



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO TÉCNICO DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO PARA IM-
PLANTAÇÃO DE CONJUNTO SEMAFÓRICO NO CRUZAMENTO DAS RUAS
ENALDO TORRES E SEVERINO DUTRA NO MUNICÍPIO DE PATOS - PB**

ANTÔNIO VITOR GOMES CAVALCANTE

POMBAL-PB

2023

ANTÔNIO VITOR GOMES CAVALCANTE

ESTUDO TÉCNICO DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO PARA IMPLANTAÇÃO DE CONJUNTO SEMAFÓRICO NO CRUZAMENTO DAS RUAS ENALDO TORRES E SEVERINO DUTRA NO MUNICÍPIO DE PATOS - PB

Trabalho Conclusão do Curso, apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências e tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof.^a Dra. Larissa Santana Batista

POMBAL

2023

C377e Cavalcante, Antônio Vitor Gomes.

Estudo técnico de viabilidade e projeto básico para implantação de conjunto semafórico no cruzamento das ruas Enaldo Torres e Severino Dutra no município de Patos - PB / Antônio Vitor Gomes Cavalcante. – Pombal, 2023.

116 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Larissa Santana Batista.”

Referências.

1. Mobilidade urbana. 2. Sinalização semafórica - Viabilidade técnica.
3. Transito - Cruzamento - Acidente. I. Batista, Larissa Santana. II. Título.

CDU 911.375.62:656 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL


PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO

ANTÔNIO VITOR GOMES CAVALCANTE


**ESTUDO TÉCNICO DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO PARA IM-
PLANTAÇÃO DE CONJUNTO SEMAFÓRICO NO CRUZAMENTO DAS RUAS
ENALDO TORRES E SEVERINO DUTRA NO MUNICÍPIO DE PATOS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente ANTÔNIO VITOR GOMES CAVALCANTE **APROVADO** em 13 de julho de 2023 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se

Documento assinado digitalmente
 LARISSA SANTANA BATISTA
Data: 18/07/2023 18:44:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Larissa Santana Batista
(Orientadora – UFCG)

Documento assinado digitalmente
 RODRIGO MENDES PATRICIO CHAGAS
Data: 18/07/2023 18:04:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Mendes Patrício Chagas
(Membro Interno-UFCG)



Prof.^a Dr.^a. Carla Caroline Alves Carvalho
(Membro Externo-UFMA)

Este trabalho é dedicado a meus pais, Francisco
Gomes e Adriana Sores;

A meu irmão Pedro Henrique;

A minha Avó Ana Sores Cavalcante;

A meu Padrinho Francisco das Chagas, *in me-
moriam;*

A minha Avó Alzira Maria da Conceição, *in
memoriam;*

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a DEUS, sem a força, coragem e inspiração que vinham dele para mim nas horas mais difíceis eu não teria conseguido chegar até essa etapa de minha vida. Obrigado por tudo, DEUS.

Agradeço a Professora Dr^a Larissa Batista, pessoa por quem sempre tive muito apreço e admiração, obrigado por aceitar me orientar no meu trabalho além de força e palavras de ânimo.

Agradeço a banca examinadora constituída pelo Professor Dr. Rodrigo Mendes Patrício Chagas e pela Professora Dr^a. Carla Caroline Alves Carvalho pela ajuda no trabalho e comentários que engradeceram esse trabalho.

Agradeço a UFCG e seus gestores, Professores, Técnicos Laboratoriais e Assistentes Administrativos que me ajudaram na minha formação.

Agradeço a minha família, em especial a meu pai Francisco Gomes e minha mãe Adriana Sores Cavalcante, sem vocês eu não teria chegado até esse presente momento, agradeço pela força que sempre me deram, pelas palavras carinhosas, pelo incentivo em todos os sentidos e por além de tudo sempre acreditarem em mim, amo vocês e muito obrigado.

Agradeço a meu irmão Pedro Henrique por toda camaradagem, irmandade, força, apoio em todos os momentos além de nossas risadas e resenhas isso tudo me dava força, e agradeço acima de tudo por sempre cuidar de nossos pais enquanto estive fora esses 6 anos, muito obrigado irmão, amo você.

Agradeço ao restante da família Gomes e Cavalcante em especial a meu tio Almi Soares Cavalcante que me ajudou desde mesmo o início do curso e a Minha avó Ana Soares que tanto me apoiou e me incentivou e ao restante da família que sempre me deram forças e palavras de ânimo.

Agradeço a minha namorada Ranyelly Wellen que mais ninguém esteve presente comigo durante toda minha graduação, sendo na maioria das vezes meu porto seguro onde sabia que sempre que precisasse poderia contar com ela, sem você acreditando e me dando forças durante todo esse tempo eu não teria conseguido, muito obrigado Rany, te amo.

Agradeço aos meus amigos Heduarda, Gleyson, Bruno, Gloria, Josué, Filipe, Adriano que foram minha segunda família, compartilhando sofrimento, angustias, mas além de tudo foram as pessoas que me proporcionaram os momentos mais alegres e divertidos na graduação, sempre levarei vocês comigo, obrigado por tudo, amo vocês.

Em especial queria agradecer a dois amigos que carrego desde a infância até hoje, sempre foram muito fieis e próximos durante minha jornada, Thalison Dantas e João Neto, obrigado por mais de 10 anos de amizade, e por sempre estarem comigo apesar da distância, amo vocês amigos.

Gostaria também de agradecer aos demais amigos e colegas que tive o prazer de conhecer durante minha jornada na graduação, João Batista, Marcus Aurelio, Lucas, Thamara, Vinicius, Darah, Haniel, Yanna, Ihasmin, Matheus, Junior, Jaciara, Gaby sem vocês saberem, mas contribuíram de forma significativa para que eu chegasse nessa etapa.

Tenho um agradecimento especial para minha empresa júnior a Pórtico Engenharia Junior, durante meus três anos pude me desenvolver pessoalmente e profissionalmente e isso foi crucial para minha vida, obrigado Pórtico, sempre uma ararinha.

Agradeço a Secretaria de Transporte e Trânsito nas pessoas de Elucinaldo e ao Engenheiro Deividy e ao Arquiteto Kaique e a Terra Sol Engenharia Geotécnica nas pessoas de Elidio e Rafaela, locais onde pude realizar estagio e me desenvolver como Engenheiro Civil.

*Se você não puder se destacar pelo talento,
vença pelo esforço.*

- Dave Weinbaum

RESUMO

A mobilidade urbana interfere diretamente no bem-estar da população, porque o seu não planejamento implica em consequências como congestionamentos, pouca fluidez, segurança, acidentes, colisões e atropelamentos. O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade técnica para implantação de um semáforo a partir do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V. O estudo situa-se no município de Patos, especificamente na interseção das Ruas Enaldo Torres e Severino Dutra, cruzamento de grande importância, pois interliga os bairros dos eixos centro e norte. Para o estudo considerou-se a planilha disponibilizada pelo núcleo de educação da STTRANS, constam acidentes registrados no período de janeiro de 2018 a junho de 2019 nas vias estudadas. A contagem de tráfego e as visitas *in loco* aconteceram nos dias 21 a 26 de março de 2022, em dias típicos, desconsiderando sábado e domingo, sendo contabilizado todo tipo de veículo que passava pelos cruzamentos. Com os dados constatou-se que a sexta-feira foi o dia mais crítico com um total de 2770 veículos passando pelo cruzamento a partir disso se chegou a um número de ciclos vazios de 0,003, com isso foi dimensionado o tempo de ciclo operante chegando a um valor de 72 segundos e com registros fotográficos se pode verificar as condições que o cruzamento operado. A análise no cruzamento constatou a necessidade da implantação semafórica no cruzamento pois os critérios avaliados apontaram para essa solução, juntamente com as sinalizações complementares que vai propiciar melhor fluidez para os usuários, reduzindo o número de acidentes.

Palavras Chaves: Sinalização Semafórica; Cruzamento; Acidentes, Trânsito.

ABSTRACT

Urban mobility directly interferes with the well-being of the population, because its non-planning implies consequences such as congestion, poor fluidity, safety, accidents, collisions and run over. The objective of this work is to evaluate the technical feasibility for the implementation of a traffic light from the Brazilian Manual of Traffic Signaling - Volume V. The study is located in the municipality of Patos, specifically at the intersection of Enaldo Torres and Severino Dutra Streets, an intersection of great importance, as it interconnects the neighborhoods of the central and northern axes. For the study, the spreadsheet provided by the STTRANS education center was considered, which contains accidents recorded in the period from January 2018 to June 2019 on the studied roads. The traffic count and on-site visits took place from March 21 to 26, 2022, on typical days, disregarding Saturday and Sunday, accounting for all types of vehicles passing through the intersections. With the data, it was found that Friday was the most critical day with a total of 2770 vehicles passing through the intersection, from which a number of empty cycles of 0.003 was reached, with this the operating cycle time was dimensioned reaching a value of 72 seconds and with photographic records it is possible to verify the conditions that the intersection operated. The analysis at the intersection found the need for semaphore implementation at the intersection because the criteria evaluated pointed to this solution, together with the complementary signaling that will provide better fluidity for users, reducing the number of accidents.

Keywords: Traffic Signalization; Crossing; Accident; Traffic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes de um semáforo.....	31
Figura 2 – Tipos de Conflitos.....	35
Figura 3 - Diagrama de conflitos.....	36
Figura 4 - Tabela de classificação dos movimentos segundo a trajetória.....	36
Figura 5 - Grupo de movimentos e grupo semaforico.....	37
Figura 6 - Exemplo de diagrama de estágios.....	38
Figura 7 - Fator de equivalência para diferentes veículos.....	42
Figura 8 - Procedimento para verificação da implantação semaforica.....	43
Figura 9 - Estrutura geral para o estudo de implantação semaforica.....	44
Figura 10 - Critérios para abordagem de veículos.....	45
Figura 11 - Exemplo de acidentes evitáveis por semáforo.....	46
Figura 12 - Fator de equivalência.....	47
Figura 13 - Fluxograma geral adaptado.....	51
Figura 14 - Critérios para abordagem de veículos.....	53
Figura 15 - Intensidade de Trânsito Google Maps.....	54
Figura 16 - Análise de fluxo segunda feira e terça feira.....	55
Figura 17 - Análise de fluxo quarta feira e quinta Feira.....	55
Figura 18 - Análise de fluxo sexta feira e sábado.....	56
Figura 19 - Pontos de coleta de dados.....	58
Figura 20 - Movimentos vigentes em um cruzamento.....	62
Figura 21 - Localização de Patos.....	67
Figura 22 - Tabela com dados da frota Patoense de veículos.....	68
Figura 23 - Localização de área de estudo.....	68
Figura 24 - Polos geradores de tráfego.....	69
Figura 25 - Vistoria <i>In loco</i>	70
Figura 26 - Contagem volumétrica dos veículos.....	70
Figura 27 - Classificação de movimentos no cruzamento estudado.....	72
Figura 28 - Mapa do Fluxo de Movimentos por Conversão em UCP/Hora.....	80
Figura 29 - Sinalização na rua Severino Dutra.....	82
Figura 30 - Sinalização na interseção de estudo.....	82
Figura 31 - Pontos de conflitos.....	83
Figura 32 - Geometria de Via.....	84
Figura 33 – Estágios 1 e 2 dos grupos de movimento.....	88

Figura 34 – Estágios 3 e 4 dos grupos de movimento	88
Figura 35 - Perspectiva de Sinalização na Interseção.....	93
Figura 36 - Diagrama de conflito atual do cruzamento	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular	26
Quadro 2 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada	28
Quadro 3 - Formas e dimensões dos semáforos	29
Quadro 4 - Tempo de amarelo mínimo	42
Quadro 5 - Horários Lentos	56
Quadro 6 - Movimentos Vigentes	73
Quadro 7 - Classificação dos Movimentos quanto a sua Trajetória	73
Quadro 8 - Dados Coletados.....	86
Quadro 9 - Dados complementares	89
Quadro 10 - Dimensionamento das taxas de ocupação	90
Quadro 11 - Dimensionamento do tempo de ciclo	91
Quadro 12 - Diagrama de barras.....	91
Quadro 13 - Diagrama de barras atual do semáforo	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de Veículos em UCP/Hora	79
Tabela 2 - Aproximações na via	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR	Rodovia Federal
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito;
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CNT	Confederação Nacional do Transporte;
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito;
DER-PB	Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba;
DETRAN – PB	Departamento Estadual de Trânsito Da Paraíba;
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes;
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
OMS	Organização Mundial da Saúde;
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios;
SEMOB	Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana;
UCP	Unidades de Carros de Passeio;
TRB	Transportation Research Board;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivo	18
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	<i>18</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
1.3	Escopo do trabalho	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Contexto Histórico.....	19
2.2	Engenharia de Tráfego.....	20
2.3	Sistema Viário	21
2.4	Intersecção.....	22
2.5	Sinalização.....	23
<i>2.5.1</i>	<i>Sinalização Vertical</i>	<i>24</i>
<i>2.5.2</i>	<i>Sinalização Horizontal</i>	<i>24</i>
<i>2.5.3</i>	<i>Sinalização Semafórica</i>	<i>25</i>
<i>2.5.3.1</i>	<i>Formas Cores E Sinais.....</i>	<i>26</i>
<i>2.5.3.2</i>	<i>Tipos De Semáforos</i>	<i>29</i>
<i>2.5.3.2.1</i>	<i>Semáforo De Regulamentação</i>	<i>29</i>
<i>2.6.3.2.2</i>	<i>Sinalização Semafórica De Advertência</i>	<i>30</i>
<i>2.5.3.3</i>	<i>Componentes De Um Grupo Semafórico</i>	<i>31</i>
2.6	Implantação Semafórica	32
<i>2.6.1</i>	<i>Elementos Da Programação Semafórica.....</i>	<i>34</i>
<i>2.6.1.1</i>	<i>Grupo De Movimentos</i>	<i>34</i>
<i>2.6.1.2</i>	<i>Grupo Semafórico.....</i>	<i>37</i>
<i>2.6.1.3</i>	<i>Estágio.....</i>	<i>37</i>
<i>2.6.1.4</i>	<i>Diagrama De Estágio.....</i>	<i>37</i>
<i>2.6.1.5</i>	<i>Entreverde.....</i>	<i>38</i>
<i>2.6.1.6</i>	<i>Ciclo</i>	<i>38</i>
<i>2.6.1.7</i>	<i>Fluxo De Saturação</i>	<i>39</i>
<i>2.6.1.8</i>	<i>Verde De Segurança</i>	<i>39</i>
<i>2.6.1.9</i>	<i>Tempo De Verde Efetivo E Real</i>	<i>39</i>
<i>2.6.1.10</i>	<i>Fluxo De Saturação</i>	<i>40</i>

2.6.1.11	Método De Webster	40
2.6.1.12	Volume De Tráfego E Volume De Tráfego Equivalente	41
2.6.1.13	Taxa De Ocupação.....	42
2.6.1.14	Tempo De Amarelo.....	42
2.7	Critérios Para Implantação Da Sinalização Semafórica.....	43
2.8	Critérios Para Estudos Em Locais Existentes: Abordagem Veículos.....	45
2.8.1	<i>Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que NLAV?</i>	46
2.8.2	<i>Efetuar Pesquisar Iniciais</i>	46
2.8.3	<i>Condição do local é segura?</i>	47
2.8.4	<i>Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV?</i>	48
2.8.5	<i>Efetuar pesquisas de espera</i>	48
2.8.6	<i>Na transversal, tempo total de espera indica semáforo?</i>	48
2.8.7	<i>Solução não semafórica</i>	48
2.8.8	<i>Solução Semafórica</i>	49
2.9	Sinistros De Trânsito	49
3	METODOLOGIA	50
3.1	Estudo de viabilidade técnica	51
3.1.1	<i>Vitorias no Local em diferentes horários e dias da semana</i>	51
3.1.2	<i>Coleta De Dados Relativos À Segurança E Fluidez</i>	52
3.1.3	<i>Avaliação E Análise Da Efetiva Necessidade De Implantação Da Sinalização Semafórica</i>	52
3.2	Dimensionamento Semafórico	61
3.2.1	<i>Classificação Dos Movimentos</i>	61
3.2.2	<i>Métodos Para Determinar O Fluxo De Saturação (Fs)</i>	63
3.2.3	<i>Tempo de ciclo pelo método de webster</i>	63
3.2.4	<i>Tempo de entreverdes</i>	64
3.2.5	<i>Tempo de verde efetivo</i>	65
3.2.6	<i>Tempo de verde real</i>	65
3.2.7	<i>Recalculo Da Programação</i>	66
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1	Caracterização e delimitação da área de estudo.....	67
4.2	Vitorias <i>in loco</i> e coleta de dados (segurança e fluidez).....	69

4.3	Avaliação e análise da efetiva necessidade de implantação da sinalização semafórica.....	71
4.3.1	<i>Local está em fase de projeto.....</i>	71
4.3.2	<i>Abordagem</i>	71
4.3.3	<i>Análise de Colisões</i>	71
4.3.4	<i>Efetuar Pesquisas Iniciais.</i>	72
4.3.5	<i>Condição de segurança no local</i>	81
4.3.6	<i>Análise de ciclos vazios.....</i>	84
4.3.7	<i>Pesquisas na espera</i>	86
4.3.8	<i>Solução semafórica.....</i>	87
4.4	Dimensionamento semafórico.....	87
4.5	Escolha da sinalização complementar	92
4.6	Elaboração do projeto.....	92
4.7	Comparativo entre os semáforos dimensionado x instalado	93
5	CONCLUSÕES.....	97
6	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICE A – TABELAS SINISTROS DE TRÂNSITO.....	104
	APÊNDICE B – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS	105
	APÊNDICE C – PRANCHA DO PROJETO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	111

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado das cidades brasileiras desde a segunda metade do século XX impactou diretamente a mobilidade da população, aumentando o uso de veículos automotores e gerando mais fatalidades no trânsito, congestionamentos e poluentes no ar. (CARVALHO, 2016). O crescimento das cidades influencia e é influenciado pelos meios de transporte disponíveis para a população, como observado por Magagnin e Silva (2008). Infelizmente, devido à falta de planejamento no Brasil a partir da década de 1960, os sistemas de mobilidade apresentaram baixa qualidade, resultaram em pontos negativos na vida das pessoas e em custos ecológicos e ambientais e em saúde pública. (VASCONCELLOS, CARVALHO e PEREIRA, 2011).

De acordo com Loch (2014), para lidar com o crescimento da frota, é fundamental investir em infraestrutura e estudos viários precisos e constantes. Essas medidas são necessárias para fornecer informações precisas e determinar as intervenções necessárias. É essencial dar uma atenção especial às interseções, que tendem a ter o maior número de movimentos conflitantes entre veículos e pedestres, tornando-se locais onde os problemas decorrentes do aumento da frota se tornam mais evidentes. Segundo Nibon (2019) as interseções são pontos críticos do sistema viário, uma vez que são tolerantes a congestionamentos, permitindo o funcionamento geral do sistema, evidenciando com o que Paravisi, Musse e Bicho (2006) dizem que, as interseções são os locais com maior risco de acidentes, pois são disputados pelos motoristas como “recursos”.

É fundamental que todas as cidades, independentemente de seu tamanho, possuam um sistema de controle de tráfego eficiente. No entanto, poucas tentativas de controle de tráfego urbano foram bem-sucedidas, pois essa solução envolve elementos multidisciplinares e requer grandes investimentos no sistema viário e na mudança de comportamento dos usuários. O sistema viário de uma cidade é altamente interconectado, o que significa que qualquer alteração na malha viária tem instruções diretas em sua totalidade (EGIDIO, 2011).

Problemas de congestionamento de trânsito semelhantes a esses também são observados em Patos, no sertão da Paraíba, pois a crescente quantidade de veículos circulando em Patos-PB, aliada à demanda por deslocamentos rápidos, tem causado problemas de congestionamento no trânsito. Isso representa um desafio para os órgãos responsáveis pela gestão viária, pois as

vias que antes conseguiram atender à demanda e manter a fluidez agora não conseguiram mais, resultaram em atrasos na mobilidade da cidade, disputas por espaço nas vias e congestionamentos. Portanto, é necessário estudar alternativas que restabeleçam a fluidez do trânsito e garantam a segurança tanto dos motoristas quanto dos cidadãos.

Dito isso, a cidade de Patos-PB teve um crescimento da frota veicular, segundo dados obtidos na Secretaria Nacional de Trânsito - SENATRAN de aproximadamente 84 % no referente ao ano de 2010 onde possuía 28.850 veículos castrados a 2020 onde o número da frota veicular passa para 53.233, fazendo com que Patos tenha a terceira maior frota de veículos da Paraíba, ficando atrás de João Pessoa a capital da Paraíba (416.052) e Campina Grande a segunda cidade mais importante do estado (195.806) respectivamente. Portanto, para o bom funcionamento do tráfego urbano de uma cidade, são necessárias mudanças e criação de novas alternativas constantemente, a fim de manter boa fluidez e acompanhar o aumento da frota de veículos. Nesse contexto, se faz de extrema importância o desenvolvimento de soluções que possam contribuir com o desenvolvimento da cidade e que gere e promova o bem-estar da população.

De acordo com Loch (2014) para que se tenha uma harmonia nesse tipo de sistema a implantação semafórica precisa antes de tudo ser embasada por estudos de tráfego do local onde se deseja implantar o semáforo para que se obtenha êxito no seu dimensionamento e de fato atenda seu propósito, evitando assim situações onde comprometam a fluidez e a segurança do local.

Nesse contexto a programação semafórica deve visar a minimização do número de paradas que, além de gerar desconforto ao usuário, aumenta o consumo de combustível e a emissão de poluentes. Portanto, torna-se necessária a realização de um estudo detalhado para justificar a utilização dos semáforos e para realizar a programação dos mesmos (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. 5).

Seguindo todos estes os aspectos, o presente trabalho visa elaborar um estudo no município de Patos, especificamente na interseção das Ruas Enaldo Torres e Severino Dutra, onde há significativa importância para a fluidez do trânsito da cidade, que interliga os bairros dos eixos centro e norte, buscando avaliar a viabilidade de técnica e projeto básico para implantação de controle semafórico, visando garantir a segurança e fluidez de veículos de forma harmoniosa.

1.1 Justificativa

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2013 houve 1,25 milhão de mortes no trânsito no mundo, e esse valor se mantém aproximadamente constante desde 2007, conforme foi indicado na primeira edição do relatório de segurança nas estradas. Com o aumento da população em 4% e dos veículos em 16% desde 2010.

Com isso, soluções para tornar o sistema de tráfego mais eficiente tem se tornado cada vez mais frequentes, não se restringindo a alternativas relacionadas à infraestrutura, mas abrangendo também ações relacionadas ao transporte público, acessibilidade, questões sociais, tecnologias, entre outras (NETTO E RAMOS, 2016).

Em vista disso, o cruzamento a ser estudado tem a particularidade de receber o fluxo de veículos das vias da Rua Enaldo Torres Fernandes e a Rua Severino Dutra são vias importantes na cidade pois interligam os bairros do setor Sul – Norte e Centro – Norte do município. Perante também a alta reivindicação dos moradores do local que foram constatadas após visitas *in loco*, se vê a necessidade da realização do estudo de implementação semafórica do cruzamento em questão, visando uma melhoria no fluxo de veículos, com o intuito de restabelecer a segurança na via, uma vez que as interseções desempenham um papel crucial no funcionamento eficiente de uma rede viária, uma vez que são pontos onde duas ou mais vias se cruzam ou se unem, gerando diversos movimentos conflitantes. Por essa razão, as interseções são facilmente propícias a sinistros de trânsito, conforme apontado por (COSTA E SILVA, (2017).

De acordo com Joner e Volpi (2013), diversos métodos para melhorar o fluxo de veículos no trânsito tem sido alvos de estudos recentes, uma vez que se sabe que um fluxo de veículos mais eficiente pode diminuir consideravelmente os desperdícios de combustível e de tempo empregados nas locomoções diárias dos que utilizam o sistema de transporte urbano.

Diante desse pressuposto os semáforos surgem como uma ótima opção de melhorar e organizar o tráfego da via, assim evitando conflitos e brigas por espaço entre os motoristas e facilitando o deslocamento nas vias e nas interseções. (CONTRAN, 2014).

De acordo com o CONTRAN (2014), a utilização adequada da sinalização semafórica pode trazer muitas vantagens, como o aumento da segurança viária, a melhoria da fluidez do trânsito e a redução de conflitos. No entanto, se forem utilizados de forma que vá contra os

Princípios da Sinalização de Trânsito, essas sinalizações podem ter consequências ativas no desempenho e na segurança das vias

Nesse sentido, o estudo de implementação da sinalização semafórica no da cidade de Patos tem como horizonte garantir a necessidade e a eficácia da execução assim, amenizando o risco de acidentes, gerando uma maior segurança para os usuários das vias e também reduzindo o tempo de espera nas interseções em horários de pico.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a viabilidade de uma implantação semafórica de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica na interseção das Ruas Enaldo Torres e Severino Dutra, buscando propor melhorias na fluidez e segurança dos usuários.

1.2.2 Objetivos específicos

- Reconhecer as condições de operação da sinalização do cruzamento;
- Verificar as características geométricas das vias;
- Realizar o levantamento volumétrico de veículos nos horários de pico;
- Analisar se o local precisaria de um conjunto semafórico para o desenvolvimento da programação semafórica adequada aos cenários de fluxo de tráfego no cruzamento;
- Comparar os resultados obtidos nessa pesquisa com o semáforo já instalado;

1.3 Escopo do trabalho

No Capítulo 1, é apresentada uma breve introdução acerca da mobilidade urbana e uso de semáforos como alternativa de melhoria de tráfego. São descritos também a justificativa do estudo e os objetivos propostos. Já no Capítulo 2, o referencial teórico apresenta um conjunto de informações norteadoras do estudo. São abordados definições e conceitos essenciais para análises e discussões dos resultados. No Capítulo 3, é descrita a metodologia utilizada na reali-

zação do estudo. É feita a descrição detalhada de uma implantação de semafórica e dimensionamento do mesmo. No Capítulo 4, são expostos os resultados da implantação e dimensionamento semafórico. São apresentados todos os cálculos, além do projeto e um comparativo entre um semáforo dimensionado e um semáforo instalado. Por fim no Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Contexto Histórico

Com o acréscimo de novos modais de transporte, as cidades antes projetadas para caminhadas passaram a ter considerável expansão territorial e adotam diversos modais para atender às demandas dessa nova forma de organização. Foi somente com o advento do automóvel e sua proliferação como produto de consumo que o espaço passou a ser estritamente segregado, gerando novas configurações urbanas e redefinindo o conceito de cidade (HEREÑU, 2016). Além disso durante a década de 50, o padrão de deslocamentos dos brasileiros passou por mudanças, impulsionadas pelo processo de industrialização e pelo rápido crescimento das grandes cidades, que exigiam um aumento na produção de bens de consumo para atender às necessidades da população em expansão. Essa transformação é evidenciada por modificações consideráveis no padrão de deslocamentos do povo brasileiro, como destacado por (FREITAS 2022).

Segundo a classificação proposta por Duarte, Sánchez e Libardi (2008), os caminhos em uma cidade podem ser divididos em seis modos: a pé, de bicicleta, de motocicleta, de automóvel, de transporte coletivo e sobre trilhos. Os autores afirmam que estamos em constante competição pelo espaço, o que torna a mobilidade urbana uma das principais ferramentas no desenvolvimento das cidades.

No Brasil segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021), o modal mais utilizado é o rodoviário, contando como uma malha rodoviária de 1.720.700,0 km de extensão e possuindo uma frota de 110.812.821 veículos registrados até o ano de 2021. Segundo a Pesquisa de mobilidade urbana (PMU, 2022) o meio de transporte utilizado pode variar de acordo com o dia ou com a finalidade do deslocamento, o estudo mapeou os meios mais utilizados de maneira geral, sem especificar o destino, e os meios mais utilizados em situações específicas.

Considerando os deslocamentos gerais do dia a dia, os ônibus foram a modalidade mais citada, mencionada por 49,6% em seguida, apareceram o carro 32,3% e a locomoção a pé 21,6%.

Segundo Barreto e Ribeiro (2020), vários motivos colaboram para que esse meio de transporte seja o mais utilizado no país, como a falta de investimentos nos demais modais, maior oferta, melhor flexibilidade, transporte porta a porta e variedade no deslocamento de bens e pessoas. De acordo com Scaringella (2001), atender às demandas da Mobilidade Urbana requer a aplicação de recursos em infraestrutura, gestão adequada do trânsito e segurança, além da implementação de diferentes modos de transporte, todos eles funcionando de forma eficaz.

É relevante ressaltar que as questões relacionadas à Mobilidade Urbana têm um impacto significativo nas esferas sociais, ambiental e econômica das cidades, representando um obstáculo ao desenvolvimento sustentável das mesmas, não só isso, mas segundo Benedet (2015), a deterioração do transporte urbano, causada pelos congestionamentos e pela redução da qualidade dos serviços e da infraestrutura, tem levado ao aumento das deseconomias do setor.

2.2 Engenharia de Tráfego

Segundo Bezerra (2007) com o aumento do uso de automóveis nas cidades no começo do século XX, surgiu uma demanda por organização e planejamento do trânsito urbano, gerado na criação da engenharia de trânsito como uma disciplina recente. De acordo com o DENATRAN (2006), a Engenharia de Tráfego é a disciplina que cuida do planejamento, projeto e operação do tráfego de veículos, pedestres e ciclistas nas vias urbanas e rurais, com o objetivo de garantir a fluidez, a segurança e a eficiência do sistema de transporte. O seu principal propósito é promover a mobilidade urbana, proporcionando uma melhor qualidade de vida para a população e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico das cidades.

De acordo com Fonseca (2018), a Engenharia de Tráfego tem como objetivo desenvolver planos para garantir a eficiência, segurança e qualidade do sistema de trânsito, com foco no cuidado do deslocamento de veículos e pedestres na cidade.

As autoras Simões e Simões (2016), já destacam que a engenharia de tráfego é uma especialização das engenharias responsável por planejar, projetar e operar as vias e o entorno viário, envolvendo infraestrutura viária como a pavimentação, pontes e viadutos; gerenciamento e operação do trânsito; circulação e estacionamento de veículos; e sinalização, incluindo

a sinalização vertical, horizontal e semafórica. Esses elementos são fundamentais para garantir a fluidez e segurança no trânsito, além de contribuir para a redução de congestionamentos e acidentes. A sinalização, em especial, é de extrema importância para orientar os usuários das vias, e o semáforo é um dos dispositivos mais utilizados para isso, regulando o fluxo de veículos e pedestres de forma segura e eficiente.

Dessa forma, a Engenharia de Tráfego surge como uma estratégia fundamental para melhorar e organizar o fluxo de veículos e pedestres nas vias urbanas, com o objetivo de aumentar a qualidade de vida na cidade e proporcionar uma circulação mais segura e confortável para os usuários. Através de técnicas e estratégias de gestão do tráfego, é possível garantir uma maior fluidez e eficiência no deslocamento de pessoas e mercadorias, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das cidades.

2.3 Sistema Viário

De acordo com o Art. 1º do Código de Trânsito Brasileiro, estabelecido em 23 de setembro de 1997, o termo "trânsito" refere-se ao uso das vias por indivíduos, veículos ou animais, sozinhos ou em conjunto, vigilantes ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e transporte de carga ou descarga. (BRASIL, 1997).

De acordo com Simões e Simões (2016), o sistema viário de uma cidade é composto por suas ruas e avenidas, enquanto o sistema de trânsito urbano se refere às regras e normas aplicadas aos deslocamentos de pessoas e veículos. Para garantir a segurança e o conforto dos usuários, é preciso adotar diversas medidas no trânsito, como a sinalização adequada, a fiscalização e a educação dos motoristas e pedestres. Aliado a essas considerações, o DNIT (2006, p.19) estabelece os cinco principais elementos fundamentais do tráfego, são eles: via, veículo, pedestre, motorista e meio ambiente.

O sistema viário é composto por diversas vias, que são definidas como superfícies por onde ocorre o trânsito de pessoas, veículos e animais, segundo o DENATRAN (2008). Essas vias são constituídas por diferentes elementos, como a pista, a calçada, o acostamento, a ilha e o canteiro central. Segundo o DENATRAN as vias urbanas possuem diferentes classificações, sendo elas:

- Via de trânsito rápido – caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível. Não possuem semáforos, cruzamento ou retorno.
- Via arterial - caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade. Fazem ligações entre bairros na cidade.
- Via coletora - é destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade. Facilitam a movimentação de um ponto ao outro da cidade por possuírem ligação com as vias arteriais e de trânsito rápido.
- Via local – é caracterizada por possuir interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas. Não possuem nenhuma ligação, sendo usadas por veículos restritos.

2.4 Intersecção

De acordo com o Transportation Research Board (TRB) em 2010, o fluxo interrompido é a forma de tráfego mais comum nas vias urbanas, caracterizado pela presença de semáforos, cruzamentos com vias preferenciais e paradas de veículos para realizar manobras de estacionamento ou entrar em garagens, entre outros fatores. Essas situações, movimentos de alvos diferentes, afetam significativamente a fluidez e a segurança do trânsito.

As interseções em nível são consideradas a parte mais crítica do sistema viário, uma vez que a presença de movimentos conflitantes de veículos e pedestres nesses locais reduz a capacidade de tráfego e aumenta a frequência de acidentes. Independentemente da forma como essas interseções são operadas, é necessário que uma parcela dos veículos e pedestres pare e espere para receber, tornando-as pontos de maior congestionamento e risco para a segurança viária. (BEZERRA, 2007).

Conforme apontado por Yu et al. (2012), os cruzamentos desempenham um papel crucial nas redes de transporte urbano ao unir diversas vias e permitir que fluxos de trânsito em diferentes direções e sentidos se interajam. Embora as classificações dos cruzamentos possam

variar entre autores, eles geralmente são classificados em três tipos diferentes com base em sua estrutura aceita: rotatória, cruzamento em forma de X (com quatro vias de acesso) e cruzamento em forma de T (com três vias de acesso), conforme descrito por Fan et al. (2012). Além disso, os cruzamentos também podem ser classificados como sinalizados ou não sinalizados, dependendo se estão ou não sob o controle de dispositivos de sinalização, conforme também descrito por Fan et al. (2012).

Vieira (2013) diz que o controle de um cruzamento pode ser realizado por meio de dispositivos de sinalização luminosos, popularmente conhecidos como “semáforos”. No entanto, existem outras formas comuns de controle, como a utilização de sinais de cedência de passagem, sinais de parada obrigatória e implantação de rotatórias para regular a entrada dos veículos no trânsito.

Conforme o tráfego cresce, a circulação de veículos e pedestres na via principal pode ser prejudicada, causada em filas, atrasos e potencialmente mais acidentes. Quando uma situação se torna crítica, sugere-se a instalação de um semáforo. Em certos casos, mesmo com tráfego moderado de veículos e/ou pedestres, um semáforo pode ser recomendado para aumentar a segurança nas interseções. (BEZERRA, 2007).

2.5 Sinalização

Conforme estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro (2008), a sinalização se refere ao conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança instalados nas vias públicas com o intuito de assegurar o seu uso correto, proporcionando uma melhor circulação do trânsito e aumentando a segurança dos veículos e pedestres que transitam nela.

A sinalização pode ser classificada em três tipos: vertical, horizontal e semafórica. Cada uma delas desempenha um papel importante na orientação e segurança do tráfego, e sua implementação e manutenção são essenciais para garantir a eficácia da sinalização (PAIVA, 2018). Além disso, segundo Domínguez (2016), é importante destacar que a sinalização horizontal, vertical e de balização são os principais dispositivos e equipamentos para garantir a segurança no trânsito. Portanto, é fundamental que esses elementos sejam implementados corretamente e mantenham sua manutenção adequada.

Para uma sinalização de qualidade e eficiente é necessário seguir as seguintes condições (DNIT,2010).

- a) Projetos: elaborar projetos definindo os dispositivos adequados dentro dos padrões de cor, forma, dimensão, localização;
- b) Implantação: O posicionamento dos dispositivos deve ser feito analisando-se as condições específicas do local;
- c) Operação: A sinalização deve ser sempre avaliada para uma melhor efetividade promovendo ajustes se necessário;
- d) Manutenção: Sempre deve ser feita a manutenção dos dispositivos, fazendo a remoção dos que se tornaram inadequados;
- e) Materiais: O emprego dos materiais deve estar de acordo com o exigido nas Normas da ABNT para chapas, tintas, estruturas de sustentação, etc. (DNIT, 2010).

2.5.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical tem a finalidade de informar os usuários sobre possíveis perigos, obstáculos ou restrições que existem na via ou nas proximidades dela, indicando se são temporários ou permanentes. Ela deve ser utilizada quando a identificação desses perigos não é clara por si só. A sinalização vertical é composta por placas com símbolos que são fixados em posição vertical, podendo ser instalados ao lado ou suspensos sobre a via. Ela tem como objetivo informar os usuários da via sobre perigos, obstáculos ou restrições existentes na via ou em áreas adjacentes, bem como indicar comportamentos adequados, garantindo maior segurança no trânsito, além de ordenar o fluxo de veículos e orientar os motoristas. (CONTRAN 2007).

Segundo o DENATRAN (2007), a sinalização vertical é composta por três categorias de placas, que são classificadas de acordo com suas funções: regulamentação, advertência e indicação.

2.5.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é feita através de marcas, desenhos e textos pintados na superfície da via, com o objetivo de organizar e guiar o trânsito, melhorar a circulação dos veículos e garantir maior segurança no trânsito. O seu propósito é instruir os condutores sobre as atitudes

a serem tomadas, de acordo com as condições da estrada e das regras de trânsito. (CONTRAN,2007). Castilho (2009), afirma que a sinalização horizontal é aplicada diretamente sobre a superfície da pista e é composta por símbolos, marcas e legendas que fornecem informações aos condutores e pedestres. Essa sinalização desempenha um papel fundamental na organização do trânsito, permitindo que os movimentos sejam executados com segurança e fluidez, juntamente com outros sistemas de sinalização.

2.5.3 Sinalização Semafórica

Os semáforos são dispositivos de controle de tráfego que regulam a prioridade de passagem de veículos e/ou pedestres através de sinais luminosos. Seu propósito fundamental é autorizar ou proibir a circulação de veículos que desejam realizar determinados movimentos. Isso é realizado por meio das cores verde e vermelha, que representam, respectivamente, a permissão e a interferência de passagem. Além disso, é utilizado um intervalo de tempo de transição (amarelo) para alertar os motoristas sobre a iminência da mudança para o estado de parada (vermelho), evitando assim paradas bruscas. (GONZAGA, 2016)

A sinalização semafórica é um sistema integrante da sinalização viária, responsável por fornecer informações aos usuários da via sobre a preferência de passagem em conflitos entre veículos e pedestres, bem como alertá-los sobre perigos na circulação. A sinalização semafórica é composta por dispositivos luminosos que se alternam em função de um timer, indicando a liberação ou não do tráfego, além de poder sinalizar situações especiais na via, conforme estabelecido pelo (DENATRAN,2014).

De acordo com as especificações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, definido pelo CONTRAN (2007), a função primária da instalação de semáforos é fornecer informações aos usuários da via sobre a preferência de passagem em um cruzamento.

Segundo o CTB (2014) os princípios da sinalização semafórica são os mesmos para a sinalização de trânsito em geral, apresentada abaixo:

- Legalidade: estar de acordo com o CTB e legislação complementar;
- Suficiência: permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;



- Padronização: seguir um padrão legalmente estabelecido e atender à regra de que situações iguais devem ser sinalizadas segundo os mesmos critérios;
- Clareza: transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão; evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem;
- Precisão e Confiabilidade: ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade; atender aos requisitos técnicos mínimos de segurança viária e fluidez, alternando o direito de passagem de movimentos conflitantes;
- Visibilidade e Legibilidade: ser vista à distância necessária e em tempo hábil para a tomada de decisão;
- Manutenção e Conservação: estar permanentemente limpa, conservada e visível; sofrer as adequações necessárias, tais como reprogramação, atualização e remoção, acompanhando a dinâmica do trânsito.

2.5.3.1 Formas Cores E Sinais

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2014), cada conjunto de formas, núcleos e sinais que compõem uma sinalização semafórica têm significados únicos e transmitem informações específicas aos motoristas e pedestres. Os quadros 2 e 3 fornecem informações sobre o significado de cada forma e cor utilizada na sinalização

Quadro 1 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Circular	Vermelha		Indica a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo
	Amarela		Indica o término do direito de passagem	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.


FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem.	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.
	Amarela (intermitente)		Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo.	O condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta.
	Amarela com seta (opcional)		Indica término do direito de passagem em semáforo direcional.	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.
	Vermelha		Indica a proibição do direito de passagem de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo de acordo com a indicação luminosa.
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem, de acordo com a direção e	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
			sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta.
	Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo
	Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha.

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

Quadro 2 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Quadrada	Vermelha		Indica para o pedestre a proibição da travessia	O pedestre não deve iniciar a travessia
	Vermelha (intermitente)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração deve permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre não deve iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde deve concluí-la, atentando para o

			fato de que os veículos estão prestes a receber indicação luminosa verde.
	Verde		Indica para o pedestre a permissão do direito de travessia O pedestre tem a permissão de iniciar a travessia

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

Os focos dos semáforos têm forma e dimensão da lente estabelecidas pela Resolução No 160/04 do CONTRAN (Anexo II do CTB). O Quadro 4 apresenta a forma e dimensão dos focos semafóricos com bate nessa resolução.

Quadro 3 - Formas e dimensões dos semáforos

SEMÁFOROS DESTINADOS A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE (mm)
Veículos automotores	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Bicicletas	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Faixas reversíveis	Quadrada	Lado de 300 (mínimo)
Advertência	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Pedestres	Quadrada	Lado de 200 ou 300

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.5.3.2 Tipos De Semáforos

Conforme a Resolução No 160/04 do CONTRAN, apresentada como anexo II do CTB, a sinalização semafórica é dividida em dois tipos: semáforo de regulamentação e o de advertência.

2.5.3.2.1 Semáforo De Regulamentação

Segundo o Manual Brasileiro De Sinalização De Trânsito Volume V o semáforo de regulamentação é utilizado para controle do tráfego, alternando o direito de passagem entre os usuários, e é subdividida conforme o tipo de usuário e tipo de utilização.

- Veicular (exceto de ciclista) – formado por três indicações luminosas: vermelha, amarela e verde, dispostas nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal;
- Veicular direcional - possui três indicações luminosas: vermelha com seta, amarela com ou sem seta e verde com seta, dispostas nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal. Este dispositivo deve ser utilizado, apenas, nas aproximações em que há períodos de verde distintos para diferentes movimentos. As setas devem ser orientadas ou para cima, ou para a direita ou para a esquerda;
- Veicular direção livre – é constituído somente pelo foco verde com seta, orientada ou para cima, ou para a direita ou para a esquerda;
- Veicular controle de acesso específico – constituído por focos vermelho e verde, dispostos nesta ordem, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita quando horizontal, para uso exclusivo em controles do tipo praças de pedágio e balsa;
- Veicular faixa reversível – composto por um foco vermelho com símbolo “X” e por um foco verde com seta orientada para baixo, dispostos nesta ordem, da esquerda para a direita, na posição horizontal;
- Pedestres – os grupos focais de pedestres são compostos por focos vermelho e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical;
- Ciclistas – são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical;

2.6.3.2.2 Sinalização Semafórica De Advertência

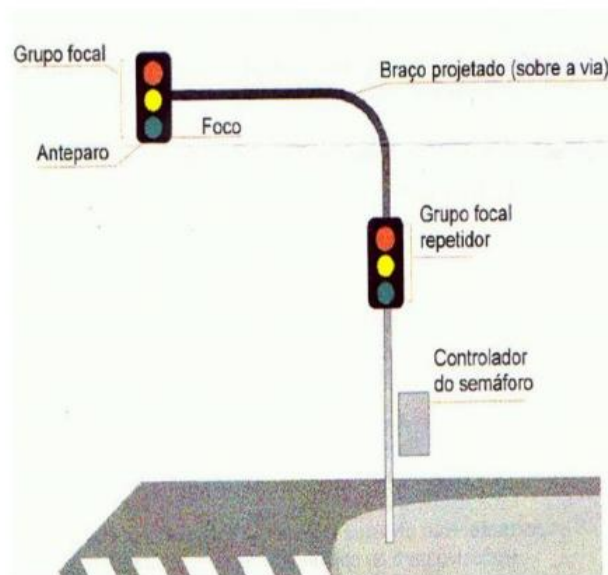
De acordo com o Manual Brasileiro De Sinalização De Trânsito Volume V adverte sobre a existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança. São dois focos possuem cor amarela que piscam de forma alternada e intermitente. A disposição dos focos pode se dar na vertical ou horizontal.

2.5.3.3 Componentes De Um Grupo Semafórico

Conforme estabelecido no anexo II do Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 2004), temos as seguintes definições relacionadas à sinalização semafórica:

- Grupo focal: Conjunto composto por dois ou mais focos, que são responsáveis por fornecer a indicação luminosa.
- Foco: Unidade individual que emite a luz indicativa.
- Estrutura de suporte: Estrutura metálica de alumínio que sustenta e projeta o semáforo sobre a via.
- Repetidor: Grupo focal que replica a mesma informação em uma posição mais baixa, facilitando a visualização para a primeira fila de veículos.
- Controlador: Dispositivo eletrônico responsável pelo funcionamento dos grupos focais, seguindo a programação estabelecida. A Figura 1 trás um exemplo de componentes de um semáforo

Figura 1 - Componentes de um semáforo



Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.6 Implantação Semafórica

No Brasil, embora não haja registros documentados das primeiras experiências e estudos relacionados à implantação e controle de semáforos, acredita-se que o avanço do sistema de controle semafórico tenha ocorrido principalmente na década de 70. Isso se deu por meio de iniciativas impulsionadas pela Companhia de Engenharia de Tráfego do Município de São Paulo (CET/SP), seguindo diretrizes e conhecimentos adquiridos a partir das experiências realizadas em outros países. (PIETRANTONIO e BONETTI, 2007).

A escolha de instalar ou não um sistema de sinalização semafórica em um cruzamento deve ser baseado em critérios técnicos competentes, uma vez que a implantação adotada pode afetar o desempenho. Após a decisão de instalar um semáforo, é crucial que o projeto operacional seja elaborado de forma adequada. Isso inclui a definição do número de fases do semáforo, os movimentos permitidos em cada fase, a duração de cada fase e o tipo de controlador a ser utilizado, entre outros aspectos. Esses parâmetros são determinados levando em consideração as características específicas do cruzamento, como a largura das vias e as declividades, bem como as características do tráfego, como volumes de veículos e porcentagens de veículos pesados. (BEZERRA,2007)

O projeto operacional desempenha um papel fundamental no desempenho do cruzamento, buscando garantir uma operação com segurança adequada, minimizando os tempos de espera, limitando os valores máximos aceitáveis para os tempos de espera, atendendo o número de paradas ao mínimo necessário, limitando o tamanho das filas e garantindo uma capacidade compatível com o fluxo de veículos, entre outros critérios de desempenho. (BEZERRA,2007)

Sendo assim, é de extrema importância que antes de ser tomada a decisão sobre a implantação de um semáforo, sejam feitas análises da viabilidade de outras alternativas para melhoria do tráfego, tais quais (CONTRAN, 2014):

- a) Definição de preferência de passagem;
- b) Remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade;
- c) Melhoria na iluminação;
- d) Adequação das sinalizações horizontal e vertical
- e) Redução das velocidades nas aproximações;

- f) Adequação na geometria;
- g) Proibição de estacionamento;
- h) Implantação de refúgio para pedestres;
- i) Alteração de circulação;
- j) Inversão da preferência de passagem; k) Direcionamento de pedestre para locais de travessia seguros;
- l) Reforço da sinalização de advertência.

Nota-se que o semáforo não é a primeira opção de solução e só deve ser implantado após as soluções alternativas apresentadas acima não conseguirem suprir os resultados esperados. Semáforos instalados sem indicação técnica e/ou com projetos inadequados (físico e/ou operacional) quase sempre ocasionam os seguintes principais problemas:

- Aumento da demora e do número de paradas;
- Redução da capacidade;
- Aumento da frequência de acidentes;
- Aumento nas violações das regras de trânsito;
- Utilização de rotas alternativas para evitar o semáforo, gerando problemas para as ruas de características locais.

Por outro lado, semáforos instalados com indicação técnica e com projeto adequado (físico e operacional) trazem em geral as seguintes principais vantagens:

- Redução da demora e do número de paradas;
- Aumento da capacidade;
- Redução do tamanho das filas;
- Redução da frequência de acidentes;
- Redução da emissão de poluentes e do consumo de combustível.

De acordo com Vilanova (2007), a instalação de um semáforo pode ter efeitos positivos e negativos. Quando bem posicionado, ele reduz acidentes e melhora a experiência de veículos e pedestres. No entanto, se colocado em um local inadequado, pode aumentar paradas, tempo de espera, acidentes e gerar despesas desnecessárias de instalação, operação e manutenção.

É essencial projetar e implantar corretamente a parte física para obter os benefícios esperados. Os focos luminosos devem ser visíveis de longe para os veículos que se aproximam e

também para os veículos e paradas de pedestres. A sinalização no solo é importante para um funcionamento adequado do cruzamento. Além disso, a manutenção regular do equipamento e da sinalização é vital para preservar essas características ao longo do tempo (BEZERRA, 2007)

2.6.1 Elementos Da Programação Semafórica

O Manual de Sinalização Semafórica (DENATRAN, 2014) aborda diversos aspectos relacionados à implantação e controle de semáforos, incluindo considerações e critérios a serem seguidos. Ele também fornece informações detalhadas sobre a coleta de dados necessários para avaliar a necessidade de instalação ou remoção desse tipo de sinal.

A decisão de implementar um semáforo deve ser baseada em estudos específicos realizados em cada local, levando em consideração o fluxo de tráfego, a composição do tráfego, o volume de passeio e a capacidade das vias (ou seja, o fluxo de saturação). Este tópico abordará os elementos necessários conforme indicado no manual mencionado, para a condução desses estudos.

2.6.1.1 Grupo De Movimentos

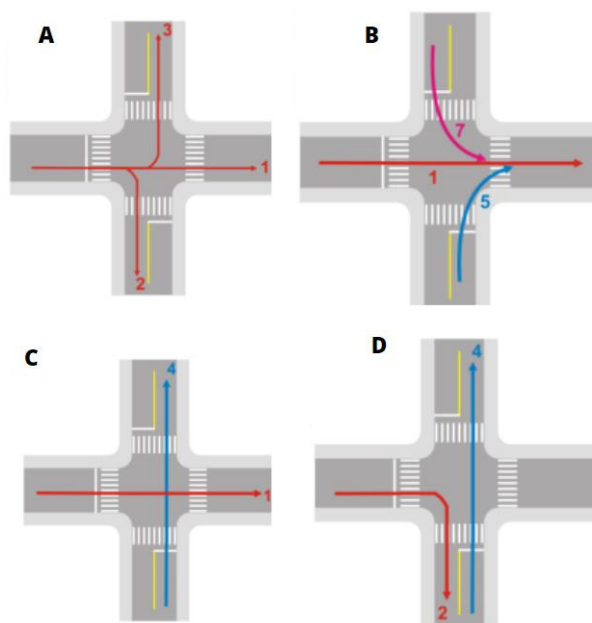
No Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, são considerados dois conceitos importantes: movimento e aproximações, relacionados ao fluxo de veículos e pedestres em uma interseção. O conceito de movimento refere-se ao fluxo de veículos que seguem a mesma origem e destino, bem como ao fluxo de pedestres que se deslocam na mesma direção, independentemente do sentido. Já o conceito de aproximações engloba os trechos de via nos quais os veículos se aproximam da interseção, ou seja, são as partes da via por onde eles chegam ao ponto de trânsito. (CONTRAN, 2014).

Esses conceitos são essenciais para o entendimento e a aplicação adequada das medidas de sinalização em uma interseção, visando garantir a segurança e a fluidez do trânsito. Com isso Grupo de movimentos pode ser entendido como o conjunto de movimentos existente em uma mesma interseção que recebem concomitantemente o direito de passagem, essa classificação tem o propósito de fornecer uma referência para o planejamento e implementação de medidas de sinalização em interseções, levando em consideração o fluxo de tráfego predominante em cada via. (CONTRAN, 2014).

Segundo Manual Brasileiro De Sinalização De Trânsito Volume V estes grupos de movimentos são classificados como, convergentes, divergentes, interceptantes e não interceptantes, como apresentados na Figura 2.

- a) Divergentes: têm origem na mesma aproximação e possuem destinos diferentes;
- b) Convergentes: têm origem em diferentes aproximações e possuem mesmo destino;
- c) Interceptantes: têm origem em aproximações diferentes e que se cruzam em algum ponto da área de conflito;
- d) Não-interceptantes: são aqueles cujas trajetórias não se encontram em nenhum ponto da área de conflito.

Figura 2 – Tipos de Conflitos

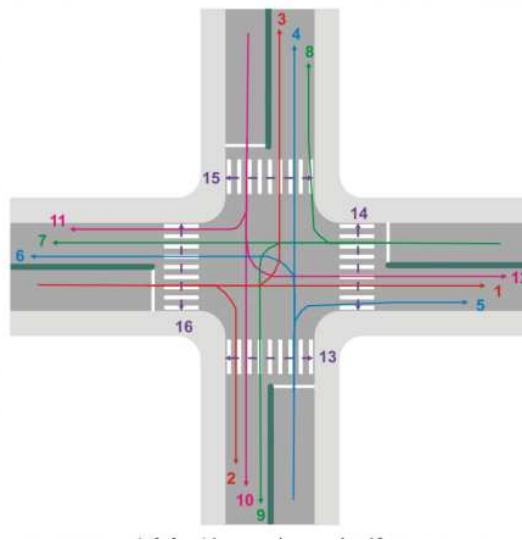


Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

A avaliação dos conflitos existentes em uma interseção específica requer a criação de um diagrama de conflitos. Esse diagrama é uma representação esquemática da geometria da interseção, que inclui a identificação das aproximações da interseção. Nele são registrados todos os movimentos dos veículos que ocorrem na área da interseção. Além disso, o diagrama

mostrado na Figura 3 também deve incluir os movimentos de travessia de pedestres nas aproximações, destacando os pontos de conflito entre os movimentos dos veículos e os movimentos dos pedestres mostrado na Figura 4. Essa representação gráfica é uma ferramenta valiosa para analisar e compreender os diferentes conflitos que ocorrem em uma interseção, permitindo a adoção de medidas de conformidade para garantir a segurança de todos os usuários da via. (CONTRAN, 2014).

Figura 3 - Diagrama de conflitos



Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

Figura 4 - Tabela de classificação dos movimentos segundo a trajetória

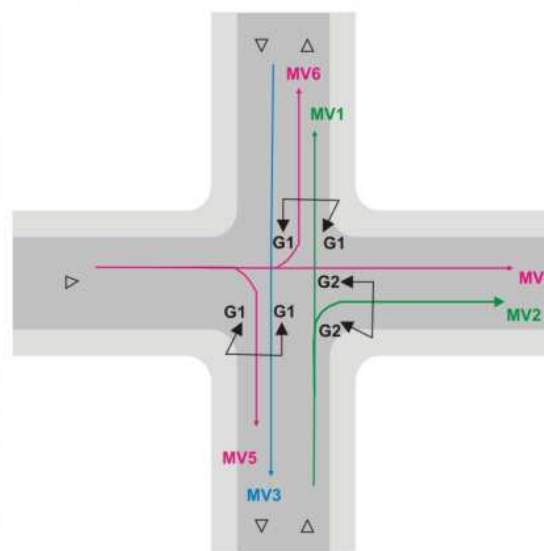
MOV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		DIV	DIV	INT	CON	INT	NI	NI	INT	INT	NI	CON	NI	INT	NI	INT
2	DIV		DIV	NI	NI	NI	NI	CON	CON	CON	NI	NI	INT	NI	NI	INT
3	DIV	DIV		CON	NI	INT	INT	CON	INT	INT	NI	INT	NI	NI	INT	INT
4	INT	NI	CON		DIV	DIV	INT	CON	INT	NI	NI	INT	INT	NI	INT	NI
5	CON	NI	NI	DIV		DIV	NI	NI	NI	NI	NI	CON	INT	INT	NI	NI
6	INT	NI	INT	DIV	DIV		CON	NI	INT	INT	CON	INT	INT	NI	NI	INT
7	NI	NI	INT	INT	NI	CON		DIV	DIV	INT	CON	INT	NI	INT	NI	INT
8	NI	NI	CON	CON	NI	NI	DIV		DIV	NI	NI	NI	NI	INT	INT	NI
9	INT	CON	INT	INT	NI	INT	DIV	DIV		CON	NI	INT	INT	INT	NI	NI
10	INT	CON	INT	NI	NI	INT	INT	NI	CON		DIV	DIV	INT	NI	INT	NI
11	NI	NI	NI	NI	NI	CON	CON	NI	NI	DIV		DIV	NI	NI	INT	INT
12	CON	NI	INT	INT	CON	INT	INT	NI	INT	DIV	DIV		NI	INT	INT	NI
13	NI	INT	NI	INT	INT	INT	NI	NI	INT	INT	NI	NI		NI	NI	NI
14	INT	NI	NI	NI	INT	NI	INT	INT	INT	NI	NI	INT	NI		NI	NI
15	NI	NI	INT	INT	NI	NI	NI	INT	NI	INT	INT	INT	NI	NI		NI
16	INT	INT	INT	NI	NI	INT	INT	NI	NI	NI	INT	NI	NI	NI	NI	

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.6.1.2 Grupo Semafórico

Denomina-se grupo semafórico o conjunto de semáforos com indicações luminosas iguais que controlam grupos de movimentos que recebem concomitantemente o direito de passagem (CONTRAN, 2014). Conforme visto na Figura 5.

Figura 5 - Grupo de movimentos e grupo semafórico



Grupo de Movimentos 1: conjunto formado pelos movimentos MV1 e MV2

Grupo de Movimentos 2: conjunto formado pelo movimento MV3

Grupo de Movimentos 3: conjunto formado pelos movimentos MV4, MV5 e MV6

Grupo semafórico 1 (G1): conjunto de semáforos que controla os grupos de movimentos 1 e 2

Grupo semafórico 2 (G2): conjunto de semáforos que controla o grupo de movimentos 3

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.6.1.3 Estágio

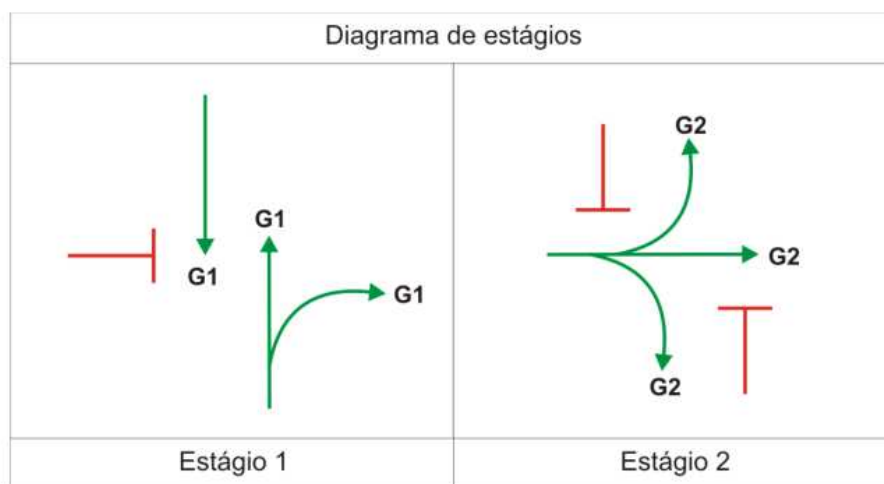
O estágio é definido como o período de tempo no qual um ou mais grupos de movimentos são autorizados simultaneamente a prosseguir a sua passagem, incluindo tanto o tempo de sinal verde quanto o tempo de transição (entreverde) entre os ganhos (CONTRAN, 2014).

2.6.1.4 Diagrama De Estágio

O diagrama de estágio apresentado na Figura 6 é uma representação visual que mostra como os diferentes movimentos (tanto de veículos motorizados quanto de pedestres e ciclistas)

são alocados em cada estágio do ciclo de um semáforo. É importante destacar que os movimentos de pedestres e/ou ciclistas devem ser incluídos no diagrama de estágio quando são sinalizados por grupos focais específicos. Isso permite uma representação precisa e clara das diferentes fases do ciclo semafórico e das prioridades concedidas aos diferentes modos de transporte.

Figura 6 - Exemplo de diagrama de estágios



Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.6.1.5 Entreverde

O entreverde é o período compreendido entre o tempo de um estágio de sinal verde e o início do próximo estágio de sinal verde, consistindo em uma fase de sinal amarelo e, quando necessário, em uma fase de sinal vermelho geral. Essa duração de tempo tem como objetivo evitar acidentes na área de conflito dos cruzamentos (CONTRAN, 2014).

2.6.1.6 Ciclo

O tempo de ciclo refere-se ao intervalo necessário para que os três núcleos do semáforo se repitam em uma determinada abordagem. Portanto, o tempo desperdiçado durante um ciclo consiste principalmente na parte do ciclo que não é efetivamente aproveitado pelos veículos. Essa perda varia na prática de 2 a 4 segundos em cada fase e ocorre devido a três fatores: (i) o tempo que os motoristas levam para perceber e reagir à abertura do sinal verde; (ii) nem todos

os motoristas utilizam o sinal amarelo para atravessar a interseção; e (iii) em alguns cruzamentos, ocorre o sinal vermelho total. (CONTRAN, 2014).

2.6.1.7 Fluxo De Saturação

O fluxo de saturação é a capacidade máxima de uma via, representada pela quantidade de veículos que ela pode acomodar em um determinado período de tempo, geralmente expresso em veículos por hora (veic/h). Tanto as características da via quanto as condições de tráfego influenciam o fluxo de saturação. Os fatores mais relevantes em relação às características da via incluem a topografia, o número e a largura das pistas, e o estado do pavimento que diz respeito às condições de trânsito, o fluxo de saturação é afetado pelo volume e tipos de veículos presentes, pelo volume de pedestres e por interferências como pontos de ônibus ou estacionamentos.

2.6.1.8 Verde De Segurança

Os tempos de verde de segurança são intervalos de tempo mínimos aceitáveis para a duração dos sinais verdes, uma vez que os sinais verdes geram curtos podem resultar em situações com alto potencial de acidentes. A duração da duração desses tempos para veículos depende da hierarquia da via, do volume de trânsito, da largura da via transversal, da composição do trânsito e da presença de pedestres. Conforme indicado pelo DENATRAN (2014), os valores típicos observados na prática variavam de 10 a 20 segundos. Esses intervalos garantem uma margem de segurança adequada para os movimentos de veículos e pedestres na interseção.

2.6.1.9 Tempo De Verde Efetivo E Real

O tempo de verde real de um estágio é o intervalo de tempo em que o grupo focal correspondente permanece com o sinal verde durante um ciclo completo. Esse tempo representa a duração efetiva em que os veículos desse grupo têm permissão para passar pela interseção.

Já o tempo de verde efetivo de um estágio refere-se ao tempo de verde que seria utilizado pelo grupo de movimentos críticos, caso o fluxo de veículos atingisse sua capacidade máxima (fluxo de saturação). Em outras palavras, é o tempo necessário para escoar todo o tráfego má-

ximo esperado para esse grupo de movimentos. Essa medida é importante para avaliar a eficiência do estágio e determinar se o tempo de verde alocado é suficiente para atender à demanda de tráfego. DENATRAN (2014).

2.6.1.10 Fluxo De Saturação

O Fluxo de Saturação de um grupo de movimentos é a quantidade máxima de veículos que poderia atravessar uma determinada abordagem controlada por um semáforo durante uma hora inteira, caso essa abordagem recebesse o sinal verde durante todo esse período. Esse valor é representado pela taxa máxima de tráfego observada em períodos de saturação.

O Fluxo de Saturação é influenciado por diferentes aspectos, incluindo as condições da via, o tráfego e o ambiente circundante. Em relação às condições da via, os fatores mais relevantes são a topografia, a geometria, o número e a largura das faixas, e o estado do pavimento. Com base nestas condições, o valor típico do Fluxo de Saturação geralmente varia entre 1600 e 2000 veículos de passeio por hora por faixa.

2.6.1.11 Método De Webster

Durante a década de 1950, o engenheiro Webster desenvolveu no Reino Unido um método para calcular o tempo de ciclo ideal em cruzamentos de tráfego. Esse método, conhecido como tempo de ciclo ótimo, visa minimizar o atraso médio total dos veículos que se aproximam do cruzamento. Vale ressaltar que esse método é aplicável apenas a cruzamentos individuais, ou seja, aqueles que possuem fluxos de trânsito com chegadas aleatórias nas vias.

O método de Webster é amplamente utilizado para determinar os tempos nos ciclos semaforicos. Esse método tem como objetivo encontrar uma combinação de tempos ideal para minimizar o atraso total das viagens no cruzamento em análise. O método utiliza como parâmetros o tempo perdido em cada ciclo (tempo em que nenhum estágio possa se mover) e a taxa de ocupação (y_i), onde taxa de ocupação é a razão entre o Fluxo e o Fluxo de Saturação.

2.6.1.12 Volume De Tráfego E Volume De Tráfego Equivalente

O volume de tráfego ou fluxo de tráfego é a quantidade de veículos ou pedestres que atravessam uma determinada seção de via durante um período de contagem. Ao realizar a contagem para a programação semafórica, leva-se em consideração o sentido de circulação dos veículos (direita, esquerda, direita) e os diferentes tipos de veículos (leves, pesados, motos).

O volume de tráfego é expresso em veículos por hora (veic/h) e representa a demanda da via, ou seja, quantos veículos a utilizam em um determinado momento. Isso é calculado dividindo o número de veículos pelo tempo de contagem.

Para lidar com a variação do volume de tráfego, o DENATRAN (2014) recomenda a realização de contagens ao longo de um dia útil representativo. Essas contagens permitem determinar a quantidade de planos semafóricos a serem calculados e o período do dia e o dia da semana nos quais cada plano será implementado. Essa abordagem permite considerar as flutuações típicas do tráfego ao longo do dia e da semana, garantindo uma programação adequada dos semáforos.

O termo "volume de tráfego equivalente" refere-se ao volume de tráfego de veículos expresso em termos de unidades de carros de passeio (ucp) exposto na Figura 7, de acordo com o CONTRAN (2014). Cada tipo de veículo possui um desempenho diferente no trânsito, onde os veículos leves são mais ágeis e práticos, enquanto os veículos pesados são mais lentos e têm limitação em seu deslocamento. Para obter uma avaliação representativa do tráfego, considerando todos os veículos que circulam na via, é necessário utilizar o fator de equivalência. Esse fator permite converter o volume de tráfego de diferentes tipos de veículos em unidades de carros de passeio, facilitando a comparação e análise do fluxo de tráfego de forma mais uniforme.

Figura 7 - Fator de equivalência para diferentes veículos

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1,00
Moto	0,33
Ônibus	2,00
Caminhão (2 eixos)	2,00
Caminhão (3 eixos)	3,00

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.6.1.13 Taxa De Ocupação

A taxa de ocupação de um grupo de movimentos, simbolizada por "y", é definida como a relação entre o fluxo de tráfego desse grupo e o fluxo de saturação correspondente, ambos expressos na mesma unidade de medida. Em outras palavras, a taxa de ocupação indica a proporção do fluxo máximo que está sendo efetivamente utilizada pelo grupo de movimentos em questão.

2.6.1.14 Tempo De Amarelo

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em suas diretrizes de 2014, estabelece valores mínimos para a duração do sinal amarelo, a fim de garantir a segurança na via, conforme indicado no quadro 5. No entanto, é importante destacar que esse tempo não pode ultrapassar 5 segundos. Em casos em que o tempo ultrapassa esse limite, o tempo excedente é alocado como tempo de sinal vermelho geral.

Quadro 4 - Tempo de amarelo mínimo

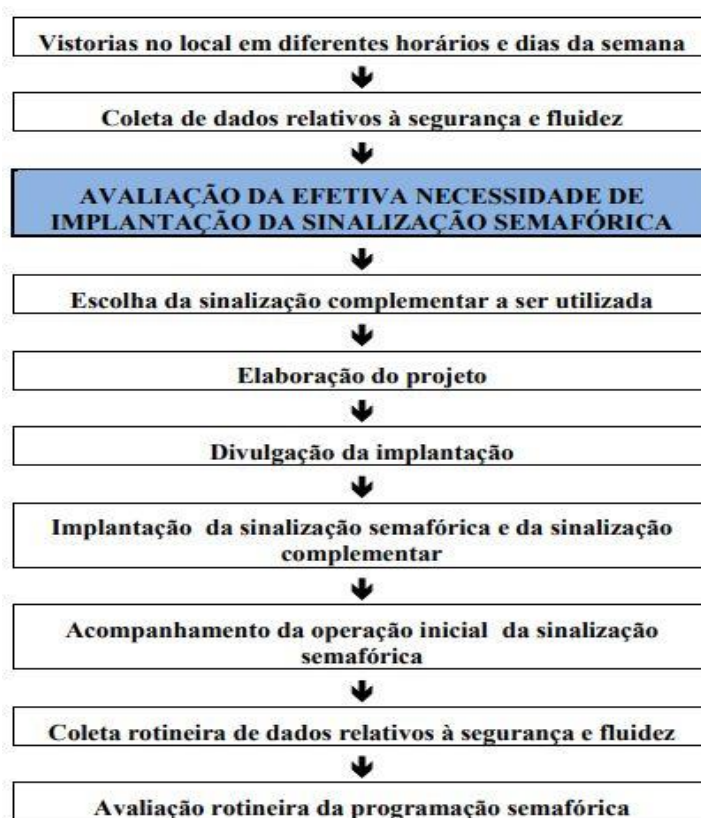
Velocidade máxima da via	Tempo de amarelo mínimo (s)
≤ 40 km/h	3,0
50km/h ou 60 km/h	4,0
70 km/h	5,0

Fonte: Adaptado do Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.7 Critérios Para Implantação Da Sinalização Semafórica

Com o propósito de analisar a viabilidade e o desempenho de sistemas semafóricos, o Conselho Nacional de Trânsito desenvolveu o Manual de Sinalização Semafórica, que fornece diretrizes abrangentes e procedimentos orientadores para nortear a decisão de implementar sinais de trânsito. O manual apresenta um conjunto de etapas, ilustradas no Fluxograma da Figura 8, que devem ser seguidas para fundamentar a escolha adequada da sinalização semafórica e para avaliar sua eficiência após sua instalação.

Figura 8 - Procedimento para verificação da implantação semafórica

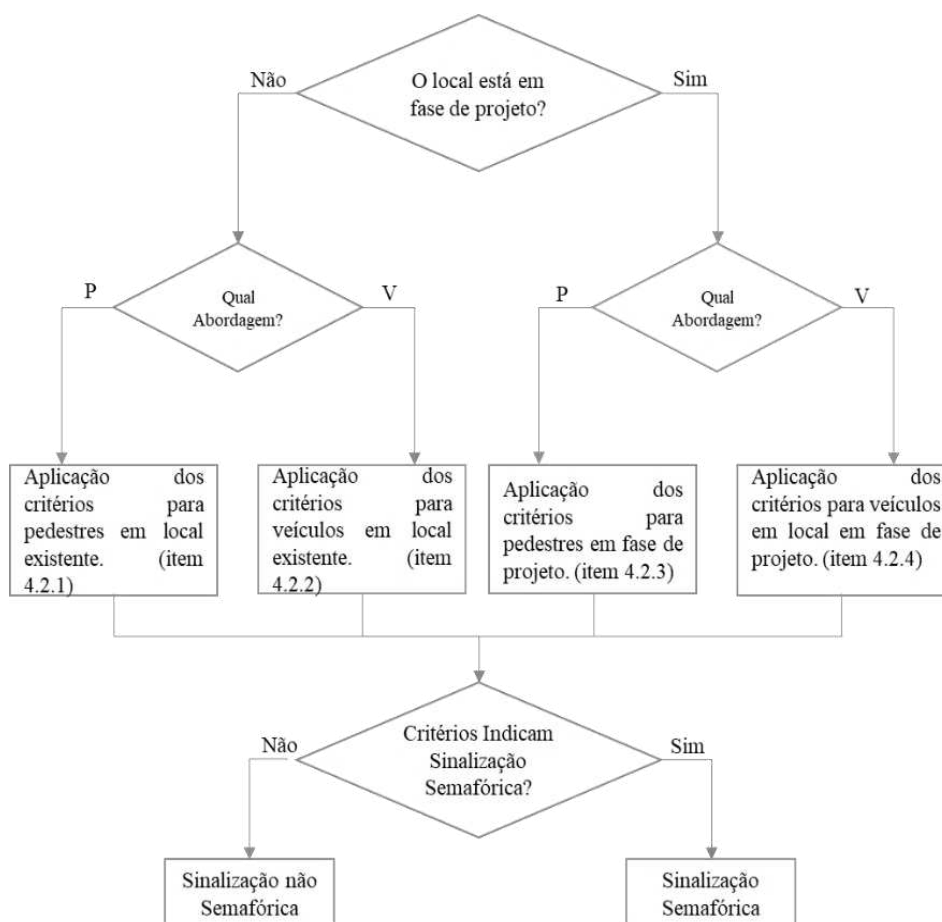


Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

Inicialmente, no processo de avaliação da necessidade real de implementação de sinalização semafórica, conforme ilustrado no Fluxograma 1, são considerados diversos aspectos. Primeiramente, verifique se o local em questão está em fase de projeto ou não. Em seguida, é determinado o tipo de abordagem a ser adotada, que pode ser direcionada ao tráfego de veículos

ou ao fluxo de pedestres. As fases significativas para a execução do estudo de implantação semafórica são claramente desenvolvidas no Fluxograma 2 da figura 9.

Figura 9 - Estrutura geral para o estudo de implantação semafórica



Legenda: S = sim; N = não; V = veículos; P = pedestres;

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

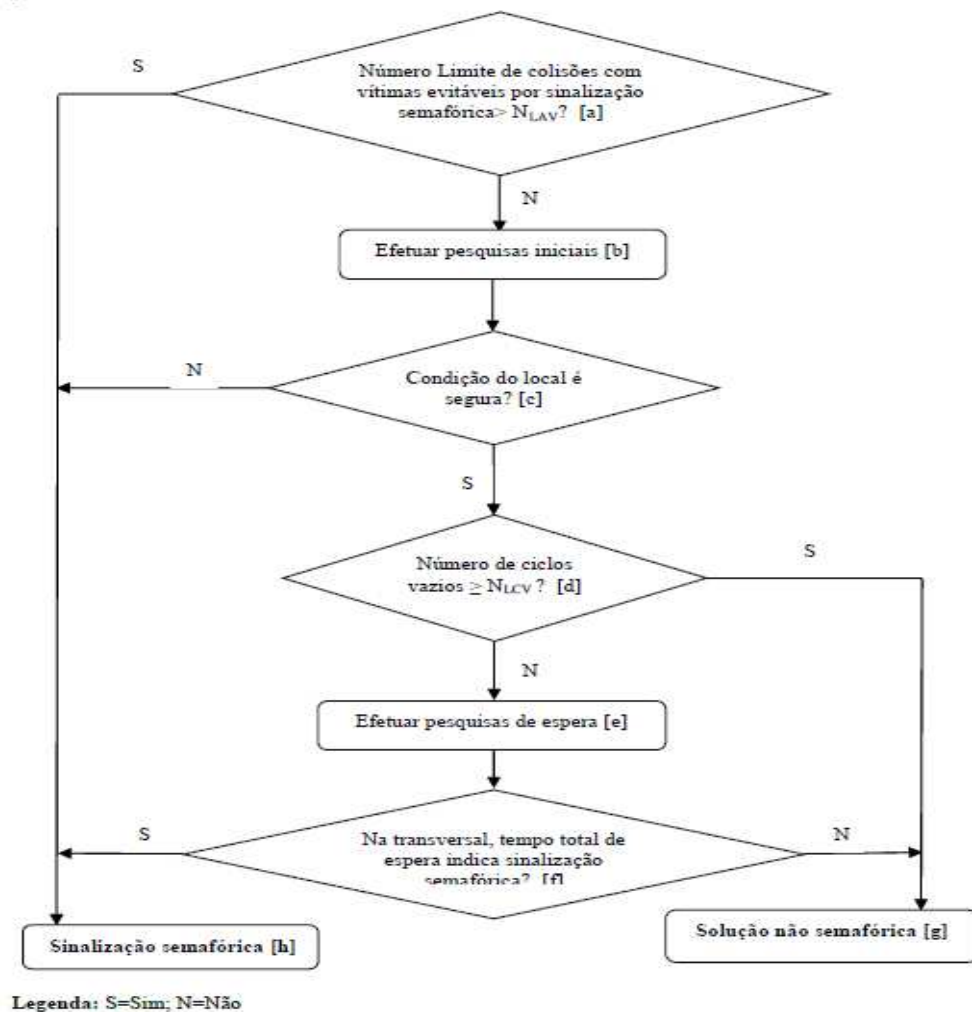
Os critérios estabelecidos para a implantação da sinalização semafórica levam em consideração se o local em estudo está em fase de projeto. Com base nessa condição, é necessário definir a abordagem principal do estudo, ou seja, se o foco será prioritariamente nos usuários de veículos ou nos pedestres. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito).

2.8 Critérios Para Estudos Em Locais Existentes: Abordagem Veículos

Quando mudanças em relação as características geométricas não estão previstas para o local a necessidade de implantação semafórica deve seguir os critérios apresentados no fluxograma 3 da figura 10.

Dentre as abordagens disponíveis, para locais que não estão em fase de projeto, uma das mais comuns é a abordagem veicular. Onde ocorre a aplicação dos critérios para veículos em local existente, observadas no Fluxograma 2, essa opção permite analisar a instalação de semáforos atentando para a segurança dos pedestres na interseção e em função da espera dos veículos na via secundária.

Figura 10 - Critérios para abordagem de veículos



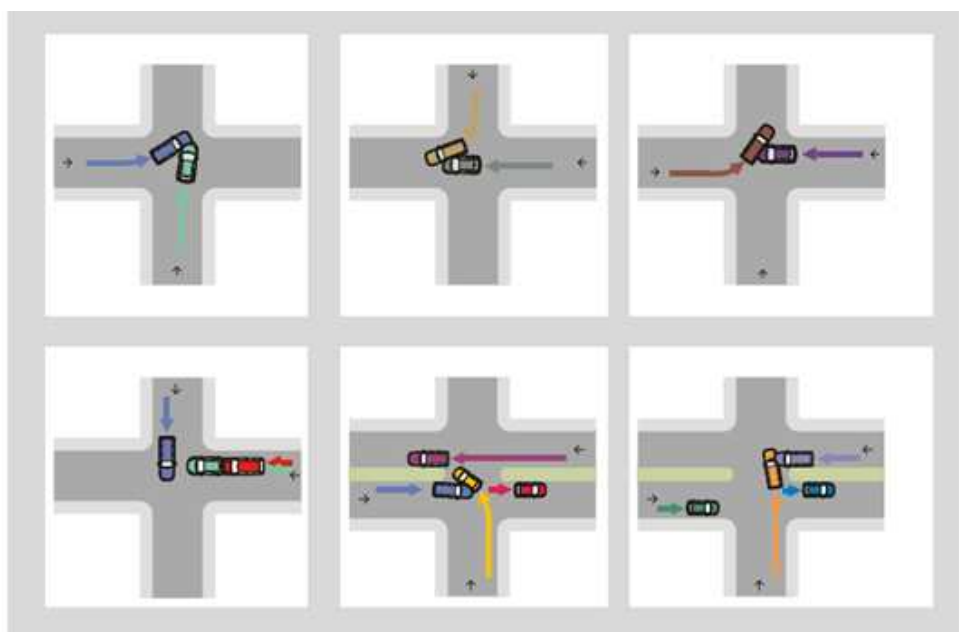
Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.8.1 Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que NLAV?

Nessa etapa, o número limite mínimo de colisões com vítimas evitáveis por semáforo (NLAV), o que justificaria a implantação de semáforo se ultrapassado, tem o valor de 7 colisões quando observado nos últimos 3 anos e de 3 quando observado nos últimos 12 meses.

A Figura 11 apresenta exemplos de acidentes que poderiam ser evitados se no local já existisse sinalização semafórica.

Figura 11 - Exemplo de acidentes evitáveis por semáforo



Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.8.2 Efetuar Pesquisas Iniciais

Realize-se uma contagem classificatória de veículos durante o horário de pico, categorizando-os por tipo e coletando dados relevantes (veja Apêndice B), como número de faixas de trânsito e tempo de rede se tiver semáforo. Considere-se também a distância entre a interseção de trânsito e as interseções com semáforos. Se Converte os veículos observados em unidades de carros de passeio (ucp) conforme o Capítulo 6 do Manual de Semaforização, que aborda o

Volume de Tráfego Equivalente. Lembre-se de que o desempenho varia conforme as características do veículo, sendo veículos leves mais ágeis que comerciais e motocicletas mais ágeis que automóveis.

Para representar o volume de tráfego de uma via de maneira unificada, utiliza-se o conceito de veículo equivalente. O veículo equivalente tem como referência o automóvel, para o qual adota-se um fator de equivalência de 1,0 ucp (unidade de carro de passeio). Para os outros tipos de veículos, o fator de equivalência reflete o desempenho de sua circulação no sistema viário em comparação com o desempenho do automóvel. Por exemplo, se um determinado tipo de veículo demora três vezes mais para atravessar uma interseção semafórica do que um automóvel, seu fator de equivalência é igual a 3. A Figura 12 apresenta os fatores de equivalência geralmente utilizados. A equivalência de veículos não listados na tabela, como ônibus articulados, carretas e bicicletas, deve ser avaliada em estudos específicos.

Figura 12 - Fator de equivalência

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1,00
Moto	0,33
Ônibus	2,00
Caminhão (2 eixos)	2,00
Caminhão (3 eixos)	3,00

Fonte: Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

2.8.3 Condição do local é segura?

Verificar se o local apresenta características que possam comprometer a segurança dos usuários na interseção. Essas características estão relacionadas principalmente à geometria da via nas proximidades da interseção, como curvas horizontais ou verticais acentuadas, presença de edificações ou outros elementos que obstruam a visibilidade dos movimentos conflitantes, ou configuração da interseção que dificulte a identificação clara da via principal. No caso desta última situação, a instalação de sinalização semafórica somente é justificada após a realização

de testes sem sucesso de diferentes alternativas por meio de sinalização horizontal e vertical para solucionar o problema.

2.8.4 Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV?

Ciclos vazios são denominados os períodos onde não existiria uma demanda na via secundária dentro do ciclo programado para o semáforo caso ele fosse instalado. Portanto, para que a sinalização semafórica seja justificada segundo esse critério, o número de ciclos de vazio, durante o horário de pico, deve ser inferior ao limite estabelecido pelo projetista (NLCV), mas sempre o NLCV deve ser inferior 4. NLCV deve ser menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora (NC).

2.8.5 Efetuar pesquisas de espera

Determinar o tempo total de espera dos veículos da via secundária

2.8.6 Na transversal, tempo total de espera indica semáforo?

Caso o tempo total de espera seja inferior a 6.000 UCP x segundo, por hora, correspondente a um atraso médio de 15 segundos sofrido por um volume de 400 UCP/hora na via secundária (desconsiderando as motos), o semáforo não deve ser implantado. Se o tempo total de espera for superior a 14.000 UCP x segundo, por hora, que corresponde a um atraso médio de 35 segundos para um volume de 400 UCP/hora na via secundária (desconsiderando as motos), o semáforo deve ser implantado. E caso o tempo total de espera se encontrar entre os intervalos de 6.000 e 14.000 UCP x segundo, por hora, a decisão deve passar por análises completas do técnico encarregado do estudo, para que seja então implantado ou não o semáforo.

2.8.7 Solução não semafórica

Adotar outra medida, que não semafórica, para garantir a segurança dos usuários e fluidez do trânsito dentre as quais destacam-se a redução das velocidades nas aproximações, adequação da geometria, implantação de mini rotatórias e mudança no sentido de circulação com eliminação do conflito.

2.8.8 Solução Semafórica

Passar para estudos seguintes em que se definiram o tipo de sinalização semafórica a ser implantada e posteriormente a análise quanto ao posicionamento e funcionamento do semáforo.

2.9 Sinistros De Trânsito

De acordo com a norma NBR 10697 (2020), um sinistro de trânsito se caracteriza por qualquer ocorrência que cause danos ao veículo ou à carga transportada, bem como lesões a pessoas ou animais, além de prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, quando pelo menos uma das partes envolvidas está em movimento em vias terrestres ou áreas abertas ao público. Existem diversos fatores que provocaram a ocorrência de sinistros de trânsito, os quais podem ser classificados em quatro categorias: fatores humanos, operacionais, veiculares e viários. Além desses, há também fatores que exercem influência, como a legislação, fiscalização, equipamentos e educação.

Os acidentes de trânsito são um problema grave globalmente, afetando especialmente jovens entre 15 a 29 anos e sendo a oitava principal causa de óbitos. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2022), o Brasil ocupa o terceiro lugar entre os países com maior número de mortes no trânsito em todo o mundo, com a Índia e a China liderando a lista. Os custos financeiros associados ao tratamento das consequências desses acidentes são bilionários. A projeção é que, a menos que medidas efetivas sejam adotadas, até 2030, os acidentes de trânsito se tornarão a quinta principal causa de morte no mundo, destacando a necessidade urgente de implementação de ações preventivas. (FERREIRA,2017)

De acordo com Contador e Oliveira (2016), o Brasil possui um cenário alarmante em relação aos acidentes de trânsito. Segundo as estatísticas da Organização Mundial de Saúde de 2010, o país ocupava a quarta posição em número de mortes, ficando atrás apenas da China, Índia e Nigéria, além de ocupar o quinto lugar em número de acidentes por habitante, ficando atrás da Venezuela, Nigéria, África do Sul e Angola. As comparações com outros países são chocantes, como o fato de que em um ano no Brasil, o número de mortos em acidentes de trânsito é maior do que o número de mortos americanos em dezesseis anos de Guerra do Vietnã.

Apesar dos avanços na segurança dos veículos produzidos pelas fábricas e na construção de estradas mais seguras, os acidentes continuam sendo um problema grave, principalmente em

países com um alto índice de motorização em expansão. De acordo com MA et al. (2013), os acidentes têm se tornado cada vez mais graves em muitos aspectos, mesmo com as medidas de segurança sendo implementadas.

Os acidentes de trânsito como mostrado na Figura 26 são um problema de grande convívio, não somente pelo tempo perdido em deslocamentos ou pelos custos dos danos materiais, mas principalmente pela perda de vidas humanas e pelas lesões graves que podem ser sofridas. Assim, é necessário o desenvolvimento de recursos capazes de prever acidentes, o que, a partir da análise do histórico de acidentes em um determinado trecho de via, causou uma atuação preditiva para evitar novas ocorrências ou minimizar seus efeitos. (FERREIRA,2017).

3 METODOLOGIA

Nesse tópico serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para Analisar o dimensionamento semaforico, de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica na interseção das Ruas Enaldo Torres e Severino Dutra, localizadas em Patos-PB.

Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva.

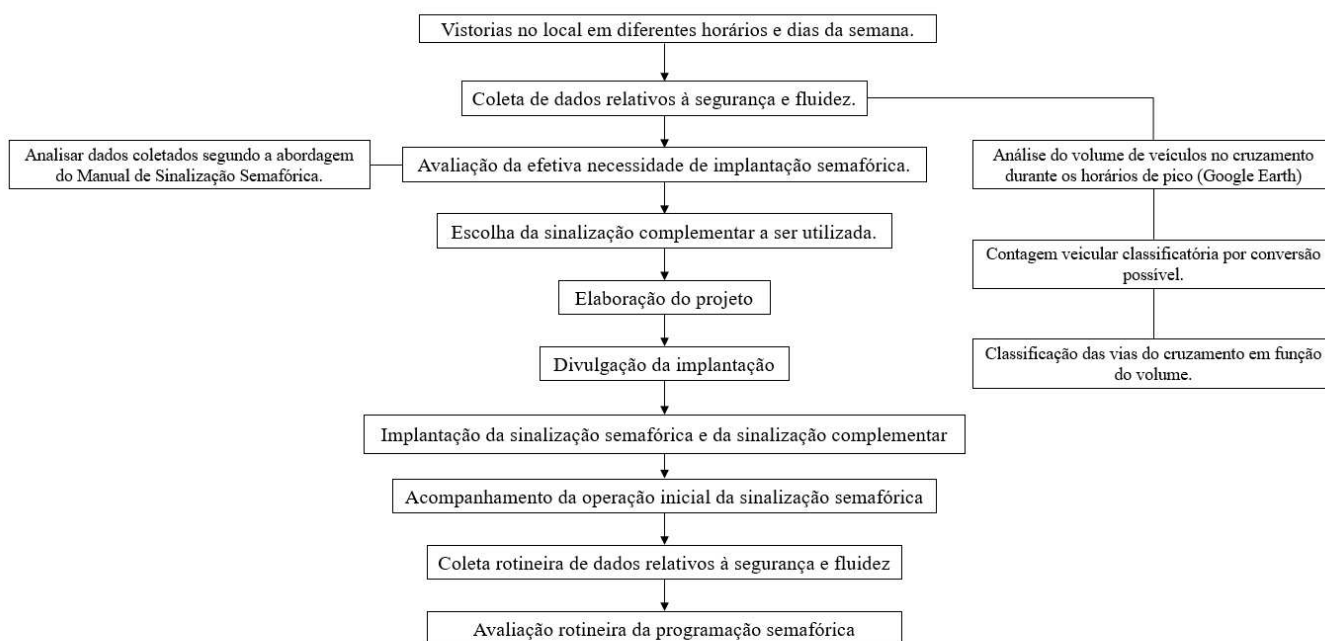
A interseção em análise foi estudada de modo que se estime o volume de veículos que se aproximam da interseção em situações de pico para a obtenção dos dados referentes ao tráfego. Além disso é necessário conhecer as características geométricas da interseção (modo de operação, situação das sinalizações verticais e horizontais e afins) para que sejam estudadas melhorias no local pesquisado. Para a obtenção dos dados, será realizado um levantamento *in loco* nos horários mais críticos de dias específicos da semana, de modo que seja representada a pior situação.

Em posse dos dados extraídos *in loco*, será realizado o estudo que comprove ou não a efetiva necessidade de instalação de um grupo semaforico naquela localidade e posteriormente se comprovada a necessidade será feita o projeto de programação do ciclo ótimo do semáforo a partir do método de Webster. E a partir do resultado do projeto será comparado ao ciclo que se encontra em utilização no semáforo já em funcionamento para identificar a possibilidade de melhorias a partir dos resultados obtidos.

3.1 Estudo de viabilidade técnica

Com a análise da literatura, foi possível identificar as principais metodologias empregues no estudo viário de interseções e, assim, escolher a que melhor se encaixasse com o trabalho. Optando dessa maneira pela realização de pesquisas de tráfego, estudos de caracterização do cruzamento e análise de semaforização. Por consequência, se faz a análise e compreensão da avaliação efetiva da necessidade de implantação da sinalização semafórica no cruzamento, em que compreende a um fluxograma para melhor concepção dos processos, podendo ser observado na Figura 13.

Figura 13 - Fluxograma geral adaptado



Fonte: Adaptado do Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

3.1.1 Vistorias no Local em diferentes horários e dias da semana

A vistoria consiste na verificação física *in loco* do objeto da perícia, com o objetivo de investigar seu estado, condições e circunstâncias que levaram à designação da perícia. As visitas foram realizadas de forma aleatória no mês de março, com maior ênfase nos dias 21, 23 e 25 de março de 2022, na qual serão levantados os dados de tráfego.

3.1.2 Coleta De Dados Relativos À Segurança E Fluidez

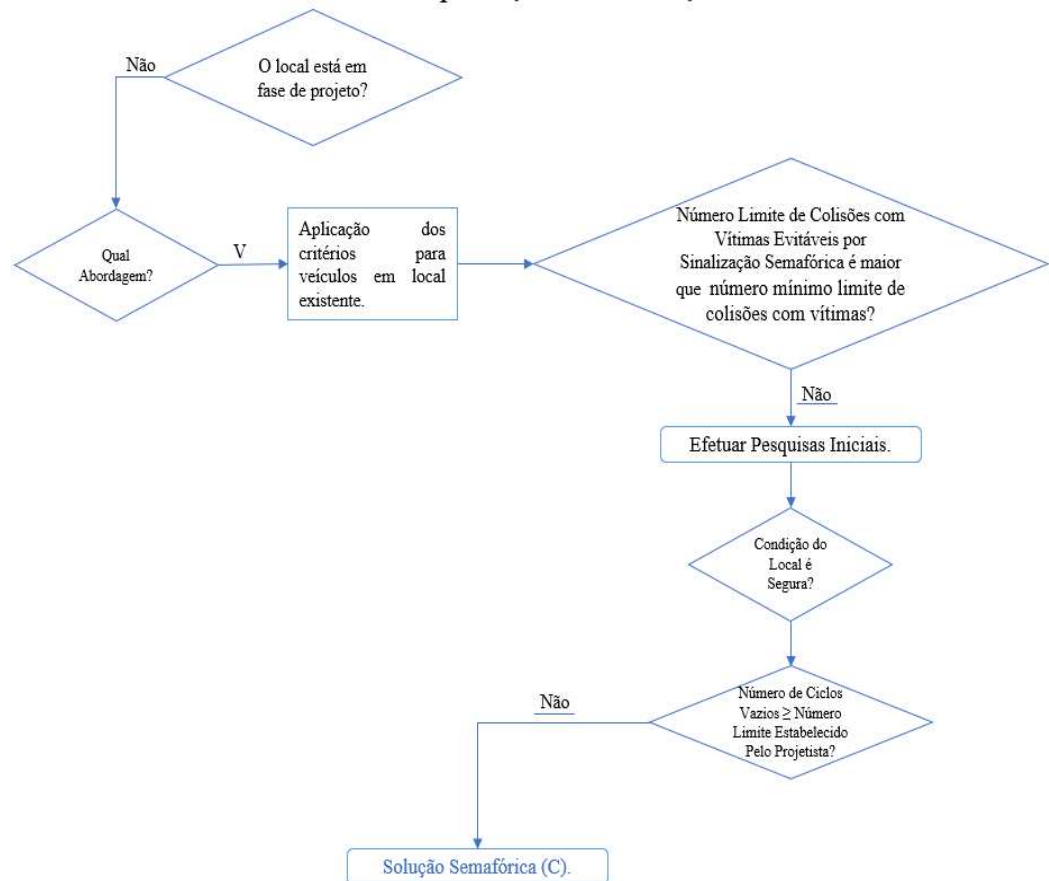
As coletas de dados são fundamentais para realizar análises neste estudo. Essas coletas de dados foram realizadas no local de estudo e podem ser divididas em dois aspectos principais: contagem classificatória de veículos e análise da geometria das vias. A contagem classificatória de veículos foi realizada manualmente, utilizando prancheta e caneta como ferramentas auxiliares. Por sua vez, os dados referentes à geometria da via foram obtidos por meio de medições realizadas com o auxílio de fita métrica pela mesma equipe mencionada anteriormente.

3.1.3 Avaliação E Análise Da Efetiva Necessidade De Implantação Da Sinalização Semafórica

Após uma análise prévia dos dados coletados durante as vistorias realizadas no local, levando em conta a segurança e a fluidez do tráfego, concluiu-se que as vias do cruzamento em estudo não estão em fase de projeto e que o tipo de usuário a ser priorizado é o veículo. Com base nessa informação, é possível determinar o fluxograma a ser utilizado para dar continuidade ao estudo, conforme representado na Figura 14.

O fluxograma apresentado na Figura 14 detalha os critérios a serem considerados para avaliar a necessidade de implantação da sinalização semafórica, levando em conta as demandas dos veículos, em um local onde não estão previstas alterações nas características atuais da geometria e das áreas adjacentes. No entanto, mesmo nesse contexto, é fundamental considerar as condições de segurança para a circulação de pedestres.

Figura 14 - Critérios para abordagem de veículos



Fonte: Adaptado do Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014).

a) Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que NLAV?

A primeira etapa constituiu-se a determinação do número máximo de colisões com vítimas que podem ser evitadas por meio da implantação de sinalização semafórica (NLAV), utilizou-se os dados fornecidos pelo núcleo de educação do STTRANS que contava com dados de sinistros ocorridos naquela localidade em um intervalo de tempo de menos de um ano, para se prosseguir com a pesquisa.

b) Efetuar pesquisas iniciais

A fase que precede o dimensionamento dos semáforos é crucial, pois fornece as informações necessárias para uma programação adequada. De acordo com o CONTRAN (2014), o volume de tráfego flutua ao longo do tempo, sendo influenciado por fatores como hora, dia,

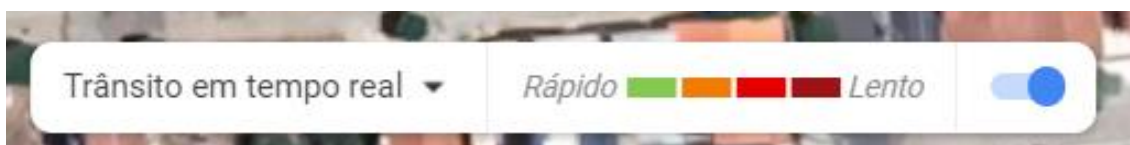
mês, ano e até mesmo conforme características específicas da cidade e do local onde o volume será medido. Para conduzir essa avaliação, serão apresentados os métodos recomendados e/ou empregados por diversos autores e normas.

Para efetuar as pesquisas iniciais foram realizadas a análise do volume de veículos no cruzamento durante os horários de pico (Google Maps), a contagem veicular classificando por conversão possível e classificação das vias do cruzamento em função do volume.

Com tudo foi necessário identificar os períodos de maior fluxo de veículos durante os horários de pico. Utilizou a funcionalidade de tráfego do Google Maps (Figura 15), levando em consideração os dias da semana e os horários com maior congestionamento.

Para determinar quais horários de pico seriam observados, dividiu-se a análise em dois grupos distintos de congestionamentos. Trânsito Rápido sendo representado pela cor verde na barra, e a partir da barra mais alaranjada classifica-se como lento durante um intervalo de tempo de 06:00hrs às 22:00 horas.

Figura 15 - Intensidade de Trânsito Google Maps



Fonte: Google Earth, 2023.

Das Figuras 31 a 33 é exposto a montagem dos dias de acordo com o horário e a classificação do trânsito.

Figura 16 - Análise de fluxo segunda feira e terça feira

Segunda-Feira				Terça-Feira			
R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra		R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra	
Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico
06:00	LENTO	06:00	NORMAL	06:00	LENTO	06:00	NORMAL
07:00	NORMAL	07:00	NORMAL	07:00	LENTO	07:00	NORMAL
08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL
09:00	NORMAL	09:00	LENTO	09:00	NORMAL	09:00	NORMAL
10:00	NORMAL	10:00	NORMAL	10:00	NORMAL	10:00	NORMAL
11:00	LENTO	11:00	NORMAL	11:00	NORMAL	11:00	LENTO
12:00	LENTO	12:00	LENTO	12:00	NORMAL	12:00	NORMAL
13:00	NORMAL	13:00	NORMAL	13:00	NORMAL	13:00	NORMAL
14:00	LENTO	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL
15:00	LENTO	15:00	LENTO	15:00	NORMAL	15:00	NORMAL
16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL
17:00	LENTO	17:00	NORMAL	17:00	LENTO	17:00	LENTO
18:00	LENTO	18:00	LENTO	18:00	NORMAL	18:00	NORMAL
19:00	NORMAL	19:00	LENTO	19:00	LENTO	19:00	NORMAL
20:00	NORMAL	20:00	NORMAL	20:00	NORMAL	20:00	NORMAL
21:00	NORMAL	21:00	NORMAL	21:00	NORMAL	21:00	NORMAL
22:00	NORMAL	22:00	NORMAL	22:00	NORMAL	22:00	LENTO

Fonte: Autor, 2023.

Figura 17 - Análise de fluxo quarta feira e quinta Feira

Quarta-Feira				Quinta-Feira			
R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra		R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra	
Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico	Horário	Trânsito Típico
06:00	NORMAL	06:00	LENTO	06:00	NORMAL	06:00	NORMAL
07:00	NORMAL	07:00	NORMAL	07:00	NORMAL	07:00	NORMAL
08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL
09:00	NORMAL	09:00	NORMAL	09:00	LENTO	09:00	NORMAL
10:00	NORMAL	10:00	NORMAL	10:00	LENTO	10:00	NORMAL
11:00	NORMAL	11:00	NORMAL	11:00	LENTO	11:00	LENTO
12:00	NORMAL	12:00	LENTO	12:00	NORMAL	12:00	NORMAL
13:00	NORMAL	13:00	LENTO	13:00	LENTO	13:00	NORMAL
14:00	NORMAL	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL
15:00	NORMAL	15:00	LENTO	15:00	LENTO	15:00	NORMAL
16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL
17:00	NORMAL	17:00	NORMAL	17:00	NORMAL	17:00	NORMAL
18:00	NORMAL	18:00	LENTO	18:00	LENTO	18:00	NORMAL
19:00	NORMAL	19:00	LENTO	19:00	NORMAL	19:00	LENTO
20:00	LENTO	20:00	NORMAL	20:00	NORMAL	20:00	NORMAL
21:00	NORMAL	21:00	LENTO	21:00	NORMAL	21:00	NORMAL
22:00	NORMAL	22:00	NORMAL	22:00	NORMAL	22:00	NORMAL

Fonte: Autor, 2023.

Figura 18 - Análise de fluxo sexta feira e sábado

Sexta-Feira				Sábado			
R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra		R.Enaldo Torres		R.Severino Dutra	
Horário	Trânsito Típicico	Horário	Trânsito Típicico	Horário	Trânsito Típicico	Horário	Trânsito Típicico
06:00	LENTO	06:00	NORMAL	06:00	NORMAL	06:00	NORMAL
07:00	NORMAL	07:00	NORMAL	07:00	NORMAL	07:00	NORMAL
08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL	08:00	NORMAL
09:00	NORMAL	09:00	NORMAL	09:00	NORMAL	09:00	NORMAL
10:00	NORMAL	10:00	NORMAL	10:00	NORMAL	10:00	LENTO
11:00	NORMAL	11:00	LENTO	11:00	NORMAL	11:00	LENTO
12:00	LENTO	12:00	NORMAL	12:00	LENTO	12:00	LENTO
13:00	LENTO	13:00	NORMAL	13:00	LENTO	13:00	NORMAL
14:00	LENTO	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL	14:00	NORMAL
15:00	LENTO	15:00	NORMAL	15:00	NORMAL	15:00	NORMAL
16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL	16:00	NORMAL
17:00	NORMAL	17:00	NORMAL	17:00	NORMAL	17:00	LENTO
18:00	LENTO	18:00	NORMAL	18:00	LENTO	18:00	LENTO
19:00	NORMAL	19:00	LENTO	19:00	NORMAL	19:00	LENTO
20:00	LENTO	20:00	LENTO	20:00	LENTO	20:00	LENTO
21:00	NORMAL	21:00	NORMAL	21:00	LENTO	21:00	NORMAL
22:00	NORMAL	22:00	NORMAL	22:00	LENTO	22:00	NORMAL

Fonte: Autor, 2023.

Após organizar as informações em uma planilha eletrônica apresentada no Quadro 06, o período de maior lentidão foi analisado para identificar o horário crítico. Estabeleceu-se que o horário crítico ocorre entre 10:00 e 12:00 que representaram o maiores horários de lentidão e o volume de tráfego encontrado logo será o período escolhido para realizar a coleta classificatória e direcional dos veículos.

Quadro 5 - Horários Lentos

Quantidade de horários Lentos Na Semana	Horário
4	06:00
1	07:00
0	08:00
2	09:00
3	10:00
7	11:00
6	12:00
4	13:00
2	14:00
7	15:00

1	16:00
5	17:00
7	18:00
7	19:00
5	20:00
3	21:00
1	22:00

Fonte: Autor, 2023.

A quantidade de horários lentos se justificam pois ao analisar a ferramenta de transito do google de acordo do modo que se varia o horário o transito naquelas vias vão sendo representado pela cor verde que indica um transito normal ou mais alaranjado que indica que o transito esta lento, logo é viável contar a quantidade de horários lentos e normais de acordo com o horário, alguns horários podem apresentar maios lentidão mas não significa que terão maior fluxo de carros circulando naquelas via.

- **Contagem semanal dos horários críticos**

De acordo com o DNIT (2006), em seu manual de projeto de interseções, é indicado que a contagem seja classificada por tipo de veículo. A conclusão da contagem deve ocorrer por, no mínimo, três dias, geralmente em dias úteis, durante o horário com maior probabilidade de apresentar o maior fluxo de veículos. Além disso, a contagem deve começar em dois períodos distintos, com duração variando entre 2 e 4 horas cada, e ser subdividida em intervalos de 15 minutos.

Segundo o manual de sinalização Volume V do CONTRAN (2014), é recomendado que a contagem seja classificada por tipo de veículo e pelos movimentos realizados por eles. A coleta de dados deve ocorrer, no mínimo, durante um dia útil típico, subdividido em intervalos de 15 minutos. Os dados coletados estão disponíveis no Apêndice B.

A contagem do fluxo de veículos e pedestres foi realizada de forma manual, seguindo as orientações de Vasconcelos (1982). Os investigadores se posicionaram ao lado das vias do cruzamento, munidos com contadores manuais e Folhas de Campo para registrar os dados. Foram quatro pontos de contagem, denominados Posto de Contagem A e C para coletar o volume de veículos na via principal e Posto de Contagem B e D para coletar os dados da via secundária, conforme ilustrado na classificação dos movimentos na figura 44. Os registros de contagem,

com os resultados do volume de veículos contabilizados, podem ser encontrados no Apêndice B.

A coleta se deu início nos dias 21, 23 e 25 de março de 2022, das 10:00h às 12:00h, foi realizada a cada 15 minutos e realizada nas 4 aproximações existentes que formam a interseção, permitindo o monitoramento contínuo do fluxo de trânsito, conforme as diretrizes do Manual de Sinalização Semafórica do CONTRAN (2014). Durante cada intervalo, foram registradas as ocorrências de veículos, categorizando-os de acordo com o horário e o tipo de conversão realizada - à esquerda, em linha reta ou à direita. A contagem contou com quatro pessoas obtendo os dados onde cada pessoa ficou responsável por registrar as manobras feitas pelos motoristas do seu respectivo ponto de contagem. Como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Pontos de coleta de dados



Fonte: Autor (2023).

Essa pesquisa foi desenvolvida num período de 2 horas, dividida em intervalos de 15 minutos e agrupando os veículos por classes. As classes foram evidenciadas em: motocicletas (M), carros de passeio (P), ônibus (O) e veículos de carga maiores ou iguais a 2 eixos (2C). Os

veículos de carga foram agrupados na mesma classe devido ao baixo volume ônibus na interseção.

As tabelas do Apêndice B apresentam o levantamento da quantidade de veículos que passaram na via durante os 3 dias analisados e serviram como base para os cálculos do volume médio em cada movimento. Com o volume médio de cada tipo de veículo, em cada momento crítico estabelecido, definiu-se a hora-pico na interseção.

c) Condição do local é segura?

Nessa fase, foram verificadas se no local há características as quais estão relacionadas principalmente à geometria da via nas proximidades da interseção, como curvas horizontais ou verticais acentuadas, presença de edificações ou outros elementos que obstruam a visibilidade dos movimentos conflitantes, ou configuração da interseção que dificulte a identificação clara da via principal. No caso desta última situação, a instalação de sinalização semafórica somente é justificada após a realização de testes sem sucesso de diferentes alternativas por meio de sinalização horizontal e vertical para solucionar o problema.

d) Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV?

A implantação da sinalização semafórica na abordagem veicular visa, principalmente, propiciar segurança e fluidez ao fluxo da via secundária. Assim, para o caso da utilização de sinalização semafórica de tempo fixo, é preciso verificar se, para o tempo de ciclo que a sinalização semafórica teria caso fosse instalada, existiriam ciclos sem nenhuma demanda na via secundária, isto é, ciclos vazios.

Para que a sinalização semafórica seja instalada segundo este critério, o número de ciclos vazios por hora, na hora-pico, deve ser inferior a um limite estabelecido pelo projetista (NLCV) em função das características gerais de cada cidade. No entanto, em todas as situações, NLCV deve ser menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora (NC). A estimativa do número de ciclos vazios na hora-pico (sem demanda na via secundária) é feita de acordo com os passos a seguir:

Passo 1: determinação do tempo de ciclo (C) em segundos, que a sinalização semafórica teria, se instalado, ou, no caso de interseção inserida em via com sinalização semafórica operando de

modo coordenado, adoção do tempo de ciclo da rede. O tempo de ciclo da rede somente deve ser considerado se pelo menos uma das interseções adjacentes estiver a menos de 500m da interseção estudada.

Passo 2: determinação do número de ciclos por hora (NC)

$$NC = \frac{3600}{C} \quad (1)$$

Passo 3: determinação do fluxo total das aproximações da via secundária (FTS), expresso em termos de unidade de carros de passeio (ucp) por hora.

Passo 4: determinação do número médio de veículos por ciclo, em termos de ucp, nas aproximações da via secundária (m).

$$m = \frac{FTS}{NC} \quad (2)$$

Passo 5: determinação do número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária, ou seja, do número de ciclos em que não existem veículos na via secundária chegando à interseção (NCV).

$$NCV = e^{-m} \times NC \quad (3)$$

onde:

e = base dos logaritmos neperianos (igual a 2,72) A determinação do NCV pressupõe que as chegadas às aproximações da via secundária são aleatórias, seguindo uma distribuição de Poisson.

Quando o fluxo que chega ao menos a uma das aproximações da via secundária for proveniente de uma sinalização semafórica a montante, o pressuposto de chegadas aleatórias não mais se verifica. Assim, o valor do NCV estimado pelo procedimento anteriormente descrito deve ser utilizado com reservas. O ideal, nesses casos, é estimar NCV por meio de recursos mais elaborados, como técnicas de simulação da operação do tráfego em rede.

e) Solução não semafórica

Adotar solução que promova a segurança do tráfego na interseção sem comprometer desnecessariamente a fluidez da via principal. Dentre as soluções possíveis, referidas no manual, destaca-se: redução das velocidades nas aproximações, adequação da geometria, implantação de minirrotatórias e mudança no sentido de circulação com eliminação do conflito.

f) Sinalização semafórica

Definir a estratégia e o tipo de controle a ser propiciado pela sinalização semafórica. O dimensionamento do plano semafórico para a situação definida deve ser realizado de acordo com os procedimentos apresentados nos Capítulos 7 a 9 presentes no Manual Volume V - Sinalização Semafórica do CONTRAN, estudo será abordado no próximo item.

3.2 Dimensionamento Semafórico

Após a coleta dos dados relativo ao trânsito e comprovada a real necessidade de instalação de um grupo semafórico então inicia-se o dimensionamento dos semáforos, que para este trabalho, foi utilizado a metodologia apresentada pelo CONTRAN, porém com algumas adaptações que serão descritas nos passos subsequentes. Todos os cálculos necessários ao dimensionamento foram feitos em planilha Excel.

3.2.1 Classificação Dos Movimentos

Para compreender o comportamento da interseção de forma mais detalhada, foi feito um estudo dos movimentos regulamentados e gerado o Diagrama de Conflitos. A interseção em pauta apresenta elevado fluxo de veículos e movimentos conflitantes. Portanto a Figura 20 apresenta todos os movimentos classificados de acordo com o tipo de intersecção.

Figura 20 - Movimentos vigentes em um cruzamento

MV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		DIV	DIV	INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	INT	INT	INT	CONV
2	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT
3	DIV	DIV		INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT	CONV	INT	N-INT
4	INT	INT	INT		DIV	DIV	INT	N-INT	CONV	N-INT	INT	N-INT
5	N-INT	N-INT	N-INT	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT
6	CONV	N-INT	INT	DIV	DIV		INT	N-INT	INT	INT	INT	CONV
7	N-INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT		DIV	DIV	INT	CONV	N-INT
8	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT
9	INT	CONV	INT	CONV	N-INT	INT	DIV	DIV		INT	INT	N-INT
10	INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT		DIV	DIV
11	INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT	CONV	N-INT	INT	DIV		DIV
12	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	DIV	DIV	

Fonte: Autores (2023).

Com isso se faz necessário analisar todos os movimentos no cruzamento em estudo e definir os grupos de movimentos e a quantidade de estágios que será necessário para o funcionamento do semáforo.

Posterior a isso com os dados dos movimentos já classificados e de acordo com o fator de equivalência dos veículos(ucp), pode-se obter os valores de taxa de ocupação pra cada aproximação, com isso somasse todas as aproximações a qual aquele grupo de movimento pertence e terá a taxa do fluxo de saturação de cada grupo de movimentos, esse número é imprescindível para os cálculos que precisará ser realizado. É calculado da seguinte maneira;

$$y = \frac{F}{FS} \quad (4)$$

Em que:

y – Taxa de ocupação;

F – Taxa de fluxo do grupo de movimentos, em ucp/h;

FS – Fluxo de saturação do grupo de movimentos, em ucp/h;

3.2.2 Métodos Para Determinar O Fluxo De Saturação (F_s)

O Highway Capacity Manual (HCM) é um guia amplamente utilizado internacionalmente para estimar o Fluxo de Saturação em estradas. Publicado pelo Transportation Research Board (TRB), a versão mais recente lançada em 2010, porém o Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica (DENATRAN, 2014) utilizou a versão de 2000 do HCM (TRB, 2000). Esse método leva em consideração várias variáveis para o cálculo do F_s , para o trabalho em questão não será usado esse método por falta de algumas variáveis, porém não irá perder qualidade no dimensionamento uma vez que no próprio CONTRAN tem-se opções de valores que pode ser usado para o cálculo com base em algumas premissas a primeira delas é a viabilidade de adotar valores de fluxo de saturação com valores que variam entre 1600 e 2000 ucp/h por faixa uma vez pode variar de acordo com as condições do tráfego, do ambiente e da velocidade via,

Segundo o DENATRAN (2014), o HCM 2000 recomenda que seja adotado o valor de 1900 ucp/h para o fluxo de saturação básico. Assim, o fluxo de saturação básico para o conjunto considerado de faixas de trânsito é obtido pela multiplicação desse valor pelo número de faixas do conjunto (N). Portanto é válido prosseguir com os cálculos adotando valores entre 1600 e 2000 ucp/h.

3.2.3 Tempo de ciclo pelo método de webster

Segundo CONTRAN (2014), é o tempo necessário que seja cumprido o ciclo inteiro de uma sinalização semafórica, que é a soma de tempo de todos os estágios. Em situações comuns, o ciclo não deve ultrapassar 120 segundos, evitando tempos de espera muito longos. O método de Webster, procura obter o ciclo ótimo, expresso na Equação abaixo, de forma que o tempo de espera seja mínimo, partindo do pressuposto que ocorre chegadas aleatórias nas aproximações.

$$t_{co} = \frac{1,5 + T_p + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i} \quad (5)$$

Tal que:

t_{co} – Tempo de ciclo ótimo, em segundos;

T_p – Tempo perdido total, em segundos;

y_i – Taxa de ocupação do grupo de movimentos críticos do estágio i ;

n – Número de estágios.

3.2.4 *Tempo de entreverdes*

Segundo CONTRAN (2014), o entreverde para os veículos deve assegurar a travessia por parte destes, de forma que, ao perceberem que estão perdendo o direito de passagem e se encontram na linha de retenção, consigam seguir com segurança, já que a frenagem poderá comprometer a segurança. Usualmente adota-se um valor de 1,0 segundo para o tempo de percepção, $3,0 \text{ m/s}^2$ para a taxa de frenagem e quando o fluxo for predominantemente constituído por automóveis, adota-se o comprimento do veículo de 5,0 metros. (CONTRAN, 2014).

$$t_{ent} = t_{pr} + \frac{v}{2(aad \pm i \times g)} + \frac{d_2 + c}{v} \quad (6)$$

Em que

t_{ent} – Tempo de entreverdes, em segundos;

t_{pr} – Tempo de percepção e reação do condutor, em segundos; v – Velocidade do veículo, em m/s;

aad – Máxima taxa de frenagem admissível, em m/s^2 ;

i – Inclinação da via na aproximação, em m/m, considerando “+” quando a rampa for ascendente e “-” quando for descendente;

g – Aceleração da gravidade ($9,8 \text{ m/s}^2$);

d_2 – Extensão da trajetória do veículo entre a linha de retenção e o término da área de conflito, em metros;

c – Comprimento do veículo, em metros;

3.2.5 *Tempo de verde efetivo*

O tempo de verde efetivo corresponde ao tempo de verde que efetivamente é utilizado pelo grupo de movimento crítico, utilizando o valor do fluxo de saturação (CONTRAN, 2014). É calculado através da Equação abaixo.

$$t_{v,efet,i} = (t_c + T_p) \times \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad (7)$$

Em que:

$t_{v,ef,i}$ – Tempo de verde efetivo do estágio i , em segundos;

t_c – Tempo do ciclo, em segundos;

t_p – Tempo perdido total, em segundos;

y_i – taxa de ocupação do grupo de movimentos críticos do estágio i ;

n – Número de estágios.

3.2.6 *Tempo de verde real*

Segundo CONTRAN (2014), o verde real é o tempo que o grupo focal permanece verde durante um ciclo. O mesmo faz uma relação com o verde efetivo, conforme mostra a Equação a seguir. Para o estágio de pedestres, o tempo de verde efetivo é igual ao real, sendo adotado um valor mínimo de 4 segundos, entretanto, é recomendado 7 segundos.

$$t_{v,real} = t_{v,efet,i} - t_{ent} + t_{pin} + t_{pfn} \quad (8)$$

Tal que,

$t_{v,real}$ – Tempo de verde real, em segundos;

$t_{v,efet}$ – Tempo de verde efetivo, em segundos;

tent – Tempo de entreverdes, em segundos;

tpin – Tempo perdido no início, em segundos;

tpfn – Tempo perdido no final, em segundos;

3.2.7 Recalculo Da Programação

Em situações que o tempo de verde for inferior ao verde de segurança, que varia entre 10 e 20 segundos, é necessário o recalculo da programação de tal forma que esta condição seja satisfeita. (CONTRAN, 2014). Para que a condição seja satisfeita, a (Equação método de Webster) deve ser reescrita conforme a (Equação Recalculo da programação (a)), que combinada com a (Equação de tempo real), formando a (Equação Recalculo da programação (b)). Para obter as frações de verde, é necessário impor o grau de saturação desejado. Os tempos de verde das demais situações, é calculado conforme a (Equação de tempo de verde efetivo) (CONTRAN, 2014).

Equação Recalculo da programação (a)

$$t_c = t_c \times p_1 + t_c \times p_2 + \dots + t_c \times p_i + \dots + t_c \times p_n + T_p \quad (9)$$

Equação Recalculo da programação (b)

$$t_c = t_c \times p_1 + \dots + t_{v,seg,j} + t_{ent,j} - t_{pin,j} - t_{pfn,j} + \dots + t_c \times p_n + \quad (10)$$

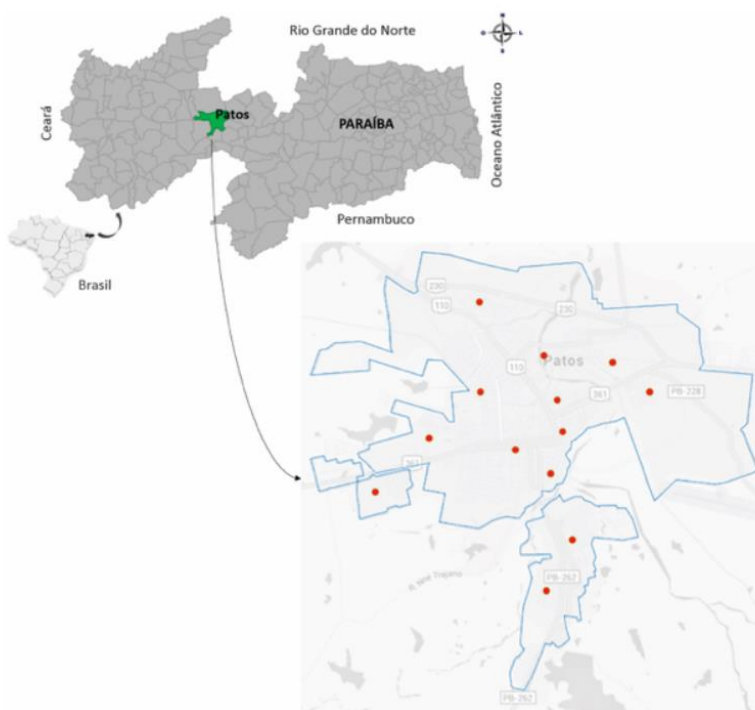
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram apresentados de acordo com as etapas definidas na metodologia e as discussões baseadas na bibliografia, facilitando a descrição das etapas desenvolvidas e o entendimento dos resultados encontrados, interpretando e organizando os dados coletados de maneira coerente com os objetivos ansiados.

4.1 Caracterização e delimitação da área de estudo

Patos é uma cidade brasileira situada no território paraibano mostrado na Figura 21. Classificando-se como o quarto município mais habitado do estado, apresenta ainda a maior quantidade de habitantes entre as cidades que compõem a área geográfica conhecida como Sertão Paraibano, estimada em aproximadamente 108.192 indivíduos de acordo com o IBGE (2020).

Figura 21 - Localização de Patos



Fonte: IBGE Cidades (2020)

De acordo com informações fornecidas pelo IBGE, durante o período de 2010 a 2020, houve um aumento significativo de 82,24% no número de veículos automotores e de 78,85%

no número de motocicletas. Esse crescimento da motorização da população como mostrado na Figura 22, resultou em um aumento no uso de transporte individual, enquanto o incentivo aos deslocamentos por meio de transporte coletivo e modos não motorizados foi negligenciado. Essa situação é evidenciada pela ausência de ciclovias na cidade, falta de acessibilidade adequada nas calçadas e inexistência de serviços de transporte público coletivo.

Figura 22 - Tabela com dados da frota Patoense de veículos

Tipo/Ano	Motocicleta/ Motoneta	Automóvel/ Camioneta	Ônibus/Micro Ônibus	Caminhão, Caminhão trator e Caminhonete.	Outros	Frota total	Crescimento Anual da Frota
2010	16.472	9.397	164	2.528	289	28.850	-
2011	19.230	10.490	176	2.751	365	33.012	4.162
2012	20.826	11.470	189	2.915	413	35.813	2.801
2013	22.312	12.500	202	3.106	498	38.618	2.805
2014	23.352	13.386	214	3.243	571	40.766	2.148
2015	24.581	14.076	221	3.320	1.332	43.530	2.764
2016	25.394	14.557	222	3.388	2.297	45.858	2.328
2017	26.233	14.956	219	3.362	2.584	47.354	1.496
2018	27.124	15.662	211	3.510	2.645	49.152	1.798
2019	28.279	16.279	223	3.630	2.764	51.175	2.023
2020	29.121	17.138	230	3.828	2.916	53.233	2.058

Fonte: IBGE Cidades (2020)

A figura 23 mostra o cruzamento estudado em destaque, que é formado pelos cruzamentos das vias Enaldo torres com a Severino Dutra, são caracterizadas como vias de pista simples e possuem 2 faixas de tráfego, sendo ambas de jurisdição municipal.

Figura 23 - Localização de área de estudo



Fonte: Google Earth, 2023.

Nota-se que próximo ao local de estudo existe alguns PGV'S mostrado na Figura 24, como escritórios, farmácia, posto de combustível e indústrias, o que intensifica o trânsito na localidade.

Figura 24 - Polos geradores de tráfego



Fonte: Google Earth, 2023.

4.2 Vistorias *in loco* e coleta de dados (segurança e fluidez)

As vistorias *in loco* e a coleta de dados são etapas fundamentais em um estudo de tráfego para o dimensionamento de um semáforo. Essas atividades são essenciais para obter informações precisas e atualizadas sobre a segurança e a fluidez do trânsito em determinada interseção.

Durante as visitas *in loco*, os especialistas visitam o local onde o semáforo será instalado ou modificado. Eles observam diretamente as condições da interseção, analisam os pontos de conflito e identificam possíveis problemas que podem afetar a segurança e o fluxo de veículos.

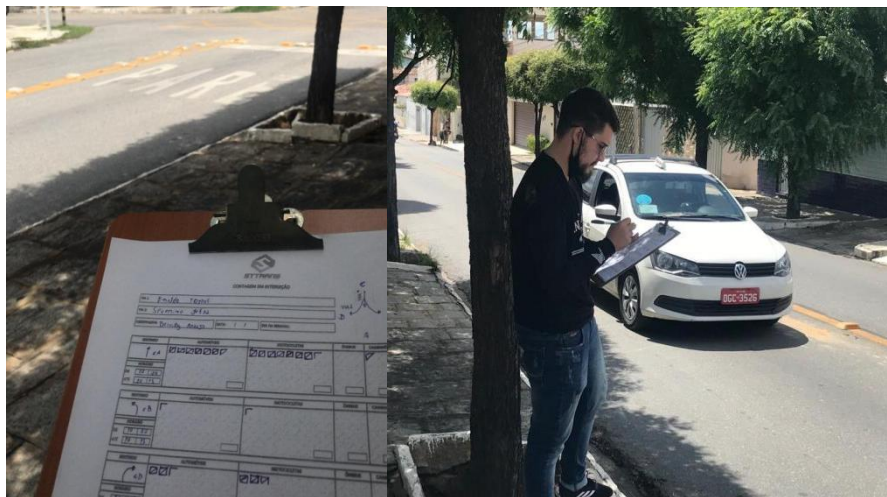
Essa análise visual é crucial para compreender a geometria da via, a sinalização existente, a presença de faixas de pedestres. Essa abordagem permite não apenas avaliar o comportamento dos motoristas, mas também obter informações relevantes sobre o fluxo de tráfego.

Figura 25 - Vistoria *In loco*



Fonte: Autor (2023).

Figura 26 - Contagem volumétrica dos veículos



Fonte: Autor (2023).

4.3 Avaliação e análise da efetiva necessidade de implantação da sinalização semafórica

4.3.1 Local está em fase de projeto

A receber os dados, é importante analisar se o local em questão está passando por algum projeto. Após consultar o STTRANS/Patos, órgão municipal responsável pelo trânsito, foi informado que não há previsão de mudanças na geometria ou sinalização do local e das áreas próximas. Portanto, o local em estudo não está em fase de projeto.

4.3.2 Abordagem

A estratégia adotada para atender às necessidades do local é a abordagem veicular, uma vez que a circulação de pedestres é praticamente inexistente e o tráfego de veículos é intenso. Portanto, será dada prioridade à abordagem que se concentra no trânsito de veículos. É importante destacar que foi observado um alto nível de conflito de tráfego no local durante as visitas *in loco*.

4.3.3 Análise de Colisões

Com base em uma planilha disponibilizada pelo núcleo de educação do STTRANS, que continha registros de acidentes de trânsito entre janeiro de 2018 e junho de 2019, foram identificados 13 acidentes nas vias R. Enaldo Torres e R. Severino Dutra. A principal causa desses acidentes foi a colisão entre carros e motos (Apêndice A). É importante destacar que moradores e comerciantes locais têm solicitado melhorias no trânsito devido ao número de conflitos observados.

Embora as colisões possam ter sido evitadas com a implementação de sinalização semafórica, não é possível afirmar com certeza, pois os registros de acidentes não indicavam se ocorreram exatamente no cruzamento entre as vias. Devido à falta de informações mais específicas sobre o tipo de colisão, localização e registros de um período mais extenso (no mínimo, três anos de registros de acidentes no trânsito), não é possível determinar se a sinalização semafórica poderia ter evitado os acidentes.

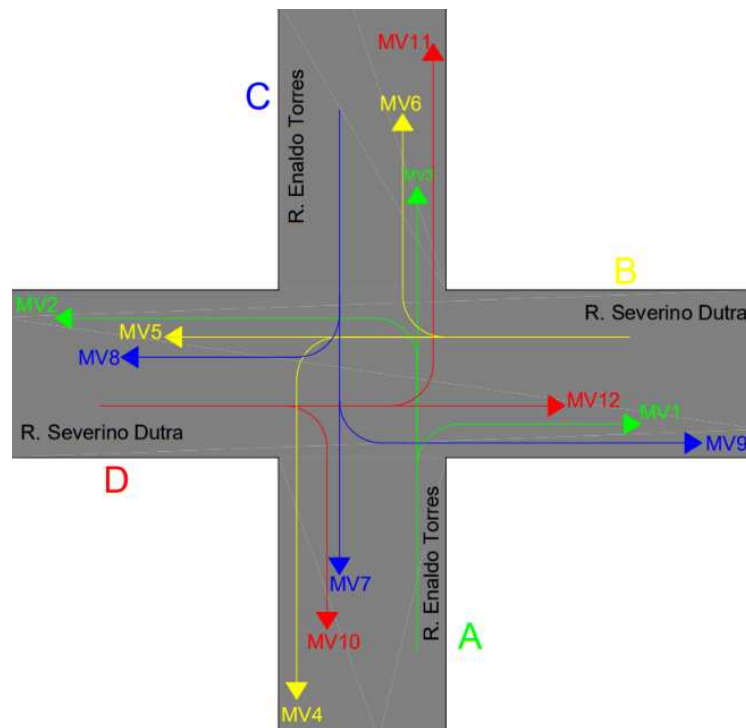
Como não foram disponibilizados dados concretos para análise desta situação, é necessário considerar que o problema não foi resolvido e, portanto, é preciso dar continuidade ao estudo.

4.3.4 Efetuar Pesquisas Iniciais.

A fase que precede o dimensionamento dos semáforos é crucial, pois fornece as informações necessárias para uma programação adequada. De acordo com o CONTRAN (2014), o volume de tráfego flutua ao longo do tempo, sendo influenciado por fatores como hora, dia, mês, ano e até mesmo conforme características específicas da cidade e do local onde o volume será medido.

Portando, foi elaborado o diagrama de movimentos que podem ser realizados na interseção. A interseção apresenta quatro aproximações, viabilizando 12 conversões veiculares e 4 movimentos de pedestres. Com a análise dos movimentos no cruzamento, foi identificado os conflitos veiculares e de pedestres existentes. O diagrama explícito na Figura 27, apresenta os conflitos gerados.

Figura 27 - Classificação de movimentos no cruzamento estudado



Fonte: Autor, 2023.

Quadro 6 - Movimentos Vigentes

Aproximação	Grupo de Movimentos	Movimentos Vigentes
A	GM1	M1, M2 e M3
B	GM2	M4, M5 e M6
C	GM3	M7, M8 e M9
D	GM4	M10, M11 e M12

Fonte: Autores, 2023.

Ao analisar o Quadro 8, foi possível constatar a existência de 108 movimentos conflitantes, ou seja, situações em que os veículos se interceptam ou convergem, podendo gerar aser na interseção e alterar o fluxo viário. Para controlar esses conflitos, é necessário utilizar elementos de sinalização. Devido à quantidade significativa de conflitos, a análise semafórica foi considerada uma solução possível

Quadro 7 - Classificação dos Movimentos quanto a sua Trajetória

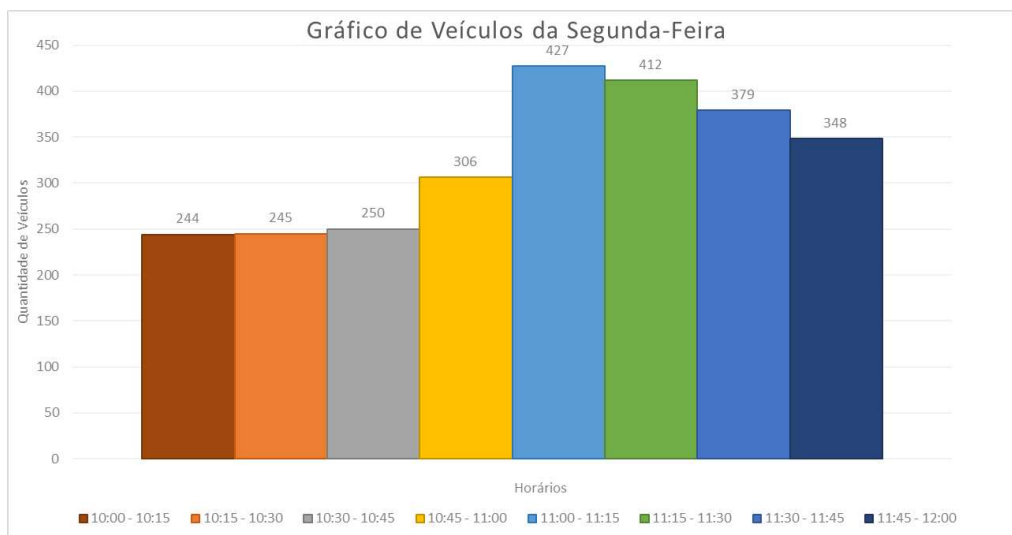
MV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		DIV	DIV	INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	INT	INT	INT	CONV
2	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT
3	DIV	DIV		INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT	CONV	INT	N-INT
4	INT	INT	INT		DIV	DIV	INT	N-INT	CONV	N-INT	INT	N-INT
5	N-INT	N-INT	N-INT	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT
6	CONV	N-INT	INT	DIV	DIV		INT	N-INT	INT	INT	INT	CONV
7	N-INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT		DIV	DIV	INT	CONV	N-INT
8	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	DIV		DIV	CONV	N-INT	N-INT
9	INT	CONV	INT	CONV	N-INT	INT	DIV	DIV		INT	INT	N-INT
10	INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT		DIV	DIV
11	INT	N-INT	INT	INT	CONV	INT	CONV	N-INT	INT	DIV		DIV
12	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	N-INT	CONV	N-INT	N-INT	N-INT	DIV	DIV	

Fonte: Autor,2023.

As tabelas do Apêndice B apresentam o levantamento da quantidade de veículos que passaram na via durante os 3 dias analisados e serviram como base para os cálculos do volume médio em cada movimento. Com o volume médio de cada tipo de veículo, em cada momento crítico estabelecido, definiu-se a hora-pico na interseção.

Os Gráficos a seguir mostram a quantidade de veículos no cruzamento nos dias estudados.

Gráfico 1 - Fluxo de veículos na segunda-feira

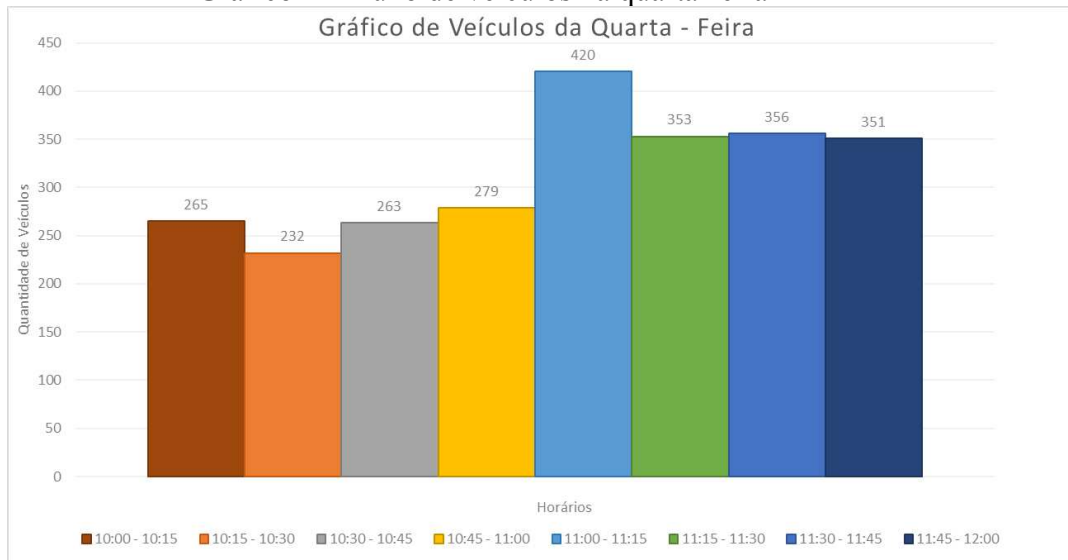


Fonte: Autor, 2023.

Com os dados do levantamento volumétrico do primeiro dia de contagem se evidencia alguns aspectos.

- 2607 veículos passaram pelo cruzamento durante as duas horas de estudo.
- Aumento gradual do tráfego: Entre 10:00 e 11:00, o número de veículos aumenta gradualmente, passando de 244 veículos no intervalo das 10:00 às 10:15 para 306 veículos no intervalo das 10:45 às 11:00 um aumento de 2,22%. Isso pode indicar um aumento no fluxo de tráfego à medida que a manhã avança;
- Pico de tráfego: O maior número de veículos é registrado entre 11:00 e 11:15, com 427 veículos. Isso pode ser considerado o pico de tráfego durante o período analisado. Representando 16,38% do total de veículos;
- Diminuição do tráfego após o pico: Após o pico de tráfego, o número de veículos começa a diminuir gradualmente. Entre 11:15 e 12:00, o número de veículos cai de 412 para 348. Isso pode indicar que o fluxo de tráfego começa a diminuir após o pico. Uma queda de 3,00%;

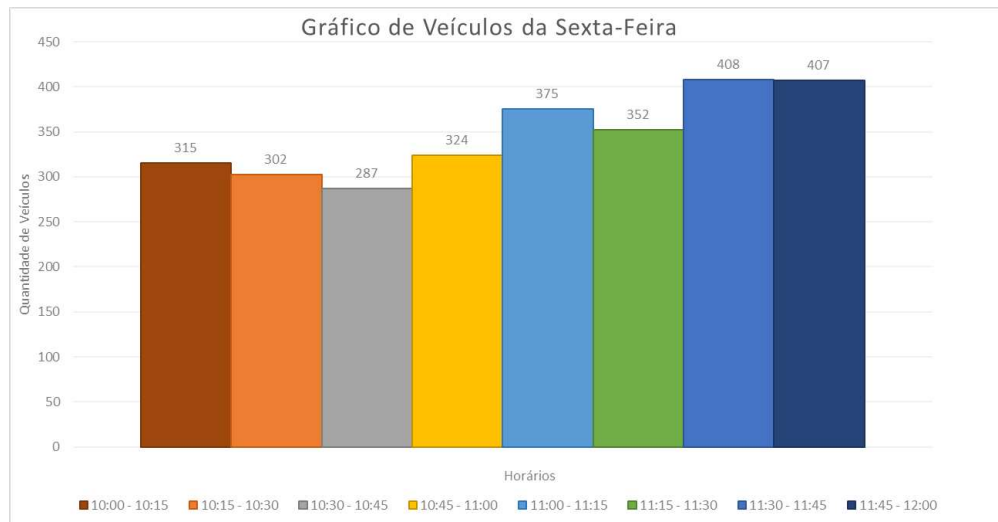
Gráfico 2 - Fluxo de veículos na quarta-feira



Fonte: Autor, 2023.

- 2519 veículos passaram pelo cruzamento durante as duas horas de estudo;
- Flutuação do tráfego antes do pico: Entre 10:00 e 11:00, o número de veículos flutua, mas em geral, há um aumento gradual no tráfego. O intervalo das 10:15 às 10:30 apresenta uma diminuição no número de veículos (232), mas depois disso, o tráfego volta a aumentar;
- Pico de tráfego: O maior número de veículos é registrado entre 11:00 e 11:15, com 420 veículos. Isso pode ser considerado o pico de tráfego durante o período analisado. Representando 16,67% do total de veículos;
- Estabilização do tráfego após o pico: Após o pico de tráfego, o número de veículos se estabiliza entre 353 e 356 veículos nos intervalos de 11:15 a 11:45. No intervalo das 11:45 às 12:00, o número de veículos diminui para 351. Diminuindo uma média de 3,00% em relação ao horário pico;

Gráfico 3 - Fluxo de veículos na sexta-feira



Fonte: Autor, 2023.

- 2770 veículos passaram pelo cruzamento durante as duas horas de estudo;
- Flutuação do tráfego antes do pico: Entre 10:00 e 11:00, o número de veículos flutua, mas em geral, há um aumento gradual no tráfego. O intervalo das 10:30 às 10:45 apresenta uma diminuição no número de veículos (287), mas depois disso, o tráfego volta a aumentar;
- Pico de tráfego: O maior número de veículos é registrado entre 11h30 e 11h45, com 408 veículos. Isso pode ser considerado o pico de tráfego durante o período analisado. Representando 14,73% do total de veículos;
- Após o pico de tráfego, o número de veículos continua em torno 400 veículos nos intervalos de 11:45 a 12:00;
- Os Horarios de 11h30 a 12h00 concentram um total de 815 veículos que representa 29,42% do total de veículos, o que inclui que esse horário não há uma baixa de veículos trafegando;

Ao examinar os dados de contagem de veículos ao longo de intervalos de tempo diferentes nos três dias distintos da semana, é possível identificar algumas tendências.

Primeiramente, é válido notar que o número de veículos tende a aumentar ao longo da manhã, atingindo um pico por volta das 11h00 às 11h15 e depois variando gradualmente. Isso pode indicar que a maioria das pessoas estão voltando do o trabalho ou escola durante esse período.

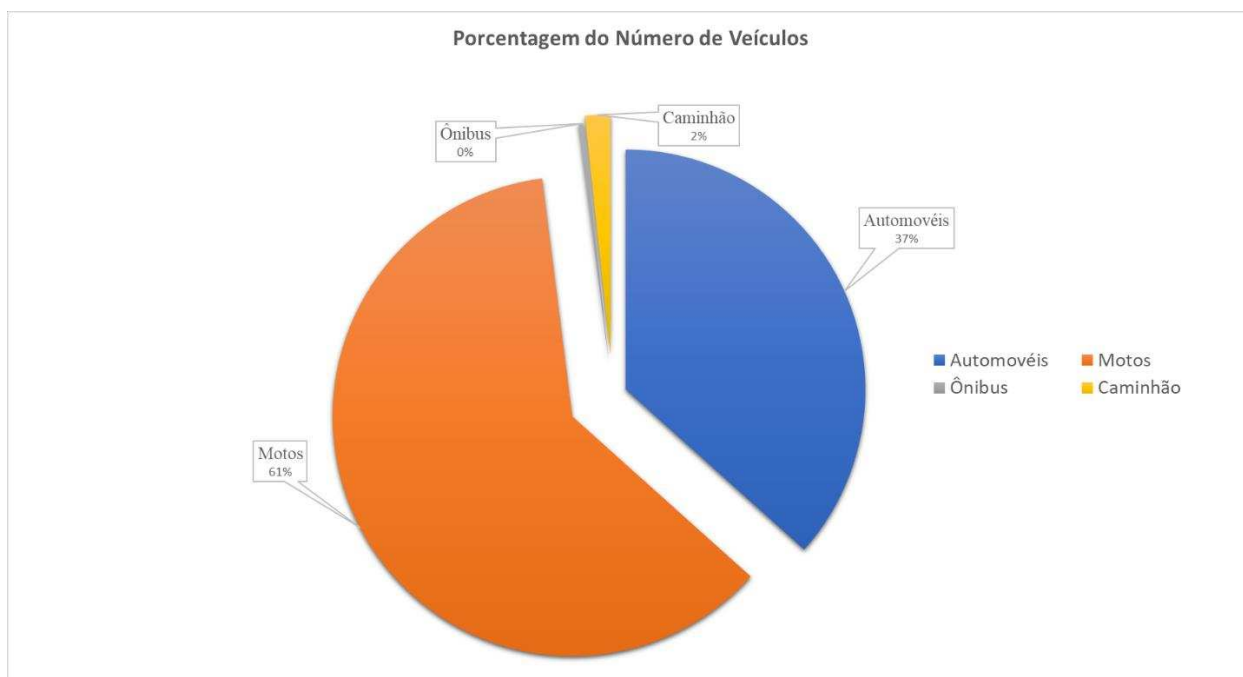
Além disso, é possível constatar que a sexta-feira registra o maior volume médio de veículos, seguida pela segunda-feira e, em seguida, pela quarta-feira. Essa tendência sugere que a sexta-feira é o dia da semana com maior movimento nas vias, enquanto a segunda-feira e a quarta-feira também apresentam um fluxo considerável de veículos.

Essas variações podem estar relacionadas a fatores como dias úteis e fluxo de tráfego típico de cada dia da semana. Outra observação interessante é que, embora haja alguma variação no número de veículos entre os diferentes intervalos de tempo, as diferenças não são muito grandes. Isso sugere que o tráfego é relativamente consistente ao longo da manhã e que não há grandes picos ou quedas em nenhum momento específico.

Com base nas informações coletadas no local, é possível descrever os tipos de veículos que apresentam maior circulação no cruzamento em análise. O gráfico 4 ilustra a porcentagem desses veículos em relação à média dos três dias de coleta de dados.

Essa análise permitiu uma melhor compreensão da composição do trânsito no cruzamento, auxiliando na identificação de padrões.

Gráfico 4 - Porcentagem de Veículos

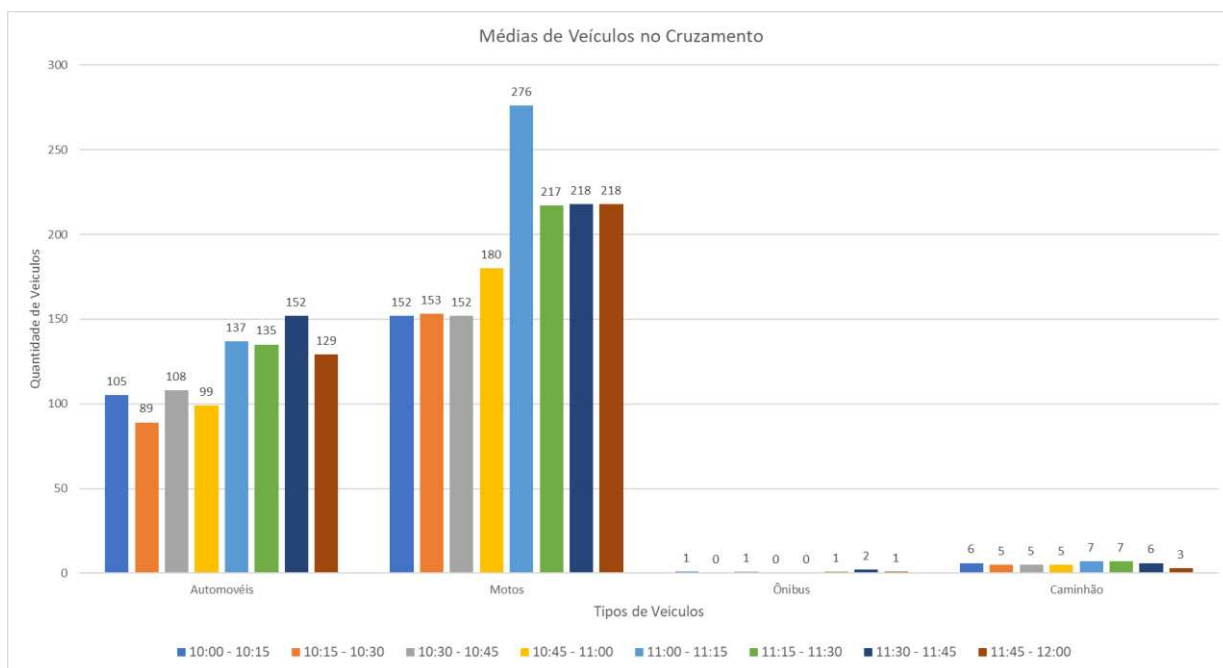


Fonte: Autor, 2023.

No gráfico 4 em formato de pizza é possível observar as porcentagens dos tipos de veículos que trafegam pelas vias. Nota-se que grande parcela do gráfico é representado por automóveis e motos, contendo respectivamente 37% e 61%.

O Gráfico 5 exibe uma média de veículos classificados por tipo que transitaram durante três dias de contagem, com intervalos de 15 minutos. É notável que o horário crítico é das 11h às 11h15, com um total de 276 veículos cruzando o ponto de contagem. Automóveis e motos se destacam como os veículos mais contabilizados no estudo, em contraste com ônibus e caminhões que pouco transitaram na área de estudo.

Gráfico 5 - Médias de Veículos no Cruzamento



Fonte: Autores, 2023

Após analisar os dados coletados ao longo de três dias, foi possível concluir que a sexta-feira (25/03/2022) registrou o maior volume de tráfego, tornando-se o dia crítico para dar continuidade ao estudo. Com base nessa identificação, foi necessário converter a quantidade de veículos que passaram durante o pico de trânsito em unidades de carros de passeio por hora (UCP/Hora). Para isso, multiplicou-se a quantidade de cada tipo de veículo durante a hora de maior fluxo pelos fatores de equivalência disponíveis na Tabela 1

Tabela 1 - Volume de Veículos em UCP/Hora

Veículos	Quantidade	Fator de Equivalência	Volume UCP/Hora
Automóveis	1083	1	1083
Motocicleta	1630	0,33	537,9
Ônibus	10	2	20
Caminhão	47	2	94
TOTAL			1734,9

Fonte: Autores, 2023

Ao analisar a Tabela 2, pode-se verificar os valores de aproximação e conversão de veículos. É evidente que o volume final de veículos que atravessam a interseção é de 1734,9 UCP/hora, o que corresponde ao valor total do volume de veículos durante o horário de pico, conforme indicado na Tabela 1, também de 1734,9 UCP/ hora.

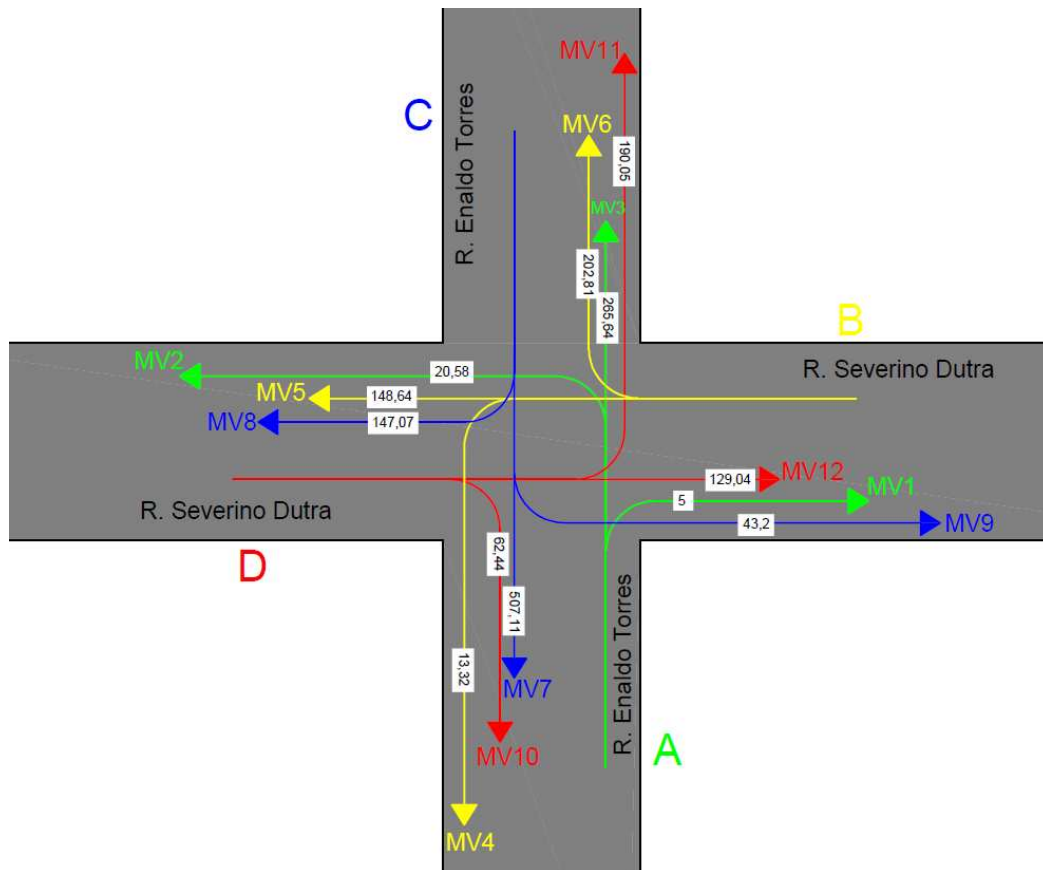
Tabela 2 - Aproximações na via

Aproximação	GRUPO DE MOVIMENTO	Volume UCP/Hora
Aproximação A	GM1	291,22
Aproximação B	GM2	364,77
Aproximação C	GM3	697,38
Aproximação D	GM4	381,53
TOTAL		1734,9

Fonte: Autor, 2023.

Com base nos dados fornecidos na Tabela 2, pode se concluir que a Rua Enaldo Torres será designada como a via principal, uma vez que a soma dos grupos de movimento GM1 e GM3 resulta em 988,6 Unidades de Carro de Passeio (UCP). Por outro lado, a Rua Severino Dutra será considerada uma via secundária, com os grupos de movimento GM2 e GM4 totalizando 746,3 UCP. Além disso, pode se criar um mapa de diagrama de movimentos que apresenta os valores correspondentes de UCP para cada movimento observado, permitindo a recepção de mais informações.

Figura 28 - Mapa do Fluxo de Movimentos por Conversão em UCP/Hora



Fonte: Autor, 2023.

Ficou evidente que cerca de 78,16% dos veículos que trafegam pela via principal atravessam a intersecção, enquanto 37,21% dos veículos nas vias secundárias também cruzam o mesmo ponto. Dos quatro movimentos que mais apresentam UCP MV7, MV3, MV6 E MV11 os movimentos 7 e 3 que são os maiores são movimentos do tipo reto, ou seja, que atravessam a intersecção. Analisando a via secundaria tem-se que os movimentos mais realizados são a esquerda ou direita com 67,79%.

Esses números representam um volume significativo de veículos com potencial para se envolver em colisões e causar acidentes de trânsito. Essas ações são resultado do tempo prolongado de espera para cruzar a via principal, que possui prioridade. Como resultado, os condutores acabam fazendo exatamente à esquerda e à direita, além de executarem manobras arriscadas, como evidenciado pela análise das imagens registradas no local, mostradas no próximo tópico.

4.3.5 *Condição de segurança no local*

Com o objetivo de garantir a segurança dos usuários, foram realizadas visitas *in loco* para realizar uma avaliação abrangente das condições da via. Durante essas visitas, foi examinado a situação das sinalizações presentes, onde foi possível verificar o estado da via, a geometria do cruzamento e como também a topografia do local.

É importante ressaltar que as sinalizações horizontais nas proximidades e no próprio cruzamento apresentam um excelente estado de conservação. Além disso, essas sinalizações são de fácil visualização, o que contribui para uma melhor orientação dos condutores. Essa constatação é comprovada pelas Figuras 29 e 30, nas quais é possível observar a clareza e a nitidez dessas sinalizações.

Figura 29 - Sinalização na rua Severino Dutra



Fonte: Autor, 2023.

Figura 30 - Sinalização na interseção de estudo



Fonte: Autor, 2023.

No entanto, é necessário destacar que, apesar da presença e da boa condição das sinalizações, nem sempre elas são devidamente respeitadas pelos usuários da via. Essa falta de cumprimento das normas e diretrizes de trânsito pode representar um risco para a segurança dos

condutores e pedestres que utilizam o cruzamento em questão. Portanto, é essencial promover uma conscientização contínua sobre a importância de seguir as sinalizações e as regras de trânsito, visando garantir a segurança de todos os envolvidos.

Durante a visita realizada no local, foi possível identificar claramente os pontos de conflito presentes no cruzamento Figura 31, os quais se tornam ainda mais inevitáveis com o aumento do volume de veículos circulando pela via. É importante destacar que as conversões efetuadas pelos condutores nesses pontos apresentam um alto grau de risco. Na maioria das vezes, os motoristas precisam realizar uma cuidadosa avaliação ao adentrar o cruzamento, cientes de que um erro de julgamento pode resultar em uma colisão grave. Essas conversões perigosas são observadas em diferentes trechos do cruzamento, conforme ilustrado na Figura 30. Dessa forma, é imprescindível adotar medidas que visem a mitigação desses riscos e a melhoria da segurança para todos os usuários da via.

Figura 31 - Pontos de conflitos



Fonte: Autor, 2023.

Após analisar a geometria e topografia do cruzamento Figura 32, chega-se à conclusão de que se trata de um cruzamento com ângulos retos e em nível. Essa configuração proporciona uma melhor visualização das aproximações, contribuindo para a segurança no trânsito. Além disso, constata-se que as sinalizações presentes estão adequadas e em conformidade com o "Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito" (2014). Também foi evidenciado que as vias estão bem preservadas e possuem lombadas para reduzir a velocidade dos veículos.

No entanto, durante as visitas realizadas no local e ao analisar as condições de sinalização, estado da via e os pontos de conflito existentes no cruzamento, ficou evidente a necessidade da implantação de um sistema semafórico no local. Essa medida se torna essencial devido à insegurança enfrentada pelos usuários que trafegam por essa área. Com a presença de um semáforo adequado, será possível melhorar o fluxo de veículos, controlar o tráfego de forma mais eficiente e, conseqüentemente, garantir a segurança de todos os envolvidos.

Figura 32 - Geometria de Via



Fonte: Autor, 2023.

4.3.6 *Análise de ciclos vazios*

Segundo as diretrizes do Manual de Sinalização Volume V do CONTRAN, quando um cruzamento está situado a uma distância inferior a 500 metros de um conjunto semafórico, o tempo de ciclo operante na rede é utilizado para fins de cálculo. A intersecção em estudo está localizada a menos de 400 metros do semáforo que se encontra na intersecção das Ruas José Genuíno e Enaldo Fernandes Torres.

Com base nessa informação, é decente a decisão de considerar o mesmo ciclo operante do semáforo adjacente, que possui uma duração de 80 segundos, para fins de calculo uma vez que o semáforo em estudo ainda não possui seu próprio tempo de ciclo. Vale ressaltar que esse

tempo de ciclo está abaixo do máximo estabelecido pelo DENATRAN em 2007, que é de 120 segundos.

Essa abordagem garante uma sincronização adequada entre os semáforos e contribui para a fluidez do tráfego, considerando a proximidade entre os dois pontos de controle. Ao adotar esse ciclo de tempo, levando em consideração as diretrizes normativas e buscando otimizar o funcionamento do sistema semaforico no local, visando uma melhor experiência de deslocamento para os usuários da via.

Considerando que, no cruzamento da via secundária, podem ocorrer ciclos nos quais não haverá veículos atravessando, foi realizado o cálculo do número esperado de ciclos vazios (NCV) nas aproximações dessa via. Essa análise leva em consideração a suposição de que as chegadas de veículos nessa via são aleatórias.

Com base nos resultados obtidos, se compara o valor de NCV encontrado é menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora, ou seja, menor ou igual a 8. Caso essa condição seja satisfeita, justifica-se a implantação do semáforo nesse cruzamento.

Para realizar esses cálculos, as equações 1 a 3 são apropriadas, conforme detalhado na metodologia adotada. Os resultados desses cálculos são apresentados de forma clara no Quadro 9, fornecendo informações relevantes para embasar a tomada de decisão em relação à implantação do semáforo.

Essa abordagem metodológica permite obter uma análise mais precisa e embasada sobre a necessidade de implementação do semáforo nesse cruzamento, levando em consideração tanto a ocorrência de ciclos vazios quanto a aleatoriedade das chegadas de veículos na via secundária.

Quadro 8 - Dados Coletados

Tempo de Ciclo (C)	80
Número de Ciclos Por Hora (NC)	45
Fluxo Total Das Aproximações da Via Secundária (FTS)	428,3
Número Médio de Veículos por Ciclo (m)	9,51778
Número de Ciclos em que Não Existem Veículos na Via Secundária Chegando à Interseção (NCV)	0,00329

Fonte: Autor, 2023.

Considerando que o valor de NCV obtido foi significativamente menor do que 8 ciclos por hora e considerando também que esse valor é substancialmente inferior ao número de veículos por ciclo, torna-se justificada a implantação da sinalização semafórica nesse cruzamento. Essa conclusão está em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Manual de Sinalização Semafórica (2007).

Com base nesse resultado, dá-se continuidade à pesquisa, aprofundando a análise e avaliando outros aspectos relevantes para a implantação do semáforo nesse local específico. É necessário considerar fatores como a fluidez do tráfego, a segurança dos usuários e a melhoria da organização viária nesse cruzamento.

4.3.7 Pesquisas na espera

A etapa de pesquisas de espera na transversal não foi realizada, pois exigiria o uso de vários cronômetros e dependeria da participação dos moradores locais e dos usuários das vias estudadas. No entanto, dado que a análise dos critérios anteriores já fornece informações suficientes sobre a sinalização semafórica, a falta dessa etapa não compromete as etapas anteriores já concluídas.

4.3.8 Solução semafórica

Após uma análise do cruzamento entre as Ruas Severino Dutra e Enaldo Torres Fernandes, chegou-se à conclusão de que existe uma clara necessidade de implantação de um sistema semafórico nesse local. Essa conclusão foi embasada nos critérios avaliados, os quais indicaram que essa solução é a mais adequada para melhorar a segurança e a eficiência do trânsito nesse cruzamento.

Ao considerar fatores como o volume de veículos, a ocorrência de conflitos entre os fluxos de tráfego e a existência de pontos críticos, verificou-se que a implantação do semáforo é uma medida necessária para proporcionar um fluxo mais ordenado e seguro de veículos nesse cruzamento. Essa análise abrangeu não apenas aspectos quantitativos, como o número de veículos e a frequência de acidentes, mas também aspectos qualitativos, como a percepção dos usuários e a análise da infraestrutura viária.

Com base nessas considerações, fica evidente a importância da implantação de um sistema semafórico para abordar as questões identificadas nesse cruzamento em particular. A introdução desse sistema trará benefícios significativos, tais como a melhoria do fluxo de tráfego, a redução de acidentes e o aumento da segurança nessa região específica.

4.4 Dimensionamento semafórico

A primeira fase do processo de dimensionamento do semáforo envolve uma análise dos movimentos conflitantes. Considerando os quatro grupos de movimentos previamente apresentados, cada um com três possibilidades de direção (seguir em frente, virar à esquerda à direita), a solução que assegura a harmonia do sistema semafórico único consiste em dividir o semáforo em quatro estágios. Dessa forma, cada grupo de movimento terá sua oportunidade de passagem garantida. Mostrados na Figuras 33 e 34.

Figura 33 – Estágios 1 e 2 dos grupos de movimento



Fonte: Autor, 2023.

Figura 34 – Estágios 3 e 4 dos grupos de movimento



Fonte: Autor, 2023

Ao dimensionar os semáforos, obtivesse informações no local, como o comprimento da zona de conflito ($d_{2,2}$) e a inclinação da via (i), utilizando o Google Earth. A velocidade estipulada para a via Enaldo Torres foi de 60 km/h, por ser classificada como via arterial, enquanto a Rua Severino Dutra teve sua velocidade fixada em 40 km/h, por ser uma via coletora. Uma distância de $d_{2,1}$ de 4,0 metros para a faixa de segurança e 2,0 metros para a faixa de retenção.

O comprimento dos veículos (c), predominantemente carros, foi estabelecido em 5,0 metros. Como informações adicionais foram sugeridas nas recomendações do CONTRAN (2014). O quadro 10 exibe um resumo dos dados coletados.

Quadro 9 - Dados complementares

Localização	tpr (s)	v (km/h)	aad (m/s ²)	i (m/m)	d2,1 (m)	d2,2 (m)	c (m)
Rua Enaldo Torres	1,0	60	3,0	0,00	6,0	6,3	5,0
Rua Severino Dutra	1,0	40	3,0	0,00	6,0	6,3	5,0

Fonte: Autor, 2023

A fase seguinte consiste em determinar a taxa de ocupação e o conjunto de movimentos críticos. Para a taxa de ocupação, estabeleceu-se um valor de fluxo de saturação, que, segundo o CONTRAN (2014), varia conforme as condições de tráfego, ambiente e via, geralmente oscilando entre 1600 e 2000 ucp/h por faixa. O fluxo de saturação representa a quantidade de veículos que podem atravessar a interseção em uma hora de sinal verde. Para a Rua Enaldo Torres, adotou-se um valor de 1600 ucp/h para o GM2 e 1700 ucp/h para o GM3, devido à alta demanda de veículos nesse grupo, à visibilidade e por ser uma via arterial. Já para a Rua Severino Dutra, estabeleceu-se um valor de 1600 ucp/h para os grupos GM1 e GM4, considerando que é uma via coletora. Nota-se que GM3 onde estão contidos os movimentos MV7, MV8 e MV9 tem a maior taxa de ocupação devido a taxa de fluxo de saturação ser a maior obtida nas contagens.

A taxa de ocupação é determinada coletando os dados em ucp do dia mais crítico para análise, que, neste caso, foi a sexta-feira durante um período de uma hora, sendo essa a hora mais crítica para o dimensionamento. Neste estudo, a hora mais crítica ocorreu entre 11h e 12h. O Quadro 11 exibe os resultados obtidos.

Quadro 10 - Dimensionamento das taxas de ocupação

Grupo de movimentos	Movimentos	Taxa do fluxo de saturação (ucp/h)	Fluxo de saturação (ucp/h)	Taxa de ocupação (y)	Somatório das taxas de ocupação (Σy)
Grupo M1	MV1	167,56	1600	0,104725	0,58
	MV2				
	MV3				
Grupo M2	MV4	206,23	1600	0,128894	
	MV5				
	MV6				
Grupo M3	MV7	350,06	1700	0,205918	
	MV8				
	MV9				
Grupo M4	MV10	222,07	1600	0,138794	
	MV11				
	MV12				

Fonte: Autor, 2023

Para calcular o fluxo de saturação estimado, utilizou-se a teoria de Ferraz (2002), que indica que, na prática, o tempo perdido total costuma variar entre e 4 segundos para o tempo perdido inicial e entre 0 e 4 segundos para o final. Com base nisso, adotou-se o valor de 4 segundos para os grupos com menor fluxo de saturação e 5 para o grupo com maior fluxo de saturação, já que sua via apresenta maior saturação. Dessa forma, é possível obter uma estimativa mais precisa do fluxo de tráfego em cada grupo.

O tempo de intervalo entre os sinais luminosos é calculado somando-se os tempos de luz amarela e vermelha. Para definir o tempo de luz amarela, utilize-se o Quadro 5 e considere-se a velocidade recomendada da via, que é de 40 km/h, adotando-se o tempo de 3 segundos. Já em vias com velocidade recomendada de 50 km/h, o tempo de luz amarela adotado foi de 4 segundos. Quanto ao tempo de luz vermelha, o DENATRAN (2014) não torna seu uso obrigatório, mas buscou-se orientações na literatura e adotou-se a recomendação de Vilanova (1985), que afirma que "em vias típicas de 9 metros, não é necessário o tempo de luz vermelha". Portanto, concluiu-se que o tempo de intervalo entre os sinais luminosos é igual ao tempo de luz amarela.

O cálculo do tempo de verde efetivo foi realizado utilizando-se a Equação 7 e, do tempo de verde real, a Equação 8. Definidos os tempos de verde real, verificou-se que estes atendiam à condição que o tempo de verde real de cada aproximação é igual ou maior que seus respectivos tempos de verde de segurança.

O quadro 12 apresenta os valores de tempo de ciclo encontrados, determinados tanto utilizando-se os valores de tempo perdido e o somatório das taxas de ocupação de cada estágio calculados com o método do fluxo de saturação estimado. Os resultados a seguir demonstram os tempos perdido, ciclo ótimo, verde efetivo e verde real, obtendo no final um tempo de ciclo (tc) de 72s, sendo inferior ao máximo recomendado de 120s.

Quadro 11 - Dimensionamento do tempo de ciclo

Aproximação	Tempo perdido inicial (s)	Tempo perdido final (s)	Tempo perdido na fase (s)	Tempo de ciclo ótimo	Tempo de ciclo p/cada estágio	Tempo de verde efetivo	Tempo de amarelo	Tempo de verde real
1	2	2	4	72	26	10	4	10
2	2	2	4		26	12	3	13
3	2	3	5		30	20	4	21
4	2	2	4		26	13	3	14
Tempo Perdido Total			17					

Fonte: Autor, 2023.

Após o dimensionamento dos semáforos, foi elaborado o diagrama de barras presentes no Quadro 13. Neste diagrama consta os tempos de verde amarelo e vermelho de cada um dos estágios, e mostra como funcionará na prática os semáforos.

Quadro 12 - Diagrama de barras

Aproximações	Tempos			
3	21s	4s	47s	
4	25s	14s	3s	30s
2	42s		13s	3s
1	58s		10s	4s

Fonte: Autor, 2023.

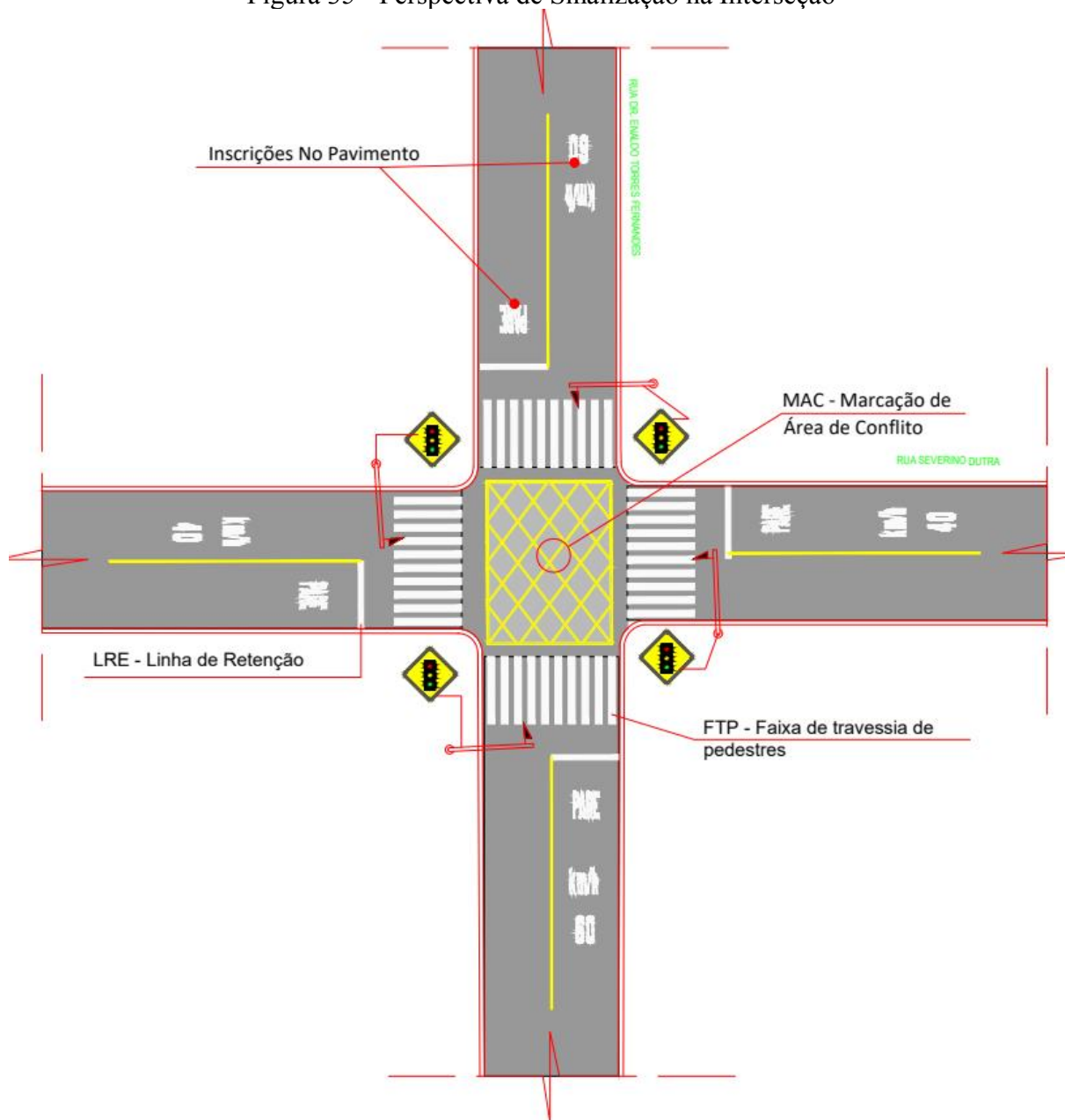
4.5 Escolha da sinalização complementar

De acordo com as visitas realizadas *in loco*, foi analisada quais tipos de sinalização vertical e horizontal serão implantadas, constam em prancha do projeto (Apêndice C).

4.6 Elaboração do projeto

A Prancha se encontra em apêndice, está exemplificada a seguir em dimensões menores para perspectiva na Figura 35.

Figura 35 - Perspectiva de Sinalização na Interseção



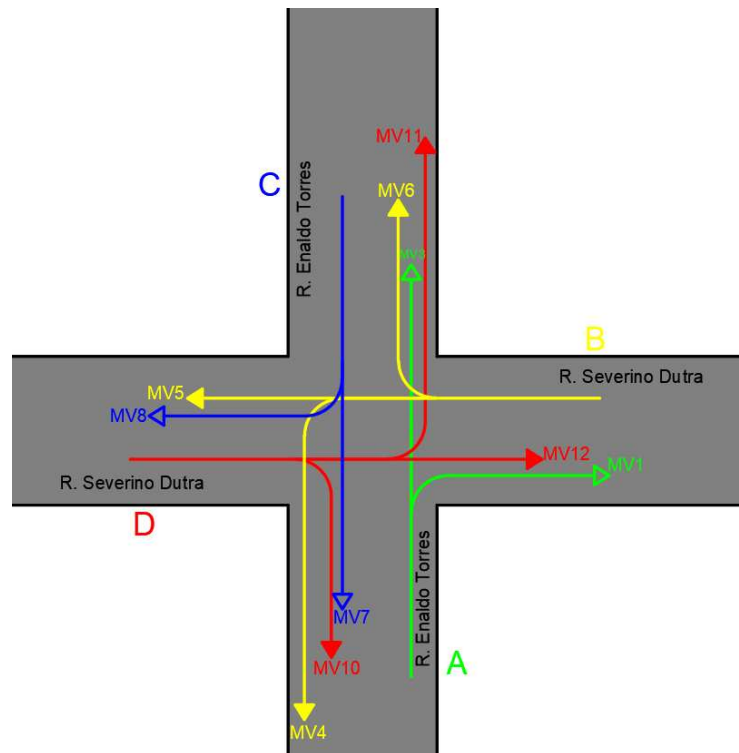
Fonte: Autor, 2023.

4.7 Comparativo entre os semáforos dimensionado x instalado

Após se verificar por meio desse estudo que a intersecção precisaria de um conjunto semafórico buscou-se fazer um comparativo com o semáforo que foi instalado no local. Com isso buscou saber do órgão como foi realmente instalado estudado, se houve mudanças etc.

Então por meio de uma consulta ao engenheiro de trânsito responsável na STTRANS, foi informado que o semáforo instalado adotou medidas um pouco diferentes das dimensionadas, começando pela restrição de alguns movimentos que se pode ver no diagrama de conflitos que hoje está em vigor no cruzamento.

Figura 36 - Diagrama de conflito atual do cruzamento



Fonte: Autor, 2023.

Observando a figura 50 já se detecta que alguns movimentos foram inibidos em comparação ao que tinha sido apresentado no estudo.

O gerenciador de trânsito decidiu que, para aumentar a rotatividade dos semáforos e inibir movimentos que causam problemas, seria mais eficiente abrir dois semáforos por vez. Para garantir a rotatividade, foi estabelecido que se esses movimentos fossem inibidos os tempos de espera no semáforo seriam menores e por consequência teria mais fluidez. Essa medida não aumenta o gasto, pois mesmo com três ou quatro tempos, há quatro focos veiculares. A mudança ocorre apenas na abertura dos focos. Em termos de custos para reduzir, seria necessário transformar as vias em sentido único, eliminando a necessidade de focos veiculares. No entanto,

como todas as vias são de sentido duplo, foi estabelecida uma restrição na Enaldo Torres, proibindo a conversão à esquerda em qualquer aproximação. Dessa forma, ao liberar os dois grupos de movimento simultaneamente e restringir os movimentos problemáticos, não há conflitos de tráfego. Essa medida é válida para otimizar a abertura dos focos veiculares.

Após essas medidas por consequências os tempos de ciclo do semáforo seriam alterados e com isso buscou-se junto ao órgão os novos tempos que o semáforo está operando, que está apresentando no quadro a seguir.

Quadro 13 - Diagrama de barras atual do semáforo

Aproximações	Tempos				
F1	25	4s	47s		
F2	29	25	4	31	
F3	58		15	4	
F4	77			15	4s

Fonte: Autor, 2023.

Observe-se que não há semelhanças entre os tempos de ciclo, pois eles divergem de acordo com a aproximação em que o veículo está transitando. Os tempos de verde, quando comparados com os tempos dimensionados, são maiores e permitem uma melhor fluidez do trânsito. Já os tempos de amarelo são, em parte, os mesmos, enquanto os tempos de vermelho acabam sendo maiores, devido aos maiores tempos de sinal na cor verde. A falta de padronização dos ciclos pode afetar o dimensionamento, uma vez que os tempos não se complementam, gerando ciclos mais curtos ou mais longos, dependendo da aproximação. É importante que haja uma padronização dos tempos de ciclo para garantir a eficiência do trânsito e evitar problemas de congestionamento. Porém em consultas ao órgão foi descrito que os tempos podem variar então não se garante que esses ciclos mostrados hoje possam ser os mesmos que estejam operando futuramente. Essa decisão ocorre muitas vezes por pedidos da população que reclamam de tempos curtos de verdes e longos de vermelho, que no fim acabam atendendo as solicitações pedidas e o estudo que toda sua base teórica é as vezes deixado de lado.

Uma vez que na realidade, é bastante comum que o que é projetado nem sempre seja implementado conforme o planejado. Isso ocorre por uma série de razões que podem variar

desde restrições técnicas questões práticas e desafios operacionais. Em muitos setores, como a indústria de tecnologia, por exemplo, vê-se constantemente produtos e recursos que são anunciados e prometidos, mas acabam sendo adiados, alterados ou até mesmo cancelados. Isso ocorre porque a concepção de um produto ou projeto muitas vezes envolve uma série de etapas complexas, desde a pesquisa e desenvolvimento até a produção em escala.

Um dos principais motivos para essa discrepância entre o que é projetado e o que é implementado é o fato de que, durante a fase de concepção, muitas vezes são considerados apenas os aspectos ideais e teóricos do projeto. No entanto, ao começar a implementação real, podem surgir diversas restrições e obstáculos que não foram previstos inicialmente.

5 CONCLUSÕES

Após a conclusão dos estudos, foi constatada a presença de deficiências no cruzamento. Com os recursos disponíveis para a pesquisa, os objetivos destacados foram atendidos de maneira consistentes. A caracterização da via permitiu uma melhor compreensão de como a interseção funcionava, de onde se originavam os fluxos de veículos de cada via e quais movimentos eram permitidos, permitindo a definição das estratégias adotadas a serem aplicadas no estudo.

O estudo dos movimentos foi fundamental para constatar os diversos pontos de conflitos entre veículos e pedestres. A quantidade de conflitos encontrados foi considerada alta, e perceber-se que somente a sinalização vertical e horizontal não seria suficiente para o controle dessas adversidades. Isso destaca a necessidade de elementos de organização do fluxo viário e políticas públicas de trânsito mais eficazes. As contagens volumétricas realizadas forneceram informações sobre o volume de tráfego na interseção, permitindo o mapeamento dos movimentos e, bem como a coleta de dados e análise das operações necessárias para o desenvolvimento do estudo.

No geral, os resultados obtidos das diversas variáveis analisadas demonstram consistência e coerência. Após avaliar o fluxo de tráfego entre as Ruas Severino Dutra e Enaldo Torres Fernandes, ficou evidente a necessidade de implantar sinalização semafórica nesse local, pois os critérios avaliados apontaram para essa solução. O número de ciclos em que não há veículos na via secundária chegando à interseção (NCV) foi registrado como 0,00329. No que diz respeito ao dimensionamento dos planos, identificou-se que o Tempo de ciclo ótimo é de 72 segundos, valor dentro dos limites estabelecidos pelo CONTRAN.

A implantação de sinalização semafórica, juntamente com as devidas sinalizações complementares, proporcionará uma melhoria na fluidez do trânsito para os usuários, reduzindo o número de acidentes e oferecendo maior conforto e qualidade de vida tanto para motoristas quanto para pedestres. Além disso, contribuirá para aumentar a confiança no sistema viário. Seria benéfico estender essa iniciativa a outros cruzamentos, visando melhorar o fluxo de tráfego em diferentes áreas da cidade de Patos-PB, que atualmente conta com um número reduzido de semáforos, considerando seu tamanho.

O trabalho em questão proporcionou uma valiosa ampliação de conhecimentos em uma área específica da Engenharia Civil, que ganha cada vez mais relevância devido ao desenvolvimento e crescimento das áreas urbanas nos últimos tempos. Por meio das pesquisas realizadas, foi possível identificar soluções que visam promover a qualidade e eficiência do fluxo de veículos, com ênfase na segurança e bem-estar dos usuários e pedestres que transitam pelas vias.

Ficou evidente a importância de profissionais qualificados atuando no planejamento urbano, uma vez que sua atuação influencia positivamente em todos os setores que dependem das vias para locomoção. Essa abordagem, priorizando a vida e a segurança, traz benefícios significativos para a sociedade como um todo.

Nesse contexto, é fundamental valorizar a expertise desses profissionais, reconhecendo sua contribuição para o desenvolvimento de estratégias e medidas que otimizem o tráfego urbano, resultando em um ambiente mais seguro, fluído e funcional para os cidadãos.

6 REFERÊNCIAS

BARRETO, R. C. P.; RIBEIRO. A. J. M. Logística no Brasil: Uma Análise do Panorama dos Modais Rodoviários e Ferroviários no Cenário Nacional Demonstrando as Vantagens e Desvantagens das Referidas Modalidades. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 5, n. 3, p. 145-176, mai-jun. 2023.

BEZERRA, B. S. (2007). Semáforos: Gestão Técnica, Percepção do Desempenho, Duração dos Tempos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

BEZERRA, Barbara Stolte. Semáforos: gestão técnica, percepção do desempenho, duração dos tempos. 2007. Tese (Doutorado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. doi: 10.11606/T.18.2007.tde-18062007-093237. Acesso em: 2023-04-13.

BEYER, Maicon Andrius. ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO-PR. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. 98 p.

O desafio da mobilidade urbana / Câmara dos Deputados, Centro de Estudos e Debates Estratégicos, Consultoria Legislativa; relator Ronaldo Benedet ; consultores legislativos Antônia Maria de Fátima Oliveira (coord.) ... [et al]. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

BONETTI JR, W.; PIETRANTONIO, H. Utilização de semáforos atuados pelo trá-fego. Relatório Técnico, USP, setembro de 2001

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro: Instituído pela Lei n. 9.503, de 23 dezembro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503. Acesso em: 21 de jan. 2023.

CASTILHO, F.B. Sobre a conspicuidade, legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária. 2009. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. MOBILIDADE URBANA: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS. Brasília – Df: Livraria Ipea, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9186/1/Mobilidade%20urbana.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

COELHO, A. H.; GOLDNER, L.G. Engenharia de tráfego: conceitos básicos. Florianópolis - SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Módulo 1.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Manual de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica. Brasília: CONTRAN, 2014.

CONTADOR, C. e OLIVEIRA, N., Estatísticas da dor e da perda do futuro: novas estimativas, Escola Nacional de Seguros, disponível em: <http://cpes.org/acervo/estatisticas-da-dor-e-da-perda-do-futuro-novas-estimativas/>, acesso em 26/05/2023, 29 p., 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. Anuário CNT do Transporte: estatísticas consolidadas. 6. Ed. 2021.

Conselho de Pesquisa de Transporte (TRB) (2010) Manual de Capacidade Rodoviária 2010. Conselho Nacional de Pesquisa (NRC), Washington DC.

COSTA, Glenda da Silva; SILVA, Jéssica Maysa Santos da. DIMENSIONAMENTO DO SEMÁFORO DO CRUZAMENTO DAS RUAS MATRIZ DA CONCEIÇÃO E SIQUEIRA CAMPOS EM TUCURUÍ-PA À LUZ DO NOVO MANUAL DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA DO DENATRAN. Tucuruí – Pa: Universidade Federal do Pará, 2017. 143 p.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. Código de Trânsito Brasileiro. Brasil 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, Manual de Estudos de Tráfego. Publicação IPR 723, 2006.

DOMINGUEZ (2016) DOMÍNGUEZ, Fernando Sánchez; RAMOS GARCÍA, José Antonio; BALULA, Nuno. Inspeção Dinâmica da Sinalização: Horizontal e Vertical. Madrid: [s.n.], 2016.

DUARTE, F.; SÁNCHEZ, K.; LIBARDI, R. Introdução a Mobilidade Urbana. 1º edição. Curitiba: Juruá editora, 2008.

EGIDIO, Fabio Luiz. Micro-controlador para um sistema dinâmico de controle de tráfego urbano. Marília, 2011.

Fan, J. (2000). Artificial neural networkbased heuristic optimal traffic signal timing. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Acesso em: 13 abr. 2023.

FERREIRA, Paulo César Pêgas. UMA PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS DADOS SOBRE ACIDENTES NAS RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS COM VISTAS A ATUAR PREVENTIVAMENTE NA REDUÇÃO DE SUA OCORRÊNCIA. 2017. 197 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/2017/Tese_Paulo_P%C3%AAgas_COPPE_Vers%C3%A3o_Final.pdf. Acesso em: 13 abr. 2023.

FONSECA, G. Blogs.uai. A importância da engenharia de tráfego, 11 jun. 2018. Disponível em: <http://blogs.uai.com.br/doutormultas/importancia-da-engenharia-de-traffic/>. Acesso em: 18 out. 2018.

FREITAS, E. “Industrialização do Brasil”; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/visualiza%C3%A7%C3%A3o-do-brasil.htm>. Acesso em 19 de maio de 2023.

GONZAGA, Eric Wilian Lage. Otimização da Programação Semafórica com Base em Modelos Matemáticos. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

HEREÑÚ, Pablo Emílio. Arquitetura da mobilidade e espaço urbano. 2016. Tese de Doutorado – Curso de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LOCH, W. F. Estudo de tráfego na interseção entre a av. João Pessoa e rua Coronel Oscar Rafael Jost na cidade de Santa Cruz do Sul/RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2014.

MAGAGNIN, Renata Cardoso; SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. Transportes, n. 1, p. 25-35, 01 jun. 2008.

MA J., KOCKELMAN K., DAMIEN P., A multivariate Poisson-lognormal regression model for prediction of crash counts by severity, using Bayesian methods. *Accident Analysis and Prevention*, v. 40, pp. 964-975, 2013.

NBR 10697 – Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia. 3. Ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

Netto, N. & Ramos, H. (2016). Estudo da Mobilidade Urbana no Contexto Brasileiro. *GeAs-Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(2).

NIBON, Isabel Cristina et al. Modelagem Microscópica para Avaliação e Proposição de Intervenções na Av. Humberto Monte. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, Balneário Camburiú, v. 33, 10 nov. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Plano Global: Década de Ação Pela Segurança no Trânsito 2021-2030. 22 de junho 2023.

PARAVISI, Marcelo; MUSSE, Soraia R.; BICHO, Alessandro de L. Modelagem e simulação do tráfego de veículos e controle semafórico em um ambiente virtual. *Vetor*, Rio Grande, v. 16, n. 2, p. 16-37, jan. 2006.

PIETRANTONIO, H.; BONETTI JR, W. Semáforos atuados pelo tráfego - Utilização, Parametrização, Monitoração e Análise de Desempenho. Paper Relatório técnico, USP, dezembro de 2007.

PIETRANTONIO, H. Engenharia de Tráfego: Introdução à Teoria do Fluxo de Tráfego. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Transportes. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr5803/ET2-Teoria.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2017, 2.

SENATRAN. Estatísticas - Frota de Veículos - SENATRAN - 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>. Acesso em: 21 mar. 2022.

SIMÕES, Fernanda; SIMÕES, Eliane. Sistema Viário e Trânsito Urbano. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar – CREA-PR, 2016.

SCARINGELLA, Roberto Salvador. A crise da mobilidade urbana em São Paulo. São Paulo em Perspectiva, vol. 15, nº1, p. 55-59, jan/mar, 2001. Leia mais: <https://www.sabedoriapolitica.com.br/products/mobilidade-urbana/>

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de; CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de; PEREIRA, Rafael Henrique Moraes (ed.). Textos para Discussão: transporte e mobilidade urbana. 34. ed. Brasília: CEPAL/IPEA, 2011.

VIEIRA, António Amaro Costa. Microsimulação para avaliar o impacto da introdução de pré-semáforos em cruzamentos. 2013. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 2013.

Yu, L. An Evaluation of Traffic Simulation Models fo Supporting ITS Development(<http://swutc.tamu.edu/reports.html> acessado em 18/04/2023), 2012

APÊNDICE A – TABELAS SINISTROS DE TRÂNSITO

SINISTROS NAS VIAS ESTUDADAS								
DATA	DIA DA SEMANA	LOCALIZAÇÃO		QUANT. VÍTIMAS	IDADE	SEXO	TIPOLOGIA DO ACIDENTE	TEOR ETÍLICO
		RUA	BAIRRO					
01.02.18	QUINTA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	LIBERDADE	1	37	F	COLISÃO CARRO X MOTO	0
02.02.18	SEXTA-FEIRA	R. ENALDO TORRES	BELO HORIZONTE	1	21	F	COLISÃO CARRO X MOTO	0
24.03.18	SABADO	R. SEVERINO DUTRA	LIBERDADE	1		F	COLISÃO CARRO X MOTO	0
13.03.18	TERÇA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	LIBERDADE	1	11	F	QUEDA DE MOTO	0
29.08.18	QUARTA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	JOSE MARIZ	1	49	F	COLISÃO CARRO X CAMINHÃO	0
21.11.18	QUARTA-FEIRA	R. ENALDO TORRES	LIBERDADE	1	49	F	COLISÃO CARRO X MOTO	0
24.11.18	SABADO	R. SEVERINO DUTRA	LIBERDADE	1	66	F	QUEDA DE MOTO	
04.12.18	TERÇA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	CENTRO	1	26	M	QUEDA DE MOTO	0
06.12.18	QUINTA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	CENTRO	1	49	M	COLISÃO CARRO X MURO	0
23.12.18	DOMINGO	R. SEVERINO DUTRA	MONTE CASTELO	1	28	M	QUEDA DE MOTO	1
25.12.18	TERÇA-FEIRA	R. ENALDO TORRES	LIBERDADE	1	21	M	COLISÃO CARRO X MOTO	0
11.06.19	TERÇA-FEIRA	R. SEVERINO DUTRA	MORRO	1	43	M	QUEDA DE MOTO	0
15.06.19	SABADO	R. SEVERINO DUTRA	LIBERDADE	1	18	M	COLISÃO MOTO X CARRO	0

APÊNDICE B – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS

- Segunda-feira

Horário		Divisão	MV1 (AB)	MV2 (AD)	MV3 (AC)	MV4 (BA)	MV5 (BD)	MV6 (BC)	MV7 (CA)	MV8 (CD)	MV9 (CB)	MV10 (DA)	MV11 (DC)	MV12 (DB)
Início:	10:00	Automóveis	0	0	15	5	2	4	32	9	4	4	8	8
		Motos	0	2	14	0	21	5	35	13	7	9	15	28
Termino:	10:15	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Início:	10:15	Automóveis	1	0	21	1	3	8	27	5	2	2	7	10
		Motos	2	4	20	0	17	12	29	12	5	8	15	29
Termino:	10:30	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Início:	10:30	Automóveis	1	1	23	1	9	7	32	7	5	4	13	5
		Motos	3	2	10	1	19	15	14	15	4	11	14	27
Termino:	10:45	Ônibus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Início:	10:45	Automóveis	0	2	19	0	5	9	41	3	5	1	9	5
		Motos	0	6	25	3	20	22	38	15	4	17	19	32
Termino:	11:00	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
		SOMA	7	17	153	11	97	84	251	82	36	56	101	146

Início:	11:00	Automóveis	2	0	24	1	9	4	47	16	2	3	10	19
		Motos	0	7	33	3	37	31	48	43	8	10	16	40
Termino:	11:15	Ônibus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	4	3
Início:	11:15	Automóveis	1	3	25	3	9	15	51	19	4	5	4	8
		Motos	1	4	33	1	27	37	49	31	7	21	9	36
Termino:	11:30	Ônibus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Caminhão	0	0	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0
Início:	11:30	Automóveis	1	1	21	0	12	18	51	17	5	13	5	8
		Motos	1	6	24	0	41	26	40	23	8	17	8	24
Termino:	11:45	Ônibus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0
Início:	11:45	Automóveis	0	0	19	0	10	11	45	19	3	3	12	7
		Motos	0	8	23	0	16	28	55	24	5	13	18	25
Termino:	12:00	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Caminhão	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
SOMA			6	29	204	8	166	174	400	193	42	85	87	172

- quarta-feira

Horário		Divisão	MV1 (AB)	MV2 (AD)	MV3 (AC)	MV4 (BA)	MV5 (BD)	MV6 (BC)	MV7 (CA)	MV8 (CD)	MV9 (CB)	MV10 (DA)	MV11 (DC)	MV12 (DB)
Início:	10:00	Automóveis	1	0	17	0	5	15	36	2	6	2	12	9
		Motos	1	2	19	2	19	15	32	10	13	7	15	17
Termino:	10:15	Ônibus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	2
Início:	10:15	Automóveis	2	4	19	1	4	9	23	1	8	3	8	7
		Motos	1	3	22	0	16	20	30	4	10	7	13	14
Termino:	10:30	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Início:	10:30	Automóveis	0	6	11	0	7	10	30	2	6	5	12	7
		Motos	0	2	24	1	22	14	33	7	12	11	14	24
Termino:	10:45	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Início:	10:45	Automóveis	1	0	24	2	7	18	19	1	5	3	13	4
		Motos	2	4	18	0	13	11	36	2	26	8	24	33
Termino:	11:00	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1
SOMA			8	21	157	6	97	112	244	29	86	46	115	118

Início:	11:00	Automo- véis	0	2	16	1	8	14	46	3	7	3	13	6
		Motos	1	2	32	0	36	36	79	7	37	12	32	20
Termino:	11:15	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0
Início:	11:15	Automo- véis	0	3	18	0	6	18	39	10	16	2	14	9
		Motos	0	7	19	1	25	23	39	10	22	7	25	30
Termino:	11:30	Ônibus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	2	0	1	1	4	0	1	0	0	0
Início:	11:30	Automo- véis	0	1	29	1	6	25	43	3	11	10	10	4
		Motos	0	3	22	2	39	15	47	3	18	17	17	22
Termino:	11:45	Ônibus	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
Início:	11:45	Automo- véis	2	4	29	0	8	13	41	2	9	4	13	4
		Motos	0	4	23	5	39	29	47	1	10	8	22	30
Termino:	12:00	Ônibus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
		SOMA	4	26	193	10	168	178	393	39	133	64	147	125

- sexta-feira

Horário		Divisão	MV1 (AB)	MV2 (AD)	MV3 (AC)	MV4 (BA)	MV5 (BD)	MV6 (BC)	MV7 (CA)	MV8 (CD)	MV9 (CB)	MV10 (DA)	MV11 (DC)	MV12 (DB)
Início:	10:00	Automo- véis	0	0	14	2	7	18	43	13	2	5	16	0
		Motos	0	1	14	0	13	14	68	48	7	5	18	0
Ter- mino:	10:15	Ônibus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Início:	10:15	Automo- véis	0	3	11	2	4	10	42	7	5	2	10	9
		Motos	0	7	25	0	23	16	37	26	7	4	24	17
Ter- mino:	10:30	Ônibus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
		Caminhão	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	3	0
Início:	10:30	Automo- véis	0	1	17	2	9	21	44	9	1	5	8	10
		Motos	0	2	24	1	16	18	31	10	7	12	17	14
Ter- mino:	10:45	Ônibus	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Início:	10:45	Automo- véis	1	2	23	1	19	16	43	6	0	5	11	9
		Motos	0	5	24	2	22	13	47	11	5	7	16	28
Ter- mino:	11:00	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	1	1

SOMA	1	21	161	10	114	126	368	132	35	45	127	88
-------------	---	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	----

Início:	11:00	Automo- vêis	1	1	24	2	9	22	33	12	2	8	15	9
		Motos	0	3	38	1	39	24	37	15	2	11	20	41
Ter- mino:	11:15	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	0
Início:	11:15	Automo- vêis	1	1	17	2	9	22	35	8	5	8	13	9
		Motos	0	3	28	0	34	26	36	8	2	14	37	29
Ter- mino:	11:30	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0
Início:	11:30	Automo- vêis	2	1	33	1	9	17	50	15	9	2	18	6
		Motos	0	4	21	0	32	22	63	34	2	6	29	24
Ter- mino:	11:45	Ônibus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Caminhão	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Início:	11:45	Automo- vêis	0	3	28	0	8	25	52	14	4	5	14	11
		Motos	0	1	34	0	29	24	48	27	8	9	24	35
Ter- mino:	12:00	Ônibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Caminhão	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0
SOMA			4	17	229	6	171	182	363	133	34	63	175	165

APÊNDICE C – PRANCHA DO PROJETO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

