

**UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**RAFAEL MARCONDES SOPRANO**

**MELHORIAS DE TRÁFEGO NAS INTERSEÇÕES ENTRE A AV. CAPITÃO ÍNDIO  
BANDEIRA E AS RUAS SÃO PAULO E HARRISON JOSÉ BORGES NO CENTRO  
DE CAMPO MOURÃO - PR**

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**RAFAEL MARCONDES SOPRANO**

**MELHORIAS DE TRÁFEGO NAS INTERSEÇÕES ENTRE A AV. CAPITÃO ÍNDIO  
BANDEIRA E AS RUAS SÃO PAULO E HARRISON JOSÉ BORGES NO CENTRO  
DE CAMPO MOURÃO - PR**

**Traffic improvements at the intersections between av. Capitão Índio Bandeira  
and the streets São Paulo and Harrison José Borges in Campo Mourão center -  
PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Paula Cristina de Souza.

**CAMPO MOURÃO**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**RAFAEL MARCONDES SOPRANO**

**MELHORIAS DE TRÁFEGO NAS INTERSEÇÕES ENTRE A AV. CAPITÃO ÍNDIO  
BANDEIRA E AS RUAS SÃO PAULO E HARRISON JOSÉ BORGES NO CENTRO  
DE CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Data de aprovação: 26 de Novembro de 2021

---

Paula Cristina de Souza  
Doutorado em Engenharia Química  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Eliana Fernandes dos Santos  
Doutorado em Infraestrutura dos Transportes  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Vera Lúcia Barradas Moreira  
Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus acima de tudo, por permitir que esse sonho fosse possível.

À toda minha família, em especial à minha mãe Dona Sebastiana e irmã Jacqueline, que dentre tantas dificuldades me apoiaram em todos os momentos.

Aos meus amigos que conheci durante a faculdade, amigos que levarei comigo para o resto da vida.

Agradeço à minha orientadora tão querida Prof. Dra. Paula Cristina de Souza por toda a paciência, carinho, apoio e dedicação não só comigo, mas com todos os alunos.

À UTFPR por proporcionar todas as ferramentas de ensino para que hoje eu possa ser um excelente profissional.

À todos professores, muito obrigado!

## RESUMO

Em virtude do rápido crescimento das cidades a quantidade da frota de veículos aumenta de forma considerável, uma pesquisa realizada pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná sobre o aumento da quantidade de veículos, constatou que a cidade de Campo Mourão no estado do Paraná não suportou tal crescimento e começou a apresentar problemas no trânsito. A finalidade deste trabalho é apresentar sugestões de melhorias nos cruzamentos entre a Av. Capitão Índio Bandeira e as ruas São Paulo e Harrison José Borges situados no centro de Campo Mourão, de acordo com Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) e órgãos competentes como, DENATRAN (2014) e Código de Trânsito Brasileiro. O estudo foi realizado seguindo os passos dos manuais e diretrizes citados. Ao término do trabalho o resultado foi aprovado implantação semafórica como melhoria para o cruzamento.

Palavras-chave: semáforo; veículos; congestionamento; sinalização; cruzamento.

## **ABSTRACT**

Due to the rapid growth of cities, the amount of vehicle fleet increases considerably, a survey carried out by the Regional Council of Engineering and Agronomy of Paraná on the increase in the number of vehicles, found that the city of Campo Mourão in the state of Paraná did not withstand such growth and began to experience traffic problems. The purpose of this work is to present suggestions for improvements at the intersections between Av. Capitão Índio Bandeira and São Paulo and Harrison José Borges streets located in the center of Campo Mourão, according to the Brazilian Traffic Signaling Manual (2014) and competent bodies such as DENATRAN (2014) and Brazilian Traffic Code. The research followed the mentioned manuals and guidelines. At the end of the work, the result proved to be an improvement for crossing traffic lights.

Keywords: traffic lights; vehicles; congestion; signaling; crossing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Cruzamento</b> .....	16
<b>Figura 2 – Movimento Convergente</b> .....	16
<b>Figura 3 – Movimento Divergente</b> .....	17
<b>Figura 4 – Movimento Entrecruzamentos</b> .....	17
<b>Figura 5 – Conflito de Cruzamento</b> .....	18
<b>Figura 6 – Movimento de Convergência e Divergência</b> .....	18
<b>Figura 7 – Esquema Comparativo de Escolhas de Configurações</b> .....	32
<b>Figura 8 – Mapa de Campo Mourão</b> .....	33
<b>Figura 9 – Área de Estudo Localizada no Centro de Campo Mourão</b> .....	34
<b>Figura 10 – Trânsito Típico e Pontos de Maiores Conflitos</b> .....	35
<b>Figura 11 – Conversões aproximação NO cruzamento com a rua Harrison José Borges</b> .....	36
<b>Figura 12 – Conversões aproximação SE cruzamento com a rua Harrison José Borges</b> .....	36
<b>Figura 13 – Conversões aproximação SO cruzamento com a rua Harrison José Borges</b> .....	37
<b>Figura 14 – Conversões aproximação NE cruzamento com a rua Harrison José Borges</b> .....	37
<b>Figura 15 – Conversões aproximação SE cruzamento com a rua São Paulo</b> ....	38
<b>Figura 16 – Conversões aproximação NE cruzamento com a rua São Paulo</b> ....	38
<b>Figura 17 – Conversões aproximação SO cruzamento com a rua São Paulo</b> ...	39
<b>Figura 18 – Conversões aproximação NO cruzamento com a rua São Paulo</b> ...	39
<b>Figura 19 – Número de Veículos entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a rua São Paulo</b> .....	43
<b>Figura 20 – Sinalização Deteriorada Av. Capitão Índio Bandeira com a rua São Paulo</b> .....	44
<b>Figura 21 – Faixa de Pedestres Av. Capitão Índio Bandeira com a rua São Paulo</b> .....	44
<b>Figura 22 – Colisão entre Veículos Durante a Contagem de Veículos</b> .....	46
<b>Figura 23 – Número de Veículos entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a rua Harrison José Borges</b> .....	47
<b>Figura 24 – Sinalização Deteriorada Av. Capitão Índio Bandeira com a rua Harrison José Borges</b> .....	48
<b>Figura 25 – Av. Capitão Índio Bandeira Baixa Visão Devido a Edificações</b> .....	48
<b>Figura 26 – Estreitamento da Av.a Manoel Mendes de Camargo</b> .....	50
<b>Figura 27 – Estreitamento da Av. Manoel Mendes de Camargo com a rua Harrison José Borges</b> .....	50
<b>Quadro 1 - Características dos Sinais de Regulamentação</b> .....	20
<b>Quadro 2 - Características dos Sinais de Regulamentação</b> .....	21
<b>Quadro 3 - Características dos Sinais de Advertência</b> .....	21
<b>Quadro 4 - Características dos Sinais de Advertência</b> .....	22
<b>Quadro 5 - Cores e Sinais de Sinalização Semafórica em Focos de Forma Circular</b> .....	23
<b>Quadro 6 - Cores e Sinais de Sinalização Semafórica em Focos de Forma Quadrada</b> .....	24
<b>Quadro 7 - Semáforos para Sinalização Semafórica de Regulamentação</b> .....	25

<b>Quadro 8 - Semáforos para Sinalização de Advertência com Dois Focos</b> .....	26
<b>Quadro 9 – Fatores de Equivalência para Diferentes Tipos de Veículos</b> .....	35
<b>Quadro 10 – Acidentes de Trânsito entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a rua São Paulo</b> .....	42
<b>Quadro 11 – Acidentes de Trânsito entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a rua Harrison José Borges</b> .....	46
<b>Fluxograma 1 – Procedimento para Verificação da Implementação Semafórica</b> .....	26
<b>Fluxograma 2 – Estrutura Geral para Estudo de Implementação Semafórica</b> ...	27
<b>Fluxograma 3 – Critério para Abordagem de Veículos</b> .....	28



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Tabela de Contagem de Veículos .....</b>	<b>35</b>
--	-----------

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
FTS	Fluxo total de aproximações da via secundária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
m	Número médio de veículos por ciclo
NC	Número de Ciclos
NCV	Número de Ciclos Vazios
NLCV	Número Limite de Ciclos Vazios
NLAV	Número Limite de colisões com vítimas evitáveis por sinalização semafórica

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Pesquisa de Tráfego</b> .....	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>Contagem de Veículos</b> .....	<b>14</b>
<b>4.3</b>	<b>Vias</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4</b>	<b>Interseções</b> .....	<b>15</b>
<b>4.5</b>	<b>Movimento de Cruzamento</b> .....	<b>16</b>
<b>4.6</b>	<b>Movimento Convergentes</b> .....	<b>16</b>
<b>4.7</b>	<b>Movimentos Divergentes</b> .....	<b>17</b>
<b>4.8</b>	<b>Movimentos de Entrecruzamento</b> .....	<b>17</b>
<b>4.9</b>	<b>Conflitos</b> .....	<b>17</b>
<b>4.10</b>	<b>Rotatórias</b> .....	<b>18</b>
<b>4.11</b>	<b>Sinalização Viária</b> .....	<b>19</b>
4.11.1	Sinalização Horizontal .....	19
4.11.2	Sinalização Vertical .....	20
4.11.3	Sinalização Semafórica .....	22
	<b>Tipos de Semáforos</b> .....	<b>24</b>
	<b>Crterios para implementao semaforica</b> .....	<b>26</b>
<b>4.12</b>	<b>Sistema Binario</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA E PESQUISA</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Localizacao</b> .....	<b>33</b>
5.1.1	Local de estudo .....	33
5.1.2	Delimitacao da area de estudo .....	34
5.1.3	Crterios para Estudos de Sinalizacao .....	40
<b>6</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1</b>	<b>Cruzamento entre Av. Capitao Indio Bandeira e Rua Sao Paulo</b> .....	<b>42</b>
<b>6.2</b>	<b>Cruzamento entre Av. Capitao Indio Bandeira e Rua Harrison Jose Borges</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>
	<b>APÊNDICE A – TABELA DE HORÁRIO DE PICO RUA SÃO PAULO</b> .....	<b>55</b>

<b>APÊNDICE B – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS RUA SÃO PAULO.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE C – TABELA HORÁRIO DE PICO RUA HARRISON JOSÉ BORGES.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE D – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS RUA HARRISON JOSÉ BORGES.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Alguns dos fatores mais importantes para o ser humano está o conforto e a segurança, a todo tempo nos deparamos com várias mudanças que ocorrem no nosso dia a dia, coisas que nos afetam muitas vezes passando despercebido, um exemplo disso são as cidades em que vivemos, no trajeto em que percorremos todos os dias. Com o grande crescimento das cidades e o aumento da população nas áreas urbanas, a quantidade de veículos nas vias, cresce de forma acentuada, sendo inevitável o surgimento problemas no trânsito para qual a cidade foi planejada, é visível a grande quantidade de acidentes, os extensos engarrafamentos causando transtorno aos usuários das vias (Macedo, 2005).

É de suma importância o planejamento urbano para realização de projetos, e também o acompanhamento do que já está estabelecido para que quando forem necessárias possam serem feitas as devidas modificações, essas mudanças devem ocorrer de forma eficiente e econômica, em que seja levada em conta a segurança e a fluidez do tráfego.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021), Campo Mourão está situada no interior do estado paraná, é uma cidade mediana com cinco campus universitários e aproximadamente 96.102 habitantes a cidade vem crescendo constantemente, segundo o censo em 2010 a quantidade de habitantes era de 87.194 e a quantidade de veículos registrados na época era de 46.192, já em 2020 a quantidade de veículos é de aproximadamente 70.359, por conta da não adaptação da cidade em conjunto ao planejamento urbano, a cidade não suportou tamanho aumento da frota de veículos e com isso começaram surgir alguns problemas no trânsito como congestionamentos, acidentes e atrasos nos fluxos das vias.

Em consequência desses fatores, é necessário que seja apresentado sugestões de reestruturação do planejamento de tráfego de veículos em Campo Mourão, respeitando órgãos nacionais de trânsito, manuais de trânsito como DENATRAM (Departamento Nacional de Trânsito), afim de obter uma melhora no fluxo de veículos, redução de acidentes, aumento da segurança nas vias, e obter um bom desempenho do tráfego.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o fluxo veicular entre a Av. Capitão Índio Bandeira e as ruas São Paulo e Harrison José Borges, para implementação de melhorias no cruzamento.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Coletar dados referentes ao fluxo veicular no cruzamento da Av. Capitão Índio Bandeira e as ruas São Paulo e Harrison José Borges;
- Levantar o número de colisões nos cruzamentos de estudo;
- Verificar a sinalização local conforme recomendação dos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito;
- Determinar o fluxo em horário de pico nos cruzamentos;
- Apresentar possíveis intervenções para os cruzamentos.

### 3 JUSTIFICATIVA

De acordo com LUZA e ROLDO (2013) uma dentre tantas das atribuições do engenheiro civil está a área de planejamento no âmbito da engenharia civil, a infraestrutura viária, tráfego, trânsito e sinalização.

Segundo uma pesquisa realizada em maio de 2021, o Crea-PR (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) levantou que entre os cinco municípios da região Noroeste, a cidade de Campo Mourão teve o maior crescimento da frota de veículos durante o período de pandemia (Covid-19), de 2,8%, em relação ao ano de 2020 quando apresentava a quantidade de 70.359 veículos. Enquanto em Paranavaí a frota cresceu 2,3%, e em Umuarama, 2,1%. Os municípios com menores crescimentos na quantidade de veículos foram Cianorte (1,7%) e Maringá (0,4%).

Levando em consideração o aumento da população e a frota de veículos, começaram a surgir problemas de congestionamento em horário de pico no centro e em outras regiões da cidade, onde fica o caos evidente, provocando acidentes, congestionamento, causando poluição sonora e stress aos cidadãos. O estudo em questão visa viabilizar uma melhora do fluxo de veículos no cruzamento entre a Av. Capitão Índio Bandeira e as Ruas São Paulo e Harrison José Borges no centro de Campo Mourão.

Para este estudo será realizada uma pesquisa de contagem de veículos para viabilidade de implantação semaforica e mudança de sentido das vias por meio do sistema binário, onde os resultados obtidos serão analisados e assim apresentado a melhor solução. Ambos os estudos serão de acordo com as normas e requisitos da engenharia de tráfego e planejamento urbano sendo utilizado o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN).

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Pesquisa de Tráfego**

Relata Simões & Simões (2016) que o processo da pesquisa de tráfego envolve a definição do seu objetivo, as características e fenômenos a serem avaliados, os recursos que possuímos disponíveis, o método mais adequado, o planejamento para levantamento de dados, escolha de horários, montagem de formulário e pesquisa, a realização da pesquisa de campo, tabulação e da análise dos dados.

Geralmente ao se tratar de planejamento urbano é necessário que se faça uma pesquisa de tráfego, para adquirir dados relativos ao campo que será analisado, essa pesquisa pode ser realizada através de entrevistas, por observação geral e direta. Neste estudo será aplicado o modo de observação direta para análise dos fenômenos que ocorrem no local de estudo e acontecerá pelo modo de contagem de veículos (GOLDNER, et al 2016).

### **4.2 Contagem de Veículos**

Segundo Lopes (2011), a contagem volumétrica é necessária para o estudo e análise do tráfego em uma região, afim de obter a quantidade de veículos que passam a partir de um ponto da estrada por um período para determinar o Volume Médio Diário (VMD), como posição de tráfego, o número médio de acidentes, sendo fatores imprescindíveis para a determinação de estudos de viabilidade, projetos de construção e conservação. Há dois modos principais de contagens: globais e direcionais. Na primeira é analisada a quantidade total de veículos que circula em um trecho de via, a qual é utilizada para cálculo de volumes diários, determinação de tendências de tráfego e para preparação de mapas de fluxo. Já na segunda, é utilizada para determinação de intervalo de sinais, cálculos de capacidade, modelos de micro simulação, previsão de faixas adicionais, previsão de acidentes, etc.

Assim como os tipos de contagem existem métodos de contagem, sendo eles: método de contagem manual e mecânico. O método mecânico é realizado por equipamentos com sensores onde os veículos são detectados e classificados. Já o



método manual é diretamente realizado por pessoas, que registram os dados em planilhas (LOPES, et al 2011).

### 4.3 Vias

De acordo com CTB (2008), via é o local onde pessoas e animais possam transitar, compreendendo a pista, a calçada o acostamento, ilha e canteiro central. As vias podem ser classificadas de duas maneiras como vias urbanas e rurais, dependendo da área onde estão localizadas.

Via Urbana: são definidas por autoridades locais, onde habitam aproximadamente cinco mil habitantes ou mais, essa taxa de valores varia de região para região:

Via Rural: estão localizadas fora da área urbana.

Dentre as classificações acima temos:

- Via arterial;
- Via coletora;
- Via local;
- Via de trânsito rápido.

Qualquer projeto de infraestrutura viária é baseado em como ele é classificado, dependendo do tipo de via e a qual a sua funcionalidade. Dentre as classificações existentes de vias serão analisadas as coletoras e locais, em que respectivamente, via coletora é aquela que destinada a coletar e distribuir o trânsito das vias de trânsito rápido ou arteriais, sendo possível o trânsito na região. As vias locais são caracterizadas por interseções em níveis que não possuem semáforos, e para acessos locais ou áreas restritas (OLIVEIRA, 2017).

### 4.4 Interseções

É chamado de interseção segundo o CTB (2008) o encontro entre vias, cruzamento, rotatórias e bifurcação. Nas interseções acontecem os pontos mais conflitantes, é dito uma boa interseção quando os usuários da via possam agir de forma natural, com segurança e fluidez. Para que isso ocorra, o cruzamento terá que ser planejado de forma que os motoristas possam compreender o fluxo de uma

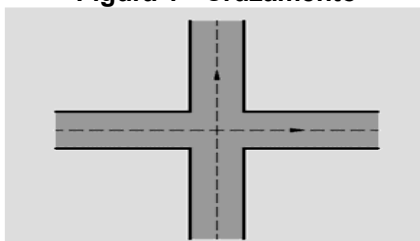
maneira rápida, mesmo estando dentro ou próximo da interseção, independente da sinalização que esteja implantada.

De acordo com DNIT (2005), no cruzamento, o comportamento da corrente de tráfego dependerá da sua composição, volume, velocidade e tipo da interseção, determinada o tipo de interseção que será adotada, a mesma passará a ser responsável pela natureza dos movimentos.

#### 4.5 Movimento de Cruzamento

Com base no Manual de Projeto de Interseções (2005). O deslocamento de um ponto a outro é definido como movimento de cruzamento, quando a sequência de atitudes tomadas interfere no percurso de outro usuário. Esse movimento exige que os veículos de uma corrente passem pelos intervalos que surgem na outra corrente, e ou que uma delas se interrompa momentaneamente.

**Figura 1 - Cruzamento**

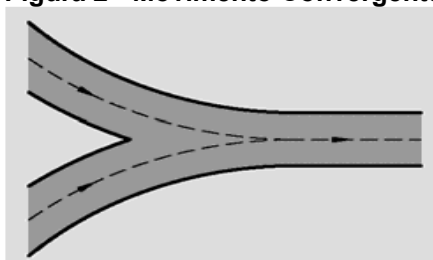


Fonte: Adaptado Manual de Projeto de Interseções – (2005, p. 163).

#### 4.6 Movimento Convergentes

Segundo Oliveira (2017), movimentos convergentes se definem por dois ou mais movimentos que apresentam a mesma origem em diferentes aproximações e possuem o mesmo destino.

**Figura 2 - Movimento Convergente**

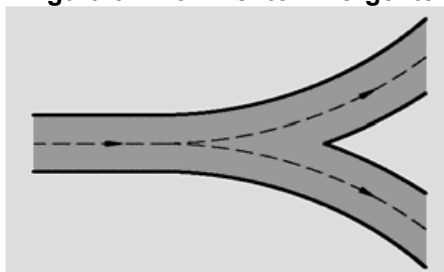


Fonte: Adaptado Manual de Projeto de Interseções – (2005, p. 163).

#### 4.7 Movimentos Divergentes

Define Beyer (2014) que movimentos divergentes, são aqueles que tem origem na mesma aproximação e possuem destinos diferentes, como a figura representada abaixo.

**Figura 3 - Movimento Divergente**

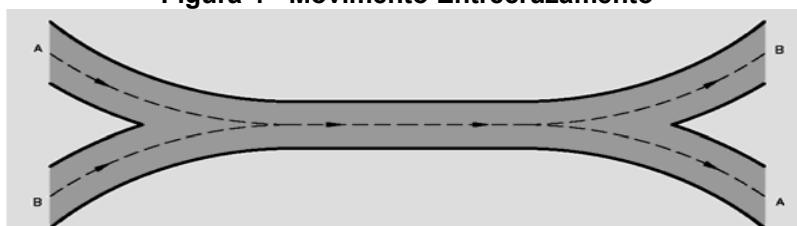


Fonte: Adaptado Manual de Projeto de Interseções – (2005, p. 163).

#### 4.8 Movimentos de Entrecruzamento

De acordo com o Projeto Geométrico de Interseções (1991), quando a trajetória dos veículos de duas ou mais correntes se combinam formando uma única corrente, e novamente se separam é chamado de entrecruzamento.

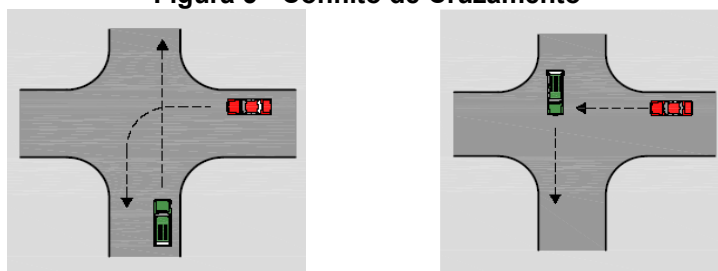
**Figura 4 - Movimento Entrecruzamento**



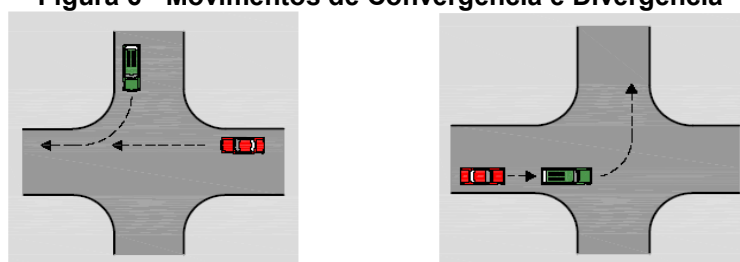
Fonte: Adaptado Manual de Projeto de Interseções – (2005, p. 163).

#### 4.9 Conflitos

Conforme Pietrantônio (1991), conflitos de tráfego são definidos por cada tipo de manobra, mantendo sempre a mesma perspectiva do segundo usuário, os conflitos principais em interseção são: mesma direção, conversão à esquerda com fluxo oposto e travessias.

**Figura 5 - Conflito de Cruzamento**

Fonte: Manual de Projeto de Interseções – (2005, p. 164).

**Figura 6 - Movimentos de Convergência e Divergência**

Fonte: Manual de projeto de interseções – (2005, p. 164).

#### 4.10 Rotatórias

Segundo o Manual de Técnicas e Projetos Rodoviários (2008), são denominadas de rotatórias interseções em nível. Embora o termo correto para sua denominação, é chamado de rotatória quando existem cinco ou mais pernas (saídas), é utilizada quando os há movimentos de entrelaçamento, exceto em vias principais. Na rotatória acontece a circulação de veículos em torno de uma praça central, onde ocorre o entrelaçamento para todas as manobras necessárias.

Com isso vem o uso limitado das interseções rotatorias, principalmente em áreas densamente povoadas o que há torna desapropriado podendo tornar-la inviável. A capacidade dos entrelaçamentos dentro da rotatória fica subordinada a largura dos trechos críticos de entrelaçamento. Quando na prática o que ocorre é a construção das rotatórias desprezando os comprimentos críticos, o que leva a simples contornos, onde os usuários tem que com suas habilidades resolver os problemas de travessia nas correntes de tráfego.

No cruzamento da Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua São Paulo, existe uma ilha (rotatória de pequeno diametro), de acordo com o manual de projeto de inteseção

do (DNIT), é utilizada esse tipo de rotatória para a redução de velocidade da via, e por estar localizada no centro da cidade.

#### **4.11 Sinalização Viária**

É importante o estudo para implantação de sinalização de trânsito, para isso devemos seguir alguns princípios básicos como as condições de percepção dos usuários da via, isso deve-se assegurar a sinalização em um todo. O conceito de sinalização está subdividido em alguns tipos os quais veremos a seguir:

##### **4.11.1 Sinalização Horizontal**

De acordo com o Manual de Sinalização Horizontal do Contran (2014), a sinalização horizontal tem como finalidade transmitir e orientar os usuários da via sobre seus direitos e deveres para um bom comportamento no trânsito, fazendo isso a fim de obter uma boa segurança e ordem no tráfego.

A sinalização horizontal é classificada da seguinte forma:

Ordenar e canalizar o fluxo de veículos

Orientar o fluxo de Pedestres

Orientar os deslocamentos de veículos de acordo com as condições físicas da via, como, topografia, geometria e obstáculos

Completar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação, enfatizando as mensagens transmitidas pelos sinais.

Regulamentar os casos previsto no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

É de suma importância a sinalização para que os usuários tenham um aproveitamento melhor do espaço nas vias, aumentando também a segurança e alerta motoristas e pedestres sobre condições adversas nos locais.

O modo o qual a sinalização é constituída e através de formas, cores, símbolos e traçados. Cada cor tem suas definições e importâncias:

Vermelho: Usada em símbolos e demarcações de ciclovias

Branco: Regulamentação em faixas de pedestres, linha de ultrapassagem, definição de linhas de retenções e linhas preferenciais, símbolos legendas,

delimitação de área de circulação, movimento de veículos, trechos de pistas, estacionamento, limite de velocidade, sinais de alerta.

Amarelo: Obstáculos transversais a pista, fluxos opostos, deslocamentos laterais fluxos opostos, ultrapassagem, espaços proibidos

Azul: Geralmente utilizada em avisos adversos de veículos especiais ou de veículos portadores de deficiência física e vagas para idosos.

Preta: Proporciona contraste entre o pavimento e a pintura

#### 4.11.2. Sinalização Vertical

Segundo o Manual de Sinalização Vertical do Contran (2014), a sinalização vertical assim como as demais sinalizações serve para alertar os usuários afim de que tenham um comportamento adequado aumentando a segurança ordem e orientação no fluxo de tráfego.

A sinalização vertical é fixada sobre placas nas laterais das vias ou suspensas sobre as pistas, também como na sinalização horizontal é feita através de avisos de advertências, legendas e símbolos. A sua regulamentação ocorre de acordo com as leis de trânsito, respeitando o órgão responsável Código de Trânsito Brasileiro (CTB).


Na sinalização vertical existem outras três subclasses que dividem em:

- Sinalização Vertical de Regulamentação

Sua designação é de alertar os usuários sobre suas obrigações, condições e restrições seguindo as regulamentações de acordo com o Código Brasileiro de Trânsito (CTB), as ações praticadas pelos motoristas deverão realizadas com rigor a fim de evitar multas e advertências e risco a si mesmo e a sociedade.


As regulamentações impostas deveram ser estabelecidas de acordo com o dia, horários, tipos de veículos e trechos, para que uma regra não entre em conflito com outra já existente.

**Quadro 1 - Características dos Sinais de Regulamentação**

Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO      PROIBIÇÃO	Fundo	Branca	
	Símbolo	Preta	
	Tarja	Vermelha	
	Orla	Vermelha	
	Letras	Preta	

Fonte: Manual Volume I - Sinalização Semafórica CONTRAN (2007, p. 26).

**Quadro 2 – Características dos Sinais de Regulamentação**


Sinal		Cor	
Forma	Código		
	R-1	FUNDO	VERMELHA
		ORLA INTERNA	BRANCA
		ORLA EXTERNA	VERMELHA
		LETRAS	BRANCA
	R-2	FUNDO	BRANCA
		ORLA	VERMELHA

Fonte: Manual Volume I - Sinalização Semafórica CONTRAN (2007, p. 26).

- Sinalização Vertical de Advertência



Segundo Manual de Sinalização Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), tem como finalidade de advertir os usuários das vias sobre as condições que venham ser perigosas como restrições existentes nas vias ou em suas proximidades e também sobre obstáculos oriundos de situações adversas ou permanentes. Geralmente nessas situações exigem que o usuário diminua a velocidade a favor da segurança no trânsito.

**Quadro 3 - Características dos Sinais de Advertência**

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 15)

**Quadro 4 - Características de Sinalização de Advertência**

Sinal		Cor	
Forma	Código		
	A-26a A-26b	Fundo	Amarela
		Orla interna	Preta
		Orla externa	Amarela
		Seta	Preta
	A-41	Fundo	Amarela
		Orla interna	Preta
		Orla externa	Amarela

Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 16).

Ainda de acordo com o Manual de Sinalização de Transito (2007), a sua função é de identificar lugares e vias de interesse do usuário, orientar os condutores sobre os percursos, acessos, destinos, distâncias, atrativos turísticos, serviços auxiliares e também educando o usuário.

#### 4.11.3. Sinalização Semafórica

Conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Transito (2014), Sinalização semafórica se trata de subsistema de sinalização vertical com indicações luminosas, podendo ser alternada ou intermitente, realizada por um aparelho eletro eletrônico, A sua função e controlar o fluxo dos veículos e pedestres de modo eficiente e seguro.

Há duas divisões na sinalização semaforica, classificadas da seguinte maneira:

Sinalização Semaforica de Advertência – a sua finalidade é de advertir o condutor sobre condições adversas como um obstáculo, ou qualquer circunstância que deixe o motorista e demais pessoas em perigo.

Sinalização Semafórica de regulamentação – é designada para controlar o tráfego em um determinado local da via ou interseção, através de indicação luminosas, liberando ou impedindo o fluxo de veículos e pedestres em determinadas direções por um período de tempo.

De acordo com o Manual de Trânsito as cores e formas estão exemplificados a seguir:






Quadro 5 - Cores e Sinais de Sinalização Semafórica em Focos de Forma Circular

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUARIO 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 <b>deve</b> parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.	
	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 <b>deve</b> 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 <b>deve</b> 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 sentido da seta apresentada na indicação luminosa.	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.	
					
					
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: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 25).

**Quadro 6 - Cores e Sinais de Sinalização Semafórica em Focos de Forma Quadrada**

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUARIO DA VIA
Quadrada	Vermelha		Indica para o pedestre a proibição da travessia	O pedestre <b>não deve</b> iniciar a travessia
	Vermelha (intermitente)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração <b>deve</b> permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre <b>não deve</b> iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde <b>deve</b> 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
	Vermelha		Indica, por meio do símbolo "X", a proibição de circular na faixa sinalizada	O condutor <b>não deve</b> circular pela faixa sinalizada
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada

Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 26).

- Tipos de Semáforos

Semáforos são aparelhos eletrônicos onde seu foco está voltado, para a pista e emitem sinais de cores, podendo ser circular ou quadrado e aqui suas definições.

Beyer (2014) menciona como e subdivido os tipos de semáforos para cada categoria de usuário da seguinte maneira:

Veicular (exceto ciclista) são compostos por três indicações luminosas: vermelha, amarela e verde, respectivamente, de cima para baixo, quando vertical, quando horizontal a sequência segue da esquerda para a direita.

Veicular direcional – consiste em três indicações luminosas:

Vermelha com seta, amarela com ou sem seta e verde com seta, também dispostos nessa ordem, de cima para baixo na vertical, da esquerda para direita quando horizontal. So é utilizado nas aproximações quando há período de verde distintos para diferentes movimentos, sendo as setas orientadas para esquerda ou direita, para cima ou para baixo;










Veicular de direção livre – constituído somente pelo foco verde com seta, orientada para cima ou para baixo na vertical, direita ou para esquerda quando horizontal;

Veicular de controle de acesso específico: possuem focos vermelho e verde, dispostos dessa maneira, de cima para baixo quando vertical, e da esquerda para a direita na horizontal, utilizado somente para controle tipo balsas e praças de pedágio;

Veicular faixa reversível – São compostos por um foco vermelho com símbolo “X” e por um foco verde com seta para baixo quando na vertical, seta para direita ou esquerda quando horizontal;

Ciclistas – São constituídos por focos vermelhos, amarelo e verde, respectivamente, dispostos dessa forma, de cima para baixo na vertical;

**Quadro 7 - Semáforos para Sinalização Semafórica de Regulamentação**

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular	 <p>Observação: O grupo focal pode ser configurado com vermelho 300mm e amarelo/verde 200mm</p>	 <p>Observação: Só utilizar quando projetado sobre a via</p>
Veicular Direcional	 <p>Observação: Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.</p>	 <p>Observações:  ✓ Só utilizar quando projetado sobre a via.  ✓ Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.</p>
Veicular Direção Livre		
Veicular Controle de Acesso Específico		
Veicular Controle ou Faixa Reversível	Em semáforos de LED pode ser usado foco único.	
Pedestre		

Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p.28).

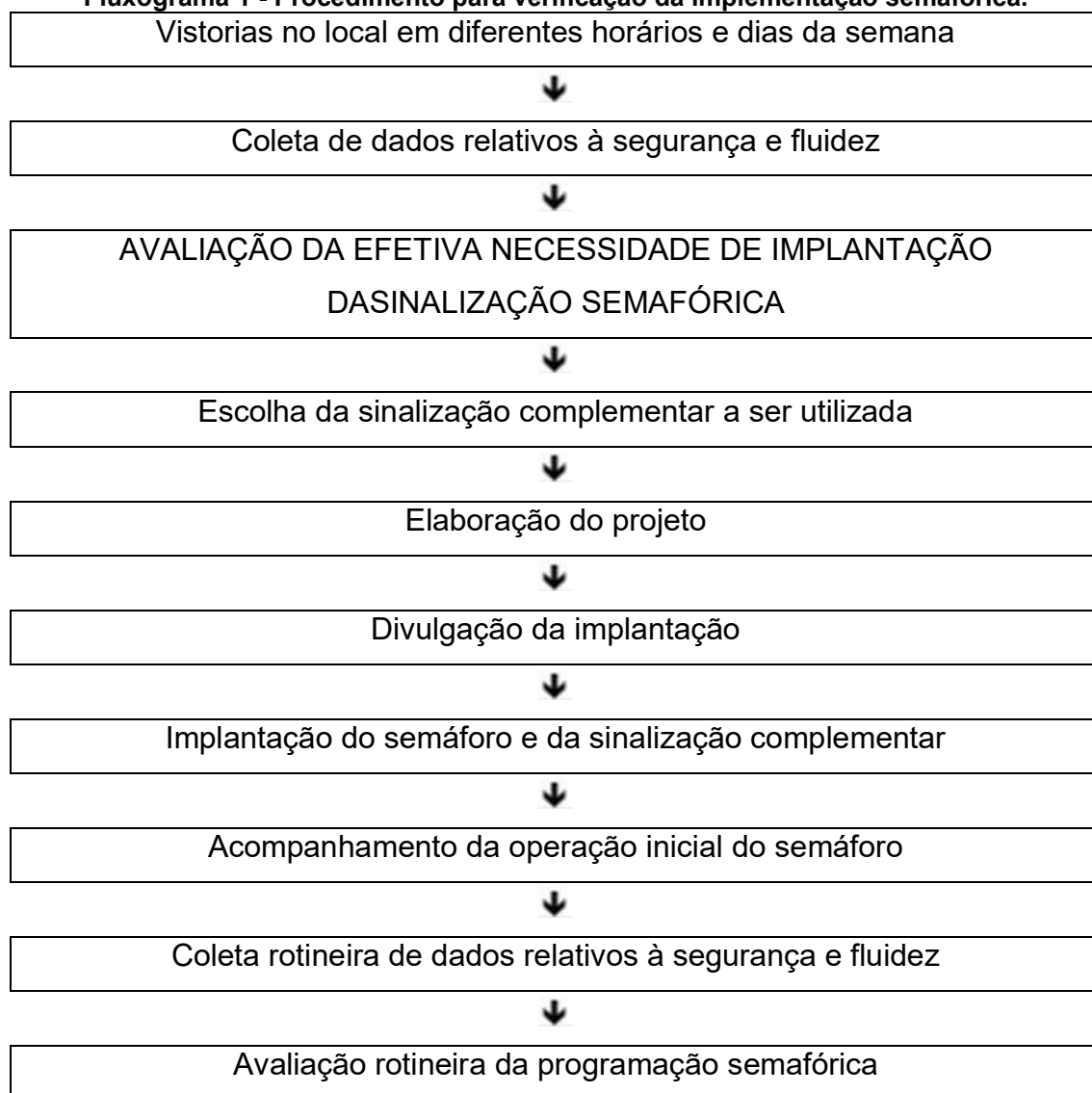
**Quadro 8 - Semáforos para Sinalização de Advertência com Dois Focos**

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular		

Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 29).

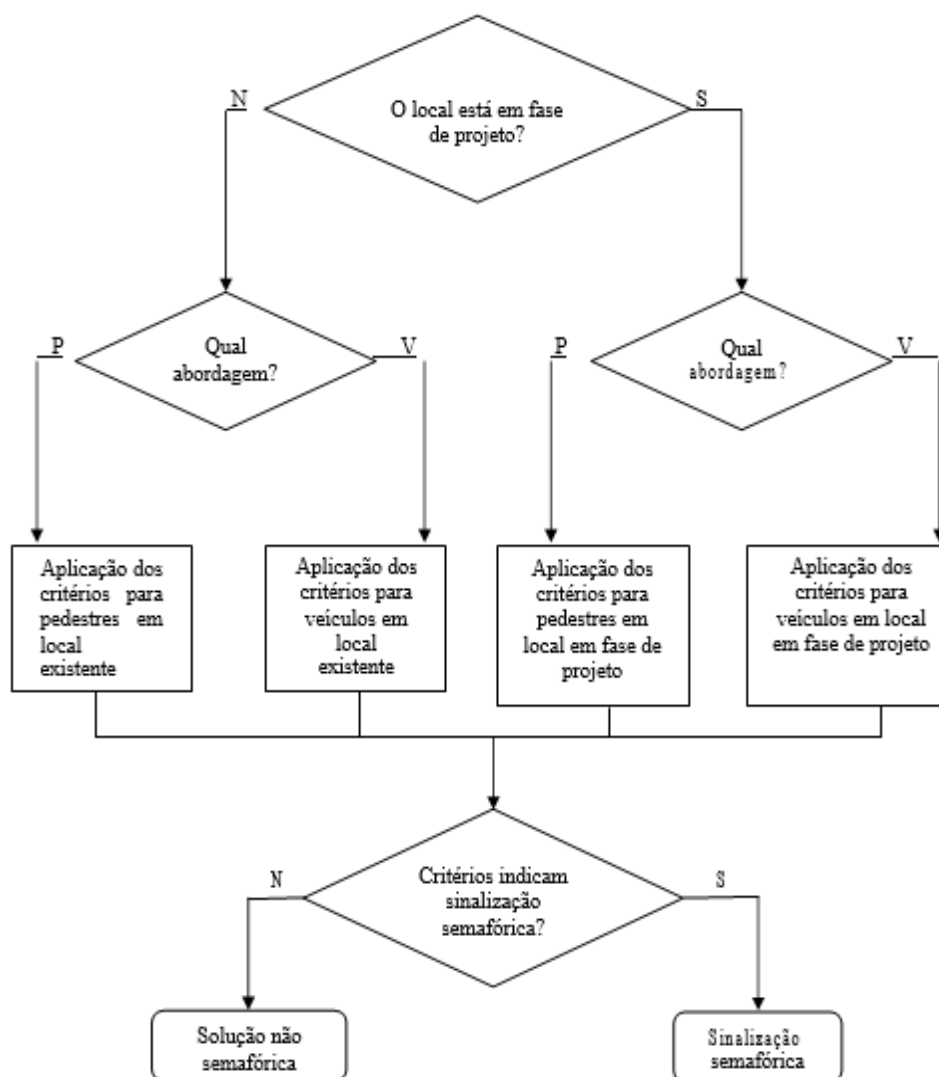
- Critérios para implementação semafórica

Segundo o Manual de Sinalização Semafórica (2014), é necessária a verificação da necessidade da implementação semafórica, posteriormente analisar a sua eficácia de acordo com os fluxogramas a seguir:

**Fluxograma 1 - Procedimento para verificação da implementação semafórica.**

Fonte: Adaptado Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2014, p. 49).

Fluxograma 2 - Estrutura geral para estudo de implantação semafórica

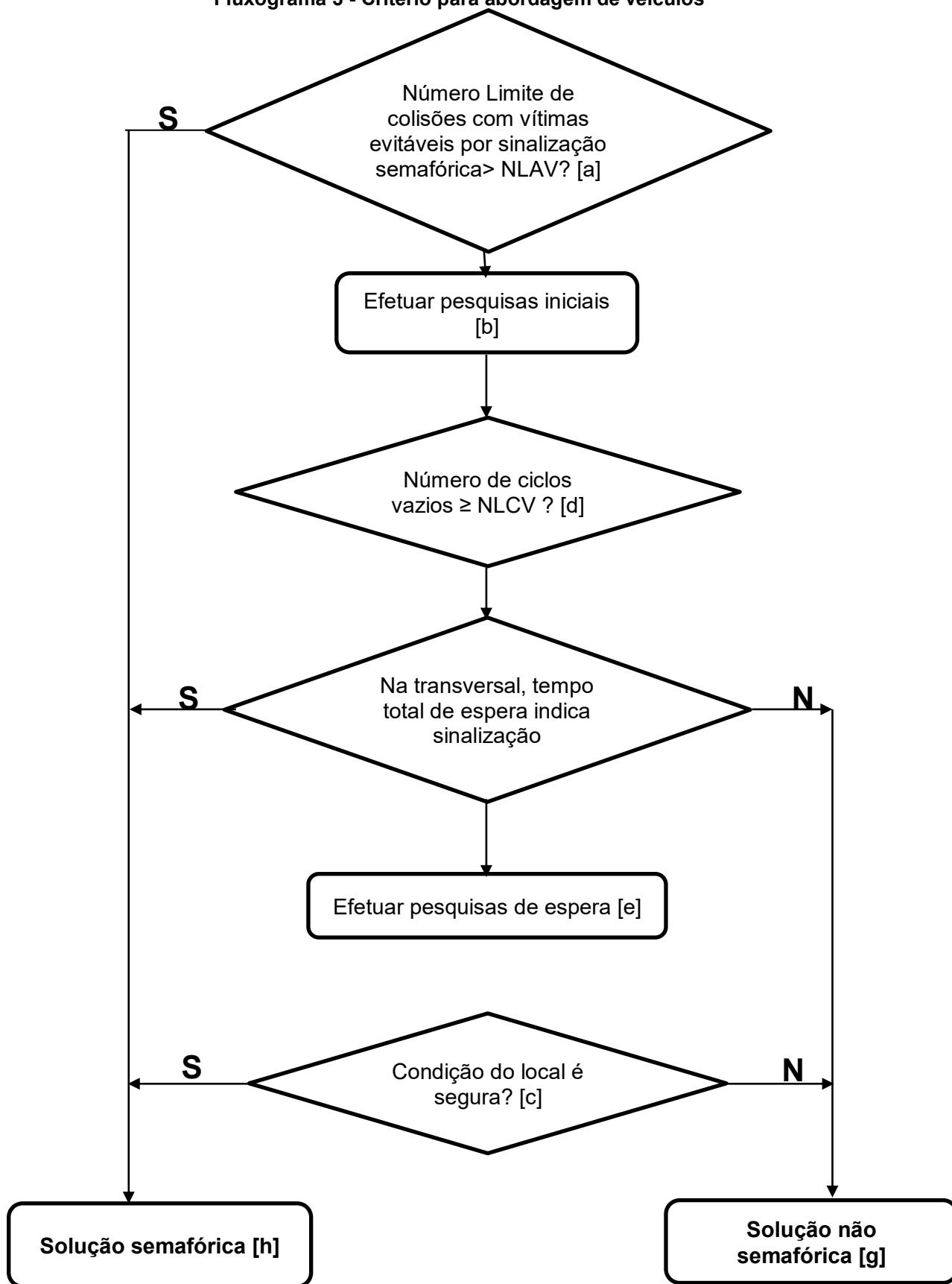


**Legenda: S = sim; N = não; V = veículos; P = Pedestres;**

**Fonte: Adaptado do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V- Sinalização Semafórica (2014, p. 50).**

Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), para implementação semafórica tanto em fase de projeto quanto para local existente são seguidos os passos conforme prescreve a figura de fluxograma 2.

Fluxograma 3 - Critério para abordagem de veículos



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica (2014, p. 52).

Descrição das atividades dos blocos ainda de acordo com o Manual de Sinalização Semafórica (2014):

- O número de colisão com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que Nlav?

O limite mínimo de colisões com vítimas evitadas por semáforo é igual 7, se observada nos últimos 3 anos, caso contrário passa a ser 3 o número mínimo quando observada nos últimos 12 meses.

- Efetuar pesquisas iniciais

Devem ser realizadas contagem de veículos levando em conta sua classificação (tipo de veículo) nas proximidades da interseção durante o período considerado hora-pico, levantar a quantidade de faixas de rolamento, tempo de ciclo da rede se houver já a implantação de semáforos no local.

- Condição do local é segura?

Verificar as características do local como visibilidade, geometria da via, as edificações que existem nas proximidades, fatores que possam influenciar na segurança do local.

- Número de ciclos vazios é maior ou igual a NLCV?

Para implementação semafórica de tempo fixo, é necessário o cálculo dos ciclos caso seja instalada, existirá ciclos sem nenhuma demanda na via secundária sendo chamados de ciclos vazios. A fim de que seja viável a instalação do semáforo, o número limite de ciclos vazios por hora, na hora-pico, deverá ser imposto pelo projetista (Nlcv), sendo variável de uma cidade para outra, porém em todas as situações o Nlcv deve ser inferior a 4. O 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 e dada da seguinte maneira:

Passo 1: Determinação do tempo de ciclo (C) em segundos, tempo que seria adotado pela sinalização semafórica, ou no caso de interseção inserida em via com sinalização semafórica operando em 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 menos de 500m da interseção estudada.

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

$$NC = \frac{3600}{C}$$

Passo 3: Determinação do fluxo total de 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).

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

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).

$$NCV = e^{-m} \times 60$$

Onde:

e = base dos logaritmos neperianos (igual a 2,72)

#### 4.11.3.2.5 Efetuar pesquisa de espera

Determinar o tempo em que os veículos esperam na via, devido ao cruzamento

- Na transversal, tempo total de espera indica sinalização semafórica?

Caso o tempo total de espera for inferior 6.000 ucp x segundo, por hora, correspondente a um atraso médio de 15 segundos sofrido por um fluxo de 400 ucp/hora na via secundária (sem considerar motos), a sinalização semafórica não deve ser implantada.

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 sofridos por um fluxo de 400 ucp/hora na via secundária (ainda sem considerar motos), a sinalização semafórica deve ser implantada.

Quando o tempo total de espera entre 6.000 e 14.000 ucp x segundo, por hora, a decisão fica a critério do projetista.



- Solução não semafórica

Caso a solução semafórica não seja viável, adotar uma forma viável para uma melhor segurança dos usuários da via sem que o fluxo e a segurança no local sejam afetados. Dentre algumas das soluções possíveis sobressai-se as seguintes opções: adequação da geometria, redução da velocidade, mini rotatórias e mudança no sentido de circulação com eliminação de conflito.

- Sinalização semafórica

Determinar a estratégia e o tipo de controle a ser adotado.

#### **4.12 Sistema Binário**

Segundo Tibúrcio (2014), sistema binário no trânsito e empregado com um conjunto de ruas de duas vias próximas e paralelas, na quais os fluxos de trânsito se dão em uma única direção com vias de sentidos opostos.

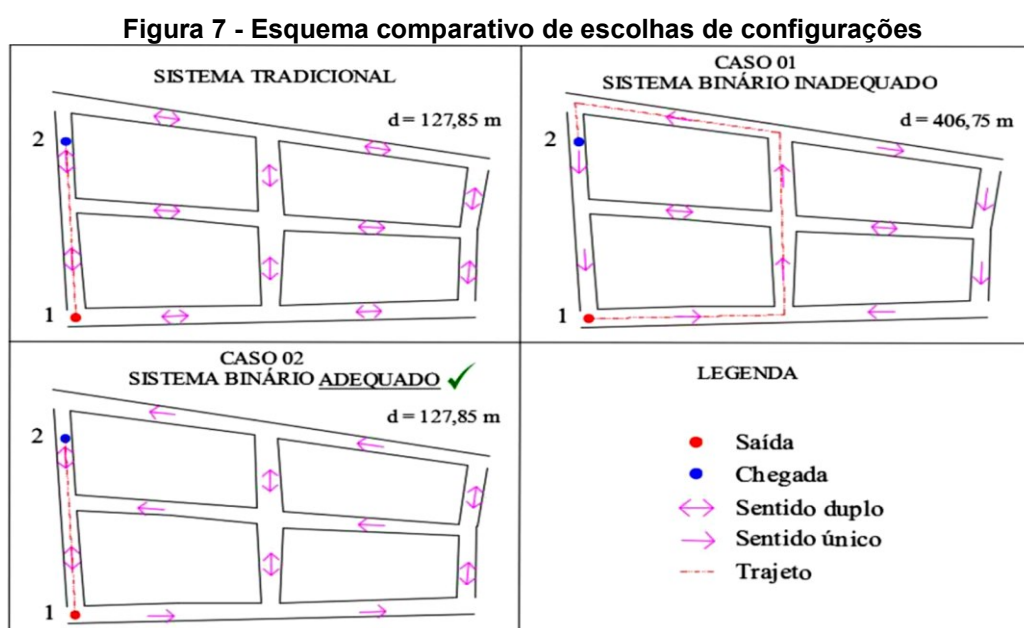
Já Osório (2017) classifica o sistema binário como sendo um simples modelo para soluções de problemas de tráfego de baixa complexidade, fundamentado, sendo ele, basicamente a reordenação dos sentidos de fluxo das vias da malha viária, buscando benefícios. As vantagens do sistema binário são:

- Aplicação da absorção da via – consiste em unificar os sentidos das vias em relação a um deles, fazendo o que dobre a capacidade viária, possibilitando assim o uso das margens da via como estacionamento evitando que ocorra o afunilamento por conta da concorrência entre veículos de sentidos opostos.
- Segurança – aumento da área de circulação para que possa ser feita manobras, maior visibilidade, melhor tomada de decisões, e redução do número de acidentes.
- Acessibilidade para pedestres – o sentido visará facilidade na hora de cruzamento, por ser sentido único reduzirá os movimentos de conflito na hora da travessia, aumentando a segurança.

O método de sistema binário, assim como o método de implementação semafórica deverá ser feito um estudo de caso, ambos são realizados do mesmo

modo com contagem volumétrica, contagens quantitativas e levantamento do tráfego, Oliveira (2017).

De acordo com Osório (2017) a premissa básica para implementação do sistema binários deve-se levar em conta a geometria do local, pois a ideia de que o usuário irá percorrer distancias similares a que percorria antes, só que com benefícios gerados pela implementação do novo sistema. Para tal feito é preciso que seja evitado a sensação de “andar contra o sentido” com finalidade de chegar em algum lugar, conforme explica a figura 7. Contudo, por tratarmos de percursos cíclicos em alguns casos é impossível evitar tais retornos tornando a implementação inviável.



Fonte: Adaptado de estudo de implementação de sistema binário (2021, p.122).

## 5 METODOLOGIA E PESQUISA

### 5.1 Localização

Campo Mourão é uma cidade que está localizada entre os municípios de Maringá, Goioerê e Cianorte, fazendo parte da mesorregião do centro ocidental paranaense, com aproximadamente 96.102 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) figura 8. De acordo com o DETRAN (2020) uma última pesquisa realizada pelo órgão revelou que Campo Mourão possui uma frota de 72.163 veículos, e foi constatado um aumento de aproximadamente 13% em relação aos últimos quatro anos.

Segundo anuário do Detran (2020) Campo Mourão registrou a quantidade de 381 acidentes sendo 356 com vítimas.

**Figura 8 - Mapa de Campo Mourão - PR**



**Fonte: Wikipedia (2021).**

#### 5.1.1 Local de estudo

Localizado no bairro Centro, a área de estudo abrange os cruzamentos que estão situados desde a Rua Araruna até a Rua Mato Grosso e as Avenidas, Manuel Mendes de Camargo, Capitão Índio Bandeira e Irmãos Pereira com uma área de aproximadamente 220.000 m<sup>2</sup>, de acordo com a figura a seguir:

**Figura 9 - Área de estudo localizado no centro de Campo Mourão**



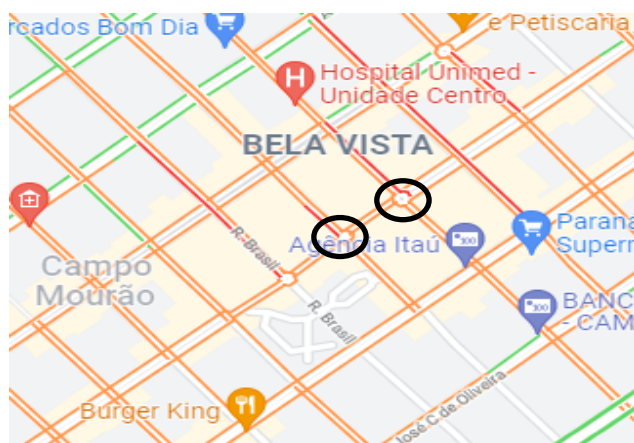
**Legenda: Linha azul - Rua Araruna; Linha verde - Rua Mato Grosso.  
Fonte: adaptado do Google Maps (2021).**

### 5.1.2 Delimitação da área de estudo

Com auxílio da ferramenta do Google Maps foi possível verificar onde estão os pontos de maiores concentrações de veículos durante o dia, como é mostrado na figura 10, sendo assim foi realizada uma avaliação visual in loco dos pontos mais conflitante da região delimitada. Considerando os horários de pico, levando em conta a restrição do horário de comércio devido a pandemia atual Covid-19, observou-se que entre o período de 10:00, 12:00 e 17:00 o número de maior fluxo de veículos. Verificou-se os cruzamentos mais conflitantes foram entre Av. Capitão Índio Bandeira com as ruas Harrison José Borges e São Paulo, devido à proximidade de agências bancárias, comércio entre outros.

A contagem foi realizada com auxílio da tabela 1 e o quadro 9 com os devidos fatores de equivalência, nos horários de pico, o cruzamento foi filmado no intervalo de 2 horas de apenas um ângulo com a utilização de uma câmera Go Pro, onde o aparelho foi fixado no topo do edifício likes situado na esquina do cruzamento, método de filmagem adotado para que fossem evitados erros durante a contagem. Nos quais a cada 15 minutos foram registrados os dados de acordo com a tabela de contagem de veículos.

**Figura 10 - Trânsito típico e pontos de maiores conflitos.**



**Legenda: linhas vermelhas indicando grande concentração de veículos.**

**Fonte: Adaptado do Google Maps (2021).**

**Tabela 1 - Tabela de Contagem de Veículos**

DATA														
APROXIMAÇÃO														
INICIO	FIM	MOTO			AUTOMÓVEL			COMERCIAL (2 EIXOS)			ÔNIBUS			TOTAL
		↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
--	--													

**Fonte - Adaptado do Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica Volume V (2021, p. 102).**

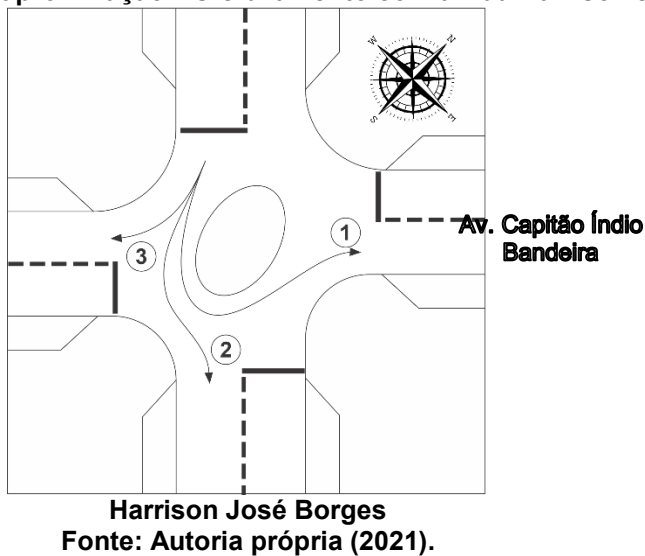
**Quadro 9 - Fatores de Equivalência para Diferentes Tipos de Veículos**

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

**Fonte: Manual Volume V - Sinalização Semafórica CONTRAN (2014, p. 85).**

Logo abaixo é mostrado todos os movimentos possíveis de conversões em ambos os cruzamentos, sendo possível analisar a assimetria do traçado viário.

**Figura 11 - Conversões aproximação NO cruzamento com a Rua Harrison José Borges**



**Figura 12 - Conversões aproximação SE cruzamento com Harrison José Borges**

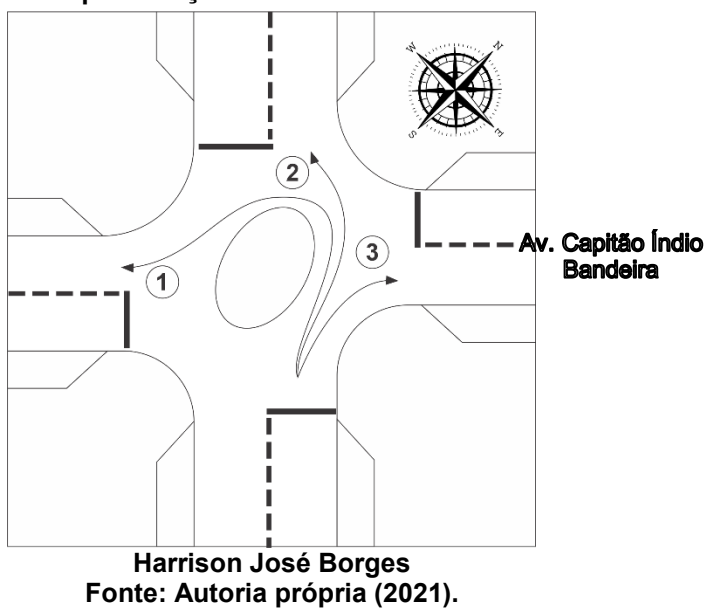
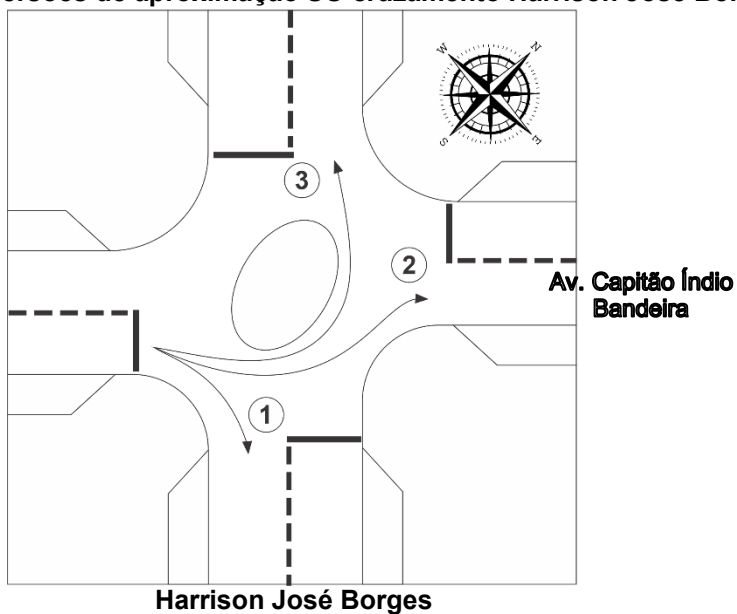
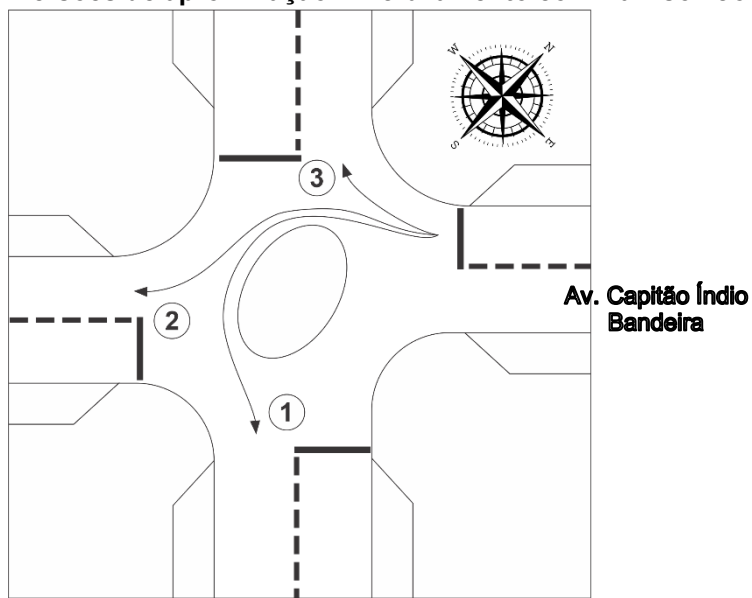


Figura 13 - Conversões de aproximação SO cruzamento Harrison José Borges.



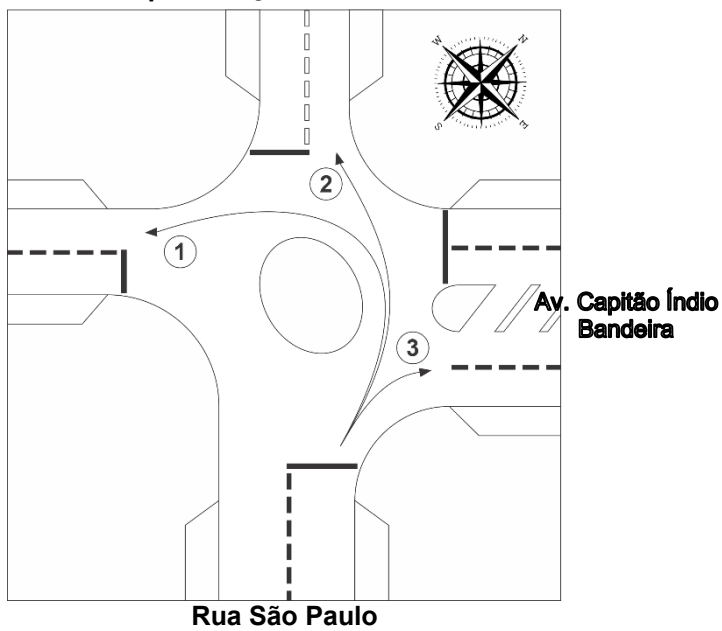
Harrison José Borges  
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 14 - Conversões de aproximação NE cruzamento com Harrison José



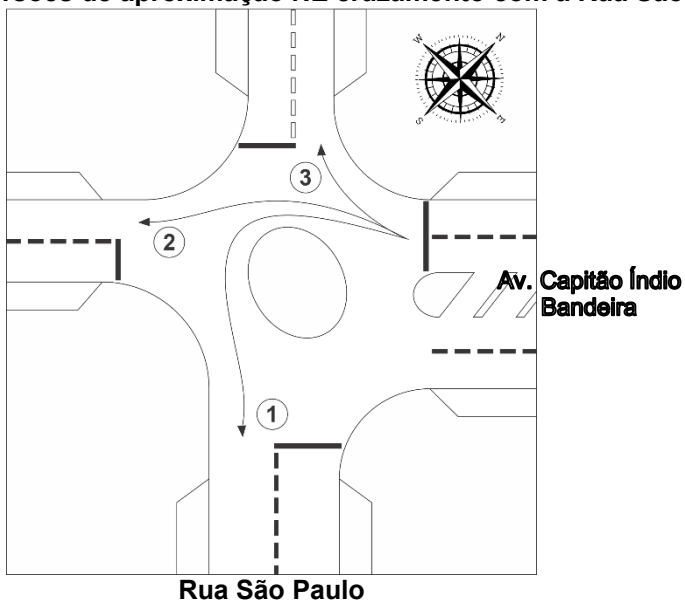
Harrison José Borges  
Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 15 - Conversões de aproximação SE cruzamento com a Rua São Paulo**



Fonte: Autoria própria (2021).

**Figura 16 - Conversões de aproximação NE cruzamento com a Rua São Paulo**



Fonte: Autoria própria (2021).





### 5.1.3 Critérios para Estudos de Sinalização

De acordo com o diagrama de fluxograma para estudo de implementação semafórica “Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito” – Volume V (2014). A aplicação para local existente foi adotada, para determinar ou não a necessidade de implementação semafórica devido ao local de estudo não estar em fase de projeto, visitas realizadas verificou-se que existiam baixa circulação de pedestres em relação ao número de veículos. A seguir passos referente aos critérios para estudo de sinalização:

- Número de colisões evitáveis por semáforo é maior que o NLAV?

Nessa etapa, o número limite mínimo de colisões e atropelamentos com vítimas evitáveis por semáforo (Nlav), foram obtidos através do site do Corpo de Bombeiros na área de imprensa.

- Realizar pesquisas iniciais.

Foi realizada a contagem classificatória e direcional de veículos em todas as aproximações das interseções em horário de pico e feito o levantamento dos demais dados iniciais necessários para o estudo.

- A condição do local é segura?

Durante a visita no local foi averiguada irregularidades deficiência e falta de sinalização, a geometria da via não é simétrica com as demais, a presença de edificações que compromete a visibilidade dos usuários.

- Número de ciclos vazios é maior ou igual a NLCV?

Para a determinação dos ciclos vazios foi necessário estabelecer o tempo de ciclo (C) em segundos, que nessa situação foi utilizado 60 segundos, sendo a metade do tempo máximo permitido pelo “Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito –

Volume V” (2014). Posteriormente definido o número de ciclos por hora (NC), que fora obtido do seguinte modo:

$$NC = \frac{3600}{C}$$

Então, o fluxo total de aproximações da via secundária (FTS) obtido em função das pesquisas iniciais, o número médio de veículos por ciclo (m) foi dado pela seguinte equação:

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

Sendo assim, foi determinado o número de ciclos em que não existem veículos na via secundária chegando na interseção (NCV). Utilizando a seguinte equação:

$$NCV = e^{-m} \times 60$$

Onde: e = Número de Napier (igual a 2,7182)

Com isso os dados foram analisados para ver a necessidade de implantação semafórica.

Por intermédio dos dados coletados, foi obtida a resposta da pesquisa de acordo com o Manual de Sinalização Semafórica, da possibilidade de implementação ou não de semáforos e sistema binário afim de atingir melhor segurança aos usuários da via.

## 6 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

### 6.1 Cruzamento entre Av. Capitão Índio Bandeira e Rua São Paulo

Conforme o “Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014)” foram utilizados os critérios para implementação em locais existentes e com abordagem veicular devido ao baixo fluxo de pedestre no local.

- Número de colisões com vítima, que são evitáveis por semáforo, é maior que que Nlav?

Pelo site do corpo de bombeiros no menu “área de imprensa” foram obtidos registros de acidente de trânsito durante o período de 2019 e 2021. No cruzamento da Av. Capitão Índio Bandeira com a Rua São Paulo foram 2 (dois) acidentes de trânsito um deles com vítima. Porém de acordo com o quadro não se tem o relato de como foram os acidentes fato que impossibilita a apuração se poderiam ou não ser evitados por sinalização semaforica.

**Quadro 10 - Acidentes de trânsito entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua São Paulo.**

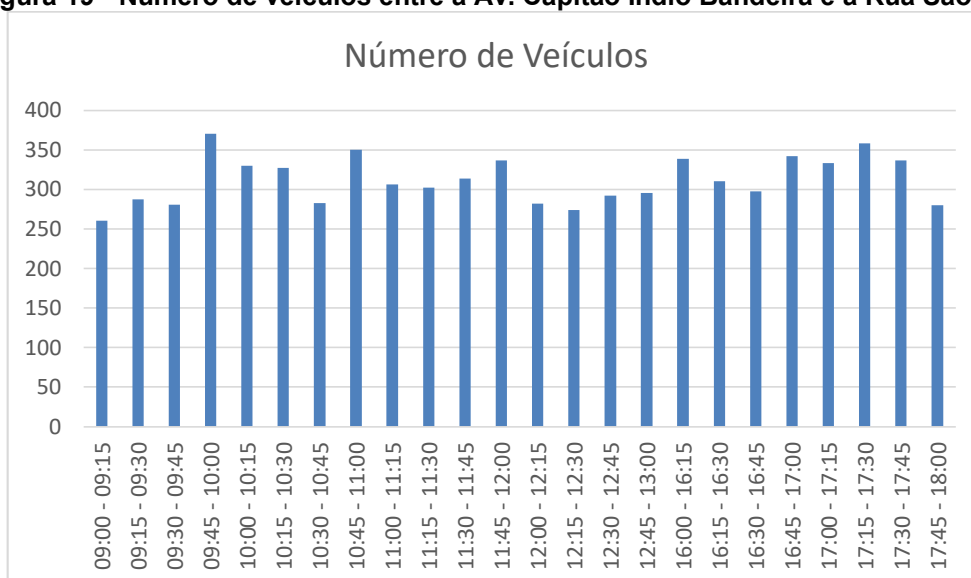
Registro	OBM	Data e Hora	Município	Endereço	Natureza	Vítimas	Veículos
202115GB11295	5°GB	13/11/2020 14:36	CAMPO MOURÃO	AV CAP INDIO BANDEIRA COM RUA SÃO PAULO	Acidente de Trânsito - Colisão		
20215GB02657	5° GB	24/04/2021 17:23	CAMPO MOURÃO	AV CAP INDIO BANDEIRA ESQUINA COM RUA SÃO PAULO	Acidente de Trânsito - Colisão	R S C, masculino, 22 anos Ferimentos Leves	Automóvel – NÃO IDENTIFICADA, Cor: Não Apurado Motoneta – NÃO IDENTIFICADA, Cor: Não Apurado

Fonte: Sistemas de estatísticas de ocorrências do Corpo de Bombeiros do Paraná (2021).

- Pesquisas Iniciais:

Para determinação de horários críticos foi realizada uma contagem de veículos em dois dias típicos sendo realizada no dia 22 e 23 de março de 2021, no cruzamento entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua São Paulo, nos períodos entre, 9h00 as 11h00, 11h00 as 13h00, 16h00 as 18h00.

Foi realizada uma média que contabilizou um total de 7489,6 veículos assim como mostra o gráfico abaixo:

**Figura 19 - Número de veículos entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua São Paulo.**

**Fonte: Autoria própria (2021).**

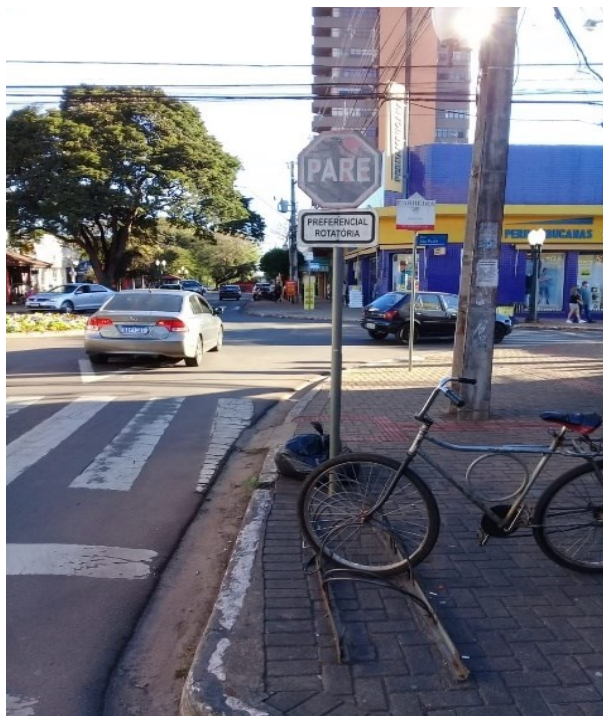
De acordo com o gráfico é notável os horários críticos que estão entre as 10h00min, 12h00min e 17h30min atingindo a quantidade de 371, 337 e 348 veículos respectivamente. A contagem foi realizada de acordo com a metodologia meia hora antes e meia hora depois do horário crítico sendo das 09h30min às 10h30min, 11h30min às 12h30min, e das 17h00min às 18h00min dados encontrados no apêndice B.

Com os dados coletados foi realizado uma média dos veículos que se aproxima pela Rua São Paulo via secundária, e se obteve um número de 431 veículos por hora.

- Condição no local é segura?

Uma avaliação feita do local nota-se que parte das sinalizações estão visíveis, porém com necessidade de manutenção, a geometria do local não o favorece, entretanto neste cruzamento o local é amplo e com ampla visibilidade, portanto segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014), optou-se por dar continuidade aos próximos passos.

**Figura 20 - Sinalização deteriorada Av. Capitão Índio Bandeira com Rua São Paulo.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 21 - Faixa de pedestre Av. Capitão Índio Bandeira com Rua São Paulo.**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

- O número de ciclos vazios é maior ou igual  $N_{lcv}$ ?

O número de ciclos por hora é dado através da seguinte equação:

$$NC = \frac{3600}{C}$$

$$NC = \frac{3600}{60}$$

$$NC = 60$$

Dando continuidade aos cálculos, o fluxo total de aproximações da via secundária (FTS) é obtido por meio das pesquisas iniciais o número médio de veículos por ciclo (m) foi obtido da seguinte maneira:

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

$$m = \frac{431}{60}$$

$$m = 7,183$$

Então foi determinado o número de ciclos que não existem veículos na via secundária chegando na intersecção (NCV) a conforme a formula seguinte:

$$NCV = e^{-m} \times 60$$

$$NCV = 2,7182^{-7,183} \times 60$$

$$NCV = 0,046$$

$$NCV \leq NLCV$$

- Pesquisa de Espera

Em virtude de o resultado anterior já indicar a necessidade de implementação semaforica não se fez necessário a realização da pesquisa de espera, devido tal pesquisa demandarem de meios de equipamentos e específicos, número maior de pessoas, decidiu-se não verificar este critério, e de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V (2014) a ausência de tal verificação não prejudicará o resultado do atual estudo.

## 6.2 Cruzamento entre Av. Capitão Índio Bandeira e Rua Harrison José Borges

- Número de colisões com vítima, que são evitáveis por semáforo, é maior que que Nlav?

De acordo com o parágrafo 4.11.3.2, foi realizado o estudo para esta intersecção, no qual apenas 1 acidente com vítima no cruzamento foi registrado pelos bombeiros, sem informações de como o fato ocorreu, em decorrência desse fato não é possível dizer se poderiam ou não ser evitados por semáforo.

Contudo no momento da realização da contagem foi possível flagrar uma colisão entre dois veículos no cruzamento, o veículo que partiu do sentido noroeste da Rua Harrison José Borges colidiu com outro veículo que fazia uma conversão a direita no sentido sudoeste na Av. Capitão Índio Bandeira que parou para passagem de pedestres no meio da intersecção, sendo este fato podendo ser evitado com a implementação de semáforo.

**Quadro 11 - Acidentes de trânsito entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua Harrison José Borges.**

Registro	OBM	Data e Hora	Município	Endereço	Natureza	Vítimas	Veículos
20215GB04278	5°GB	27/062021	CAMPO MOURÃO	AV CAP ÍNDIO BANDEIRA, nº 1300	Acidente de Trânsito – Colisão	M R P, Masculino, 47 anos Ferimentos Leves	Motocicleta – Schineray – NÃO IDENTIFICADO, Cor: Preto Automóvel – RENAULT – DUSTER 16 A CVT, Cor: Branco

Fonte: Sistemas de estatísticas de ocorrências do Corpo de Bombeiros do Paraná (2021).

**Figura 22 - Colisão durante a contagem de veículos.**



Fonte: Autoria própria (2021).

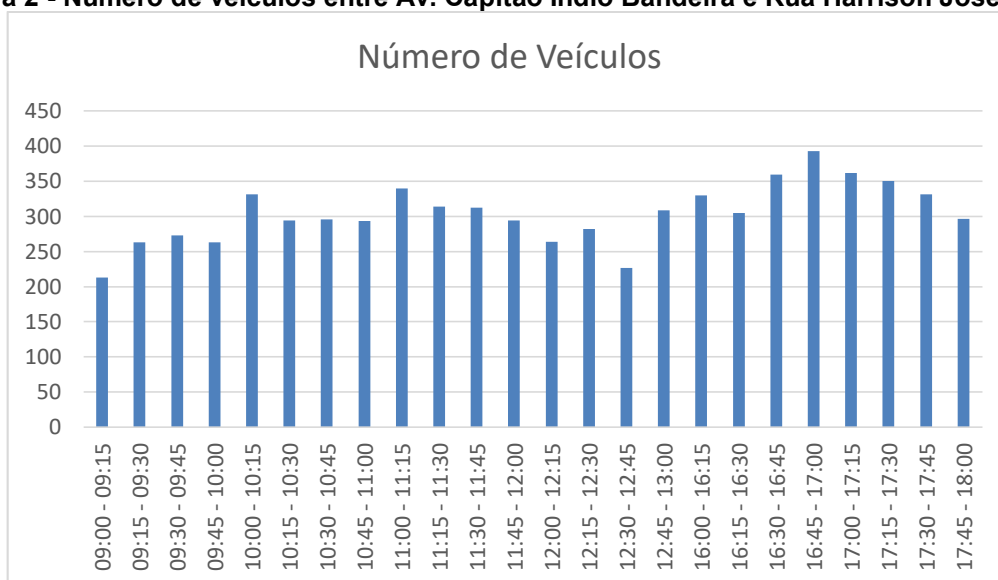


- Pesquisas Iniciais

Os horários críticos para o cruzamento entre a Av. Capitão Índio Bandeira e a Rua Harrison José Borges foram determinados do mesmo modo que o cruzamento anterior nos dias 29 e 30 de março de 2021 nos períodos de 9h00 as 11h00min, 11h00min as 13h00min, 16h00min as 18h00min.

A contagem revelou um total de 7295,59 veículos por hora.

**Figura 2 - Número de veículos entre Av. Capitão Índio Bandeira e Rua Harrison José Borges**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

Através do gráfico apresentado é notável os horários críticos presente na contagem. Os horários críticos no cruzamento foram às 10h15min, às 11h15min e às 17h00min assim atingindo às marcas de 332, 340 e 393 respectivamente, os dados podem ser encontrados no apêndice.

Com os dados coletados foi realizado uma média dos veículos que se aproximavam pela via secundaria Rua Harrison José Borges, e registrou-se um número de aproximadamente 435 veículos por hora.

- Condição no local é segura?

Durante a visita no local foi averiguada que a sinalização tanto horizontal quanto vertical está parcialmente defasada, mas ainda visível, a geometria da via não é simétrica com as demais, a presença de edificações que compromete a visibilidade

dos usuários. Porém foi decidido continuar com o estudado para verificar realmente necessidade de implementação semafórica.

**Figura 24 - Sinalização deteriorada Av. Capitão Índio Bandeira com a Rua Harrison José Borges**



Fonte: Autorial Própria (2021).

**Figura 25 - Av Capitão Índio Bandeira baixa visão devido edificações.**



Fonte: Autorial própria (2021).

- Número de ciclos vazios é maior que  $N_{lcv}$ ?

O número de ciclo por hora (NC), foi determinado através da seguinte equação:

$$NC = \frac{3600}{C}$$

$$NC = \frac{3600}{60}$$

$$NC = 60$$

Posteriormente, foi possível a determinação do fluxo total de a aproximação secundária (FTS) definido através de pesquisas iniciais e o número médio de veículos por ciclo ( $m$ ) é dado através da seguinte formula:

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

$$m = \frac{435}{60}$$

$$m = 7,25$$

Assim foi determinado o número de ciclos em que não existem veículos na via secundária chegando na interseção (NCV) conforme a seguinte equação:

$$NCV = e^{-m} \times 60$$

$$NCV = 2,7182^{-7,25} \times 60$$

$$NCV = 0,043$$

$$NCV \leq NLCV$$

Devido ao número de ciclos vazios (NCV) ser menor que o número limite de ciclos vazios (NLCV), justifica-se a implementação semafórica, conforme apresenta o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014). Portanto, segundo Ferreira (2019), 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). Logo, pelo critério utilizado na análise, justifica a implementação semafórica no cruzamento.

- Pesquisas de espera

Assim, no cruzamento, apresentando a necessidade de implementação semafórica, conforme os passos seguindo o Fluxograma 3, seria necessário, para apresentar resultados mais precisos, a utilização de equipamentos específicos e quantidade maior de pesquisadores, portando não foi possível a execução desta etapa nesse estudo.

- Sistema Binário

Foi feito um estudo em toda malha viária mapeada para implementação do sistema binário, de acordo com a fundamentação, a metodologia para sistema binário é análoga a de implementação semaforizada, entretanto a geometria das vias não se apresentou favorável a aplicação desse tipo de sistema. Devido as avenidas onde o estudo foi realizado possuírem uma espécie de semi-rotatória, causando o afunilamento e impedimento de retorno das vias, em razão disso tornou-se inviável aplicação do projeto de sistema binário.

Segundo Ozorio (2017) para implantação do sistema binário, a geometria do local é fator importante para a aplicação, no entanto, o traçado geométrico das avenidas é fator limitante para a instalação deste sistema, fato que se observa nas Figuras 26 e 27, as quais representam um estreitamento das vias e uma sinuosidade nas rotatórias, o favorece o congestionamento e a dificuldade de manobras nestes locais. Para a implementação deste sistema, seria necessário alteração na geometria da via, removendo os canteiros e ajustando as rotatórias.

**Figura 26 - Estreitamento de Av. Manoel Mendes de Camargo**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 27 - Estreitamento na Av. Manoel Mendes de Camargo com a Rua Harrison José Borges**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

## 7 CONCLUSÃO

Analisando todo o local de estudo foi constatado que os cruzamentos da Av. Capitão Índio Bandeira e as vias secundárias Harrison José Borges e Rua São Paulo possuem deficiências em relação ao fluxo de tráfego em horários de pico, causando congestionamento e acidentes em consequência da não favorecida geometria do local e falta de sinalização adequada.

Por meio das pesquisas realizadas foi verificado que nas duas interseções houve ao menos uma colisão com vítima em menos de dois anos, porém durante o estudo foi registrado pela câmera usada para contagem a colisão entre dois veículos, fato que poderia ser evitado com mudanças no planejamento do trânsito local.

Encerrando o final da análise na região central de Campo Mourão, os pontos mais conflitantes são constituídos pelas Ruas São Paulo e Harisson José Borges, avaliando os resultados obtidos é notável a necessidade de mudança na configuração atual sendo indicado a implementação semafórica de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, visando a melhor segurança e fluidez para os usuários.

Contudo deve ser levado em conta que durante a aplicação deste estudo, os locais que foram analisados estão passando por modificações nos estacionamentos como zona de estacionamento rotativo (Zona Azul), o que pode alterar totalmente o fluxo de veículos com essa nova configuração, portanto sugere-se a reaplicação da metodologia para avaliação dos futuros resultados.

## REFERÊNCIAS

BEYER, M. A, **Estudo de viabilidade técnica para implantação semafórica no município de Campo Mourão – PR**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, 2014.

CONTRAN. **Volume I – Sinalização vertical de regulamentação**. 1ª edição. Brasília: Contran, 2007

CONTRAN. **Volume II – Sinalização vertical de advertência**. 1ª edição. Brasília: Contran, 2007

CONTRAN. **Volume III – Sinalização vertical de indicação**. 1ª edição. Brasília: Contran, 2014

CONTRAN. **Volume IV – Sinalização horizontal / Contran-Denatran**. 1ª edição. Brasília: Contran, 2014

DAER. **Normas de projetos rodoviários**, Projeto geométrico de interseções 2ª edição. Porto Alegre, 1991.

DNIT, **Manual de projeto de interseções**, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, **Rio de Janeiro**, 2005.

DENATRAN. **Volume V – Sinalização semafórica. Manual de sinalização de trânsito**, 2007.

FERREIRA, J. **Estudo de implementação na região central da cidade de Campo Mourão** – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25412/1/implementacaosemaforicacampomourao.pdf>. Acesso em 15 nov. 2021.

**Frota de Campo Mourão é a que mais cresce entre os maiores municípios do Noroeste.**

Disponível em <https://jornalnoroeste.com/pagina/regiao/frota-de-campo-mourao-e-a-que-mais-cresce-entre-os-maiores-municipios-do-noroeste>.

Acesso em: 15 nov. 2021.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Cidades**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/campo-mourao.html>. Acesso em 15 nov. 2021.

LOPES, B.C, GIUBERTI, H. **Aplicação das técnicas de engenharia de tráfego para análise e melhoria de uma interseção semaforizada** - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO, 2011.

DENATRAN. **Volume V – Sinalização Semafórica. Manual de Sinalização de Trânsito**, 2014.

MACEDO, J, M, G, Mestrado em vias de comunicação, **Seleção da tipologia de cruzamentos em função da procura** - Faculdade de Engenharia da Universidade do porto, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Código de trânsito brasileiro**, 2008.

OSÓRIO, M. S, **Estudo de implantação de sistema binário nas ruas de acesso à raia de Ponta Negra – RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, 2017.

PRIETRANTONIO, H, **Manual de procedimento de pesquisa para análise de conflitos de tráfego em interseções**. Seção de Engenharia de Tráfego e Transporte de Passageiros, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

**Sistema de estatísticas de ocorrências do Corpo de Bombeiros do Paraná**. Disponível em [http://www.bombeiroscascavel.com.br/sysbmnew/menu\\_imprensa](http://www.bombeiroscascavel.com.br/sysbmnew/menu_imprensa)  
Acesso em: 14 Nov. 2021.

TIBURCIO, F. S, SOUZA, C. B. P, FERNANDES, C. W. N, et al. **A influenciada implantação de binários no transporte público coletivo do município de Joinville**. Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Engenharia e Mobilidades – Campus Joinville, 2014.



**APÊNDICE A – TABELA DE HORÁRIO DE PICO RUA SÃO PAULO**

Data: 22/03/2021		
AV. e Rua São Paulo		
Início	Fim	Número de Veículos
09:00	09:15	260,47
09:15	09:30	287,76
09:30	09:45	280,42
09:45	10:00	370,4
10:00	10:15	329,75
10:15	10:30	327,36
10:30	10:45	282,82
10:45	11:00	350,39
11:00	11:15	306,46
11:15	11:30	302,37
11:30	11:45	313,68
11:45	12:00	336,64
12:00	12:15	282,09
12:15	12:30	273,68
12:30	12:45	292,05
12:45	13:00	295,73
16:00	16:15	339,01
16:15	16:30	310,7
16:30	16:45	297,35
16:45	17:00	342,04
17:00	17:15	333,01
17:15	17:30	358,36
17:30	17:45	336,99
17:45	18:00	280,05
TOTAL		7489,6

Fonte: Autoria própria (2021).

**APÊNDICE B – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS RUA SÃO PAULO**

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	1	2	8	7	24	6	0	1	0	0	0	0	42,63
09:15	09:30	2	7	4	10	31	11	0	1	0	0	0	0	58,29
09:30	09:45	5	6	4	9	38	8	0	0	0	0	0	0	59,95
09:45	10:00	2	7	5	11	30	14	1	2	0	0	0	0	65,62
10:00	10:15	5	5	9	12	35	12	1	0	0	0	0	0	67,27
10:15	10:30	5	5	9	20	32	16	0	0	0	0	0	0	74,27
10:30	10:45	1	3	3	18	33	9	0	0	1	0	0	0	64,31
10:45	11:00	1	6	4	21	42	22	1	0	0	0	0	0	90,63

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	1	3	1	11	25	17	0	0	0	0	0	0	54,65
09:15	09:30	1	3	1	9	20	15	0	0	0	0	0	0	45,65
09:30	09:45	3	5	1	9	14	8	0	0	0	0	0	0	33,97
09:45	10:00	3	8	3	13	33	14	0	0	0	0	0	0	64,62
10:00	10:15	2	3	2	14	26	13	0	0	1	0	0	0	57,31
10:15	10:30	4	6	3	9	16	12	0	0	0	0	0	0	41,29
10:30	10:45	2	2	3	7	15	24	0	1	0	0	1	0	52,31
10:45	11:00	5	8	6	6	18	22	0	0	0	0	0	0	52,27

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	2	12	5	14	44	15	0	0	2	0	0	0	83,27
09:15	09:30	4	17	4	14	41	9	0	0	1	0	0	0	74,25
09:30	09:45	4	13	2	11	38	12	0	1	0	0	0	0	69,27
09:45	10:00	6	17	4	16	67	24	0	1	0	0	0	0	117,9
10:00	10:15	3	15	2	6	60	16	0	0	0	0	1	0	90,6
10:15	10:30	4	10	2	14	62	16	0	0	1	0	0	0	99,28
10:30	10:45	5	8	4	10	45	18	0	0	0	0	0	0	78,61
10:45	11:00	2	13	4	14	60	20	0	0	2	0	0	0	104,3

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	1	19	4	8	35	29	0	0	0	0	0	0	79,92
09:15	09:30	2	25	2	9	69	22	0	0	0	0	0	0	109,6
09:30	09:45	2	26	3	14	60	29	2	0	0	0	0	0	117,2
09:45	10:00	3	20	2	9	73	28	0	0	2	0	0	0	122,3
10:00	10:15	7	19	3	10	70	23	0	1	0	0	0	0	114,6
10:15	10:30	3	36	5	14	58	26	0	0	0	0	0	0	112,5
10:30	10:45	2	16	5	8	50	22	0	0	0	0	0	0	87,59
10:45	11:00	3	23	8	16	56	20	0	0	0	0	0	0	103,2

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	2	18	4	25	18	8	1	0	0	0	0	0	60,92
11:15	11:30	3	11	4	13	19	6	0	0	1	0	0	0	45,94
11:30	11:45	7	6	6	16	25	21	0	0	0	0	0	0	68,27
11:45	12:00	5	3	5	13	30	15	0	0	0	0	0	0	62,29
12:00	12:15	2	4	6	16	22	11	0	0	1	0	0	0	54,96
12:15	12:30	4	12	4	14	27	12	0	0	0	0	0	0	59,6
12:30	12:45	5	10	2	16	29	9	0	0	0	0	0	0	59,61
12:45	13:00	4	8	4	13	33	17	0	0	0	0	0	0	68,28

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	2	1	1	9	20	9	0	0	0	0	0	0	39,32
11:15	11:30	3	5	4	7	30	10	0	0	1	0	0	0	52,96
11:30	11:45	4	3	3	9	18	7	0	0	0	0	0	0	37,3
11:45	12:00	5	3	2	13	18	13	0	0	0	0	0	0	47,3
12:00	12:15	2	2	3	8	19	12	0	0	0	0	0	0	41,31
12:15	12:30	4	2	5	6	20	3	0	0	0	0	0	0	32,63
12:30	12:45	2	3	1	11	18	11	0	0	0	0	0	0	41,98
12:45	13:00	2	1	1	12	13	12	0	0	0	0	0	0	38,32

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	2	22	3	15	51	14	1	0	1	0	0	0	92,91
11:15	11:30	4	20	1	7	45	16	1	0	0	0	0	0	78,25
11:30	11:45	5	25	3	16	55	21	0	0	0	0	0	0	102,9
11:45	12:00	7	21	6	13	52	13	0	1	0	0	0	0	91,22
12:00	12:15	5	13	6	14	56	9	0	0	0	0	0	0	86,92
12:15	12:30	4	20	1	15	49	12	0	0	0	0	0	0	84,25
12:30	12:45	6	24	3	12	52	10	1	0	0	0	0	0	86,89
12:45	13:00	5	19	4	11	49	15	0	0	0	0	0	0	84,24

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	2	2	3	10	71	28	1	0	0	0	0	0	113,3
11:15	11:30	2	20	12	15	76	23	0	0	0	0	0	0	125,2
11:30	11:45	3	29	2	8	62	24	0	0	0	0	0	0	105,2
11:45	12:00	10	36	5	7	78	32	0	1	0	0	0	0	135,8
12:00	12:15	1	22	7	8	56	23	0	0	1	0	0	0	98,9
12:15	12:30	2	32	6	6	59	19	0	0	0	0	0	0	97,2
12:30	12:45	3	22	4	5	61	26	0	0	1	0	0	0	103,6
12:45	13:00	4	24	5	9	65	20	0	0	0	0	0	0	104,9

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Total			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	3	17	7	18	25	20	0	0	0	0	0	0	71,91
16:15	16:30	4	7	3	13	22	13	0	0	0	0	0	0	52,62
16:30	16:45	6	12	8	25	25	12	0	0	0	0	0	0	70,58
16:45	17:00	3	9	8	28	27	12	0	0	0	0	0	0	73,6
17:00	17:15	2	7	6	15	29	15	0	0	0	0	0	0	63,95
17:15	17:30	1	11	5	21	24	8	0	1	0	0	0	0	60,61
17:30	17:45	4	8	7	8	18	9	0	0	0	0	0	0	41,27
17:45	18:00	1	13	6	12	24	4	0	0	0	0	0	0	46,6

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Rua São Paulo (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	3	6	3	8	25	18	1	0	0	0	0	0	56,96
16:15	16:30	2	3	4	5	21	15	0	0	1	0	0	0	45,97
16:30	16:45	5	4	2	8	15	8	0	0	0	0	0	0	34,63
16:45	17:00	2	3	3	12	30	14	0	0	0	0	0	0	58,64
17:00	17:15	4	2	1	16	18	13	0	0	0	0	0	0	49,31
17:15	17:30	8	3	3	9	27	16	0	0	1	0	0	0	58,62
17:30	17:45	5	5	6	15	18	23	0	0	0	0	0	0	61,28
17:45	18:00	3	2	1	7	16	12	0	1	0	0	0	1	40,98

Fonte: Autoria própria (2021).



Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	7	22	2	22	47	11	0	1	0	0	0	0	92,23
16:15	16:30	3	24	8	15	62	14	0	0	0	0	0	0	102,6
16:30	16:45	6	19	3	14	54	12	1	0	0	0	1	0	93,24
16:45	17:00	4	21	10	11	66	10	0	0	0	0	1	0	100,6
17:00	17:15	3	31	2	20	63	7	0	0	1	0	0	0	103,9
17:15	17:30	3	20	4	24	70	17	0	0	0	0	0	0	119,9
17:30	17:45	3	18	9	18	64	15	0	0	1	0	0	0	108,9
17:45	18:00	2	23	6	9	60	6	0	1	0	0	0	0	87,23

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 22/03/ 2021 e 23/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	4	18	5	21	67	21	0	0	0	0	0	0	117,9
16:15	16:30	2	27	3	8	71	18	0	1	0	0	0	0	109,6
16:30	16:45	3	19	8	9	62	16	1	0	0	0	0	0	98,9
16:45	17:00	2	16	7	21	57	19	0	0	2	0	0	0	109,3
17:00	17:15	6	29	4	17	69	13	0	2	0	0	0	0	115,9
17:15	17:30	6	20	8	18	73	17	0	0	0	0	0	0	119,2
17:30	17:45	2	30	6	23	64	26	0	0	0	0	0	0	125,5
17:45	18:00	3	22	3	9	69	16	1	0	0	0	0	0	105,2

Fonte: Autoria própria (2021).

**APÊNDICE C – TABELA HORÁRIO DE PICO RUA HARRISON JOSÉ BORGES**

Data: 29/03/2021		
Av. e Rua Harrison José Borges		
Início	Fim	Número de Veículos
09:00	09:15	213,14
09:15	09:30	263,14
09:30	09:45	272,78
09:45	10:00	263,4
10:00	10:15	331,7
10:15	10:30	294,01
10:30	10:45	295,44
10:45	11:00	293,4
11:00	11:15	339,95
11:15	11:30	313,97
11:30	11:45	312
11:45	12:00	294,07
12:00	12:15	264,02
12:15	12:30	281,68
12:30	12:45	226,77
12:45	13:00	308,7
16:00	16:15	329,91
16:15	16:30	304,64
16:30	16:45	359,34
16:45	17:00	392,97
17:00	17:15	361,94
17:15	17:30	350,69
17:30	17:45	331,32
17:45	18:00	296,61
TOTAL		7295,59

Fonte: Autoria própria (2021).

**APÊNDICE D – TABELAS DE CONTAGEM DE VEÍCULOS RUA HARRISON  
JOSÉ BORGES**

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	2	3	2	17	20	7	0	0	0	0	0	0	46,31
09:15	09:30	1	4	5	16	18	4	0	0	1	0	0	0	43,3
09:30	09:45	4	3	3	10	24	6	0	0	0	0	0	0	43,3
09:45	10:-00	5	6	2	15	16	9	1	0	1	0	0	0	48,29
10:00	10:15	4	7	4	29	25	19	0	0	0	1	0	0	79,95
10:15	10:30	8	6	4	11	13	9	0	0	0	0	0	0	38,94
10:30	10:45	3	2	5	16	25	7	0	0	0	0	0	0	51,3
10:45	11:00	2	3	2	27	22	9	0	0	1	0	0	0	62,31

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	6	3	3	9	24	9	0	0	1	0	0	0	47,96
09:15	09:30	4	2	8	12	20	4	0	0	0	0	0	0	40,62
09:30	09:45	2	4	4	6	12	6	0	1	0	0	0	0	29,3
09:45	10:-00	4	6	3	10	15	11	0	1	0	0	0	0	42,29
10:00	10:15	3	2	8	7	17	8	0	0	0	0	0	0	36,29
10:15	10:30	7	5	3	9	13	13	0	0	0	0	0	0	39,95
10:30	10:45	4	4	1	15	19	7	1	0	0	0	0	0	45,97
10:45	11:00	2	2	7	5	14	15	0	0	0	0	0	0	37,63

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	8	14	2	9	46	13	0	1	0	0	0	0	77,92
09:15	09:30	4	11	3	15	38	19	0	1	0	0	0	0	79,94
09:30	09:45	5	14	3	17	48	16	0	1	0	0	0	0	90,26
09:45	10:-00	6	20	6	20	60	22	0	1	0	0	0	0	114,6
10:00	10:15	9	19	14	25	63	28	0	0	0	0	0	0	129,9
10:15	10:30	3	23	7	19	45	19	0	1	0	0	1	0	97,89
10:30	10:45	3	13	4	21	36	17	0	0	0	0	0	0	80,6
10:45	11:00	4	23	5	10	49	21	0	0	0	0	0	0	90,56

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
09:00	09:15	2	7	6	5	24	7	0	0	0	0	0	0	40,95
09:15	09:30	2	12	2	8	50	30	0	2	1	0	0	0	99,28
09:30	09:45	4	17	3	7	63	32	0	0	0	0	0	0	109,9
09:45	10:-00	3	14	5	4	33	12	0	1	0	0	0	0	58,26
10:00	10:15	6	12	2	7	48	22	0	0	1	0	0	0	85,6
10:15	10:30	2	25	4	9	67	29	0	0	1	0	0	0	117,2
10:30	10:45	3	23	3	6	73	27	0	1	0	0	0	0	117,6
10:45	11:00	5	20	5	13	60	20	0	0	0	0	0	0	102,9

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	7	7	11	13	29	5	0	0	0	0	0	0	55,25
11:15	11:30	3	13	6	16	14	10	0	0	0	0	0	0	47,26
11:30	11:45	7	9	10	14	26	12	0	0	0	0	0	0	60,58
11:45	12:00	2	5	5	9	20	9	0	0	0	0	0	0	41,96
12:00	12:15	2	8	5	15	18	11	0	0	0	0	0	0	48,95
12:15	12:30	5	6	4	8	22	10	0	0	1	0	0	0	46,95
12:30	12:45	3	6	4	12	15	6	0	0	1	0	0	0	39,29
12:45	13:00	2	7	5	10	25	19	0	0	0	0	0	0	58,62

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	2	4	3	9	31	19	0	1	1	0	0	0	65,97
11:15	11:30	5	4	3	9	25	20	2	0	0	0	0	0	61,96
11:30	11:45	3	6	5	7	18	11	0	0	3	0	0	0	46,62
11:45	12:00	2	2	3	8	23	9	0	1	0	0	2	0	48,31
12:00	12:15	1	6	2	5	19	13	0	0	0	0	0	0	39,97
12:15	12:30	3	8	3	13	16	15	0	0	0	0	0	0	48,62
12:30	12:45	3	4	2	12	14	8	0	1	0	0	0	0	38,97
12:45	13:00	1	7	2	12	33	14	0	1	0	0	0	0	64,3

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	7	31	11	13	64	14	0	1	1	0	0	0	111,2
11:15	11:30	4	30	8	18	58	10	2	0	0	0	0	0	103,9
11:30	11:45	2	26	5	12	66	22	0	0	0	0	0	0	110,9
11:45	12:00	3	22	4	19	57	17	0	1	0	0	2	0	108,6
12:00	12:15	3	24	7	12	43	11	0	0	1	0	0	0	79,22
12:15	12:30	4	28	9	26	46	9	0	0	0	0	0	0	94,53
12:30	12:45	7	19	5	11	45	7	0	1	0	0	0	0	75,23
12:45	13:00	3	18	10	19	41	13	0	1	0	0	0	0	85,23

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
11:00	11:15	3	19	10	6	65	26	0	0	0	0	0	0	107,6
11:15	11:30	2	26	5	8	70	12	0	0	0	0	0	0	100,9
11:30	11:45	3	20	4	8	58	19	0	0	0	0	0	0	93,91
11:45	12:00	5	18	8	9	62	14	0	0	0	0	0	0	95,23
12:00	12:15	4	25	7	5	59	20	0	0	0	0	0	0	95,88
12:15	12:30	2	21	3	9	47	25	0	0	1	0	0	0	91,58
12:30	12:45	2	11	3	6	50	10	0	0	1	0	0	0	73,28
12:45	13:00	3	24	8	11	54	24	0	0	0	0	0	0	100,6

Fonte: Autoria própria (2021).



Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (NO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	5	9	6	12	28	19	0	0	1	0	0	0	67,6
16:15	16:30	2	12	5	10	21	9	0	0	0	0	0	0	46,27
16:30	16:45	7	13	9	17	24	12	1	0	0	0	0	0	64,57
16:45	17:00	2	15	9	21	29	16	0	0	0	0	0	0	74,58
17:00	17:15	4	8	4	13	23	11	0	1	0	0	0	0	54,28
17:15	17:30	1	10	7	23	25	9	0	0	0	0	0	0	62,94
17:30	17:45	3	14	5	18	19	6	0	0	1	0	0	0	52,26
17:45	18:00	5	13	7	15	22	8	1	0	0	0	0	0	55,25

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Rua Harrison José Borges (SE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	1	11	3	4	20	11	0	1	0	0	0	0	41,95
16:15	16:30	3	9	6	9	23	19	0	0	0	0	0	0	56,94
16:30	16:45	6	12	4	12	29	14	0	0	0	0	0	0	62,26
16:45	17:00	3	5	9	16	27	9	0	0	0	0	0	1	59,61
17:00	17:15	5	14	8	13	19	11	0	0	1	0	0	0	53,91
17:15	17:30	4	7	6	8	25	13	0	0	0	0	0	0	51,61
17:30	17:45	7	10	2	17	22	8	1	0	0	0	0	0	55,27
17:45	18:00	6	7	3	13	17	9	0	0	0	0	0	0	44,28

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (NE)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	11	23	7	14	44	13	0	0	0	0	0	0	84,53
16:15	16:30	8	16	5	19	42	16	0	0	0	0	0	0	86,57
16:30	16:45	6	13	2	21	49	18	1	0	0	0	1	0	98,93
16:45	17:00	7	24	4	15	69	21	0	0	1	0	0	0	118,6
17:00	17:15	4	27	7	18	57	19	0	0	0	0	0	0	106,5
17:15	17:30	4	22	3	23	62	14	0	0	0	0	0	0	108,6
17:30	17:45	2	19	5	13	49	12	0	1	0	0	0	0	84,58
17:45	18:00	3	18	9	16	41	20	0	0	0	0	0	0	86,9

Fonte: Autoria própria (2021).

Data: 29/03/ 2021 e 30/03/2021														
Aproximação: Av. Capitão Índio Bandeira (SO)														
Horário		Moto			Automóvel			Comercial (2 eixos)			Ônibus			Total
Início	Fim	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	
16:00	16:15	2	25	6	18	46	14	0	0	0	0	0	0	88,89
16:15	16:30	6	21	3	10	45	19	0	0	0	1	0	0	85,9
16:30	16:45	4	17	3	13	61	16	0	0	0	0	0	0	97,92
16:45	17:00	3	16	5	19	55	18	0	0	0	0	0	0	99,92
17:00	17:15	7	18	7	16	61	11	0	0	0	0	0	1	100,6
17:15	17:30	7	14	2	16	57	9	0	0	0	0	0	0	89,59
17:30	17:45	5	20	3	12	63	13	0	0	0	0	0	0	97,24
17:45	18:00	3	22	6	9	43	13	1	0	0	0	0	0	77,23

Fonte: Autoria própria (2021).