente e coordenada.

Figura 5. Esquema Elétrico de Ligação.



Fonte: (Gov.br, 2025)

O adesivo de Sinalização da batoeira, Figura 6, tem como finalidade sinalizar e indicar com clareza o local exato de instalação da batoeira. Essa medida visa facilitar e melhorar a mobilidade dos usuários, especialmente aqueles com deficiência visual.

Figura 6. Adesivo de sinalização da botoeira



Fonte: (Gov. Materiais semafóricos, 2024)

Na Espanha, vem sendo testado um modelo de faixa inteligente Figura 7, que acendem sempre que alguém inicia a travessia. Essa tecnologia alerta os motoristas sobre a presença de pedestres e contribui significativamente para a prevenção de acidentes.

Figura 7. Faixa de Pedestres com Iluminação



Fonte: (Prefeitura de São Caetano, 2024).

Outro material inteligente sendo testado é a barra de Led Figura 8, que tem como objetivo alertar pedestres desatentos, especialmente em um cenário onde o uso excessivo de dispositivos eletrônicos compromete a atenção no trânsito. Trata-se de mais uma medida preventiva, que visa reduzir acidentes em áreas urbanas por meio do alerta visual.

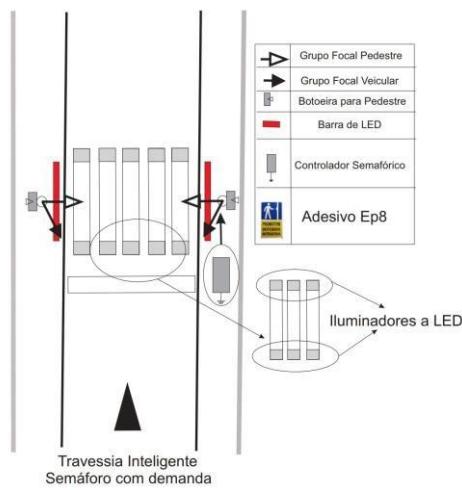
Figura 8. Barra de LED para travessia de Pedestre



Fonte: (Prefeitura de Curitiba, 2024).

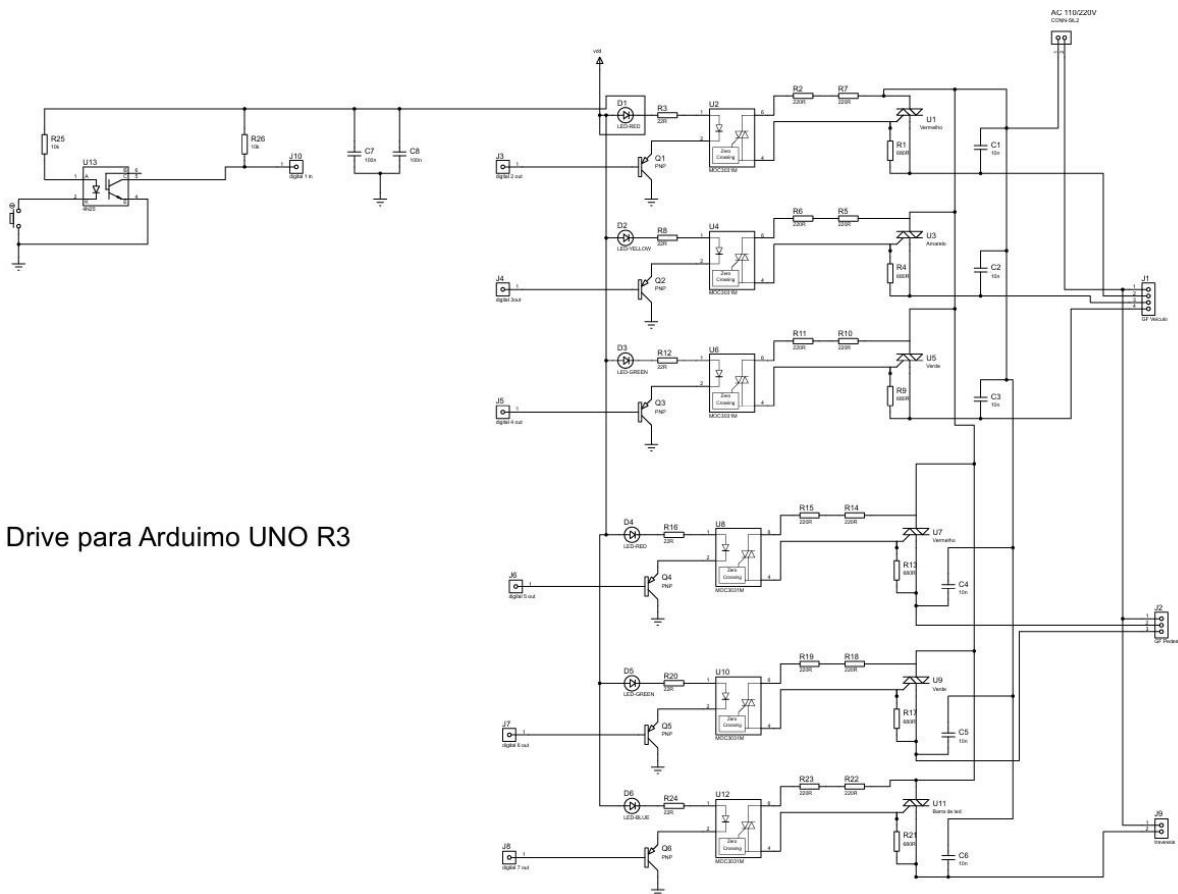
Projeto Semaforico Figura 9, tem como finalidade principal promover a inclusão, segurança e fluidez no trânsito para todos os públicos, com especial atenção às pessoas com deficiência. O desenvolvimento do sistema semafórico inteligente busca atender a demandas sociais, promovendo acessibilidade e priorizando a preservação da vida.

Figura 9. Projeto Semaforico



3.2 Projeto e Detalhamento do Circuito Eletrônico (Hardware)

Figura 10. Diagrama Esquemático do Circuito de Controle e Potencia



Drive para Arduino Uno R3

3.2.1 Análise e Função dos Principais Componentes

Para o circuito, os componentes foram selecionados para garantir o acionamento isolado das lâmpadas/LEDs de alta tensão (AC) por meio do microcontrolador (Arduino), que opera em baixa tensão. O isolamento é realizado pelos opto acopladores, fundamentais para a segurança e proteção do sistema de controle.

Componente	Designação no Diagrama	Função no Circuito
Opto acopladores	U2, U4, U6, U8, U10, U12 (MOC3031M)	Isolamento e Açãoamento AC. Protegem o microcontrolador da alta tensão (110V/220V) e atuam como chave para acionar as lâmpadas do semáforo (Veicular e Pedestre).
	U13 (4N25)	Isolamento de Sinal de Entrada. Isola o sinal de açãoamento de dispositivos externos, como o botão de pedestre, protegendo a entrada digital do Arduino.
Transistores (PNP)	Q1 a Q6	Amplificação e Controle. Atuam como drivers, amplificando a corrente para os LEDs/Lâmpadas indicadores e controlando os opto acopladores.
LEDs e Lâmpadas	U1, U3, U5, U7, U9 (Semáforos)	Sinalização de Tráfego. Representam os grupos focais (Vermelho, Amarelo, Verde) do semáforo de veículos e pedestres.
	D1 a D6 (Indicadores)	Monitoramento do Sistema. LEDs que indicam no próprio circuito o estado de açãoamento das saídas digitais.
	U11 (Barra de LED)	Sinalização Visual no Chão. Representa a barra de LED usada na faixa para alertar pedestres.
Resistores	R1 a R26	Limitação de Corrente e Polarização. Ex: R1, R4, R9, R13, R17, R21 (680Ω) limitam a corrente dos LEDs. Outros resistores fazem a polarização dos transistores e opto acopladores.
Capacitores	C1 a C8	Filtro e Desacoplamento. Usados para evitar ruídos na alimentação e garantir a estabilidade do circuito de controle.
Conectores	J1, J2	Saída de Potência. Conectam o circuito de potência às lâmpadas/LEDs do semáforo e da faixa.
	J3 a J8	Entradas de Controle. Recebem os sinais digitais de açãoamento do Arduino.
	J9 (Travessia)	Entrada de Demanda. Recebe o sinal da botoeira (botão de pedestre) para solicitar a travessia.

4. Análise de implementação

A implementação do Semáforo Inteligente para Pedestres com faixas luminosas e botoeira sonora deve ser analisada pela viabilidade técnica e do custo-benefício social. O protótipo, ao utilizar componentes de baixo custo e fácil acesso, como o Arduino Uno e a tecnologia LED, apresenta um custo de implementação significativamente mais baixo do que os sistemas semafóricos tradicionais de alta complexidade.

O custo-benefício do projeto é elevado devido aos seus retornos sociais e operacionais:

O maior retorno é a preservação de vidas. A sinalização aprimorada (LEDs na faixa) e a acessibilidade (botoeira sonora) reduzem drasticamente o risco de atropelamentos, minimizando os custos sociais e de saúde pública associados a acidentes de trânsito.

O uso de LEDs de alta eficiência e uma arquitetura de controle simplificada deixa o sistema economicamente mais sustentável a longo prazo, com menor consumo de energia elétrica em comparação com tecnologias convencionais.

E ao garantir a conformidade com as exigências da Resolução CONTRAN nº 704 e da NBR 9050 por meio da botoeira sonora, o projeto confere autonomia a pessoas com deficiência visual, agregando valor à infraestrutura urbana.

Por isso, o investimento neste protótipo se justifica plenamente pela otimização do fluxo de pedestres e pelo seu retorno em segurança, acessibilidade e sustentabilidade urbana.

Orçamento total aproximado para calcular um valor aproximado, para Protótipo de Semáforo Inteligente com os seguintes itens:

- 1 Arduino Uno (ou compatível): R\$ 40,00 a R\$ 90,00
- 1 Grupo Focal veicular R\$ 2.000,00
- 1 Grupo Focal semáforo para pedestre R\$ 1.995,00
- 2 Botoeira Sonora R\$ 3.500,00
- 2 Adesivo de Sinalização R\$ 14,80

- 1 Faixa de Pedestre (LED) R\$ 122,00
- 6 Suporte/abraçadeira metálica simples R\$ 170,00
- 4 Coluna galvanizada simples 6,00mm x 114,3mm R\$ 2.850,00
- 14 PCs de acrílico 15x15 8mm R\$ 650,00
- Fita de led RGB R\$ 25,00
- Perfil de embutir led 2 MTS R\$ 50,00
- Adesivo Branco para acrílico R\$ 45,00

Total de Equipamentos: R\$ 11.511,80

Custos de Mão de Obra: R\$ 7.500,00

Orçamento Final Aproximado R\$ 19.011,80

- Total de Equipamentos: R\$ 11.511,80
- Total de Mão de Obra: R\$ 7.500,00

Orçamento Total: R\$ 19.011,80

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo central o desenvolvimento de um protótipo de Semáforo Inteligente para Pedestres com Sinalização por Faixas Luminosas e Botoeira Sonora, visando aprimorar a segurança, a fluidez e a acessibilidade no tráfego urbano. O projeto buscou responder ao desafio do alto índice de acidentes com pedestres ao propor uma solução inovadora, inclusiva e energeticamente eficiente.

A solução desenvolvida demonstrou a eficácia da integração de componentes eletrônicos (como o Arduino Uno e os Grupos Focais) com tecnologias de sinalização visual e sonora. A implementação da Botoeira Sonora provou ser um recurso

fundamental de acessibilidade, pois, ao ser acionada, envia um comando ao controlador semafórico e emite sinais sonoros, visuais e táteis, garantindo autonomia e segurança para pessoas com deficiência visual.

Paralelamente, o projeto validou a importância das Faixas de Pedestre com Iluminação e da Barra de LED na prevenção de acidentes. Essas tecnologias, inspiradas em modelos de travessia inteligente, aumentam significativamente a visibilidade dos pedestres e atuam como um alerta visual direto para motoristas e para pedestres desatentos, especialmente em cruzamentos com alto fluxo ou baixa luminosidade.

Em síntese, o protótipo funcional atende à demanda social por sistemas que priorizam a vida e a mobilidade inclusiva. O foco em um sistema elétrico simplificado de 12 volts e a sinalização visual clara e direta confirmam a viabilidade de adaptar a tecnologia semafórica para criar travessias mais intuitivas e seguras para todos os usuários da via.

Como perspectivas futuras, sugere-se a realização de testes de campo em ambientes urbanos reais para avaliar o desempenho do sistema em diferentes condições climáticas e de tráfego, bem como a exploração da integração de outros sensores para otimizar ainda mais o tempo de travessia, consolidando o potencial deste projeto na melhoria da segurança viária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HUB DE PROJETOS ARDUINO. Sinal de Trânsito usando Arduino - Um Projeto para Iniciantes. https://projecthub.arduino.cc/krishna_agarwal/traffic-light-using-arduino-abeginner-project-35f8c6. Acesso em: [Data do seu acesso, ex: 10 jun. 2025]

POLARA. O que é um Sinal Sonoro de Pedestre Acessível (APS)? Site: <https://polara.com/blog/what-is-an-aps>

NORATEX. Cruzamentos inteligentes LED. Site: <https://polara.com/blog/what-is-noratex.eu/en/smart-crossings-led/>.

MILES, David. Sinalização de Tráfego para Pedestres com Arduino. Arduino Project Hub, Site: <https://projecthub.arduino.cc/natalmakers/arduino-pedestrian-crossing-trafficlights-1c534d>.

PEREIRA, V. H. M.; LIMA, W. C.; AMORIM, L. E. Semáforo inteligente e acessibilidade pública. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Ano 03, Ed. 10, Vol. 06, p. 155-188, out. 2018.

AL-QUTWANI, M.; WANG, X. Smart Traffic Lights over Vehicular Named Data Networking. Information, v. 10, n. 3, p. 83, 2019. (Em inglês, para discussão de conceitos de Smart Traffic).

ALAIDI, A. H. M. et al. Design and implementation of a smart traffic light management system controlled wirelessly by Arduino. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), v. 14, 2020. (Em inglês)

HUB DE PROJETOS ARDUINO. Sinal de Trânsito usando Arduino - Um Projeto para Iniciantes. (Se for um tutorial técnico ou artigo online).

6.1 NORMATIVAS DE ACESSIBILIDADE E BOTOEIRA SONORA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução nº 704, de 10 de outubro de 2017. Estabelece padrões e critérios para sinalização semafórica com sinal sonoro para pedestres.

CET (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo). Especificação Técnica GGT 001/2018 – Sinalização Semafórica.

6.2 SINALIZAÇÃO VIARIA E FAIXAS LUMINOSAS(LED)

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV - Sinalização Horizontal. Brasília, 2022.

NASCIMENTO, T. L. Avaliação de materiais refletores em sinalização viária. Eficácia refletiva de diferentes tipos de materiais em placas e faixas de pedestres. Revista Fatec Tecnologia, ISSN 1678-0817, 2024.

ROAD SAFETY TOOLKIT (iRAP). Pedestrian Crossing – Unsignalised. (Disponível em português, para discussão do contexto de travessias).

Prefeitura de Curitiba - <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/barras-de-led-ajudam-pedestres-e-ciclistas-distraidos-a-atravessar-ruas-de-curitiba-com-seguranca/77408>

7. APÊNDICE A - FOTOGRÁFIA DE MONTAGEM DO PROTÓTIPO













