

Yurca Isabel Osvaldo Daúd

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SEMÁFOROS NA BASE DE ARDUÍNO:  
UM CONTRIBUTO PARA APRIMORAR A MOBILIDADE E PROMOVER A  
INCLUSÃO SOCIAL EM MAPUTO**

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

Yurca Isabel Osvaldo Daúd

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SEMÁFOROS NA BASE DE ARDUÍNO:  
UM CONTRIBUTO PARA APRIMORAR A MOBILIDADE E PROMOVER A  
INCLUSÃO SOCIAL EM MAPUTO**

Monografia Científica apresentada ao curso de Engenharia Electrónica, Faculdade de Engenharias e Tecnologias, da Universidade Pedagógica de Maputo, para a obtenção do grau académico de Licenciatura em Engenharia Electrónica com Habilitações em Computação.

**Supervisor:** Prof. Doutor Manuel Joaquim Silva de Oliveira.

Universidade Pedagógica de Maputo

Maputo

2023

## Índice

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE GRÁFICOS.....	iv
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	v
DEDICATÓRIA.....	vi
AGRADECIMENTOS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	1
<b>1.1. Problematização</b> .....	2
<b>1.3. Objectivos</b> .....	4
<b>1.3.1. Objectivo geral</b> .....	4
<b>1.3.2. Objectivos específicos</b> .....	4
CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1 Sinalização do trânsito.....	5
2.2 Controle de Transito.....	5
2.3 Semáforo.....	6
2.4 Termos Da Temporização.....	8
2.4.1 Fase.....	8
2.4.2 Ciclo ou tempo de ciclo.....	8
2.4.3 Estágio.....	8
2.4.4 Período de Entre verde.....	9
2.4.5 Vermelho Total.....	9
2.5 Tráfego.....	9
2.6 Semáforos Inteligentes.....	9
2.7 Pessoas com necessidades especiais.....	10
2.7.1 Deficientes Visuais.....	11
2.8 Trabalhos relacionados.....	12
2.8.1 Sensor de presença de peões em semáforos das comerciais do plano piloto.....	12
2.8.2. Desenvolvimento de um Semáforo Inteligente Utilizando Arduino e Sensores Infravermelhos.....	13
2.8.3. Aplicação da inteligência artificial no desenvolvimento de um semáforo inteligente para o cruzamento da Cidade de Maputo.....	15
2.8.4. Semáforo inteligente para deficientes visuais tecnologias assistiva em Prol da inclusão social.....	15
CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE PESQUISA.....	18
3.1. Procedimentos Metodológicos.....	18
a) Classificação da pesquisa quanto ao método de abordagem.....	18
b) Classificação da pesquisa quanto a Natureza.....	19
c) Classificação da pesquisa quanto aos objectivos.....	19
d) Classificação da pesquisa quanto aos Procedimentos.....	20
3.2. População e amostra.....	21
3.2.1 População.....	21
3.2.2 Amostra.....	21
3.3. Técnicas de colectas de dados.....	21
3.4. Delimitação da pesquisa.....	21
3.4.1 Delimitação contextual.....	21

3.4.2	Delimitação temporal.....	21
3.4.3	Delimitação espacial.....	22
3.5.	Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia - <i>Design Science Research</i> (DSR).....	22
3.5.1.	Esquema do <i>Design Science Reserch</i> .....	23
CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA .....		26
4.1	Resultados Técnicos.....	26
4.1.1	O Artefacto.....	26
4.1.2	Materiais usados.....	26
	Esquema do Circuito.....	29
4.1.3.	Funcionamento do circuito.....	30
	Resultados da aceitabilidade do Artefacto .....	32
5.1.	Sobre o desenvolvimento do artefacto .....	40
5.2.	Sobre a aceitabilidade .....	40
5.3.	Trabalhos Futuros .....	41
	Bibliografia .....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

LED : *Light Emitting Diode* (do português Díodo Emissor de Luz).

USB: *Universal Serial Bus*.

LCD: *Liquid Crystal Display* (do português Dispositivo de Cristais Líquidos)

DSR: *Design Science Research*

PWM : *Pulse Width Modulation*

SMD: *Surface Mounting Device*

IDE: *Integrated Development Environment*

ACAMO: *Associação dos Cegos e Amblíopes de Moçambique*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Semáforo tradicional. ....	7
Figura 2: Semáforo inteligente.....	10
Figura 3: Estrutura do semáforo com sensor de presença.....	13
Figura 4: Estrutura do Semáforo inteligente utilizando Arduino e Sensores Infravermelhos. ....	14
Figura 5: Estrutura Metálica do Semáforo com o dispositivo portátil de Comando de voz executado pelo Modulo MP3. ....	16
Figura 6: Arduino MEGA.....	27
Figura 7: Software IDE.....	27
Figura 8: Matriz de LED 8x8.....	28
Figura 9: Modulo Semáforo.....	28
Figura 10: Modulo MP3 Dfplayer Mini.....	29
Figura 11: Esquema do Circuito. ....	29

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Conexão do arduíno e o Modulo semáforo.....	30
Tabela 2: Conexão do Arduíno a Matriz de LED 8x8.....	31
Tabela 3: Conexão do Arduino ao Modulo MP3 DFPlayer Mini.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados da pergunta 1 do inquérito colocada aos utentes da via pública .....	32
Gráfico 2. Resultados da pergunta 2 do inquérito colocada aos utentes da via pública. ....	33
Gráfico 3: Resultados da pergunta 3 colocada aos utentes da via pública.....	34
Gráfico 4: Resultados da pergunta 4 colocada aos utentes da via pública.....	35
Gráfico 5: Resultados da pergunta 5 colocada aos utentes da via pública.....	35
Gráfico 6: Resultados da pergunta 6 colocada aos utentes da via pública.....	36
Gráfico 7. Resultados da pergunta 7 do inquerido colocada aos utentes da via pública .....	37
Gráfico 8: Resultados da pergunta 8 colocada aos utentes da via pública.....	37
Gráfico 9: Resultados da pergunta 9 colocada aos utentes da via pública.....	38
Gráfico 10: Resultados da pergunta 10 colocada aos utentes da via pública.....	39

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro que esta Monografia é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, Prof. Doutor Manuel Joaquim Silva de Oliveira o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, aos \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

(Yurca Isabel Osvaldo Daúd)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, pois sem Ele, nada disso seria possível. Expresso também minha profunda gratidão aos meus pais, Isabel Luisa João Libombo e Osvaldo Farias Daúd, por seu constante apoio e pela educação que me proporcionaram.

Dedico igualmente este trabalho à minha irmã e tia, Magda Isabel Osvaldo Daúd e Fátima Farias Daúd, expressando minha sincera gratidão por toda a ajuda e conselhos que me ofereceram ao longo da minha formação.

Estendendo minha dedicação, expresso meu reconhecimento aos meus tios, Paulo, Ana Luisa, Faúzia e Joca, pela confiança em meu potencial e pelo apoio financeiro que tornou possível a conclusão da minha Licenciatura.

Em memória ao meu saudoso melhor amigo, Lee de Araújo, que de certa forma influenciou minha escolha do *minor* e, em vida, prestou valioso auxílio em trabalhos na área de computação, dedico este trabalho como uma homenagem ao seu impacto significativo em minha trajetória académica.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão a Deus pela Sua bondade, constante presença em minha vida, força, sabedoria e por permitir-me concluir este trabalho.

Quero dedicar um agradecimento especial à minha mãe, Isabel Libombo, cujo esforço incansável garantiu que nada me faltasse na vida. Agradeço por nunca ter permitido que qualquer obstáculo me impedisse de frequentar a faculdade, por acreditar em mim e por sempre torcer pelo meu sucesso.

Agradeço também ao meu pai e à minha irmã, cujo apoio constante e palavras de incentivo sempre me lembraram da minha capacidade de realizar este sonho.

Ao meu dedicado orientador, Professor Doutor Manuel Joaquim Silva de Oliveira, expresso minha sincera gratidão pela sua dedicação, valiosos ensinamentos, apoio e paciência ao longo da elaboração deste trabalho.

Agradeço aos membros da associação ACAMO pelo tempo generosamente disponibilizado e pela ajuda fundamental na colecta dos dados necessários para a realização deste trabalho.

Por fim, expresso minha apreciação ao meu namorado, Manuel Revoredo, e aos amigos Cynthia Matola, Yolanda Tomás e Ridge Wilson, pelo companheirismo constante e suporte incondicional ao longo dessa jornada.

## **RESUMO**

Ocorrências frequentes de acidentes e constrangimentos, como engarrafamentos e atrasos, resultam muitas vezes do desrespeito às regras de trânsito, especialmente no que diz respeito aos sinais luminosos. A sinalização convencional de semáforos exclui pessoas com necessidades especiais visuais, tornando imperativa a necessidade de inovação nesse contexto. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um semáforo inovador, visando facilitar a mobilidade pública e promover a acessibilidade, especialmente para pessoas com deficiência visual.

A tecnologia proposta tem como objectivo aprimorar a compreensão e o controle do tempo em cada ciclo de prioridade, prevenindo avanços indevidos e reduzindo os riscos de acidentes. A implementação desses semáforos inovadores na cidade de Maputo pode gerar impactos positivos para toda a sociedade, além de contribuir para a independência e autonomia das pessoas com necessidades especiais visuais.

A pesquisa utiliza a metodologia qualitativa, com foco na cidade de Maputo como local de estudo. As etapas de construção do artefacto envolveram a identificação dos componentes necessários para o circuito, esquematização, dimensionamento do circuito e o desenvolvimento do código para a instrução do Arduíno MEGA. A conclusão dessas etapas permitiu uma avaliação positiva do sistema, considerando seu desempenho e utilidade prática.

**Palavras-Chaves:** Semáforo inovador, deficiência visual, riscos de acidentes, Arduíno MEGA.

## **ABSTRACT**

Frequent occurrences of accidents and inconveniences, such as traffic jams and delays, often result from disregard for traffic rules, especially regarding traffic signals. Conventional traffic light signaling excludes individuals with visual impairments, making innovation in this context imperative. This work proposes the development of an innovative traffic light, aiming to facilitate public mobility and promote accessibility, especially for individuals with visual impairments.

The proposed technology aims to enhance understanding and control of the timing in each priority cycle, preventing improper advances and reducing the risks of accidents. The implementation of these innovative traffic lights in the city of Maputo can have positive impacts on society as a whole, contributing to the independence and autonomy of individuals with visual impairments.

The research employs qualitative methodology, focusing on the city of Maputo as the study location. The artifact construction involved identifying the necessary components for the circuit, schematization, circuit sizing, and developing the code for the instruction of the Arduino MEGA. The completion of these stages allowed for a positive evaluation of the system, considering its performance and practical utility.

**Keywords:** Innovative traffic light, visual impairment, accident risks, Arduino MEGA.

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A tecnologia sempre existiu, desde o início dos tempos ela já estava presente, porém em formas diferentes que nós não conseguíamos enxergar, na idade média os chineses inventaram a pólvora e os fogos-de-artifício, no século XVIII. Em 1712 Thomas Newcomen desenvolveu o motor a vapor que foi um grande avanço tecnológico. Pode-se dizer que a tecnologia sempre esteve presente e todas essas descobertas feitas foram essenciais para chegar as tecnologias que existem hoje e que continua em desenvolvimento.

A sociedade transita hoje para a Era Digital, onde os computadores são de grande importância e essenciais no actual modelo de sociabilidade, nas diversas áreas como o comércio, política, serviços, entretenimento, informação, relacionamentos. Essas transformações tecnológicas mudaram o cenário social visando sempre buscar a melhoria e a facilitação da vida e das práticas dos indivíduos da sociedade.

Com aumento populacional crescente, surge a necessidade de criar infra-estruturas inteligentes de modo a facilitar a vida das pessoas. Sem tais estruturas, a quantidade de tempo e esforço humano que seria gasto com manutenções e operações com os sistemas seria impraticável. Nesse contexto surgem as cidades inteligentes, onde diversas tecnologias funcionam de forma sustentável e inteligente, integrando diferentes infra-estruturas, serviços e dispositivos inteligentes, responsáveis por realizar monitoramento, colecta e controle (GIFFINGER *et al.*, 2007).

Com o propósito de solucionar as dificuldades encontradas junto ao crescimento urbano, diversas formas de dispositivos electrónicos de alta tecnologia têm surgido no mundo, cada uma dessas com o objectivo de resolver um determinado problema do quotidiano. Tais aplicações tecnológicas são frutos da disseminação da chamada *Internet of Things* (IoT) (INSTITUTE, 2014).

Com a presente pesquisa pretende-se desenvolver um o semáforo inovado (mais além tratar-se-á por artefacto) que atende aos munícipes da Cidade de Maputo, em particular as pessoas com necessidades especiais, com o objectivo de auxiliá-las na travessia das passadeiras próximas aos semáforos de modo que elas tenham noção da duração do tempo em cada fase de sinalização luminosa do semáforo.

Segundo Webster e Cobbe (1966), a implantação de semáforos é de extrema importância pois consegue diminuir conflitos, reduzir acidentes e economizar o tempo.

O semáforo é um instrumento de controlo modificável que informa as prioridades de passagem para motoristas e peões na via pública. Para indicar esta autorização ou proibição do movimento de passagem, utilizam-se focos luminosos afixados em grupos ao lado da via ou suspensos sobre ela, através de elementos de sustentação (postes). De uma forma geral, durante a implantação de um semáforo, faz-se necessária a instalação das sinalizações horizontais (faixa de peões) e verticais. (BARBACENA, 1994).

Os tempos de cada indicação luminosa de um semáforo são denominados estágios ou intervalos, enquanto a sequência de luzes (verde, amarelo e vermelho) em cada aproximação é denominada fase. O tempo total para a completa sequência luminosa em todas as aproximações é denominado ciclo. E o tempo entre o fim do verde de uma fase (perda do direito de passagem) e o início de outra é denominado período entreverdes e geralmente possui a mesma duração do estágio amarelo. (DENATRAN, 1984).

Os avanços tecnológicos possibilitam cada vez mais a independência de pessoas com necessidades especiais, bem como a inclusão social. Assim, pode-se perceber a necessidade e importância da implementação de tecnologias que atendem as pessoas com necessidades especiais.

E segundo Costa (2003) a inclusão social ocorre na medida em que o indivíduo vai interagindo nos vários sistemas ecológicos.

O autor defende a possível inclusão social quando o indivíduo é capaz de interagir com os sistemas inseridos na sociedade.

### **1.1. Problematização**

O objectivo deste projecto é de desenvolver um semáforo inovado que minimize os acidentes de trânsito na via pública, especialmente aqueles causados pela fragilidade dos semáforos convencionais e facilite o deslocamento de pessoas com necessidades especiais na Cidade de Maputo.

O problema de pesquisa é a ocorrência de acidentes de trânsito e situações constrangedoras, como engarrafamento e atrasos, causados pelo incumprimento das regras de trânsito em relação aos sinais luminosos (semáforos) por parte dos automobilistas e peões, bem como a exclusão das pessoas com necessidades especiais em relação à sinalização convencional do semáforo.

Para resolver o problema, a pesquisa se propõe a responder as seguintes questões:

- Quais são as tecnologias disponíveis na Cidade de Maputo para desenvolver um semáforo inovado que atenda às necessidades dos seus usuários, em particular as pessoas com necessidades especial em relação a visão?
- Como o semáforo inovado pode ser projectado para garantir segurança e eficiência no trânsito, além de promover a inclusão social das pessoas com necessidades especiais em relação a visão na Cidade de Maputo?
- O semáforo inovado desenvolvido neste projecto atende aos seus usuários no geral e em particular as pessoas com necessidades especiais visuais?
- Qual é o nível de aceitabilidade do artefacto desenvolvido no âmbito deste projecto?

Com o desenvolvimento deste artefacto, espera-se proporcionar maior segurança e acessibilidade para pessoas com necessidade especial na Cidade de Maputo, além de contribuir para a inclusão social dessas pessoas na sociedade.

## **1.2. Justificativa**

Com os avanços tecnológicos, é possível proporcionar uma maior inclusão e acessibilidade para pessoas com necessidades especiais. No entanto, ainda há desafios a serem superados, especialmente quando se trata de segurança no trânsito. Os acidentes que ocorrem nas proximidades dos semáforos são uma preocupação constante, e é essencial encontrar soluções que garantam a segurança de todos, incluindo pedestres e motoristas.

Nesse contexto, a contribuição deste projecto é o desenvolvimento de um artefacto com recursos específicos como a sinalização sonora e uma tela com a contagem decrescente de cada ciclo do semáforo, para auxiliar motoristas, peões e pessoas com necessidades especiais visuais. Essa tecnologia tem como objectivo melhorar a compreensão e o controle do tempo de cada ciclo de prioridade, evitando avanços indevidos e reduzindo os riscos de acidentes.

Além disso, a implantação de semáforos inovadores na Cidade de Maputo pode ter um

impacto positivo em toda a sociedade, além disso, contribui para a independência e autonomia das pessoas com necessidades especiais visuais no processo de travessia das vias públicas. Portanto, é importante desenvolver e implementar soluções tecnológicas acessíveis que possam garantir a segurança e a inclusão de todos os cidadãos, independentemente de suas necessidades.

### **1.3. Objectivos**

Segundo PRODANOV & FREITAS (2013), os objectivos são uma visão global e mais abrangente da pesquisa. Para eles, os objectivos relacionam-se com o conteúdo intrínseco, quer dos fenómenos e eventos, quer das ideias estudadas. Assim, os objectivos da pesquisa do presente trabalho são:

#### **1.3.1. Objectivo geral**

O presente Trabalho tem como objectivo desenvolver um semáforo inovador que facilite a mobilidade pública e a acessibilidade, incluindo pessoas com necessidades especiais visuais.

#### **1.3.2. Objectivos específicos**

Para atingir o objectivo geral, foram traçados os seguintes objectivos específicos:

- Projectar um semáforo inovador com base no Método de Pesquisa para o Avanço da Ciência - *Design Science Reserch* (DSR).
- Analisar o contexto de inserção de semáforos inovador na Cidade de Maputo;
- Estudar a aceitabilidade da implementação do Semáforo Inovador na Cidade de Maputo.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são apresentados alguns conceitos e definições sobre a sinalização de trânsito e semáforos, com vista a dar uma melhor compreensão do tema e fundamentação do problema de pesquisa.

### **2.1 Sinalização do trânsito**

Desde o início da humanidade o homem já adoptava um modelo de sinalização para marcar o sentido da direcção, ele deixava pegadas no solo, marcas em troncos de árvores ou em rochas (CASTILHO, 2009). Essas sinalizações permitiam ao ser humano se orientar nos locais por onde se deslocava. Assim, fica claro que é extremamente importante que haja sinalização para que o ser humano se oriente nos locais por onde passa.

Ainda segundo Castilho (2009), a sinalização de trânsito deve obedecer a certos padrões universais e nacionais para que seja compreendida por pessoas de outros países, outros estados e outras cidades.

Na concepção e na implantação da sinalização de trânsito, segundo CONTRAN (2007a, p. 22), “é fundamental a condição de percepção dos usuários da via, garantindo a real eficácia dos sinais”.

A sinalização deve indicar o que fazer, de forma simples, objectiva e precisa ao utilizador da via, tendo como objectivo o respeito e a segurança. A sinalização de uma via deve seguir regras de circulação e transmitir a todos os utilizadores esta regra, de forma que todos possam compreendê-la e obedecê-la. Segundo Guerreiro (2012), a sinalização deve fornecer as informações que forem necessárias ao condutor, dentro do seu campo de visão e da necessidade de informação naquele momento, em sintonia com o fluxo da via.

### **2.2 Controle de trânsito**

Segundo Denatran (1984), a autorização e a proibição de movimentos para os veículos são feitas por equipamentos instalados nos cruzamentos e estes são denominados de semáforos.

O semáforo é um bom controlador de trânsito principalmente nas intersecções, porque ele intervém no direito de passagem para os diferentes movimentos de veículos e peões, diminuindo assim os conflitos e aumentando a capacidade de escoamento, além de organizar o trânsito (ARAÚJO, 2006).

O controlador de tráfego é um equipamento que comanda o semáforo através do envio de pulsos eléctricos para comutação das luzes dos semáforos, efectuando deste modo, o controle dos movimentos de veículos e peões no sistema. O instante em que os pulsos são enviados é definido através de uma programação interna, cuja lógica pode ser simples ou complexa, dependendo do tipo de controlador. O controlo dos semáforos é feito por meio de ajustes da defasagem entre eles. A defasagem é entendida como sendo a diferença de tempo entre a abertura do primeiro semáforo para o segundo (DENATRAN, 1984).

A necessidade de melhorar as condições de circulação e a sua fluidez nas vias levou ao surgimento do sistema de controlo de tráfego, isto é, aos semáforos. Assim, o objectivo do semáforo passa por transmitir aos usuários a informação sobre o direito ou não de passagem em intersecções e seções da via, garantido a segurança, e prevenindo acidentes (MUNHOZ, 1978).

### **2.3 Semáforo**

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização que se compõe de “indicações luminosas accionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema electromecânico ou electrónico. Tem a finalidade de transmitir diferentes mensagens aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem ou advertindo sobre situações especiais nas vias” (CONTRAN, 2014b, p. 22).

Segundo Ribeiro (1998), o semáforo é um conjunto de sinais e dispositivos de segurança colocados nas ruas identificados como sinalização de trânsito e seu objectivo é manter a ordem e segurança entre o tráfego de veículos e pedestres.

Para Barbacena (1994), o semáforo é um instrumento de controlo modificável que informa as prioridades de passagem para motoristas e peões em uma via ou em uma intersecção de vias. Para indicar esta autorização ou proibição do movimento de passagem, utilizam-se focos luminosos afixados em grupos ao lado da via ou suspensos sobre ela.

A utilização de um semáforo não é só necessária quando há um alto nível de tráfego de peões e veículos em uma mesma área, mas também é usado para melhorar a segurança na via.

Mesmo que o tráfego de veículos e peões não seja tão intenso, o semáforo também é utilizado com o intuito de melhorar a segurança em cruzamentos onde a visão é baixa, e as ruas favorecem

velocidades altas ou o movimento é muito alto tornando complexos os cruzamentos entre peões e motoristas (BEZERRA, 2007).

Segundo Webster e Cobbe (1966), a implantação de semáforos é de extrema importância pois consegue diminuir conflitos, reduzir os riscos de acidentes e economizar o tempo.

O principal objectivo do semáforo veicular é permitir ou proibir a passagem do tráfego através das indicações luminosas verde/vermelho, respectivamente. Porém, para não proceder a uma interrupção brusca de movimento, criou-se o tempo de atenção, que é o tempo entre o a indicação do sinal vermelho e o sinal verde, representado pela cor amarela. Ao receber a indicação amarelo, os motoristas assim como os peões são alertados sobre a proximidade da mudança, porém tem tempo suficiente para reagir a ela (DENATRAN, 1984).



**Figura 1:** Semáforo tradicional

**Fonte:** (DENATRAN, 1984)

Ainda segundo Denatran (1984), o semáforo veicular é um dispositivo geralmente composto de três focos de luz de cores distintas, um de cor vermelha, outro de cor amarela e, por último, um de cor verde. Essas cores são padronizadas internacionalmente e têm funções específicas, conforme descrito a seguir:

- Verde: os condutores de veículos podem seguir em frente, virar à esquerda ou direita, a menos que estejam impedidos fisicamente por outro dispositivo de controlo de tráfego ou autoridade legal;
- Amarelo: os condutores devem parar o veículo antes de entrar na região de cruzamento e permanecer parados até receber autorização de seguir em frente através da luz verde ou por uma autoridade legal. Caso não seja possível realizar a parada do veículo em segurança ou se não houver tempo hábil para realizar a parada, o condutor deve seguir em frente e cruzar a intersecção;

- Vermelho: os condutores devem parar os veículos antes de entrar na intersecção e permanecer parados até receber autorização para seguir em frente, seja pela sinalização da luz verde ou por uma autoridade legal.

Existem dois tipos de semáforos, os veiculares e os de peões. O principal objectivo do semáforo veicular é autorizar ou proibir o movimento de veículos em uma via. E os dos peões é autorizar ou proibir a passagem das pessoas (KOONCE *et al.*, 2008).

## **2.4 Termos Da Temporização**

A duração do ciclo, assim como o tempo dos estágios, é determinado pela quantidade de tempo necessário para atender a todas as direcções de tráfego em uma faixa horária. Esse tempo é caracterizado conforme as características e volumes médios histórico do tráfego de determinado período (CUCCI, 2016).

Segundo Barbacena (1994), Para melhor entender os termos utilizados na temporização dos semáforos, segue abaixo uma descrição de cada item.

### **2.4.1 Fase**

É uma sequência completa de indicação de cores dos focos, que permite a um conjunto de vias o controle simultâneo do direito de passagem. No caso da fase veicular temos fisicamente três focos, e uma fase é completada após passar pela sequência verde, amarelo e vermelho. No caso da fase de peões temos dois focos, e uma fase é completada após passar pela sequência verde, vermelho piscante e vermelho (BARBACENA, 1994).

### **2.4.2 Ciclo ou tempo de ciclo**

É o tempo gasto para completar uma fase semaforica. A partir deste período, começa a repetir periodicamente, as cores dos focos desta fase (BARBACENA, 1994).

### **2.4.3 Estágio**

É formado por intervalos dentro de um ciclo, onde são alternados os movimentos das correntes de tráfego. Isto significa que cada estágio corresponde do início ao fim do verde, para cada fase semaforica, em um mesmo cruzamento (BARBACENA, 1994).

#### **2.4.4 Período de Entre verde**

É período entre o término de verde de uma fase e o início do tempo de verde da outra fase. Este período é caracterizado por ser curto e normalmente é igual ao tempo de amarelo e em alguns casos, compõe-se do tempo de amarelo mais o tempo de vermelho total (BARBACENA, 1994).

#### **2.4.5 Vermelho Total**

É um período durante o qual todos os focos das fases semafóricas ficam com a cor vermelha. Este período é utilizado para garantir uma maior segurança na limpeza dos veículos no cruzamento e/ou criar um tempo especial para travessia de peões (BARBACENA, 1994).

### **2.5 Tráfego**

Tráfego é o fluxo contínuo ou ininterrupto e descontínuo ou interrompido. Fluxo contínuo é aquele em que não há pontos de interrupções e ocorre no caso das vias expressas, cujos acessos são restritos a fim de minimizar ao máximo os pontos de redução de velocidade. Já no fluxo interrompido, existem dispositivos que originam pontos de paradas e cruzamentos com hierarquização de vias, semáforos, dentre outros (GOLDNER, 2009).

### **2.6 Semáforos Inteligentes**

Os semáforos inteligentes surgem da necessidade de sanar os problemas encontrados em semáforos convencionais. Com o passar do tempo o semáforo sofreu modificações, alguns incorporam um painel visual com a contagem do tempo, outros foram adaptados com um botão para accionar a luz verde que para permitir a travessia de peões e outros ainda que emitem sinais auditivos para os deficientes visuais. A essência do mecanismo, porém, continua sendo um controlador de tráfego (temporizador) que comanda o semáforo através de pulsos eléctricos para a comutação das luzes (verde, amarelo e vermelho) (DENATRAN, 1984).

Os semáforos inteligentes são dispositivos electrónicos que realizam a gestão de tráfego de veículos e peões de forma dinâmica, ou seja, realiza o ajuste dos tempos das luzes verde, amarela e vermelha de acordo com a real necessidade. Para efectuar o controlo do tráfego de forma dinâmica o semáforo necessita extrair as características que tornam o trânsito de veículos e de peões perigoso e congestionado (NETO, 2016).

Para Araújo (2006), semáforo inteligente é um sistema com inteligência para captar imagens e uma grande quantidade de informações, desta forma, consegue entender o fluxo do trânsito em

tempo real para decidir, por quanto tempo deve ficar fechado ou aberto, baseado no diagnóstico que faz nas vias que monitora ao longo dos dias. Pode também ser utilizado como agente de trânsito, através das imagens captadas por suas câmaras.

“Uma das soluções para ajudar a resolver os problemas encontrados no trânsito é utilizar recursos da área computacional para identificar e rastrear veículos”. Todo esse tipo de tecnologia poderia facilitar a manipulação de tais recursos para o desenvolvimento de semáforos inteligentes (CASTRO, 2015, p.73).

Segundo Barat (2007), as vantagens da utilização dos semáforos inteligentes representam a fracção de proveitos para a inclusão e acessibilidade dos cidadãos, e considera-se umas desvantagens quando há necessidades de fazer-se à manutenção dos equipamentos, usando a mão-de-obra especializada para reparar pequenos problemas.



**Figura 2:** Semáforo inteligente

**Fonte:** (NETO, 2016)

## **2.7 Pessoas com necessidades especiais**

A deficiência é caracterizada pela incapacidade que um determinado ser humano sente, ou tem no decorrer da sua vida ou então, a incapacidade de desempenhar determinadas actividades desenvolvidas num determinado contexto social e cultural (DINIZ, SQUINCA e MEDEIROS, 2007).

O princípio da normalização consiste em proporcionar as pessoas com necessidades especiais, as mesmas oportunidades sociais, condições, profissionais e educacionais que são proporcionadas a qualquer outra pessoa, deve existir respeito as diferenças e individualidade de cada um (AGUIAR, 2001).

Com vista a criar as mesmas oportunidades sociais para as pessoas com alguma necessidade especial, varias melhorias vêm sendo feitas de modo a facilitar a vida dessas pessoas e permitir a inclusão social.

Segundo Zegeer (2002), nos semáforos ao utilizar os botões de pressão, os mesmos devem ser bem acessíveis ao alcance e operáveis a partir de uma superfície plana para os peões em cadeiras ou com alguma necessidade especial.

### **2.7.1. Deficientes Visuais**

A percepção dos indivíduos dá-se por meio dos cinco sentidos, a visão, o paladar, o olfacto, o tacto e a audição. Estas percepções permitem nos formar imagens e compreender o mundo que nos rodeia.

Tuan (1980) ressalta em sua obra “Topofilia”, que dos cinco sentidos, o homem depende mais conscientemente da visão do que dos demais sentidos para referenciar o mundo.

De acordo com Rocha (2014), o termo correto para referir-se às pessoas com essa limitação é “deficiente visual”, não é adequado chamar o deficiente visual de cego ou portador de deficiência visual pois o indivíduo não porta uma deficiência, ele tem uma deficiência, isso faz parte dele.

Nunes e Lomonaco (2014) defendem que existe uma diferença entre deficiente visual e a palavra cego, pois pode haver diferença na capacidade visual de cada uma delas e o termo pode não englobar correctamente o que se quer descrever. Afirmam ainda que a cegueira é uma privação da visão, mas esta privação da visão não caracteriza a desabilitação do indivíduo e nem o torna menos capaz como ser humano.

Deficiência visual é o comprometimento parcial (de 40% a 60%) ou total da visão, quando esta não pode ser corrigida com cirurgias ou aperfeiçoada com o uso de óculos ou lentes de contacto (AMPUDIA, 2011).

Segundo Goldreich (2015), as pessoas com deficiência visual de nascença são capazes de detectar com maior rapidez informações tácteis do que as pessoas videntes. Isso porque o cérebro exige uma fracção de segundo para registrar uma visão, um som ou um toque. Segundo o autor, o cérebro se adapta à ausência de visão e desse modo acelera o sentido de toque, como numa espécie de compensação sensorial.

A deficiência visual é uma limitação que atinge boa parte da população e afecta radicalmente a forma como a pessoa é conduzida à diversas situações do cotidiano, já que a visão é um dos sentidos mais importantes do ser humano por permitir captar as informações à sua volta (GIL, 2001). A visão é o sentido que permite assimilar o mundo exterior para orientar-se principalmente quanto à localização por isso a falta dela é tão impactante no cotidiano do indivíduo.

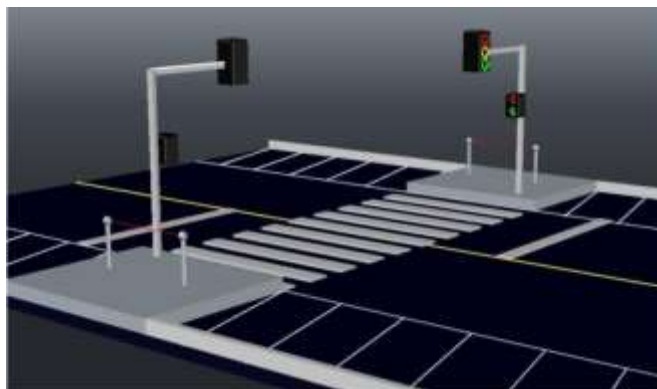
Segundo Vergara-Nunes (2011), a pessoa com necessidades especiais possui hábitos diferentes das demais. Comporta-se de forma diferente em relação as pessoas que tem visão, pois a sua rotina é bem distinta. Geralmente estas pessoas usam os olhos como os dedos da mão, os ouvidos, a bengala e os olhos de outra pessoa. As pessoas com necessidades especiais enfrentam desafios diários em situações como atravessar uma rua, tomar um banho ou até mesmo para vestir se, essas são situações aparentemente simples para quem não possui esta dificuldade. Em ocasiões específicas, as pessoas com necessidades especiais e com baixa visão dependem de terceiros e de tecnologia inclusiva para auxiliar na identificação de ruas, obstáculos e de outras referências visuais

## **2.8 Trabalhos relacionados**

### **2.8.1 Sensor de presença de peões em semáforos das comerciais do plano piloto**

O sistema concebido por Cardoso (2012), é composto por um *hardware* e software que permita controlar o fluxo da faixa dos peões e, conseqüentemente, o fluxo de veículos com o uso de sensor de presença de peões nos semáforos. O projecto visa auxiliar as pessoas com deficiências físicas ou visuais bem como todos os cidadãos a reduzir o tempo de espera do fechamento do sinal verde semáforo, para a detenção dos peões foram utilizados sensores de presença que funcionam através de transmissor foto-transistor e um receptor infravermelho. As informações da presença de um peão são enviadas a um microcontrolador PIC. O *software* desenvolvido para a detecção de peões indica, através de bip, quando o peão parado na faixa é indicado pelo infravermelho. Com base na detecção transmitira os dados para o microcontrolador que dará início ao processo. Foi também implementado ao projecto um sistema sonoro para o auxílio as pessoas com deficiências visuais. O sistema executa a condição principal, onde o sinal de transito permanece aberto por um tempo mínimo de 20 segundos e apos decorrido o tempo, o sistema verifica se há no momento a presença de peões através do sensor infravermelho, portanto quando

não se verifica a presença de nenhum peão o sistema fica em estado de espera com o sinal aberto para os automobilistas, caso contrário o sistema activa a rotina de funcionamento passando para a fase de alerta e de seguida fecha o sinal para os automobilistas e libera o transito para os peões. No projecto em questão a altura dos postes contento o sensor emissor receptor ficou determinada em aproximadamente oitenta centímetros e a distância dos postes em relação a estrada é de 1 metro.



**Figura 3:** Estrutura do semáforo com sensor de presença

**Fonte:** CARDOSO (2012)

A figura 2.3 apresenta uma visão ampla da proposta por Cardoso (2012), onde pode-se observar a altura dos postes com o sensor infravermelho possibilitando a identificação de pessoas com baixa estatura como por exemplo de crianças e os cadeirantes e a distância entre o emissor e o receptor. Os resultados esperados foram alcançados com êxito o que tornou possível a implementação do sistema em outros locais.

### **2.8.2. Desenvolvimento de um Semáforo Inteligente Utilizando Arduino e Sensores Infravermelhos**

Santos e seus colaboradores desenvolveram uma maquete de um semáforo inteligente capaz de informar aos peões se é ou não seguro atravessar de modo a evitar atropelamentos ou colisões. Este semáforo é composto por dois sensores infravermelhos (modelo E18-d80nk) que funcionam como um radar, capaz de detectar e calcular a velocidade dos veículos que aproximam-se do semáforo, esses dados fornecidos pelos sensores precisam ser interpretados e processados para serem transformados em informação, o arduino que é responsável por receber os dados dos sensores e enviar a um display LCD que será responsável por informar ao peão se é seguro

atravessar a rua levando em consideração a velocidade dos veículos. Os sensores infravermelhos captam e enviam informações ao arduino a todo instante, estes sensores estão posicionados a uma distância de 7.5 cm entre si, e o cálculo da velocidade é feito no instante em que o veículo passa do primeiro sensor para o segundo (SANTOS et al. 2019).

O cálculo da velocidade foi feito através da função horária do movimento uniforme:

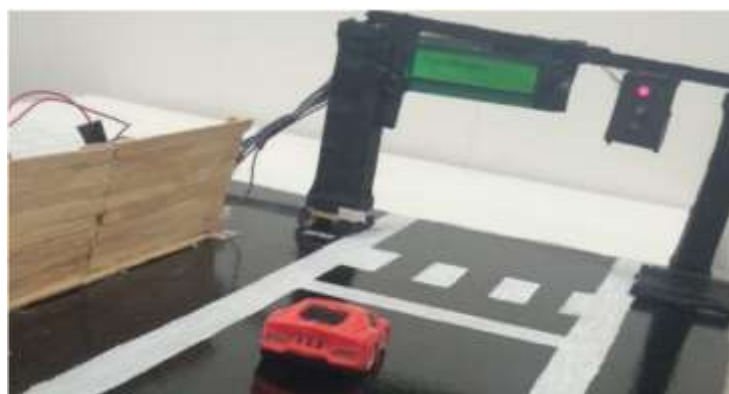
$$S = S_0 + vt$$

Onde:  $S$  = espaço final;  $S_0$  = Espaço inicial;  $v$  = velocidade;  $t$  = tempo total.

A integração dos sensores infravermelhos com o semáforo é dada através da seguinte forma: ao identificar a passagem de um carro enquanto semáforo estiver vermelho, a velocidade do carro é calculada através das informações fornecidas pelo radar. Deste modo, o semáforo inteligente analisa se é realmente segura a travessia dos pedestres. Matemáticos e físicos elaboraram uma fórmula capaz de determinar a distância que um veículo leva para travar completamente, tendo em consideração a sua velocidade e o coeficiente de atrito dos pneus, através da seguinte

equação:  $D = \frac{v^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$

Onde:  $D$  - Distância em metros;  $v$  - Velocidade em km/h no instante da travagem;  $\mu$  - Coeficiente de atrito;  $g$  - aceleração de gravidade. A condição de travagem nesse projecto é considerando que o carro mantenha sua velocidade constante, ou seja, a mesma que foi identificada pelo radar.



**Figura 4:** Estrutura do Semáforo inteligente utilizando Arduino e Sensores Infravermelhos

**Fonte:** SANTOS *et al.* (2019)

A figura 2.4 apresenta uma visão ampla da proposta de Santos *et al.* (2019), onde pode-se observar o display LCD com alguma informação dando ou não a permissão para os peões iniciarem a travessia, a partir do cálculo da velocidade feito no instante em que o veículo passa pelos sensores infravermelhos.

### **2.8.3. Aplicação da inteligência artificial no desenvolvimento de um semáforo inteligente para o cruzamento da Cidade de Maputo**

Junga (2022) desenvolveu um controle de semáforo usando a inteligência artificial com o objectivo de melhorar a organização do tráfego e regular os tempos de abertura do semáforo de acordo com o fluxo de veículos, com o intuito de reduzir ao máximo o atraso veicular. Em comparação com o controlador de semáforo em modo fixo, onde durante os cruzamentos mesmo que não haja tráfego, os condutores devem esperar pois o sinal permanece vermelho durante um período de tempo pré-definido, o desenvolvimento de um sistema inteligente é capaz de manter a via com fluxo aberto e manter fechada a via sem fluxo de carros em tempo real.

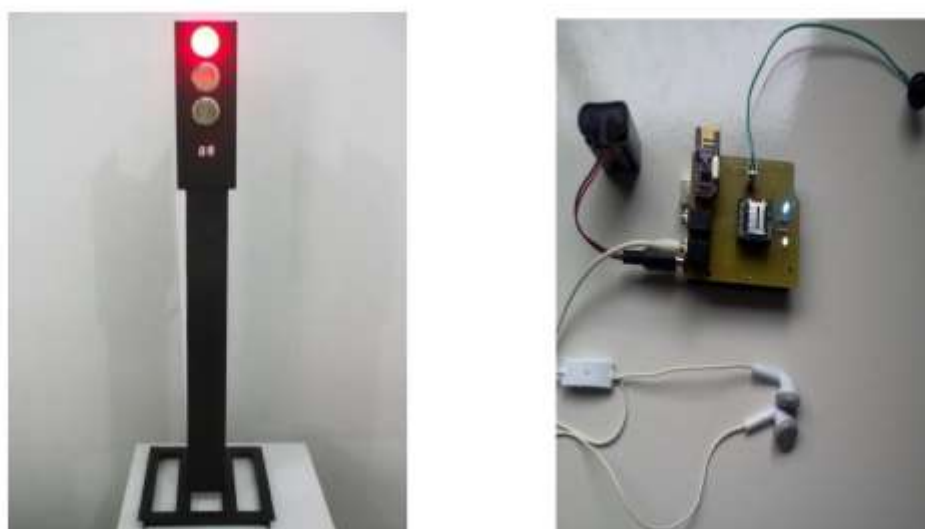
Os veículos serão detectados através das câmaras com o uso da inteligência artificial. Isso funciona como entrada para o sistema, esta entrada do sinal indica o comprimento dos veículos na estrada. O sistema gera sinais de saída para vermelho, laranja e verde, e monitora seus horários levando em consideração o número de veículos em cada via. A verificação do fluxo de veículos será feita a cada 30 segundos. Caso não haja o fluxo de veículos em uma determinada via, não será atribuído a permissão para a abertura do semáforo nessa via. Se o fluxo de tráfego detectado é normal, então os tempos do sinal vermelho, laranja e verde é normal, mas se o tráfego detectado é médio, então o tempo do sinal verde é automaticamente aumentado em alguns segundos pelo sistema e se o tráfego detectado for alto, o tempo de sinal verde é aumentado ainda mais conforme o fluxo de veículos detectados.

### **2.8.4. Semáforo inteligente para deficientes visuais tecnologias assistiva em prol da inclusão social.**

O sistema concebido por Jesus (2014), consiste na projecção de um semáforo inteligente para deficientes visuais, baseado na tecnologia assistiva e teve como principal objectivo facilitar a mobilidade de deficientes visuais dentro do ambiente urbano exercendo deste modo o papel de inclusão social deste grupo específico de pessoas.

Para o uso desta tecnologia o usuário deverá apertar um dispositivo portátil sem fio para que o semáforo emita um alarme sonoro e o dispositivo execute arquivos de áudio para orientar os deficientes visuais.

Para o funcionamento do sistema semafórico inteligente foram utilizadas as plataformas electrónicas Arduino que foram responsáveis pelo controle e automação do protótipo. No semáforo foram utilizados dois arduínos UNO, um localizado no dispositivo portátil que fica de posse do usuário e o outro localizado no semáforo. Ambos dispositivos foram montados com transceptores de rádio frequência para comunicação sem fio entre eles. Ao pressionar um botão localizado no dispositivo portátil, um sinal de rádio frequência é emitido para o semáforo pelo módulo transceptor solicitando o status de seu funcionamento. Ao receber esse sinal, o protótipo também com um módulo transceptor envia um sinal para o arduíno executar comando de funcionamento do *buzzer* (emissão de som), e para o módulo MP3 executar os arquivos de áudio. Os comandos de áudio para orientação do deficiente visual são executados de acordo com o status de funcionamento do semáforo.



**Figura 5:** Estrutura metálica do semáforo com o dispositivo portátil de comando de voz executado pelo módulo MP3

**Fonte:** JESUS (2014)

Os trabalhos relacionados a cima citados são de grande importância para o desenvolvimento da sociedade, bem como para a inclusão social das pessoas com necessidades especiais.

A presente pesquisa, em comparação com as demais, traz como principal vantagem a presença de uma tela visual e um sistema complementar auditivo com a contagem decrescente das fases do semáforo. Essas vantagens não só favorecem as pessoas com necessidades especiais, assim como os outros utentes do semáforo, pois podem deste modo controlar através da tela visual se é ou não seguro atravessar de modo a evitar acidentes.

A similaridade existente entre o presente projecto e o projecto de SANTOS *et al.* (2019), é a presença do display no semáforo. O sistema concebido por Santos, é um semáforo composto por dois sensores infravermelhos que funcionam como radar para a detecção e cálculo da velocidade dos veículos que aproximam do semáforo, no display LCD é apresentada a mensagem a dizer se é ou não seguro atravessar nesse momento, diferentemente do presente projecto onde a informação apresentada no Display LCD é a contagem decrescente do tempo das fases do semáforo, além desta diferença o semáforo inovado também faz a contagem por voz.

Portanto o trabalho de Jesus (2014) traz como similaridade o foco na inclusão social das pessoas com necessidades especiais em relação a visão. Onde desenvolveu-se um semáforo contendo um dispositivo portátil sem fio responsável por emitir sons para orientar os deficientes visuais. Diferentemente do semáforo inovado, a emissão de sons é feita durante a contagem decrescente onde os peões gozam de prioridade.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE PESQUISA**

Após definido o que se pretende estudar busca-se os procedimentos metodológicos necessários, ou seja, a forma e o instrumental técnico (BARROS; LEHFELD, 1990, p. 36).

O terceiro capítulo é constituído pelas metodologias, técnicas de pesquisa, a população e a amostra, bem como a delimitação da pesquisa.

### **3.1. Procedimentos Metodológicos**

Para desenvolver o processo de pesquisa, serão utilizados vários meios metodológicos baseados no objecto de pesquisa, com o intuito de atingir os objectivos propostos.

A presente pesquisa sob o ponto de vista dos seus métodos tem a seguinte classificação:

#### **a) Classificação da pesquisa quanto ao método de abordagem**

Os métodos de abordagem esclarecem os procedimentos que foram seguidos no processo de investigação científica dos factos, da natureza e da sociedade.

Sob o ponto de vista da sua abordagem, a presente pesquisa usa a metodologia qualitativa, pois os dados e informações colectados não podem ser quantificáveis. Para Viera *et al.* (2006), a pesquisa qualitativa pode ser definida como análise quantitativa, caracterizada pelo não uso de instrumentos estatísticos durante a análise de dados.

Ainda segundo (RENEKER, 1993, p. 38) “a pesquisa qualitativa é indutiva, isto é, o pesquisador desenvolve conceitos, ideias e entendimentos a partir de padrões encontrados nos dados, ao invés de colectar dados para comprovar teorias, hipóteses e modelos preconcebidos.” O autor defende a diferença entre a metodologia qualitativa da quantitativa, afirma ainda que a metodologia qualitativa é indutiva ou seja, a partir dos dados colectados encontram-se um padrões e desse modo desenvolvem-se conceitos, ao invés de colectar dados para comprovar teorias tal como acontece na metodologia quantitativa.

As técnicas qualitativas analisam a experiência das pessoas em relação a eventos e os seus respectivos significados, processos e estruturas inseridos em cenários sociais (SKINNER; TAGG; HOLLOWAY, 2000).

A escolha da pesquisa qualitativa permitiu a autora, desenvolver um entendimento profundo do princípio de funcionamento do semáforo fazendo uma observação minuciosa dos ambientes onde

são inseridos os semáforos, bem como as causas associadas aos acidentes próximos aos semáforos.

### **b) Classificação da pesquisa quanto a Natureza**

Sob o ponto de vista da sua natureza, o presente trabalho tem o género de pesquisa Aplicada.

Conforme Prodanov e Freitas (2013, p.51), "Pesquisa Aplicada: objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos."

A escolha da pesquisa aplicada neste trabalho, foi feita levando em consideração os problemas encontrados próximo aos semáforos, relacionado aos acidentes que acontecem no processo de travessia das faixas, causados muitas vezes pelo avanço dos automobilistas no sinal vermelho.

Esta pesquisa permitiu encontrar soluções de modo a minimizar os acidentes próximos aos semáforos, permitiu também fazer possível a inclusão das pessoas com necessidades especiais relacionadas a visão, com o objectivo de definir novos métodos de modo a atingir os objectivos propostos.

### **c) Classificação da pesquisa quanto aos objectivos**

Sob o ponto de vista dos seus objectivos, a presente pesquisa tem o género descritivo, pois o mesmo visa descrever os factos do objecto em estudo.

Segundo Triviños (1987), o tipo de estudo descritivo descreve os fatos e fenómenos de uma determinada realidade.

Alguns autores como Gil (2007) definem a pesquisa descritiva como sendo uma análise profunda com o objectivo de descrever, interpretar e classificar o objecto estudado. Esta pesquisa utiliza técnicas mais sistematizadas. A pesquisa descritiva pode ir além da identificação de variáveis e aproximar-se da pesquisa explicativa analisando detalhadamente fatos e fenómenos. E no caso em que se proporciona uma nova visão do objecto em estudo, aproxima-se da pesquisa exploratória.

A investigação descritiva permitiu descrever o princípio de funcionamento dos semáforos convencionais bem como o tempo de cada fase dos semáforos. Permitiu também descrever o princípio de funcionamento do semáforo inteligente que para além de conter as funcionalidades

do semáforo convencional inclui novas funcionalidades e é também utilizável para as pessoas com necessidades especiais em relação a visão.

#### **d) Classificação da pesquisa quanto aos Procedimentos**

Sob o ponto de vista dos seus procedimentos, a presente pesquisa tem o género de estudo de caso e pesquisa experimental.

Alguns autores visualizam o estudo de caso não aplicável a metodologia quantitativa e sendo mais aplicável a metodologia qualitativa. Para Goode e Hatt (1975), o estudo de caso permite investigar profundamente o desenvolvimento, as características e demais aspectos que constituem uma unidade social. Para os autores, o estudo de caso organiza todos os dados no seu todo do objecto de estudado e, mantem preservados, de forma íntegra, sua natureza e carácter.

Segundo Gil (2007), o estudo de caso permite que o objecto estudado tenha a sua unidade preservada, por mais que se entrelace no meio onde estiver inserido, por mais que sejam formuladas hipóteses ou teorias, e permite a explicação de variáveis em situações ainda que complexas.

Oliveira (2002) aponta a competência do estudo de caso como método suficiente para identificar e analisar as várias ocorrências de um mesmo fenómeno, em vários casos. A observação do autor vai de encontro ao objectivo desta monografia científica, que investiga as diferentes causas dos acidentes nas faixas de peões próximos aos semáforos.

A escolha do estudo de caso na presente pesquisa, permitiu a autora investigar profundamente as características e a constituição dos semáforos implementados na província de Maputo, permitiu também a partir da descrição do semáforo, entender o funcionamento do mesmo assim como ele é interpretado pelos peões e automobilistas.

Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objecto de estudo, seleccionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objecto.

Esta técnica de pesquisa foi usada para o dimensionamento, a construção e avaliação do funcionamento do artefacto neste trabalho designado por semáforo inovado.

## **3.2. População e amostra**

### **3.2.1 População**

A presente pesquisa englobará o universo de utilizadores dos semáforos.

### **3.2.2 Amostra**

Para GIL (2003, p.90), “amostra é subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estimam as características desse universo ou população”.

Para a colecta de dados como amostra serão seleccionados:

- ✓ 20 automobilistas;
- ✓ 10 pessoas com necessidades especiais em relação a visão;
- ✓ 10 outros utilizadores sem problemas de visão.

## **3.3. Técnicas de colectas de dados**

Na presente pesquisa, para a colecta de dados a autora optou pelo uso do inquérito misto, de modo a colectar as informações necessárias para dar suporte a pesquisa em questão. O inquérito misto é um inquérito composto por perguntas abertas e fechadas, estas perguntas foram elaboradas pela autora com o intuito de a partir do inquérito obter o máximo de informações possíveis sobre a necessidade de implementação de um semáforo inteligente de modo a minimizar os acidentes ou distúrbios próximo aos semáforos da província e cidade de Maputo.

## **3.4. Delimitação da pesquisa**

Sob o ponto de vista da sua delimitação a pesquisa está organizada da seguinte forma:

### **3.4.1 Delimitação contextual**

A presente pesquisa é aplicável na área de Engenharia Electrónica e de Computação. Na área da Engenharia Electrónica projectou-se e construiu-se um circuito com base na tecnologia Arduino Mega e a computação para a programação do circuito.

### **3.4.2 Delimitação temporal**

A presente pesquisa teve a duração de 10 meses compreendidos entre Dezembro de 2022 a Agosto de 2023.

### **3.4.3 Delimitação espacial**

A presente pesquisa foi realizada na cidade de Maputo.

No âmbito da pesquisa experimental o projecto foi realizado no laboratório de electrónica da Faculdade de Engenharia e Tecnologias da Universidade Pedagógica de Maputo.

No âmbito da pesquisa de aceitabilidade da tecnologia, realizou-se um questionário aplicado a pessoas com necessidades especiais visuais na Associação de Cegos e amblíopes de Moçambique (ACAMO) e aos demais utentes dos semáforos da Cidade de Maputo.

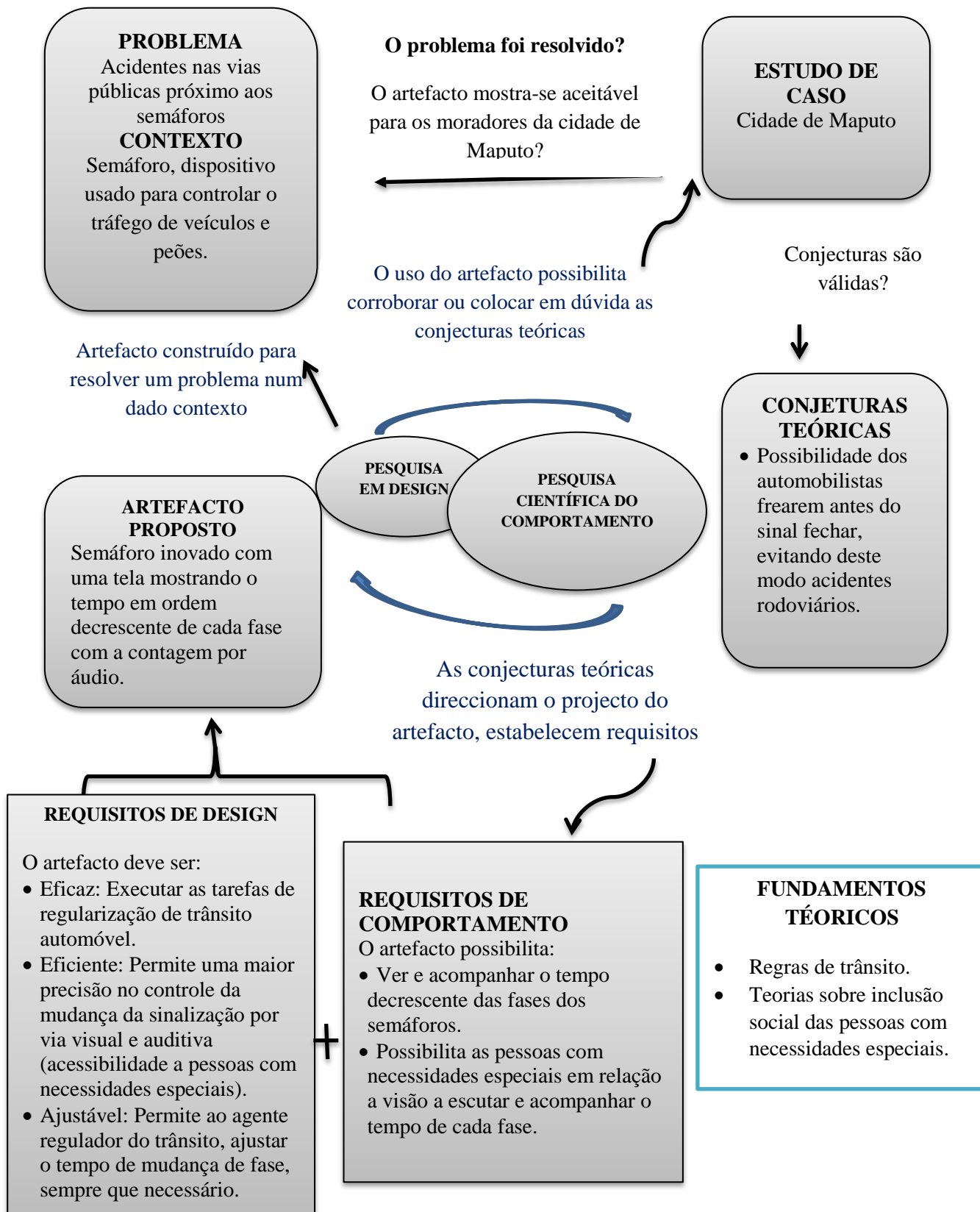
### **3.5. Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia - *Design Science Research* (DSR)**

De acordo com Simon (1996), a *Design Science Reserch* envolve um paradigma de pesquisa pragmático que busca criar artefactos inovadores para solucionar problemas do mundo real. Segundo o autor, a metodologia de *Design Science Reserch* (DSR) faz pesquisas aprofundadas sobre alguns problemas do mundo real que podem ser solucionados com a criação artefactos inovadores capazes de solucionar esses problemas.

Para Bax (2014) e Dresch, Lacerda e Antunes (2015), a metodologia DSR envolve a definição do problema, sugestões de solução, construção, validação e avaliação dos artefactos encontrados pela pesquisa. A metodologia DSR é essencial para investigações relacionadas a desenvolvimentos de novos conhecimentos para a construção de novos artefactos, como o semáforo inteligente proposto nesta pesquisa.

Este método vai de encontro com o objectivo proposto nesta pesquisa pois a implementação de semáforos inteligentes é um artefacto inovador que vem com o intuito de resolver os problemas de acidentes na província de Maputo.

### 3.5.1. Esquema do *Design Science Reserch*



Na presente pesquisa parte-se do princípio que o semáforo inovado deve garantir que não hajam acidentes próximos aos semáforos, a partir deste pressuposto, conjecturou-se que para que seja possível minimizar os acidentes nas vias públicas e auxiliar as pessoas com necessidades especiais em relação a visão, é necessário a implementação de um semáforo inteligente com a tela mostrando o tempo decrescente de cada fase, esta contagem deveria ser feita por áudio de modo a auxiliar as pessoas com necessidades especiais no processo de travessia.

Desenvolvido com a aplicação do método DSR, o semáforo inovador representa uma conquista significativa no campo da acessibilidade urbana. Este artefacto, concebido para superar as limitações dos semáforos convencionais para pessoas com deficiência visual, passou por um ciclo robusto de pesquisa, *design*, implementação e avaliação.

A essência desse projecto reside na convergência de tecnologia e inclusão. A tela incorporada ao semáforo exibe uma contagem regressiva visual, proporcionando aos pedestres uma compreensão intuitiva do tempo restante em cada fase. Além disso, a inclusão de um sistema de feedback sonoro oferece suporte adicional, especialmente desenvolvido para atender às necessidades específicas das pessoas com deficiência visual.

O ciclo inicial de pesquisa e preparação foi crucial para definir os requisitos essenciais do artefacto. A revisão bibliográfica identificou as lacunas nos semáforos tradicionais em relação à acessibilidade, direccionando o foco para a contagem regressiva e o feedback sonoro. A prototipagem permitiu uma avaliação prática e iterativa, refinando continuamente o *design* do semáforo.

Na fase de desenvolvimento e implementação, a equipe trabalhou na integração eficiente de *hardware* e *software*. O design cuidadoso do artefacto garantiu uma experiência de usuário intuitiva, enquanto algoritmos complexos foram implementados para a contagem regressiva visual e síntese de áudio. Este ciclo foi marcado pela colaboração entre colegas e docentes.

A etapa crucial de avaliação envolveu testes piloto, nos quais um grupo seleccionado de participantes utilizou o semáforo inovador em situações simuladas. Os resultados desses testes direccionaram ajustes no design e nas funcionalidades, refinando o artefacto para uma eficácia aprimorada. Posteriormente, os testes de usabilidade em condições do mundo real permitiram uma avaliação mais ampla do desempenho do semáforo.

Neste cenário, o método DSR emergiu como uma abordagem eficaz para a pesquisa aplicada, proporcionando não apenas um artefacto inovador, mas também insights valiosos para futuros desenvolvimentos no campo da acessibilidade urbana. Este semáforo não é apenas um exemplo de tecnologia aplicada, mas sim um símbolo tangível de como a pesquisa e o *design* podem se unir para criar soluções que melhoram significativamente a qualidade de vida de diversas comunidades.

## **CAPÍTULO IV: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA**

Neste capítulo serão apresentados os resultados técnicos e os resultados de validação do artefacto segundo os requisitos do método DSR.

### **4.1 Resultados Técnicos**

O primeiro passo do desenvolvimento deste trabalho foi definir os componentes electrónicos a serem utilizados para a construção do semáforo inteligente.

#### **4.1.1 O Artefacto**

O artefacto proposto na presente pesquisa é um semáforo inovado, contendo uma tela com a contagem do tempo decrescente de cada fase do semáforo, apresenta também a contagem por áudio de modo a auxiliar as pessoas com necessidades especiais em relação a visão.

#### **4.1.2 Materiais usados**

##### **➤ Arduíno Mega**

Arduíno é uma plataforma *open source* de prototipagem electrónica, de hardware e software livres e extensíveis (ARDUINO, 2018a).

A placa Arduíno Mega 2560 é mais uma placa da plataforma Arduíno que possui recursos bem interessantes para prototipagem e projectos mais elaborados. Baseada no microcontrolador ATmega2560, possui 54 pinos de entradas e saídas digitais onde 15 destes podem ser utilizados como saídas PWM. Possui 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial (Rodrigues, 2009).

A escolha do arduíno neste projecto, foi feita considerando o facto de ser uma plataforma de prototipagem simples, flexível, de baixo custo e pelo facto de apresentar uma linguagem de programação típica.

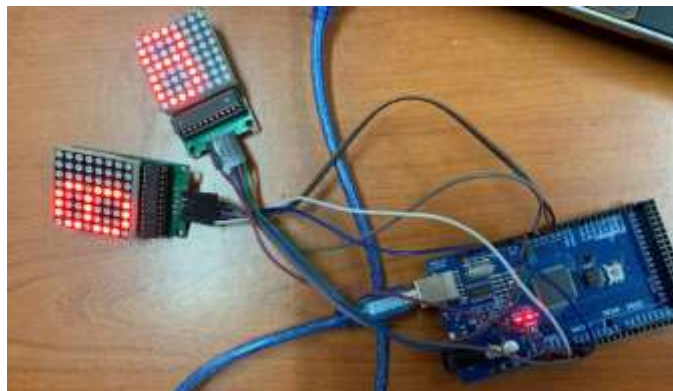
A alimentação do arduíno pode ser feita por USB, ou pela alimentação externa onde é recomendada a tensão de 7V a 12V. Esta placa conta com um comutador automático de tensões, onde é possível fazer a comutação entre a tensão do USB e a tensão da fonte externa.



### ➤ **Matriz de LED 8 x 8**

No presente projecto, para ilustrar a tela com a contagem decrescente do tempo das fases do semáforo, usou-se a matriz de led 8x8, composta por 64 leds de 3mm de diâmetro e 5 pinos de entrada respectivamente **VCC, GND, DIN, CS e CLK**.

A figura 8 ilustra o resultado da integração da matriz de LED e o arduino mega, onde é possível visualizar a contagem na matriz.



**Figura 8:** Matriz de LED 8x8

**Fonte:** AUTORA (2023)

### ➤ **Modulo Semáforo 3 LEDs**

Para a ilustração do semáforo inovado, usou-se o modulo semáforo de 3 LEDs cada um deles contendo 10mm, este módulo contém 3 resistências SMD divididas entre os LEDs de modo a limitar a corrente dos LEDs permitindo deste modo conectar a fonte de 5V.



**Figura 9:** Modulo Semáforo

**Fonte:** AUTORA (2023)

### ➤ **Modulo MP3 *DfPlayer* Mini**

O Modulo MP3 *Dfplayer* Mini serviu no projecto para a reprodução de sons através dos comandos arduíno, este componente será responsável pela reprodução do som da contagem do tempo da fase do semáforo onde os peões gozam de prioridade.



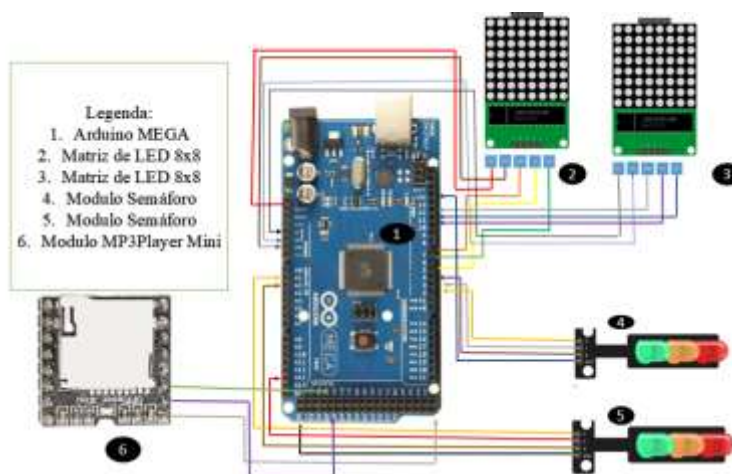
**Figura 10:** Modulo MP3 Dfplayer Mini

**Fonte:** AUTORA (2023)

### ➤ **Cartão de memória**

O cartão de memória foi usado neste projecto para gravar o áudio da contagem decrescente do período vermelho do semáforo, este componente foi acoplado ao Modulo MP3 *Dfplayer* que é responsável pela reprodução de sons.

### **Esquema do Circuito**



**Figura 11:** Esquema do Circuito

**Fonte :** AUTORA (2023)

### 4.1.3. Funcionamento do circuito

A tensão de funcionamento da placa, no Arduíno MEGA 2560 é de 5V, e pode ficar instável quando alimentada com tensão acima de 12V, o regulador de tensão da placa pode sobreaquecer e danificar a placa. Dessa forma, é recomendado para tensões de fonte externa valores de 7V à 12V (PARETO, 2003).

Os pinos operam com tensão de 5V e podem fornecer ou drenar até 40 mA. Cada pino possui resistor de *pull-up* interno que pode ser habilitado por software (CUTLER-HAMMER, 1999).

A placa arduíno MEGA tem duas opções de alimentação, por barramento serial universal, Universal Serial Bus (USB), ou por fonte externa que varie.

Neste projecto, a placa do Arduíno MEGA será alimentada pelo USB. O circuito da USB apresenta alguns componentes que protegem a porta USB do computador em caso de alguma anormalidade (SILVA, 2000).

Os componentes usados no circuito do sistema serão energizados pela própria placa Arduíno com uma tensão de 5VCC. A esta placa foram conectados os módulos de semáforo onde a corrente consumida não passa de 40mA. O Módulo semáforo apresenta cada um deles 3 resistências SMD divididas entre os LEDs que são responsáveis por limitar a passagem da corrente permitindo deste modo conectar ao Arduíno que apresenta a tensão de 5VCC. Este Módulo apresenta 4 pinos, onde o GND é o pino negativo conectado ao GND do arduíno, o pino R que representa o terminal positivo *Red* (vermelho) conectado aos pinos A2 e 4 do arduíno, o pino Y que representa o terminal positivo *yellow* (Amarelo) conectados aos pinos A13 e 3 do arduíno, o pino G que representa o terminal positivo *Green* (verde) conectados aos pinos A1 e 2 do arduíno.

A seguir será apresentada a tabela 1 resumo da conexão do arduíno e o Módulo Semáforo:

**Tabela 1:** Conexão do arduíno e o Módulo semáforo

Pinos do Módulo Semáforo	Conectar aos Pinos do Arduíno Mega	Conectar aos Pinos do Arduíno Mega
GND	GND	GND
R	A2	4
Y	A13	3
G	A1	2

**Fonte:** (AUTORA, 2023)

Na Matriz de LED que é o componente usado para mostrar a contagem decrescente da fase do semáforo onde prioriza a passagem do peão, são utilizados apenas 3 pinos para a comunicação com o arduíno. Quando os dados seriais são enviados usando o arduíno (por meio do programa), os dados seriais são convertidos em segmentos e dígitos para conduzir colunas e linhas da matriz de LED. De acordo com os dados enviados, os LEDs correspondentes na matriz acendem e exibem a mensagem.

O DIN (Data IN) aceita os dados seriais da placa arduíno que é utilizado para inserir os bits (16 bits) onde os primeiros 8 bits (D0 - D7) são para accionar as colunas do LED matriz e os próximos 8 bits (D8 - D15) são para conduzir as linhas da matriz de LED, aos pinos DIN da matriz de LED foram ligados aos pinos 7 e 12 da placa arduíno, o pino *Chip Select* (CS) ou pino de carga foi conectado aos pinos 5 e 10 do arduíno que servem para transferir os 16 bits inseridos para a *display*, o CLK (*Clock*) sincroniza os 16 bits inseridos pelo DIN, foram conectados aos pinos 6 e 11 da placa arduíno. O pino VCC e GND são os cabos de alimentação e são ligados directamente ao arduíno aos pinos 5V e GND respectivamente.

A seguir será apresentada a tabela resumo da conexão do arduíno a Matriz de LED 8x8:

**Tabela 2:** Conexão do Arduíno a Matriz de LED 8x8

Pinos da Matriz de LED 8x8	Conectar aos Pinos do Arduíno Mega(LED1)	Conectar aos Pinos do Arduíno Mega(LED 2)
GND	GND	GND
VCC	5V	5V
DIN	Pino Digital 12	Pino Digital 7
CS	Pino Digital 10	Pino Digital 5
CLK	Pino Digital 11	Pino Digital 6

**Fonte:** (AUTORA, 2023)

O Modulo MP3Player Mini que é o componente usado para a reprodução de sons, neste projecto serviu para fazer a contagem decrescente por meio de áudio, da fase do semáforo em que o peão tem prioridade.

Este módulo é alimentado com tensões de 3.2 a 5 VDC, onde foram feitas as seguintes ligações no arduíno, o VCC foi conectado ao pino de 5V do arduíno, os pinos RX e Tx que servem para a comunicação serial e controle utilizando o arduíno foram conectados respectivamente aos pinos 47 e 46, os pinos GND e SPK foram conectados ao autofalante.

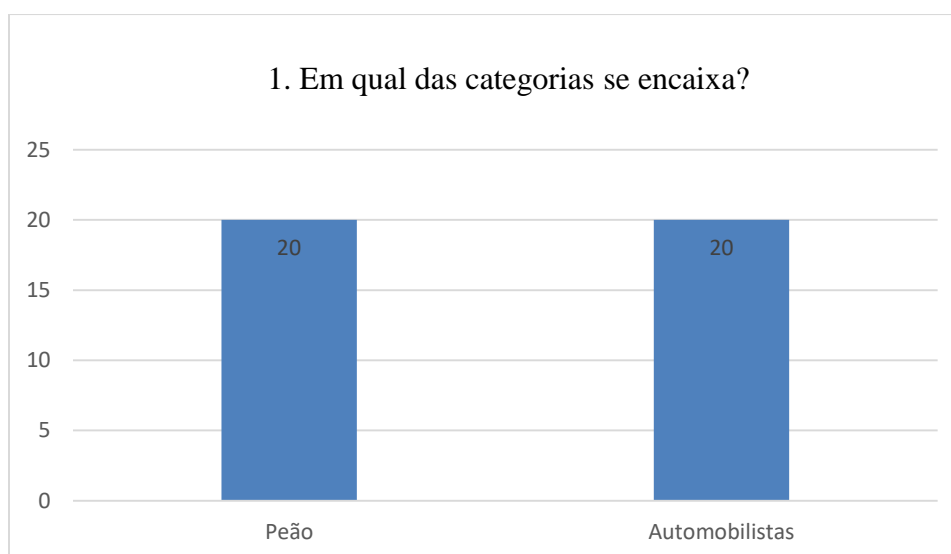
**Tabela 3:** Conexão do Arduino ao Modulo MP3 DFPlayer Mini

Pinos do Modulo MP3 <i>Dfplayer</i> Mini	Conectar aos Pinos do Arduino Mega
VCC	5V
RX	Digital 47
TX	Digital 46
SPK	
GND	
SPK	

Fonte: (AUTORA, 2023)

#### 4.2 Resultados da aceitabilidade do Artefacto

A seguir serão apresentados e interpretados os resultados do questionário dirigido aos utentes da via.

**Gráfico 1:** Resultados da pergunta 1 do inquérito colocada aos utentes da via pública

O gráfico 1 ilustra o resultado obtido na primeira questão do inquérito, onde foram inqueridas 40 pessoas das quais 20 são automobilistas e 20 são peões, no grupo dos 20 peões estão inclusas 10 pessoas com necessidades especiais visuais.

A segunda questão do inquérito é onde é feita esta divisão.

**Gráfico 2.** Resultados da pergunta 2 do inquérito colocada aos utentes da via pública.



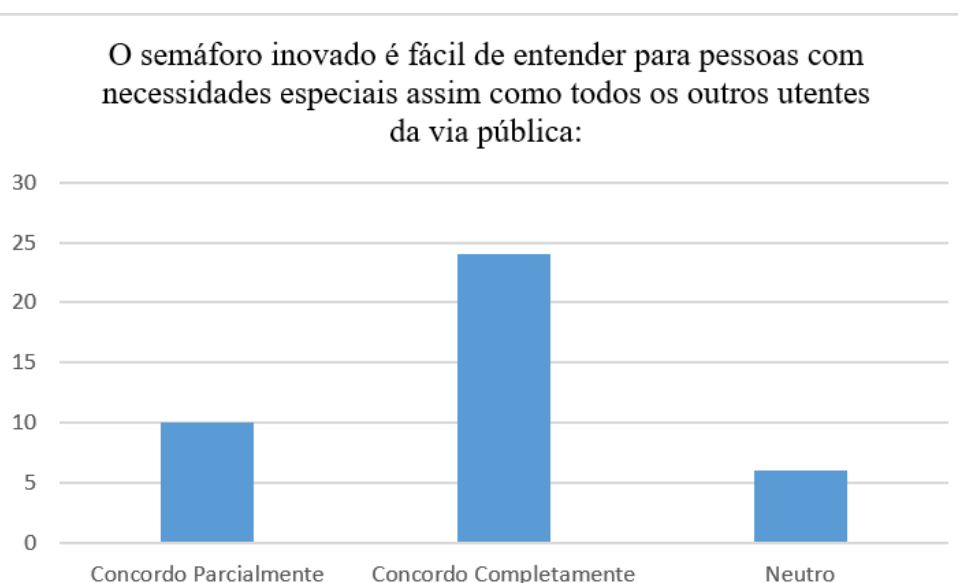
O gráfico 2 apresenta os resultados obtidos ao consultar pessoas com necessidades visuais especiais. Dentre os entrevistados, 6 concordam parcialmente que o semáforo inovador é eficiente para atender às necessidades específicas desse grupo, enquanto 4 concordam integralmente. Inicialmente, o artefacto foi apresentado, destacando suas funcionalidades para possibilitar uma avaliação mais aprofundada. Com base nos resultados apresentados, é possível interpretar que a introdução do semáforo inovador, com suas funcionalidades específicas para atender às necessidades de pessoas com deficiência visual, recebeu uma resposta geralmente positiva. A maioria dos entrevistados concorda, pelo menos parcialmente, que o artefacto é eficiente para atender às suas necessidades, enquanto um número significativo concorda integralmente.

A concordância parcial pode indicar que alguns entrevistados percebem benefícios na tecnologia, mas podem ter algumas ressalvas ou áreas que consideram passíveis de melhoria. Por outro lado, a concordância total sugere uma aceitação mais ampla e uma percepção positiva geral em relação ao semáforo inovador.

Esses resultados indicam uma tendência positiva quanto à eficácia do artefacto, fornecendo indícios encorajadores de que a tecnologia atende, de fato, às necessidades específicas das pessoas com deficiência visual. A interpretação desses resultados sugere que o semáforo inovador tem potencial para melhorar a acessibilidade e a segurança para esse grupo específico

de usuários. No entanto, é importante considerar os detalhes das respostas para compreender totalmente as áreas de sucesso e possíveis áreas de aprimoramento.

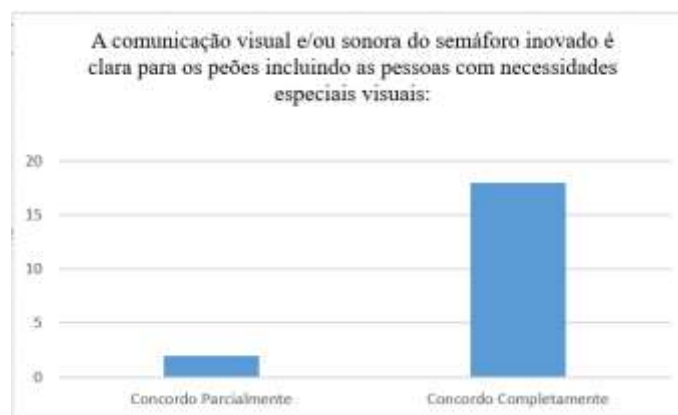
**Gráfico 3:** Resultados da pergunta 3 colocada aos utentes da via pública



O gráfico 3 apresenta os resultados referentes à terceira pergunta do inquérito, destinada a automobilistas e peões, abrangendo também pessoas com necessidades especiais visuais. Entre os 40 entrevistados, 24 concordam plenamente que o semáforo inovador é fácil de usar/perceber, 10 concordam parcialmente, e 6 não manifestaram uma opinião clara. Esses dados destacam que a maioria dos entrevistados considera a facilidade de entendimento do semáforo inovador, um resultado que se revela satisfatório para a autora.

Essa resposta positiva quanto à facilidade de uso do semáforo inovador sugere que a tecnologia foi bem recebida pelos participantes do estudo, englobando tanto motoristas quanto pedestres, incluindo aqueles com necessidades especiais visuais. A interpretação global é que o semáforo inovador atende às expectativas em termos de clareza e compreensibilidade, indicando uma possível aceitação positiva dessa inovação no contexto viário.

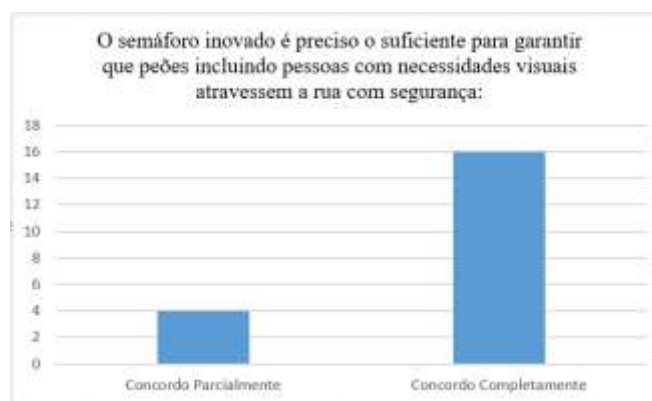
**Gráfico 4:** Resultados da pergunta 4 colocada aos utentes da via pública



O gráfico 4 apresenta os resultados da quarta questão do inquérito direccionada aos peões, abrangendo também pessoas com necessidades especiais visuais. Nesse contexto, 18 participantes concordam integralmente que a comunicação visual e/ou sonora do semáforo inovador é clara, enquanto 2 concordam parcialmente. Este resultado é satisfatório para a pesquisadora, pois demonstra uma alta percentagem de aceitação por parte dos peões.

A forte concordância em relação à clareza da comunicação visual e/ou sonora do semáforo inovador sugere que a tecnologia foi bem percebida pelos peões, inclusive aqueles com necessidades especiais visuais. Essa aceitação positiva indica que a inovação no semáforo atende às expectativas de clareza e compreensão, reforçando sua aceitabilidade junto aos usuários. Essa resposta encorajadora valida a eficácia do semáforo inovador na melhoria da comunicação com os peões, o que é um indicador positivo para a pesquisa.

**Gráfico 5:** Resultados da pergunta 5 colocada aos utentes da via pública

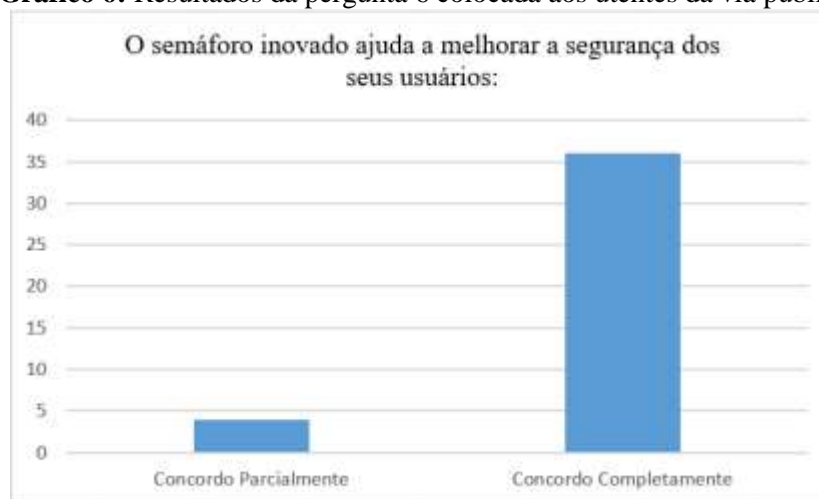


No gráfico 5, é possível observar os resultados da quinta questão do inquérito direccionada aos peões, incluindo pessoas com necessidades especiais visuais. Nesse contexto, 16 participantes

concordam plenamente, e 4 concordam parcialmente que o semáforo inovador é preciso, ou seja, confiável o suficiente para garantir que os peões atravessem a rua com segurança. Esse resultado é positivo, indicando que a implementação do semáforo inovador pode contribuir significativamente para a segurança dos seus usuários.

A expressiva concordância quanto à precisão e confiabilidade do semáforo inovador sugere que os participantes percebem o artefacto como uma ferramenta segura para a travessia de pedestres. Essa resposta favorável ressalta a potencial eficácia do semáforo inovador na promoção de uma travessia segura e confiável, representando um aspecto positivo na implementação dessa inovação.

**Gráfico 6:** Resultados da pergunta 6 colocada aos utentes da via pública



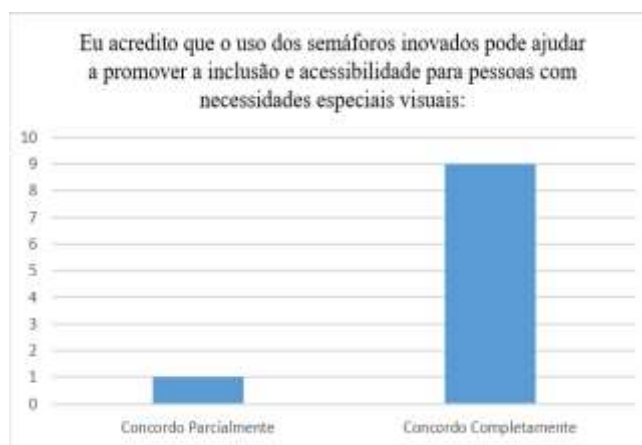
De acordo com o Gráfico 6, é possível observar os resultados da sexta questão do inquérito, direccionada a todos os usuários do semáforo. Nele, 36 usuários da via concordam completamente que o semáforo inovador contribui significativamente para a melhoria da segurança dos seus utilizadores, enquanto 4 concordam parcialmente. Nesse contexto, os resultados evidenciam um nível bastante positivo de aceitação do artefacto, especialmente quando se considera o factor segurança. A ampla concordância entre os usuários, indicando uma percepção de que o semáforo inovador contribui para a segurança, destaca a eficácia percebida do artefacto. Essa resposta positiva ressalta não apenas a aceitabilidade, mas também a valorização do semáforo inovador como uma contribuição significativa para a segurança dos utilizadores da via. Esse aspecto é fundamental e reforça a importância do artefacto na promoção de ambientes viários mais seguros.

**Gráfico 7.** Resultados da pergunta 7 do inquerido colocada aos utentes da via pública



O Gráfico 7 ilustra os resultados da sétima questão do inquerito, direccionada às pessoas com necessidades especiais visuais. Todos os 10 participantes responderam positivamente à questão, indicando uma clara satisfação em relação ao semáforo inovador. Este resultado evidencia uma insatisfação percebida por parte das pessoas com necessidades especiais visuais em relação aos semáforos tradicionais, uma vez que concordam plenamente que a implementação do semáforo inovador é mais eficiente para atender às suas necessidades. A unanimidade nas respostas sugere que o semáforo inovador representa uma significativa melhoria para as pessoas com necessidades especiais visuais em comparação com os semáforos tradicionais. A aceitação completa do novo artefacto destaca não apenas a eficiência percebida, mas também a importância da inovação na promoção de uma experiência mais satisfatória e acessível para esse grupo específico de usuários. Esse feedback positivo respalda a implementação contínua e o desenvolvimento de tecnologias que atendam de maneira mais eficaz às necessidades das pessoas com deficiência visual.

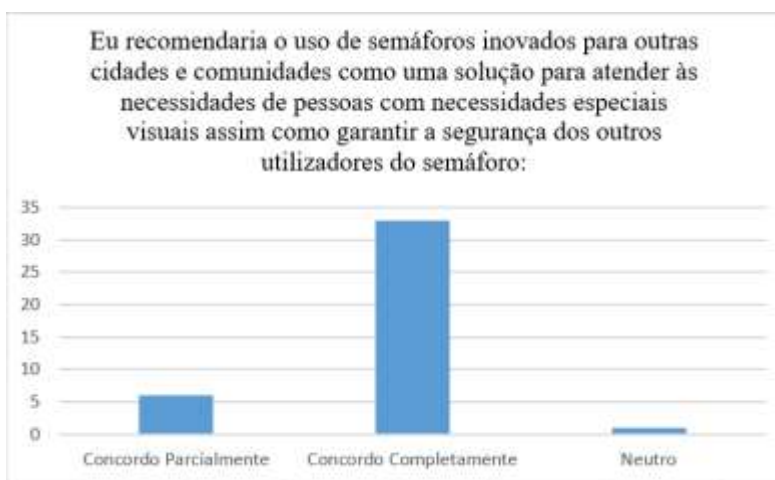
**Gráfico 8:** Resultados da pergunta 8 colocada aos utentes da via pública



O gráfico 8 apresenta os resultados da oitava questão do inquérito, direccionada às pessoas com necessidades especiais visuais. Neste contexto, 9 participantes concordam plenamente que o semáforo inovador tem o potencial de promover a inclusão social, enquanto 1 pessoa concorda parcialmente. Este resultado é altamente positivo, pois um dos objectivos fundamentais deste trabalho é justamente promover a inclusão social das pessoas com necessidades visuais.

A expressiva concordância entre os participantes sugere que o semáforo inovador é percebido como uma ferramenta eficaz para contribuir activamente para a inclusão social das pessoas com necessidades especiais visuais. O *feedback* positivo, com a maioria concordando plenamente, respalda a eficácia do artefacto não apenas como uma solução funcional, mas também como um meio de promover a participação activa e inclusiva desses indivíduos na sociedade. Esse resultado valida o impacto social positivo do semáforo inovador, reforçando seu papel na promoção de uma comunidade mais inclusiva.

Gráfico 9: Resultados da pergunta 9 colocada aos utentes da via pública

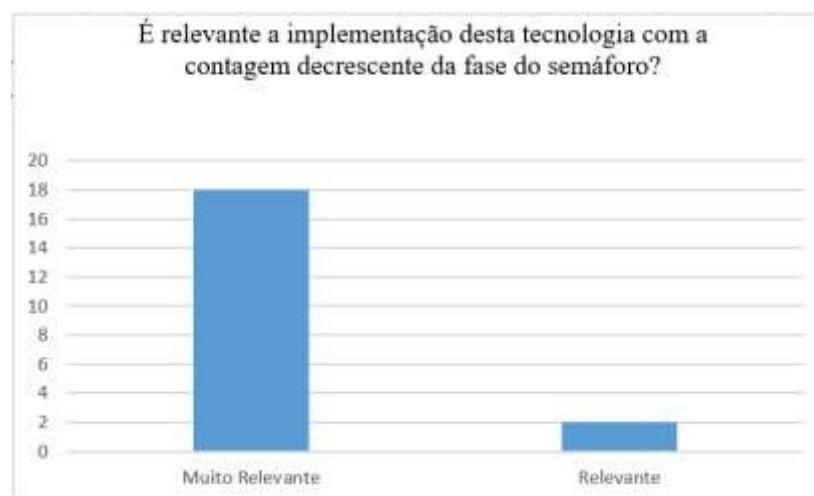


O Gráfico 9 revela que 34 usuários da via concordam plenamente que recomendariam o uso do semáforo inovador para outras cidades e comunidades, enquanto 6 concordam parcialmente. Esse resultado aponta para a viabilidade de implementação do semáforo inovador não apenas na cidade de Maputo, mas também em outras províncias do país.

A forte concordância dos usuários em recomendar o semáforo inovador indica uma aceitação generalizada da tecnologia e sugere que ela possui potencial não apenas para atender às necessidades específicas da cidade de Maputo, mas também para se estender a outras regiões do país. Esse *feedback* positivo respalda a possibilidade de replicação bem-sucedida do semáforo

inovador, indicando que sua implementação pode ser benéfica em contextos urbanos diversos. Este resultado reforça a perspectiva de que o semáforo inovador pode se tornar uma solução amplamente adotada para promover a acessibilidade e segurança viária em diferentes localidades.

**Gráfico 9:** Resultados da pergunta 10 colocada aos utentes da via pública.



O gráfico acima ilustra os resultados da última questão do inquérito, direccionada aos automobilistas, onde 18 concordam que a implementação do semáforo inovador é muito relevante e 2 acham relevante. Esse resultado é positivo, pois demonstra um alto nível de aceitabilidade por parte dos automobilistas, os quais também se beneficiarão do semáforo inovador.

A significativa concordância dos automobilistas em relação à relevância do semáforo inovador sugere uma aceitação positiva dessa inovação no contexto das vias públicas. A percepção de que a implementação do semáforo inovador é relevante é um indicativo favorável, pois ressalta a compreensão dos benefícios potenciais da tecnologia não apenas para os peões, mas também para os condutores. Este resultado fortalece a perspectiva de que o semáforo inovador pode ser bem recebido por todos os usuários da via, contribuindo assim para uma experiência viária mais segura e eficiente.

## **CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste capítulo, são apresentadas as considerações finais da pesquisa sobre o desenvolvimento do artefacto, sobre a sua aceitabilidade e trabalhos futuros.

### **5.1. Sobre o desenvolvimento do artefacto**

O desenvolvimento do artefacto do semáforo inovador foi conduzido com uma planificação cuidadosa para implementar os componentes distintivos que o diferenciam do semáforo tradicional. A principal inovação reside na presença de uma tela com contagem decrescente em cada fase, acompanhada por feedback sonoro. Este processo foi orientado por uma abordagem de pesquisa, incluindo consulta de bibliografias e observação do comportamento do semáforo tradicional em relação aos tempos verde, amarelo e vermelho.

As etapas de construção do artefacto envolveram a identificação dos componentes necessários para o circuito, esquematização, dimensionamento do circuito e o desenvolvimento do código para instrução do Arduíno MEGA, um elemento-chave no controle do semáforo inovador. Os primeiros testes foram conduzidos em um ambiente virtual, utilizando o *software* de simulação de circuitos eléctricos, *Fritzing*, para validar a tensão e corrente eléctrica necessárias para o funcionamento eficaz do circuito.

Após a conclusão dessas etapas, incluindo a montagem do circuito em um ambiente simulado que reproduz uma estrada, os resultados foram considerados satisfatórios em termos de desempenho e usabilidade. Todos os objectivos relacionados à montagem e representação visual do semáforo inovador foram atingidos com sucesso.

A implementação inicial e os testes em ambiente virtual forneceram uma base sólida para a validação do conceito, demonstrando que o semáforo inovador é capaz de cumprir suas funções de maneira eficiente. Esses resultados positivos indicam um avanço significativo na direcção de um semáforo mais inclusivo e funcional, atendendo às necessidades específicas da comunidade, especialmente daqueles com deficiência visual.

### **5.2. Sobre a aceitabilidade**

A análise dos resultados obtidos a partir do inquérito revelou uma recepção extremamente positiva em relação ao semáforo inovador proposto. Os dados colectados destacam uma

aceitação expressiva por parte dos diversos grupos de usuários, indicando que a implementação desta tecnologia representa uma significativa melhoria nas condições de tráfego e acessibilidade.

Especificamente, os participantes, incluindo peões e automobilistas, demonstraram uma notável concordância quanto à eficiência e clareza do semáforo inovador. A maioria dos respondentes considera o artefacto fácil de usar e perceber, e há uma percepção positiva quanto à sua contribuição para a segurança dos usuários da via.

É particularmente notável o entusiasmo e aceitação evidenciados pelos participantes com necessidades especiais visuais. A resposta unânime em relação à eficácia, clareza e potencial de inclusão social do semáforo inovador destaca a importância significativa dessa inovação na promoção da acessibilidade e integração.

Além disso, a disposição dos entrevistados em recomendar o semáforo inovador para outras cidades e comunidades reforça a perspectiva de que essa tecnologia pode ser replicada com sucesso em diferentes contextos urbanos.

Em resumo, os resultados colectados sugerem que o semáforo inovador não apenas atende às expectativas dos usuários, mas também oferece uma solução promissora para melhorar a segurança viária, promover a inclusão social e contribuir para a eficiência do tráfego. Este trabalho não apenas valida a eficácia do semáforo inovador, mas também destaca a importância de investimentos em tecnologias acessíveis para a construção de cidades mais inclusivas e seguras.

### **5.3. Trabalhos Futuros**

Considerando o desenvolvimento do semáforo inovador e suas aplicações, alguns trabalhos futuros podem ser explorados para aprimorar ainda mais a acessibilidade e eficácia dessa tecnologia:

- Levar o semáforo inovador para testes em ambientes reais de tráfego para avaliar o desempenho em condições do mundo real.

- Pesquisar e desenvolver opções de personalização no semáforo para atender às necessidades específicas de diferentes comunidades e grupos de usuários, considerando, por exemplo, a variação nas necessidades de pessoas com diferentes deficiências visuais.
- Investigar maneiras de tornar o semáforo inovador mais eficiente em termos de energia, explorando fontes de energia renovável e estratégias para reduzir o consumo de electricidade.
- Implementação de um botão de alerta destinado às pessoas com necessidades especiais. Esse recurso permite que pedestres accionem um alerta visual e sonoro, informando aos motoristas sobre a necessidade de redução de velocidade ou atenção especial ao atravessar a via. Essa interacção altiva promove um ambiente mais seguro e inclusivo para todos os usuários da via.
- Investigar a possibilidade de incorporar inteligência artificial para adaptar dinamicamente o tempo de travessia com base na demanda real de pedestres em diferentes momentos do dia.

Essas inovações não apenas reforçam o compromisso com a segurança, mas também posicionam o semáforo como um elemento integrador e adaptável ao ambiente urbano. Ao incorporar essas funcionalidades, busca-se criar não apenas um semáforo inovador, mas um sistema que promova uma coexistência harmoniosa entre todos os usuários da via, independentemente de suas necessidades ou condições. O futuro da gestão do tráfego é apresentado nesta proposta, combinando a segurança, eficiência e inclusão.

## Bibliografia

AGUIAR, T. F. V. *Procedimentos didáticos metodológicos utilizados pelos professores da APAE no processo de alfabetização dos alunos portadores de deficiência mental moderada*. Dissertação de mestrado em educação. Universidade Federal de Uberlândia, não publicada concluída em 28/03/2002.

AMPUDIA, Ricardo. *O que é deficiência visual?* 2011.

ARAÚJO, Saulo Cirineu. *Controlador de Tráfego: Semáforo Inteligente*. Monografia de conclusão do curso de Engenharia da Computação, UniCEUB. Dezembro de 2006.

ARAÚJO, Saulo Cirineu. *Controlador de Tráfego: Semáforo Inteligente*. Monografia de conclusão do curso de Engenharia da Computação, UniCEUB. Dezembro de 2006.

ARDUINO. Arduino: Introduction. 2018. Disponível em: . Acesso em: 12 Maio. 2018. Citado na página 12.

BARAT, Josef. *Logística, Transporte e Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Editora CLA, 2007. 101 p.

BARBACENA, Ilton Luiz. *Protótipo de um Sistema para Controle de Tráfego Urbano a Tempo Fixo em Rede*. Dissertação de mestrado do curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, 1994.

BARROS, A. J. P.; LEHFELD, A. S. *Projeto de pesquisa: propostas metodológicas*. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1990.

BAX, Marcello Peixoto. *Design science: filosofia da pesquisa em ciência da informação e tecnologia*. In: XV ENANCIB (Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação). 'Além das Nuvens: Expandindo as Fronteiras da Ciência da Informação'. Belo Horizonte, MG: XV ENANCIB, 2014.

BEZERRA, Barbara Stolte. *SEMÁFOROS: GESTÃO TÉCNICA, PERCEÇÃO DO DESEMPENHO, DURAÇÃO DOS TEMPOS*. 2007. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Cap. 1. Disponível em: . Acesso em: 28 ago. 2017.

CARDOSO, H. S. M. *Sensor de presença de pedestres em semáforos das comerciais do plano piloto*. 2012.

CASTILHO, Felipe Bosco. *Legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária*. 2009. 115p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Curso de Pósgraduação em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

CASTILHO, Luciana Tomé de Souza. *Um olhar sobre os discursos de perfis encontrados em blogs*. In: 5º Sepla - Seminário de Pesquisas em Linguística Aplicada, 2009, Anais eletrônicos... Taubaté. SEMINÁRIO DE PESQUISAS EM LINGÜÍSTICA APLICADA (SePLA), 5, 2009.

CASTRO, A. et al. *Identificação e rastreamento de veículos utilizando fluxo óptico*. V.7, n.2, , p.73-88, abr-jun. 2015. DOI: 10.5747.

CONTRAN - **Conselho Nacional de Trânsito. Serviços de Engenharia - Manual de Semáforos**", Brasília - DF, Brasil, 1979. Sinalização vertical de regulamentação. 2ª edição – Brasília: Contran, 2007a. 220 p.

COSTA, M. E. *Gestão de Conflitos na Escola*. Lisboa: Universidade Aberta, 2003.

CUCCI, J.; Neto . *Semáforo: Ser ou não ser Inteligente? Uma comparação entre o controle semaforico em tempos fixos e em tempo real*, 2016.

CUTLER-HAMMER. (1999). Sensores de proximidade indutivo. São Paulo, Junho.

DENATRAN - *Departamento Nacional de Transito*. Coleção Serviços de Engenharia - Manual de Semáforos. Volume 4. Brasília. DENATRAN. 2ª Edição, 1984.

DINIZ, D.; Squinca, F. e Medeiros, M . *Deficiência, Cuidado e Justiça Distributiva*, Série Anis 48. Brasília: Letras Livres, 2007.

GIFFINGER, R., et al . *Smart cities: ranking of European medium-sized cities*. Vienna: Vienna University of Technology, 2007.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, Marta. *Cadernos da TV Escola: Deficiência Visual*. Brasília, 2001. 80 p.

GOLDNER, Lenise Grando. *Engenharia de Tráfego*. Apostila de notas de aula. Módulo I. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, SC, março de 2009.

GOODE, William J.; HATT, Paul K. *Métodos em pesquisa social*. São Paulo: Nacional, 1975.

GUERREIRO, Gerardo Celso Mestre. *Sinalização de interseções rodoviárias de nível*. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2012.

JESUS<sup>1</sup>, Wander et al. Semáforo inteligente para deficientes visuais: tecnologia assistiva em prol da inclusão social. In: **XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. 2014.

JUNGA, Abel Mateus. *Aplicação da inteligência artificial no desenvolvimento de um semáforo inteligente para os cruzamentos da cidade de Maputo*. 2022.

JUNQUEIRA, Eduardo. *O problema da implantação das tecnologias digitais nas escolas e as identidades profissionais dos professores: uma análise sócio-histórica*. **Revista Teias**, v. 13, n. 30, p. 14, 2012.

KOONCE, P., RODEGERDTS, L., LEE, K., QUAYLE, S., BEAIRD, S., BRAUD, C., BONNESON, J., TARNOFF, P. & URBANIK, T. *Traffic Signal Timing Manual*, 2008.

LACERDA, Daniel Pacheco et al. *Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção*. Gestão & Produção, 2003. Disponível em: . Acesso em: Setembro de 2016.

OLIVEIRA, Sílvio L. *Metodologia científica aplicada ao direito*. São Paulo: Thomson Learning, 2002.

Pareto, L. (2003). *Tecnologia Mecânica*. 1. Ed. Norwood, MA: Editora: Hemus.

PRODANOV, Cleber Cristiano, e Ernani Cesar Freitas. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2ª Edição. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013.

RENEKER, Maxine H. *A qualitative study of information seeking among members of academic community: methodological issues and problems*. Library Quarterly, v. 63, n. 4, p. 487-507, oct. 1993.

ROCHA, Fabiane Esperança. *Qual o termo certo?* 2014. Disponível em: . Acesso em: 28 out. 2017.

RODRIGUES, C. M. (2009). Controle de motores de passo através da interface LPT. São Paulo: Revista Saber Eletrônica, Editora São Francisco.

SANTOS, Alisson et al. *Desenvolvimento de um semáforo inteligente utilizando arduino e sensores infravermelhos*. In: **Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe**. SBC, 2019. p. 77-82.

SILVA, M. (2000). Sensores de proximidade capacitivos. São Paulo: Revista Saber Eletrônica, Editora São Francisco.

SIMON, H. *The sciences of artificial*. Cambridge: MIT Press, 1996.

SKINNER, D.; TAGG, C.; HOLLOWAY, J. Managers and research: the pros and cons of qualitative approaches. *Management Learning*, v. 31, n. 2, p. 163-179, 2000.

SOUZA, F. Arduíno MEGA 2560. Disponível em: . Acesso em: 5 set. 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

TUAN, Yi-Fu. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. São Paulo: Difel, 1980.

WEBSTER, F.V.; Cobbe, B.M. *Traffic Signals. Road Research Technical Paper*, 1966.

ZEGEER, C. V. *Pedestrian facilities users guide: Providing safety and mobility*. [S.l.]: Diane publishing, 2002.

**Sites consultados da Internet**

NETO, D. *Segurança rodoviária: Passadeiras, semáforos e peões*, 2012. Disponível em: <https://jpn.up.pt/2012/04/30/seguranca-rodoviaria-passadeiras-semaforos-e-peoes/>.

NUNES, S. da S., & Lomônaco, J. F. B. *Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento*. *Psicologia Escolar e Educacional*, 12(1), 119–138, 2008. Disponível em : <https://doi.org/10.1590/S1413-85572008000100009>.

INSTITUTE, T. *Special Report: The Internet of Things*. 2014. Disponível em: <http://theinstitute.ieee.org/static/special-report-the-internet-of-things>.

## **Apêndices**

**Apendice I: Guião de entrevista dirigido aos utentes da via pública da cidade de Maputo.****QUESTIONÁRIO SOBRE O SEMÁFORO INOVADO**

Prezado (a) utente da via Pública

Gostaria de convidá-lo (a) a participar de uma pesquisa que visa investigar o uso de um semáforo inovado pelos utentes da via pública (peões com e sem necessidades especiais e automobilistas). Esta pesquisa faz parte da avaliação de um protótipo (modelo de semáforo) projectado e desenvolvido por Yurca Daúd (estudante finalista de Engenharia Electrónica) Coordenada pelo Doutor Manuel Joaquim Silva de Oliveira e Mestre Lino de Castro.

Sua Participação na pesquisa é livre, voluntária e sua identidade permanecerá em sigilo.

Com nossos melhores cumprimentos.

1. Em qual das categorias se encaixa?

R: Automobilista \_\_\_\_\_ Peão \_\_\_\_\_

2. É portador de alguma necessidade especial? Se sim, qual?

---

---

---

3. O semáforo inovado é eficiente para atender às necessidades de pessoas com necessidades especiais: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

4. O semáforo inovado é fácil de entender para pessoas com necessidades especiais assim como todos os outros utentes da via pública: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

5. A comunicação visual e/ou sonora do semáforo inovado é clara para as pessoas com necessidades especiais: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

6. O semáforo inovado é preciso o suficiente para garantir que peões incluindo pessoas com necessidades visuais atravessem a rua com segurança: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

7. O semáforo inovado ajuda a melhorar a segurança dos seus usuários: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

8. O semáforo inovado é uma solução mais eficiente do que as soluções tradicionais de semáforo para atender às necessidades de pessoas com necessidades especiais visuais: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

9. Eu acredito que o uso dos semáforos inovados pode ajudar a promover a inclusão e acessibilidade para pessoas com necessidades especiais visuais: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

10. Eu recomendaria o uso de semáforos inovados para outras cidades e comunidades como uma solução para atender às necessidades de pessoas com necessidades especiais visuais assim como garantir a segurança dos outros utilizadores do semáforo: a) Discordo totalmente b) Discordo parcialmente c) Neutro d) Concordo parcialmente e) Concordo totalmente

11. É relevante a implementação desta tecnologia com a contagem decrescente da fase do semáforo?

a) Muito relevante b) Relevante c) neutro d) Irrelevante e) Muito Irrelevante.

## Apêndice II: Código de Programação para o funcionamento do Semáforo Inovado.

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <DFMiniMp3.h>
#include "LedControlMS.h"

#define NBR_MTX 2
//LedControl lc=LedControl(12,11,10, NBR_MTX); //DIN,CLK,CS
*/
byte zero[8]= {0x00,0x7c,0xfe,0x92,0x8a,0xfe,0x7c,0x00};
byte um[8]= {0x00,0x80,0x88,0xfe,0xfe,0x80,0x00,0x00};
byte dois[8]= {0x00,0xc4,0xe6,0xa2,0x92,0x9e,0x8c,0x00};
byte tres[8]= {0x00,0x44,0xc6,0x92,0x92,0xfe,0x6c,0x00};
byte quatro[8]= {0x00,0x30,0x28,0x24,0xfe,0xfe,0x20,0x00};
byte cinco[8]= {0x00,0x4e,0xce,0x8a,0x8a,0xfa,0x72,0x00};
byte seis[8]= {0x00,0x7c,0xfe,0x92,0x92,0xf6,0x64,0x00};
byte sete[8]= {0x00,0x06,0x06,0xe2,0xfa,0x1e,0x06,0x00};
byte oito[8]= {0x00,0x6c,0xfe,0x92,0x92,0xfe,0x6c,0x00};
byte nove[8]= {0x00,0x4c,0xde,0x92,0x92,0xfe,0x7c,0x00};

#define carVERD 2 //Define carroVERDE como 2
#define carAMAR 3 //Define carroAMARELO como 3
#define carVERM 4 //Define carroVERMELHO como 4
#define pedVERD A1 //Define pedestreVERDE como A1
#define pedVERM A2 //Define pedestreVERMELHO como A2

LedControl lc=LedControl(12,11,10,NBR_MTX);//Din,CLK,CS
LedControl lc2=LedControl(7,6,5,NBR_MTX);
class Mp3Notify
{
public:
    static void OnError(uint16_t errorCode)
    {
        // see DfMp3_Error for code meaning
        Serial.println();
        Serial.print("Com Error ");
        Serial.println(errorCode);
    }
    static void OnPlayFinished(uint16_t globalTrack)
    {
        //Serial.println();
        //Serial.print("Play finished for #");
        Serial.println(globalTrack);
    }
    static void OnCardOnline(uint16_t code)
    {
        //Serial.println();

```

```

    //Serial.print("Card online ");
    Serial.println(code);
}

static void OnUsbOnline(uint16_t code)
{
    Serial.println();
    Serial.print("USB Disk online ");
    Serial.println(code);
}
static void OnCardInserted(uint16_t code)
{
    Serial.println();
    Serial.print("Card inserted ");
    Serial.println(code);
}
static void OnUsbInserted(uint16_t code)
{
    Serial.println();
    Serial.print("USB Disk inserted ");
    Serial.println(code);
}
static void OnCardRemoved(uint16_t code)
{
    Serial.println();
    Serial.print("Card removed ");
    Serial.println(code);
}

static void OnUsbRemoved(uint16_t code)
{
    Serial.println();
    Serial.print("USB Disk removed ");
    Serial.println(code);
}
};
// instance a DFMiniMp3 object,
// defined with the above notification class and the hardware serial class
//
//DFMiniMp3<HardwareSerial, Mp3Notify> mp3(Serial1);

// Some arduino boards only have one hardware serial port, so a software serial port is needed
instead.
// comment out the above definition and uncomment these lines
SoftwareSerial secondarySerial(46, 47); // RX, TX
DFMiniMp3<SoftwareSerial, Mp3Notify> mp3(secondarySerial);

```

```

void setup(){
  mp3.begin();
  uint16_t volume = mp3.getVolume();
  mp3.setVolume(28);
  uint16_t count = mp3.getTotalTrackCount();
  //Configura os pinos dos semáforos como saída
  pinMode(carVERD, OUTPUT); //Configura pino 2 como saída
  pinMode(carAMAR, OUTPUT); //Configura pino 3 como saída
  pinMode(carVERM, OUTPUT); //Configura pino 4 como saída
  pinMode(pedVERD, OUTPUT); //Configura pino 11 como saída
  pinMode(pedVERM, OUTPUT); //Configura pino 12 como saída
  lc.shutdown(0,false);
  lc2.shutdown(0,false); //The MAX72XX is in power-saving mode on startup
  lc.setIntensity(0,13); // Set the brightness to maximum value
  lc2.setIntensity(0,13);
  lc.clearDisplay(0); // and clear the display
  lc2.clearDisplay(0);
}
void loop(){
  musical();
  digitalWrite(carVERD, 0); //Apaga o LED Verde do carro
  digitalWrite(carAMAR,0); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(carVERM,1); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(pedVERM,0); //Apaga o LED Vermelho do pedestre
  digitalWrite(pedVERD, 1); //Liga o LED Verde do pedestre
  //delay(1000); //Aguarda 1 segund
  tempoRed();
  lc.clearDisplay(0);
  lc2.clearDisplay(0);
  digitalWrite(carVERD, 1); //Apaga o LED Verde do carro
  digitalWrite(carAMAR,0); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(carVERM,0); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(pedVERM,1); //Apaga o LED Vermelho do pedestre
  digitalWrite(pedVERD, 0); //Liga o LED Verde do pedestre
  //delay(1000); //Aguarda 1 segund
  tempoRed();
  musical();
  lc.clearDisplay(0);
  lc2.clearDisplay(0);
  digitalWrite(carVERD, 0); //Apaga o LED Verde do carro
  digitalWrite(carAMAR,1); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(carVERM,0); //Liga o LED Amarelo do carro
  digitalWrite(pedVERM,1); //Apaga o LED Vermelho do pedestre
  digitalWrite(pedVERD, 0); //Liga o LED Verde do pedestre
  delay(1000); //Aguarda 1 segund
  tempoYel(); //Vai para a função de contagem no amarelo
}

```

```



lc.clearDisplay(0);
lc2.clearDisplay(0);
  //tempoRed();
  //lc.clearDisplay(0);
  // lc2.clearDisplay(0);
  //delay(1000);
  //tempoYel();
}
void waitMilliseconds(uint16_t msWait)
{
  uint32_t start = millis();
  while ((millis() - start) < msWait)
  {
    // calling mp3.loop() periodically allows for notifications
    // to be handled without interrupts
    mp3.loop();
    delay(1);
  }
}
void musica1(){
  mp3.playMp3FolderTrack(2); // sd:/mp3/0001.mp3=> timbila
for(int cont=0;cont<20;cont++) {
  waitMilliseconds(225);
  }
}
void musica2(){
  mp3.playMp3FolderTrack(2); // sd:/mp3/0001.mp3=> timbila
for(int cont=0;cont<10;cont++) {
  waitMilliseconds(500);
  }
}
void tempoRed()
{
  printByte(nove); delay(1000);
  printByte(oito); delay(1000);
  printByte(sete); delay(1000);
  printByte(seis); delay(1000);
  printByte(cinco);delay(1000);
  printByte(quatro);delay(1000);
  printByte(tres); delay(1000);
  printByte(dois);delay(1000);
  printByte(um); delay(1000);
  printByte(zero); delay(1000);
}
void tempoYel()
{

```

```
//printByte(quatro);delay(1000);
printByte(tres); delay(1000);
printByte(dois);delay(1000);
printByte(um); delay(1000);
printByte(zero); delay(1000);
}
void printByte(byte character [])
{
  int i = 0;
  for(i=0;i<9;i++)
  {
    lc.setRow(0,i,character[i]);
    lc2.setRow(0,i,character[i]);
  }
}
```

## **ANEXOS**

## Anexo I: Credencial dirigida a Associação de Cegos e Amblíopes de Moçambique

**Direcção**  
 Campus de Libangwen, Av. do Trabalho, 2482, Maputo Tel: +258 22 241 4880



**CREDENCIAL**

À ACAMO

Credencia-se o(a) Quero Isabel Amalinda Simão  
 Portador(a) do Bilhete de Identidade 1191ano 41331W, emitido pelo Arquivo  
 de Identificação Civil de Maputo nos 01 de Maio de 2021  
 Filho(a) Quero Teresa Maria e de Isabel Maria Jaco Libamba  
 estudante do 6º Ano do Curso de Engenharia Electrónica, a fim de  
 efectuar a recolha de dados para trabalho de culminância do curso, junto aos  
 especialistas na área de Deficiência Visual

Mas se informa que a duração da consulta será de 1 dias.

Maputo, aos 30 de Maio de 2023

  
 Mestre Inácio António Manhica  


Contacto:

**Anexo II: Visita feita a Associação de Cegos e Amblíopes de Moçambique.**

