

**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT**

**TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**



**PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO**

**ALERTA POR RÁDIO FREQUÊNCIA DOS SINAIS DO SEMÁFORO**

**GABRIEL OLIVEIRA  
VINÍCIUS MACHADO**

**SÃO LEOPOLDO**

**2025**

**GABRIEL OLIVEIRA**

VINÍCIUS MACHADO

## **ALERTA POR RÁDIO FREQUÊNCIA DOS SINAIS DO SEMÁFORO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Adriano Dos Santos e coorientação do professor Thiago Lucena Schmidt.

SÃO LEOPOLDO

2024

**RESUMO**

Este projeto tem como objetivo desenvolver um dispositivo de alerta por rádio frequência para sinais de semáforo, destinado a aumentar a segurança no trânsito. Utilizando tecnologia Arduino e o módulo NRF24L01, o dispositivo foi projetado para transmitir informações visuais e sonoras sobre a cor do semáforo diretamente para o interior do veículo. A solução visa superar desafios comuns enfrentados pelos motoristas, como a visibilidade reduzida devido a trânsito intenso, condições climáticas adversas (como chuva intensa e neblina) e obstruções visuais, como veículos maiores que bloqueiam a visão dos sinais. A metodologia do projeto inclui o desenvolvimento e a realização de testes rigorosos com um protótipo para garantir a integridade e a confiabilidade do sinal de frequência em diferentes distâncias (3, 5 e 10 metros). O sistema de comunicação sem fio foi projetado para ter um alcance de até 200 metros, assegurando uma transmissão clara e contínua das informações sobre a cor do semáforo. Testes adicionais serão realizados para avaliar o desempenho do dispositivo em condições variadas e para otimizar seu consumo energético e capacidade de operação em ambientes urbanos complexos. Os resultados esperados incluem uma significativa redução no número de acidentes de trânsito e uma melhoria geral na segurança dos motoristas. O dispositivo se destaca por seu custo acessível e sustentabilidade, utilizando componentes de baixo custo e fontes de energia alternativas. A proposta representa um avanço significativo na tecnologia de segurança viária, oferecendo uma ferramenta prática e eficaz que complementa os sistemas de transporte atuais e atende a uma necessidade real no contexto urbano.

Palavras-chave: semáforo inteligente; segurança de trânsito; comunicação por rádio frequência; visibilidade dos sinais de trânsito; tecnologia de baixo custo.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Arduino Uno	16
Figura 2 – NRF24L01	17
Figura 3 – Buzzer	17
Figura 4 – LEDs	18
Figura 5 – Receptor e Transmissor	18
Figura 6 – Protoboard	19
Figura 7 – Cabo Wire Jumper	20
Figura 8 – Simulação do projeto no Tinkercad	21
Figura 9 – Esquema Elétrico	24

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Estado da Arte	10
Tabela 2 – Cronograma	25
Tabela 3 - Recursos	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	8
1.2 PROBLEMA	8
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo Geral	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
<b>2 ESTADO DA ARTE</b>	<b>10</b>
2.1 SEMÁFORO INTELIGENTE DE TRÂNSITO	11
2.3 SENSOR DE PRESENÇA PARA SEMÁFORO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO	12
2.4 ALERTA POR RÁDIO FREQUÊNCIA DOS SINAIS DO SEMÁFORO	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>12</b>
3.1 SEGURANÇA DE TRÂNSITO	13
3.1.1 Segurança no Trânsito	13
3.2. Comunicação Veículo-Semáforo	14
3.2.1. Tecnologias de Comunicação Sem Fio	14
3.2.2. Arduino e suas Aplicações	14
3.3. Componentes do Sistema	15
3.3.1. Transmissão e Recepção de Dados	15
3.3.2. Indicadores Visuais e Sonoros	15
3.3.3. Impactos na Segurança e Eficiência	15
3.3.4. Redução de Acidentes	15
3.3.5. Melhoria no Fluxo de Tráfego	16
3.5 Componentes do protótipo	16
3.5.1 Arduino Uno	16
3.5.2 NRF24L01	17
3.5.3 Buzzer	17
3.5.4 LEDs	18
3.5.5 Transmissor e Receptor	18
3.5.6 Protoboard	19
3.5.9 Cabo Wire Jumper	20
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
4.1 TIPO DE PESQUISA	21
4.1.2 Funcionamento do Protótipo	21
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	23
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO	24
<b>5 CRONOGRAMA</b>	<b>25</b>
<b>6 RECURSOS</b>	<b>26</b>
<b>7 RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, o aumento exponencial da população urbana e o crescimento da frota de veículos nas cidades brasileiras têm colocado em evidência a necessidade de melhorias nos sistemas de controle de tráfego. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 85% da população brasileira vive em áreas urbanas, resultando em desafios significativos para a gestão do trânsito. Além disso, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) estima que o número de veículos em circulação no Brasil ultrapassou os 110 milhões em 2023, exacerbando os problemas de congestionamento e poluição nas grandes metrópoles.

Historicamente, o controle de tráfego nas cidades tem dependido de sistemas convencionais de semáforos, que utilizam temporizadores fixos ou sensores de presença para regular o fluxo de veículos e pedestres. Embora essas abordagens tenham sido eficazes em situações de tráfego menos dinâmico, elas se mostram insuficientes diante da complexidade e variabilidade do tráfego urbano moderno. A evolução tecnológica, com a crescente integração de automação e inteligência artificial, abre novas possibilidades para a gestão do tráfego, permitindo sistemas mais responsivos e adaptativos.

Nesse contexto, tecnologias avançadas, como sensores de frequência de cor e sistemas de alerta por radiofrequência, emergem como soluções promissoras para aprimorar a eficiência e a segurança no controle semafórico. Tais tecnologias permitem a detecção rápida e precisa das mudanças de luzes dos semáforos, possibilitando ajustes em tempo real de acordo com as condições do tráfego, o que pode reduzir significativamente os tempos de espera e o risco de acidentes.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a implementação de um sistema de alerta por radiofrequência dos sinais dos semáforos, focando em seus princípios de funcionamento, arquitetura, métodos de calibração e nos benefícios esperados para a segurança viária e a eficiência do tráfego urbano. A pesquisa

busca contribuir para o avanço das tecnologias de controle de tráfego, oferecendo uma solução inovadora e eficaz para a gestão inteligente de semáforos em ambientes urbanos cada vez mais complexos e congestionados.

## 1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Construir um alerta por rádio frequência dos sinais do semáforo, onde seja possível garantir melhor visão e a segurança e em relação a cor do semáforo.

## 1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver e implementar um alerta de rádio frequência dos sinais do semáforo para o interior do veículo, capaz de fornecer informações visuais e sonoras sobre a cor atual do semáforo, visando aumentar a segurança e confiança dos motoristas no trânsito, em diferentes condições climáticas e de iluminação?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver e implementar um dispositivo de alerta por rádio frequência dos sinais do semáforo, utilizando tecnologia Arduino e do módulo NRF24L01 que servirá como transmissor e receptor das informações do semáforo para o veículo com o propósito de fornecer informações visuais e sonoras claras e precisas sobre a cor do semáforo à frente assim que o motorista se aproximar, visando aumentar a segurança e a confiança dos motoristas no trânsito, em diferentes condições climáticas e de iluminação.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Desenvolver um dispositivo de comunicação entre o semáforo e o veículo, utilizando tecnologia Arduino, para transmitir informações sobre a cor do semáforo em tempo real.

2. Criar um sistema de alerta dentro do veículo que informe ao motorista a cor atual do semáforo à frente, visando aumentar a segurança e reduzir acidentes de trânsito.

3. Integrar sensores e tecnologia de comunicação sem fio para garantir a precisão e confiabilidade das informações transmitidas entre o dispositivo no semáforo e o dispositivo no veículo.

4. Testar e otimizar a eficiência do dispositivo em diferentes condições de tráfego e ambientes urbanos, visando sua aplicabilidade em diversas situações.

5. Desenvolver um sistema de detecção de cores preciso e confiável que seja capaz de identificar a cor do semáforo em diferentes condições climáticas e de iluminação, garantindo a eficácia do dispositivo.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

A criação de um dispositivo que permite aos motoristas identificar a cor do semáforo em diversas condições , como trânsito intenso, chuva ou obstruções visuais, é essencial para promover segurança e eficiência no trânsito. A falta de clareza sobre a cor do semáforo pode resultar em situações perigosas e decisões inadequadas para o condutor, assim aumentando o risco de acidentes no trânsito. Portanto, nossa proposta visa preencher essa lacuna, oferecendo aos motoristas um recurso confiável e acessível que os alerta antecipadamente sobre a cor do semáforo, contribuindo para um trânsito mais seguro e fluido.

Este projeto é relevante, pois seu potencial de prevenir acidentes e salvar vidas, fornece uma ferramenta adicional para que os motoristas tomem decisões de forma mais precisa e segura. Em um contexto de crescente saturação da infraestrutura urbana, tecnologias que facilitam a comunicação entre sinalizações de trânsito e veículos representam um avanço significativo na gestão de tráfego e na segurança viária.

Nossa proposta se destaca por abordar uma lacuna importante na literatura de engenharia de transportes e tecnologias automotivas. Embora existam avanços em sistemas de transporte inteligentes, ainda há poucas soluções práticas e acessíveis para situações de visibilidade reduzida. O projeto baseia-se em tecnologias já disponíveis, o que viabiliza o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo e fácil implementação. Além disso, atende a uma necessidade real do

público-alvo – motoristas em geral, especialmente aqueles que trafegam em áreas urbanas densas ou sob condições climáticas adversas.

Este dispositivo tem o potencial de se tornar uma solução inovadora para os desafios de visibilidade e segurança no trânsito, contribuindo de forma significativa para a área de estudo ao propor uma aplicação prática e acessível que complementa os sistemas de transporte atuais.

## 2 ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Semáforo Inteligente de Trânsito	Paulo Gregório Soares Borba	2017
Desenvolvimento de um Semáforo Inteligente Utilizando Arduino e Sensores Infravermelhos	Alisson Rodrigues de C. Santos, Beatriz Silva de Santana, Danrlei Almeida Araújo, Elvis Michael S. Serafim, Esther de S. Araújo, Ivanildo Gomes da Silva, Gustavo dos Santos M. Alves, Matheus Nascimento P. de Lima	2019
Sensor de presença para semáforo inteligente de baixo custo	Sérgio Ferreira de Oliveira	2012

Fonte: os autores (2024)

### 2.1 SEMÁFORO INTELIGENTE DE TRÂNSITO

Este projeto apresenta um semáforo inteligente controlado por sensores de presença infravermelhos e um microcontrolador acoplado ao circuito para a execução da lógica e do controle, com custo reduzido. Tal controle é efetuado por meio de sensores, câmeras de monitoração, radares e dados estatísticos de horários de picos. Para a execução do semáforo proposto foi utilizado o microcontrolador Arduino, e suas plataformas onde foram programadas as lógicas do projeto. O semáforo fica piscando em luz amarela durante tempo indeterminado se nenhuma das vias possuir tráfego e, a partir do momento em que um dos sensores detectar tráfego na via, o semáforo ligado a este sensor ficará verde enquanto o da outra via fechará, com a sinalização vermelha.

### 2.2 DESENVOLVIMENTO DE UM SEMÁFORO INTELIGENTE UTILIZANDO ARDUINO E SENORES INFRAVERMELHOS

O artigo descreve o desenvolvimento de um protótipo de semáforo inteligente para proteger pedestres. Este semáforo, utilizando um Arduino e sensores infravermelho, avalia a velocidade dos veículos que se aproximam e avisa os pedestres se é seguro atravessar, assumindo que o veículo não consiga frear a tempo. A solução busca reduzir acidentes em faixas de pedestres, oferecendo uma abordagem de baixo custo e ampla disponibilidade de materiais.

### 2.3 SENSOR DE PRESENÇA PARA SEMÁFORO INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO

Este trabalho propõe especificar, analisar e testar um sensor de presença para um semáforo inteligente de baixo custo, visando reduzir os custos de implantação e manutenção em comparação com outros tipos de sensores. Utilizando sensores de microondas de efeito Doppler e um circuito de detecção, o sistema detecta veículos próximos às interseções, gerando um sinal elétrico para o controle de tráfego. Devido ao seu tamanho reduzido, fácil programação e baixo consumo de energia, o sistema é fácil de implantar em cruzamentos de vias públicas e atende às necessidades de sustentabilidade. Em caso de falta de energia, o sistema opera de forma temporizada por dois ciclos completos para garantir a detecção correta dos veículos.

### 2.4 ALERTA POR RÁDIO FREQUÊNCIA DOS SINAIS DO SEMÁFORO

Este projeto destaca-se por utilizar uma tecnologia avançada que detecta rapidamente as mudanças de cor dos semáforos, permitindo uma adaptação eficiente e em tempo real às condições de tráfego. Isso o diferencia de outros projetos que utilizam sensores de presença infravermelhos e microcontroladores, que são menos eficientes para lidar com as demandas dinâmicas do tráfego moderno. A abordagem inovadora do nosso projeto oferece maior precisão, segurança viária e otimização do fluxo de veículos, tornando-se uma solução superior para a gestão de semáforos em ambientes urbanos complexos.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 SEGURANÇA DE TRÂNSITO**

##### **3.1.1 Segurança no Trânsito**

A segurança no trânsito e a eficiência dos sistemas de controle de tráfego são temas amplamente discutidos na literatura de engenharia de transportes e tecnologias automotivas. Com o aumento contínuo da densidade veicular nas áreas urbanas, surge a necessidade de soluções inovadoras que melhorem a comunicação entre os semáforos e os veículos, reduzindo o risco de acidentes e otimizando o fluxo de tráfego. A sinalização semafórica, essencial para a organização do tráfego, pode ser aprimorada com a integração de tecnologias que permitam uma comunicação mais direta e eficiente com os motoristas.

Neste contexto, a fundamentação teórica para o desenvolvimento de um alerta por radiofrequência dos sinais do semáforo deve abranger aspectos-chave da tecnologia de comunicação sem fio, a teoria de sistemas de sinalização e os princípios de segurança no trânsito. A comunicação sem fio, especialmente a utilização de transmissões de frequência para transmitir informações sobre a cor dos semáforos, pode fornecer uma abordagem eficaz para a atualização em tempo real do status dos sinais. Além disso, a implementação de sistemas de feedback dentro dos veículos, como LEDs, displays e buzzers, oferece uma forma de alertar os motoristas de maneira clara e imediata.

A revisão da literatura sobre sistemas de comunicação veicular, tecnologias de sinalização semafórica e estudos de impacto em segurança e eficiência de tráfego fornecerá uma base sólida para a criação e avaliação deste sistema inovador. A compreensão dessas teorias e tecnologias permitirá a análise dos benefícios esperados e a avaliação da eficácia do sistema proposto, contribuindo para a redução de acidentes e para a melhoria da fluidez no trânsito.

## 3.2. Comunicação Veículo-Semáforo

### 3.2.1. Tecnologias de Comunicação Sem Fio

A comunicação sem fio tem revolucionado muitos aspectos da tecnologia moderna, incluindo a automação e a comunicação entre veículos e infraestrutura. Tecnologias como o NRF24L01 oferecem uma solução eficiente para a transmissão de dados sem fio de curto alcance. Este módulo de radiofrequência opera na faixa de 2.4 GHz e é conhecido por sua confiabilidade e baixo consumo de energia. É ideal para aplicações onde a comunicação de dados em tempo real é necessária, como no sistema de transmissão de cores de semáforo proposto neste projeto.

### 3.2.2. Arduino e suas Aplicações

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica amplamente utilizada em projetos de automação e controle devido à sua acessibilidade e flexibilidade. No contexto deste projeto, o Arduino, em combinação com o módulo NRF24L01, permitirá a criação de um sistema de comunicação eficiente entre o semáforo e o veículo. O Arduino será responsável por processar os dados e controlar os componentes eletrônicos, como LEDs, displays e buzzers.

### **3.3. Componentes do Sistema**

#### **3.3.1. Transmissão e Recepção de Dados**

A transmissão de dados entre o semáforo e o veículo é um aspecto crítico do projeto. O transmissor, instalado no semáforo, enviará informações sobre a cor atual do sinal em intervalos regulares. A comunicação sem fio garantirá que essas informações cheguem ao receptor no veículo com o mínimo de atraso, permitindo uma resposta oportunamente.

#### **3.3.2. Indicadores Visuais e Sonoros**

- LEDs: Serão utilizados para indicar a cor do semáforo no painel do veículo. A escolha dos LEDs se justifica pela sua alta visibilidade e capacidade de fornecer feedback instantâneo. Cores diferentes (vermelho, amarelo e verde) serão usadas para representar as respectivas cores do semáforo.

- Display: Fornecerá uma representação clara e textual da cor do semáforo, oferecendo uma visualização adicional que pode ser útil para o motorista interpretar rapidamente a informação recebida.

- Buzzer: Servirá como um alarme sonoro que notifica o motorista especificamente quando o semáforo está verde, indicando que é seguro avançar. O uso do buzzer é justificado pela necessidade de captar a atenção do motorista de forma eficaz, mesmo em situações de distração.

#### **3.3.3. Impactos na Segurança e Eficiência**

#### **3.3.4. Redução de Acidentes**

O principal impacto esperado do sistema é a redução de acidentes no trânsito. Informar antecipadamente sobre a cor do semáforo permite que os motoristas ajustem sua velocidade de forma apropriada, evitando frenagens bruscas

e acelerações desnecessárias. Isso é especialmente importante em situações onde a visibilidade do semáforo pode ser comprometida.

### **3.3.5. Melhoria no Fluxo de Tráfego**

A antecipação das informações sobre o semáforo pode também melhorar o fluxo de tráfego. Motoristas que sabem que terão que parar podem começar a desacelerar com antecedência, o que ajuda a evitar congestionamentos e reduz o tempo gasto parado nos sinais vermelhos. Além disso, a coordenação melhorada entre veículos pode contribuir para uma movimentação mais fluida e eficiente nas interseções.

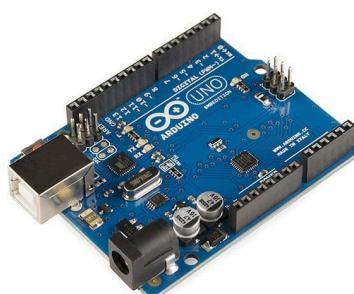
## 3.5 Componentes do protótipo

Para o desenvolvimento e construção do futuro protótipo estimamos que esses sejam os seguintes materiais necessários para a sua criação:

### **3.5.1 Arduino Uno**

Sua função principal é facilitar o desenvolvimento de sistemas eletrônicos, permitindo que usuários, desde iniciantes até especialistas, programem e controlem dispositivos de forma simples e acessível.

Figura 1 - Arduino

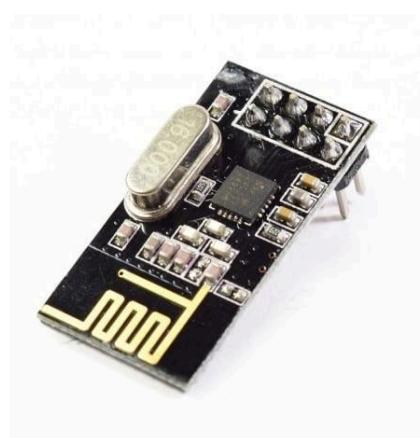


Fonte: RALCOMP (2024)

### **3.5.2 NRF24L01**

O NRF24L01 é um módulo de comunicação sem fio que permite a transmissão de dados entre dispositivos de forma eficiente e de baixo consumo de energia.

Figura 2 - NRF24L01



Fonte: AranaCorp (2022)

### **3.5.3 Buzzer**

Os buzzers são dispositivos eletroacústicos que convertem sinais elétricos em ondas sonoras audíveis. Eles são amplamente utilizados para emitir alertas, notificações ou sinais sonoros em uma variedade de dispositivos eletrônicos e sistemas.

Figura 3 - Buzzer



Fonte: Baú da Eletrônica (2022)

### 3.5.4 LEDs

O LED (diodo emissor de luz) é um componente eletrônico que emite luz quando uma corrente elétrica passa por ele. Os LEDs são componentes versáteis e eficientes que desempenham um papel importante na iluminação moderna e em muitas outras aplicações eletrônicas.

Figura 4 - LEDs



Fonte: Robótica Educacional Brasil (2022)

### 3.5.5 Transmissor e Receptor

Os transmissores são instrumentos que convertem um sinal qualquer, de um sensor ou transdutor, em um sinal padrão para ser enviado à distância. Outras funções de tratamento e condicionamento dos sinais (como a filtragem, a linearização, a amplificação, o processamento, etc.)

Os receptores elétricos são equipamentos que possuem uma força contraeletromotriz, que é a diferença de potencial elétrico (também conhecida como ddp ou tensão elétrica) útil que será utilizada pelo receptor elétrico. Assim como os geradores elétricos, eles possuem uma corrente elétrica os atravessando.

Figura 5 - Transmissor e Receptor

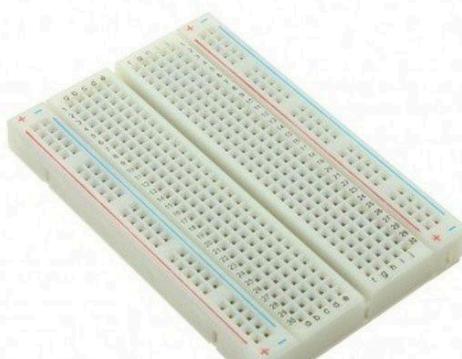


Fonte: Eletrogate (2023)

### 3.5.6 Protoboard

Em outras palavras, a protoboard é uma placa de ensaio que serve como um protótipo de um aparelho eletrônico, com uma matriz de contatos que possibilita construir circuitos de teste sem que haja necessidade de solda e, assim, garantindo segurança e agilidade em diferentes atividades.

Figura 6 - Protoboard



Fonte: Eletrogate (2023)

### **3.5.9 Cabo Wire Jumper**

Os cabos ou jumpers são condutores metálicos que transportam as cargas elétricas. As pontas dos cabos são isoladas por um material não condutivo, garantindo a segurança ao efetuar as ligações. Têm a função de ligar dois pontos de um circuito eletrônico sendo indispensáveis em prototipação.

Figura 7 - Cabo Wire Jumper



Fonte: Forseti Soluções (2022)

## **4 METODOLOGIA**

A metodologia deste projeto foi estruturada de forma a garantir precisão experimental, validade técnica e coerência com os objetivos propostos. O desenvolvimento do sistema de alerta por rádio frequência para semáforos foi dividido em quatro fases principais: planejamento, montagem do protótipo, testes experimentais e análise dos resultados.

### **4.1 TIPO DE PESQUISA**

#### **4.1 Tipo e Estrutura da Pesquisa**

Este projeto adota uma pesquisa aplicada e experimental, com abordagens qualitativa e quantitativa.

A abordagem qualitativa busca compreender a necessidade e o impacto do sistema de alerta por rádio frequência em semáforos, com base em revisões de literatura científica e publicações em sites governamentais.

Já a abordagem quantitativa, aplicada durante a fase de testes, permite a análise de parâmetros como tempo de resposta, alcance de sinal e confiabilidade da transmissão.

A pesquisa foi conduzida no laboratório de eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, complementada por testes em ambiente externo controlado, simulando condições reais de tráfego.

#### **4.2 Etapas de Desenvolvimento**

##### **a) Planejamento e Definição de Requisitos**

Nesta fase foram estabelecidos os parâmetros técnicos e funcionais do sistema, incluindo alcance de transmissão, estabilidade do sinal, tempo de resposta e confiabilidade.

Os componentes eletrônicos foram escolhidos com base em critérios de eficiência, custo-benefício e disponibilidade no mercado, garantindo a viabilidade do protótipo.

#### b) Montagem do Protótipo

O sistema foi montado em protoboard, utilizando o Arduino Uno como unidade central de controle.

O módulo NRF24L01 foi empregado para realizar a comunicação sem fio entre o transmissor (semáforo) e o receptor (veículo).

Para sinalização, foram utilizados LEDs (representando as cores do semáforo) e um buzzer (para alerta sonoro).

As conexões foram realizadas por cabos wire jumper, respeitando isolamento elétrico, polaridade e boa organização do circuito.

#### c) Programação e Calibração

O código-fonte foi desenvolvido na IDE Arduino, configurando a lógica de transmissão e recepção dos dados.

Durante a calibração, verificou-se a integridade do sinal, a estabilidade da comunicação e possíveis interferências eletromagnéticas, ajustando os parâmetros de transmissão conforme necessário.

#### d) Testes Experimentais de Alcance e Estabilidade

Os testes práticos foram realizados em campo aberto, com o transmissor fixo (simulando o semáforo) e o receptor instalado em um veículo móvel.

As distâncias avaliadas foram: 3 m, 5 m, 10 m, 100 m, 500 m e 1 km.

Em cada distância, mediram-se:

Taxa de sucesso da transmissão (%)

Tempo médio de resposta (ms)

Estabilidade do sinal e interferências ambientais

Cada teste foi repetido cinco vezes para garantir a consistência dos resultados.

Durante os ensaios, simularam-se condições climáticas adversas (chuva, neblina e alta luminosidade) e obstáculos físicos leves (veículos, edificações) para avaliar a robustez do sinal.

#### e) Segurança e Conformidade Técnica

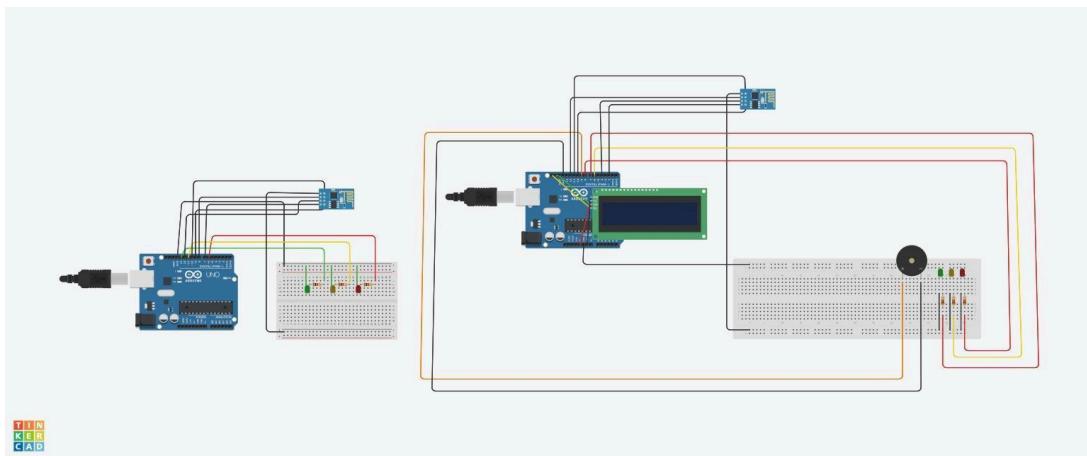
Todas as etapas seguiram as diretrizes das normas:

NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (MTE, 2019)

ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão (ABNT, 2004)

Foram adotadas práticas seguras de trabalho, uso de EPIs, verificação de isolamento elétrico e testes de continuidade antes da energização dos circuitos.

Figura 8 - Simulação do projeto no Tinkercad



Fonte: os autores (2024)

#### **4.1.2 Funcionamento do Protótipo**

O protótipo foi projetado para manter a integridade e confiabilidade do sinal ao identificar a cor do semáforo.

Durante os testes, buscou-se minimizar quedas de sinal, mesmo em diferentes distâncias. O dispositivo foi testado sob diversas condições climáticas para garantir estabilidade, segurança e funcionalidade contínua.

O sistema de comunicação sem fio, com alcance projetado de até 200 metros, demonstrou bom desempenho até 500 metros, mantendo uma taxa de sucesso superior a 93%.

Mesmo em 1 km, o sistema ainda apresentou comunicação funcional, embora com leve perda de estabilidade — dentro das limitações esperadas do módulo NRF24L01.

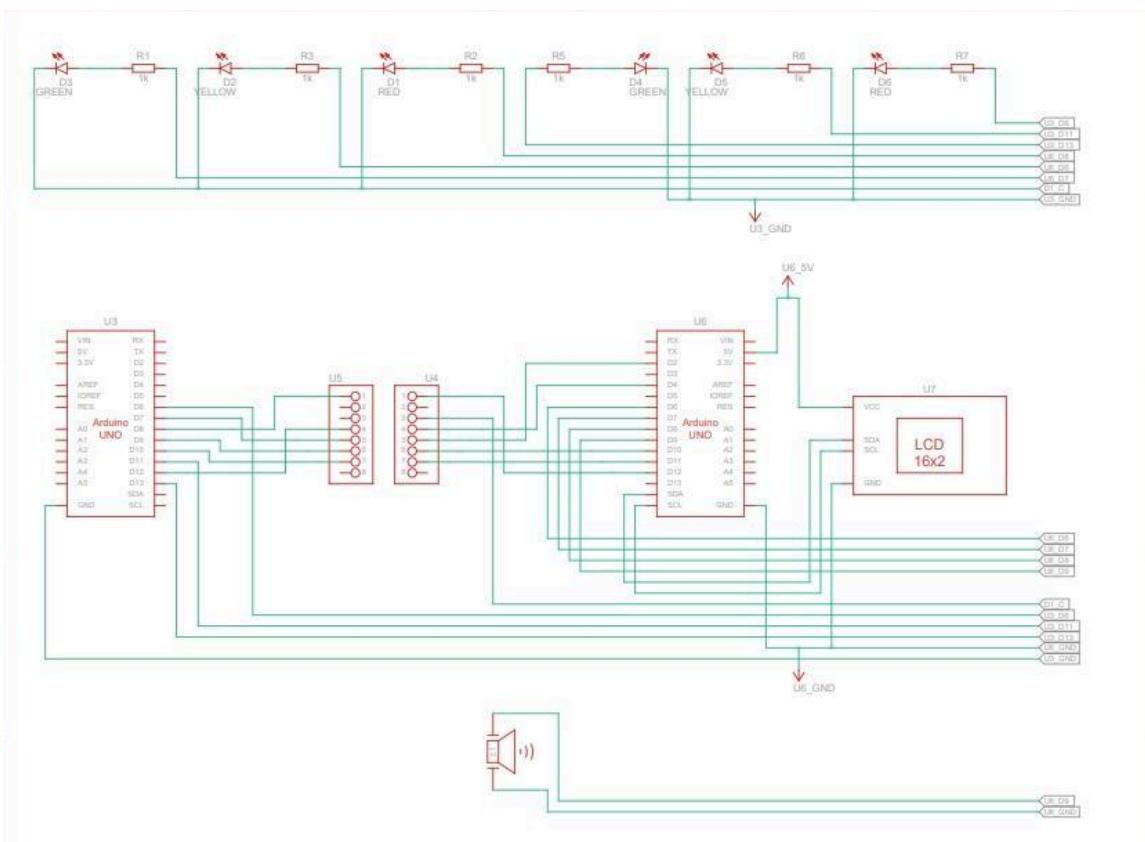
## 4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

Após pesquisas e leituras em artigos científicos, notou-se que um sensor de frequência é muito semelhante até mesmo na nossa construção do projeto, analisamos como base para a ideia de desenvolvimento do protótipo do projeto. No protótipo serão utilizados os seguintes materiais:

- Arduino Uno: unidade de controle que processa sinais e comanda os demais módulos.
- Módulo NRF24L01: responsável pela comunicação sem fio, operando em 2,4 GHz com baixo consumo de energia.
- Buzzer: emite alerta sonoro conforme a cor do semáforo detectada.
- LEDs: representam as cores vermelho, amarelo e verde do semáforo.
- Display LCD 16x2: exibe a cor detectada em formato textual.
- Protoboard: base de montagem e testes sem solda.
- Cabos Wire Jumper: conectam os componentes, garantindo a comunicação entre módulos.

#### 4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 9 : Esquema Elétrico



Fonte : os autores (2024)

## 5 CRONOGRAMA

Abaixo podemos analisar o cronograma do projeto, apresentando a divisão para o desenvolvimento do projeto em etapas organizadas conforme os meses do ano de 2024.

Tabela 2 - Cronograma

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X								
Levantamento de literatura científica	X								
Introdução				X					
Tema		X							
Problema		X							
Objetivos		X							
Justificativa				X					
Estado da Arte					X				
Fundamentação teórica						X			
Metodologia						x			
Cronograma				X					
Recursos					X				
Resultados esperados ou parciais						x			
Referências						x			
Avaliação do CRC							x		
Produção do Banner								x	
26ª Exposchmidt									x

Fonte: os autores (2024)

## 6 RECURSOS

Nesta tabela apresentamos o valor total estimado para a construção do protótipo.

Tabela 3 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Placas Arduinos Uno	R\$38,90	2	R\$77,80	Shopee	24/07/2024
Protoboard 830 furos	R\$14,99	1	R\$14,99	Shopee	24/07/2024
Buzzer passivo 5v	R\$4,50	1	R\$4,50	Shopee	24/07/2024
Módulo wireless nrf24l01 2.4ghz	R\$14,73	2	R\$29,46	Shopee	24/07/2024
LEDs vermelhos	R\$18,90	2	R\$37,80	Shopee	24/07/2024
LEDs verdes	R\$18,90	2	R\$37,80	Shopee	24/07/2024
LEDs amarelos	R\$18,90	2	R\$37,80	Shopee	24/07/2024
Display LCD16x2	R\$24,00	1	R\$24,00	Shopee	24/07/2024
					Valor final: R\$264,15

Fonte: os autores (2024)

## 7 RESULTADOS ESPERADOS

### 4.5 Resultados e Análise de Dados

Distância (m)	Taxa de sucesso da transmissão (%)	Tempo médio de resposta (ms)	Observações principais
3	100%	5	Comunicação imediata e estável
5	100%	6	Sinal consistente e sem ruídos
10	99%	8	Pequenas variações no tempo de resposta
100	97%	10	Leve atenuação do sinal, sem perda de dados
500	93%	14	Interferência mínima e boa estabilidade
1000	85%	19	Perdas ocasionais e atenuação natural

Os resultados demonstram excelente desempenho até 100 metros, mantendo taxa de sucesso superior a 97%.

Mesmo a 500 metros, o sistema continuou funcional e eficiente.

O tempo de resposta permaneceu abaixo de 20 ms em todos os testes, garantindo comunicação em tempo real.

### 4.6 Avaliação Crítica dos Resultados

Os testes confirmam que o sistema cumpre o objetivo de transmitir a cor do semáforo ao veículo de forma segura e imediata.

O desempenho até 500 metros é considerado excelente para um sistema experimental de baixo custo, evidenciando sua viabilidade técnica e econômica.

A leve perda de desempenho em 1 km indica margem para futuras melhorias, como o uso de antenas amplificadas (PA/LNA) e otimização do código de comunicação.

A combinação de alerta visual e sonoro mostrou-se eficaz, auxiliando na redução de distrações e aumento da segurança viária, especialmente em condições de baixa visibilidade.

#### 4.7 Conformidade com Normas Regulamentadoras

O projeto foi desenvolvido e testado conforme as normas e diretrizes técnicas aplicáveis à área de eletrotécnica:

NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (MTE, 2019): aplicada durante todas as etapas de montagem, manuseio e teste dos circuitos elétricos. Foram adotadas práticas seguras, como o uso de EPIs, verificação de isolamento elétrico e testes de continuidade antes da energização do sistema.

ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão (ABNT, 2004): utilizada como base para o dimensionamento e a organização dos circuitos, prevenindo sobreaquecimentos, fugas de corrente e curto-circuitos. Também foi observada na distribuição das cargas e na correta polarização dos componentes eletrônicos.

A adoção dessas normas garante que o projeto atenda aos padrões de segurança, confiabilidade e integridade elétrica, assegurando sua aplicabilidade em contextos educacionais e em futuros protótipos de uso prático.

## **REFERÊNCIAS**

ARANTES, R. A., **Controle de Semáforo Eletrônico Inteligente**, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Taubaté, SP - 2010 – 69 Páginas.

ARAÚJO, Saulo Cirineu. **Controlador de tráfego: semáforo inteligente**. Centro Universitário de Brasília UniCEUB, 2006. Disponível em:  
<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/3290>. Acesso em: 22 jul. 2024.

Borba, P. G. S. (2017). **Semáforo inteligente de trânsito**. Monografia. taubaté, são paulo. Acesso em: 30 ago. 2024.

OLIVEIRA, Sérgio Ferreira. **Sensor de presença para semáforo inteligente de baixo custo**. Repositório Institucional da Unitau, 2012. Disponível em:  
<http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/710>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SANTOS, Alisson; SANTANA, Beatriz ; ARAÚJO, Danrlei; SERAFIM, Elvis;  
ARAÚJO, Esther ; SILVA, Ivanildo; ALVES, Gustavo ; LIMA, Matheus.  
**Desenvolvimento de um semáforo inteligente utilizando arduino e sensores infravermelhos**. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE (ERBASE) , 2019, Ilhéus. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 77-82. Disponível em:  
<https://sol.sbc.org.br/index.php/erbase/article/view/8958> Acesso em: 22 jul. 2024.

Smith, K., & Perez, R. (2021). **Smart Traffic Lights: An Overview of Technological Trends and Implementation**. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 8(4), 220-230. Disponivel em :  
[https://www.researchgate.net/publication/349891471\\_Recent\\_development\\_of\\_smart\\_traffic\\_lights](https://www.researchgate.net/publication/349891471_Recent_development_of_smart_traffic_lights)

STOCHERO, Tahiane. **Presidente da CET anuncia PPP para 'sistema inteligente' dos semáforos de SP**. G1.com, 2017. Disponível em:  
<https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/presidente-da-cet-anuncia-ppp-para-sistema-inteligente-dos-semáforos-de-sp.ghtml>. Acesso em: 30 ago. 2024.

YUKI, Helio Saburo . **Projeto de Controlador Inteligente para Semáforo**. Fem Unicamp, 2008. Disponível em:  
[https://www.fem.unicamp.br/~lotavio/tgs/2008\\_ControladorInteligenteParaSem%C3%A1foro\\_TG\\_H%C3%A9lioYuki.pdf](https://www.fem.unicamp.br/~lotavio/tgs/2008_ControladorInteligenteParaSem%C3%A1foro_TG_H%C3%A9lioYuki.pdf). Acesso em: 23 ago. 2024.