



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

GUSTAVO LEITE GARCIA

**ANÁLISE DO TRÁFEGO EM CRUZAMENTO SEMAFORIZADO DA
CIDADE DE ALEGRETE-RS SOB INFLUÊNCIA DA CHUVA**

**Alegrete
2021**

GUSTAVO LEITE GARCIA

**ANÁLISE DO TRAFEGO EM CRUZAMENTO SEMAFORIZADO DA
CIDADE DE ALEGRETE-RS SOB INFLUÊNCIA DA CHUVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Mauricio Silveira dos Santos

**Alegrete
2021**

GUSTAVO LEITE GARCIA

**ANÁLISE DO TRÁFEGO EM CRUZAMENTO SEMAFORIZADO DA CIDADE DE ALEGRETE-
RS SOB INFLUÊNCIA DA CHUVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 09 de
março de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

PROF. ME. MAURÍCIO SILVEIRA DOS SANTOS - UNIPAMPA - ORIENTADOR

PROF. DR. JAELSON BUDNY - UNIPAMPA

PROF. DRA. ADRIANA GINDRI SALBEGO - UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **JAELSON BUDNY, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/03/2022, às 22:35, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAURICIO SILVEIRA DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/03/2022, às 10:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ADRIANA GINDRI SALBEGO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/03/2022, às 18:24, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0760665** e o código CRC **2BE21FC9**.

RESUMO

O funcionamento de um sistema de transportes está ligado com a forma que a sua estrutura interage com os seus usuários. Os semáforos tem a função de controlar o fluxo de veículos e evitar conflitos nas vias. Com o aumento do volume de veículos, o sistema deve se adequar para receber esse aumento e manter um nível de qualidade do serviço oferecido. Os fatores climáticos como a chuva, podem interferir diretamente nesse funcionamento e acarretar em perdas de velocidades do fluxo de veículos, mudando o comportamento e o desempenho operacional dos cruzamentos e gerando engarrafamento na via. Desta forma, o presente trabalho buscou analisar os impactos causados pela chuva no fluxo de veículos do cruzamento semaforizado da Rua General Sampaio com a Rua General Vitorino na cidade de Alegrete-RS, através de filmagens visando conhecer a demanda para dias com o tempo chuvoso e a demanda para dias com o tempo bom. Por meio do método de Webster, encontrou-se tempos de ciclo ótimo para os dias com o tempo chuvoso e com o tempo bom que posteriormente foram comparados entre si. Também foi quantificado através das filmagens, os pedestres que utilizavam a faixa de pedestres no dia com e sem chuva, comparando-os. Constatou-se que a influência da chuva para o cruzamento estudado é pouco relevante quanto ao fluxo de veículos, visto que o dia chuvoso teve um aumento de 3,6% e 2,5% respectivamente para as câmeras 1 e 2, em relação ao dia de tempo bom. Já para o fluxo de pedestres, foi constatado uma grande influência da chuva, pois o número de pedestres reduziu 50,4% e 45,8% respectivamente para as câmeras 1 e 2, em comparação com o dia de tempo bom.

Palavras Chave: Influência do clima, Método Webster, Fluxo de Veículos.

ABSTRACT

The commuting system operation is linked to the way its structure interacts with its users. The traffic light's role is to control vehicles flow and to avoid conflicts on the roads. The number of vehicles growth requires the system to adapt to this demand and still maintain the quality of service. Climatic factors like rain can directly interfere with the performance and lead to the slower flux of vehicles, changing the behavior and the operational performance of intersections resulting in traffic congestion on the road. Thus, the present work will analyze the impacts the rain caused on the vehicle flow at the signalized traffic intersection of General Sampaio Street and General Vitorino Street in the city of Alegrete-RS, investigating through video to know the demand on days with rainy weather and the demand on days with good weather. Using Webster's method, the optimal cycle times for rainy and fair weather days were found, which were later compared to each other. We also quantified by video the number of pedestrians using the crosswalk on the day with and without rain and compared them. It was found that the influence of the rain at this intersection is not very relevant in terms of vehicle flow, since the rainy day had an increase of 3.6% and 2.5% respectively on cameras 1 and 2 compared to the good weather day. On the other hand, the pedestrian flow had a great influence by the rain, since the number of pedestrians reduced 50.4% and 45.8% respectively on cameras 1 and 2, compared to the pleasant weather day.

Keywords: Weather influence, Webster method, Vehicle flow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tabela Semáforos para sinalização semafórica de regulamentação.....	18
Figura 2 – Faixa de Travessia de pedestres do tipo zebraada.....	20
Figura 3 – Faixa de Travessia de pedestres do tipo paralela.....	21
Figura 4 – Central de Monitoramento de Transito.....	26
Figura 5 – Fluxograma de desenvolvimento.....	28
Figura 6 – Cidade de Alegrete/RS, região da Fronteira Oeste.....	29
Figura 7 – Cruzamento Rua General Sampaio com Rua General Vitorino.....	30
Figura 8 – Croqui representativo intersecção.....	31
Figura 9 – Grupos e movimentos intersecção.....	32
Figura 10 – Equipamentos para obtenção das imagens.....	32
Figura 11 – Imagens 25/08/2021.....	33
Figura 12 – Imagens 26/08/2021.....	34
Figura 13 – Pedestres utilizando a faixa.....	35
Figura 14 – Pedestres não utilizando a faixa.....	36
Figura 15 – Estações pluviométricas do RS.....	38
Figura 16 – Estação Pluviométrica A889.....	38
Figura 17 – Mapa de Precipitação Acumulada Dia 25/08/2021.....	39
Figura 18 – Chuva Acumulada Estação A889.....	39
Figura 19 – Gráfico do Fluxo de Veículos Câmera 1.....	42
Figura 20 – Gráfico do Fluxo de Veículos Câmera 2.....	45
Figura 21 – Tempos de ciclo ótimo.....	51
Figura 22 – Pedestres Câmera 1.....	52
Figura 23 – Pedestres Câmera 2.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frota de veículos licenciados em Alegrete/RS.....	29
Tabela 2 – Dados Câmera 1 Dia 25/08/2021.....	40
Tabela 3 – Dados Câmera 1 Dia 26/08/2021.....	41
Tabela 4 – Dados Câmera 2 Dia 25/08/2021.....	43
Tabela 5 – Dados Câmera 2 Dia 26/08/2021.....	44
Tabela 6 – Cálculo do Fluxo de Saturação.....	46
Tabela 7 – Taxa de Ocupação Câmera 1 Dia 25/08/2021.....	47
Tabela 8 – Taxa de Ocupação Câmera 2 Dia 25/08/2021.....	47
Tabela 9 – Taxa de Ocupação Câmera 1 Dia 26/08/2021.....	48
Tabela 10 – Taxa de Ocupação Câmera 2 Dia 26/08/2021.....	48
Tabela 11 – Tempo Perdido.....	49
Tabela 12 – Tempo de ciclo ótimo 25/08/2021.....	50
Tabela 13 – Tempo de ciclo ótimo 26/08/2021.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

n. – número

p. – página

f. – folha

cap. – capítulo

v. – volume

org. – organizador

coord. – coordenador

col. – colaborador

LISTA DE SIGLAS

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos

CTB – Código de Transito Brasileiro

CONTRAN – Conselho Nacional de Transito

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

ITS – Sistema de Inteligência de Transito

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

OMS – Organização Mundial da Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVO.....	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE.....	14
2.1.1 VIAS.....	15
2.1.2 CRUZAMENTO.....	15
2.1.3 USUÁRIO.....	16
2.1.4 VEÍCULOS.....	16
2.2 SEGURANÇA NO DESLOCAMENTO DE USUÁRIOS DE VIAS URBANAS...17	
2.2.1 SEMÁFOROS.....	18
2.2.2 FAIXA DE PEDESTRE.....	19
2.2.3 CLIMA.....	21
2.3 COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS EM VIAS URBANAS.....	22
2.4 CONTROLES DE TRÁFEGO INTELIGENTES.....	24
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 LOCAL DO ESTUDO.....	29
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS EM CAMPO.....	31
3.2.1 CARACTERÍSTICAS DA INTERSECÇÃO.....	31
3.2.2 CONTAGEM DE VEÍCULOS E PEDESTRES.....	32
3.3 PLUVIOMETRIA.....	37
4 RESULTADOS.....	40
4.1 FLUXO DE VEICULOS EQUIVALENTES.....	40
4.2 FLUXO DE SATURAÇÃO E TAXA DE OCUPAÇÃO.....	45

4.3 TEMPO PERDIDO (ENTREVERDES).....	49
4.4 TEMPO DE CICLO OTIMO E TEMPO DE VERDE.....	49
4.5 FLUXO DE PEDESTRES.....	52
5 CONCLUSÃO.....	54
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A movimentação cotidiana da população através de meios de transporte faz parte do contexto social do mundo moderno, seja com deslocamentos de pessoas ou de cargas. O uso de vias delimitadas para tal faz com que seja necessário a realização de estudos, que analisem e compreendam como esses canais de deslocamento estão sendo influenciados, e que tipo de eventos externos atuam sobre eles.

A partir disso as ações climáticas tem sua parcela de atuação dentro do cenário de uma via, gerando uma resposta do sistema e das pessoas que a utilizam. Os impactos percebidos são objeto de questão nesse estudo, fazendo-se o questionamento de como ações climáticas podem influenciar no tráfego de uma via.

Apesar das limitações acerca dos estudos sobre a influência que as características das vias exercem nos usuários, segundo Nodari (2013) as variações nos ambientes podem contribuir para erros de percepção ou reação por partes dos condutores. No seu conjunto complexo de estímulos visuais o sistema viário pode afetar principalmente usuários com menos experiência.

A realidade das vias também é composta por fatores externos ao sistema de transporte, esse é o caso das condições meteorológicas, que podem influenciar na dinâmica do funcionamento do sistema. Condições climáticas adversas podem contribuir para diminuição da capacidade da via e no comportamento dos usuários, com relação a velocidade (FAVERO, 2015).

Em contexto de chuva ou nevoeiro, por exemplo, os usuários podem ter a visão da via reduzida, mesmo com os limpadores de para-brisa e viseiras dos capacetes. A visibilidade é o fator central em momentos como o exemplo mencionado, além disso a tomada de decisão de fazer ou não uma viagem já sofre influência das condições do tempo. (BIJLEVELD e CHURCHILL, 2009)

Com o objetivo de analisar o impacto do clima no comportamento dos usuários de um cruzamento em Alegrete-RS, este estudo traz definições acerca do tema afim de embasar essa avaliação. Assim, o estudo procura determinar possíveis variações no uso da via em clima adverso, explorando também o comportamento dos pedestres e o controle de tráfego.

A principal motivação para sustentar o presente estudo, reside na importância que o tema possui para a sociedade atual com o aumento crescente do número de

pessoas, e conseqüentemente de veículos, justificando assim a busca por respostas a partir dessa análise, que circunda pela possibilidade de agregar ao gerenciamento de tráfego, para seu desenvolvimento e adaptação.

Como suporte a pesquisa contará com a coleta de dados e análise dos mesmos. Assim, acrescenta-se o entendimento da relevância que os estudos têm para a melhoria contínua de infraestrutura de setores do cotidiano da sociedade, como o sistema de transportes.

Um cruzamento semaforico bem dimensionado, ajuda a evitar conflitos e até mesmo acidentes no trânsito, desta forma, melhorando a segurança de seus usuários, sejam eles pedestres, motoristas e ciclistas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral:

O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar a influência da chuva no comportamento e uso da via por parte de pedestres e veículos em um cruzamento semaforizado na cidade de Alegrete-RS.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Quantificar possíveis variações no número de veículos e pedestres no uso da via em dias de chuva.
- Avaliar a atual situação da sinalização semaforica verificando se atende o fluxo em dias com e sem chuvas.
- Sugerir possíveis melhorias para atender a demanda tanto de veículos como de pedestres.
- Verificar a possibilidade da implementação de um sistema inteligente de adequação de ciclo semaforico para variação climática.

2. Revisão de literatura

A revisão de literatura que segue visa contextualizar e permitir embasamento para a análise proposta neste estudo. Contém os conceitos básicos de um sistema de transporte e seus elementos essenciais para o tema proposto.

2.1 Sistema de Transporte

Mendonça e Keedi (2000) mencionaram que para o desenvolvimento de uma empresa, ou país, o setor de transporte precisa evoluir junto. O crescimento desse segmento comporta áreas adjacentes que tem como pilar o transporte, um exemplo disso é o setor de distribuição de produtos finais e matérias primas.

O transporte viabiliza economias através da mobilidade para estudos e comercialização de bens variados, além de possibilitar o turismo que é grande provedor de capital para muitas cidades. Para tal se faz necessária infraestrutura de qualidade no setor de transporte, estudos, regulamentação e fiscalização (MENDONÇA; KEEDI, 2000).

O sistema de transporte viário é o principal meio de deslocamentos para a indústria e pessoas no Brasil, e apesar das evoluções em outros modais de transporte, nesse cenário não são esperadas mudanças devido a extensão da malha rodoviária (KEEDI, 2015).

Rodrigues (2014) traz em seu estudo que os transportes são responsáveis por conectar os consumidores aos produtos, as indústrias às matérias primas e viabilizar o comércio dando continuidade ao ciclo da economia. O autor ainda explora que o governo tem o papel do planejamento e integração entre regiões produtoras, assim como o escoamento. Dessa forma o governo direciona a economia ao desenvolvimento e expansão.

Transportes são formas, equipamentos de fluxos, para movimentação de pessoas ou objetos de maneira que descoloque de um ponto a outro. Um sistema de transporte está ligado nos conceitos de conjuntos de elementos que são diferentes mais possuem algo em comum, nesse contexto as vias, o trânsito (MAGALHÃES *et al*, 2014).

É consolidado que o sistema de transporte pode ser dividido em componentes, como vias; usuários; meios de transporte; por exemplo: carros, ônibus; leis;

equipamentos de controle de tráfego entre outros. A ligação eficaz e adequada desses elementos corresponde ao funcionamento satisfatório do sistema. (BAZZAN e KLUGL, 2013).

2.1.1 Vias

Um importante componente do sistema de transporte são as vias. Elas comportam os veículos de locomoção e suportam os efeitos do clima, uso e tempo. É relevante mencionar que as vias estão intimamente relacionadas com o sistema de tráfego do local, com possíveis acidentes e sinalizações que o rodeiam (FAVERO, 2015).

Partindo de uma definição simplista, vias são faixas de rodagem e fazem parte dos elementos que auxiliam a controlar e orientar o tráfego. De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu anexo I, as vias podem ser conceituadas em vários tipos (BRASIL, 1997).

As vias são elementos base para o sistema de transporte, o CTB traz que vias são pistas, calçadas, acostamentos, locais onde passam veículos, pessoas e animais. Ainda, vias urbanas são aquelas abertas a circulação de todos que estão em área urbana, são as ruas, avenidas etc. (BRASIL, 1997).

Segundo Pignataro (1973) para a produção de uma via é preciso planejar de forma cuidadosa quanto impacto ela receberá e causará nas vias adjacentes. Além do projeto planejado ter viabilidade assegurada, fatores como segurança, manutenção e equipamentos de controle de tráfego devem ser considerados.

2.1.2 Cruzamento

Os cruzamentos podem ser vistos diversas vezes ao longo de uma cidade e fazem parte do sistema de tráfego. Podem ser ditos como fluxos com interseção definida, fluxos que se cruzam. De acordo com o CTB um cruzamento é a interseção de duas vias em nível. E ainda traz o conceito de interseção para fins de trânsito, sendo em suma todo e qualquer entroncamento ou bifurcações (BRASIL, 1997).

Esse componente do sistema de transporte tem muita importância do ponto de vista do comportamento dos elementos de sinalização e controle de tráfego, tendo em vista que se configura um local de maior risco, pelos fluxos que se cruzam (COSTA, 2010).

Nesse cenário, o valor das condições climáticas se eleva e o fator pessoal de resposta do usuário tem destaque. Os cruzamentos são objeto comum de erros e acidentes, principalmente em situação de congestionamento, denominando pontos de conflitos. Os condutores e pedestres precisam ter atenção especial ao transitar por esses locais, estes que mal elaborados podem interferir na segurança do sistema (COSTA, 2010).

2.1.3 Usuário

Os usuários do sistema de transporte são todo e qualquer pedestre, os condutores, e os passageiros. O sistema viário é influenciado diretamente pelos usuários, estes que podem ser responsáveis por danos nas vias e até acidentes nelas. Dessa forma a resposta as ações climáticas no cruzamento estudado pode vim do motociclista ou até do pedestre que transita na via (OLMA, 2015).

Apesar do perfil variado dos usuários do sistema de transporte, Pinichi e Wagner (2006) mencionaram em seu estudo que os condutores do sexo masculino e mais jovens são responsáveis por grande parte de acidentes nas vias. A partir disso os autores reforçam o papel dos condutores ao tomarem atitudes de risco, como altas velocidades, principalmente entre jovens, além disso exploram como o lugar da escola e da família influencia na formação do posterior usuário da via.

2.1.4 Veículos

As vias no sistema de tráfego são projetadas para suportar a demanda de veículos que as utilizam. No estudo feito por Bazzan e Klugl (2013) entende-se que os veículos por sua vez são definidos como meio de transporte, sendo a maneira como acontecem os deslocamentos de um ponto a outro. Como veículo utilizador das vias representa-se motocicleta, bicicleta, carro, caminhão entre outros.

Dois fatores relevantes é a finalidade do uso dos veículos e a condução por parte do usuário, de acordo com Hobbes (1974 apud FAVERO, 2015), que afirma que as características dos condutores são mais voláteis e passíveis de erros. Em essência os veículos são utilizados como transporte de pessoas, animais ou materiais. Com isso as vias de transporte precisam funcionar em um fluxo que comporte uma variedade de veículos com características próprias.

2.2. Segurança no deslocamento de usuários de vias urbanas

Com o crescimento exponencial das cidades as distancias que as pessoas precisam percorrer para trabalho ou lazer se esticaram também. Um processo continuo de desenvolvimento dos centros urbanos. Com isso o desenvolvimento e aumento de condutores e usuários de sistemas, como transporte público, insere mais pessoas no sistema de transporte (FAVERO, 2015).

A preocupação com a segurança nas vias urbanas tem por base situações de vulnerabilidade não raras vivenciadas por muitos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) a realidade mundial de vítimas no trânsito, nas vias, é um desafio para os sistemas de saúde e de segurança pública (OMS, 2018).

Para a mobilidade com segurança dos usuários das vias urbanas a união de três aspectos: vias, fator humano, e veículos. Essa união constitui pilares passíveis de adaptações e melhoras. Entretanto, maior destaque deve ser dado para o fator humano que tem poder de adaptação, como por exemplo em situação de clima adverso (FAVERO, 2015).

Em 2018 a OMS chegou a recomendar a redução da velocidade máxima permitida em todas as vias em todas as cidades do mundo. Além disso em seu relatório é possível inferir que os acidentes que ocorre tem entre vitimas maioria masculina e jovem (OMS, 2018).











Fatores como vias mal iluminadas ou deterioradas, contribuem para a possibilidade de assaltos e até acidentes no transito. Vale ressaltar que a tecnologia com sua infinidade de opções de monitoramento agrega a busca por vias mais seguras e controladas (PAES-MACHADO e LEVENSTEIN, 2002).

A busca pela segurança nas vias urbanas engloba os elementos que as compõem, as ações de quem as utilizam e a influência dos aspectos externos. Um aspecto central é o clima que pode ter consequências na visibilidade e na condição das vias. A somatória da dificuldade propiciada pelo clima, mais a condição da via, tem resultados importantes no deslocamento. Os elementos como semáforos e lombadas eletrônicas servem para controle do transito e consequentemente das vias, promovendo menos espaço possíveis gargalos e confusões entre usuários (COSTA, 2010).

2.2.1. Semáforos

Os semáforos fazem parte do conjunto de sinalizações que organizam o trânsito de veículos e pedestres. A iluminação referente indica as ações a serem feitas para deslocamento, tais indicações podem receber auxílio de sistema que possuem sensores que detectam os deslocamentos dos veículos, melhorando o processo de utilização das vias, segundo o Manual de Sinalização Semafórica do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) (2014). Assim existem alguns tipos de semáforos, como mostrado na Figura 1:

Figura 1 - Tabela Semáforos para sinalização semafórica para 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 Faixa Reversível		
Pedestre		
Ciclista		

Fonte: Manual de Sinalização semafórica. (DENATRAN, 2014).

Os semáforos usam indicações luminosas para regulamentar o direito de passagem ou avisando sobre condições da via. A sinalização é contínua e deve ser

adequada a localização do semáforo e a sua necessidade. Com isso a decisão previa de instalação desse tipo de controle deve ser precedido de estudos e avaliações que correspondem a real aplicação, levando em consideração os outros tipos de sinalização. (DENATRAN, 2014).

É importante mencionar que o controle das vias urbanas através da sinalização luminosa, semáforos, implica em permitir mobilidade segura para os pedestres e veículos. Além disso, grandes fluxos requerem medidas que possibilitem a travessia de pedestres de forma planejada. Acrescenta-se ainda que as outras formas de controle do trânsito não são dispensáveis, como por exemplo, placas e pinturas do solo. (DENATRAN, 2014)

Os estudos feitos em interseções para avaliação de necessidade de semáforos levam em conta os movimentos, os fluxos, que se encontram e também a possibilidade de passagem de pedestres. Assim uma das principais funções desse tipo de sinalização é definir preferência de passagem (COSTA, 2010).

2.2.2. Faixa de travessia de pedestre

Um dos momentos onde ocorre interação direta entre pedestres e veículos na via é a travessia pelas faixas de pedestre, semaforizadas ou não. Sabe-se que para a utilização das faixas de pedestres é preciso que o usuário, motorista ou pedestre, reconheça e respeite o espaço (MARGON, 2016).

Em seu caderno técnico a ANTP (2007) explora que a expressão “educação para o trânsito” pode ser traduzida como entendimento ao direito de mobilidade de todos com respeito a todos, dentro do sistema. Nesse sentido o pedestre, assim como os condutores de veículo e passageiros, tem responsabilidades e deveres na utilização do sistema de transporte (ANTP, 2007).

De acordo com Costa (2008), a faixa de pedestre é o local adequado para a travessia dos pedestres, devendo então o condutor dar prioridade a sua passagem, salvo faixas que possuem sinalização semafórica. Entretanto, mesmo com semáforo, caso a travessia do pedestre não tenha sido concluída, a preferência é do pedestre, sendo esse um caso de transição para sinalização que dá passagem aos veículos (BRASIL, 1997).

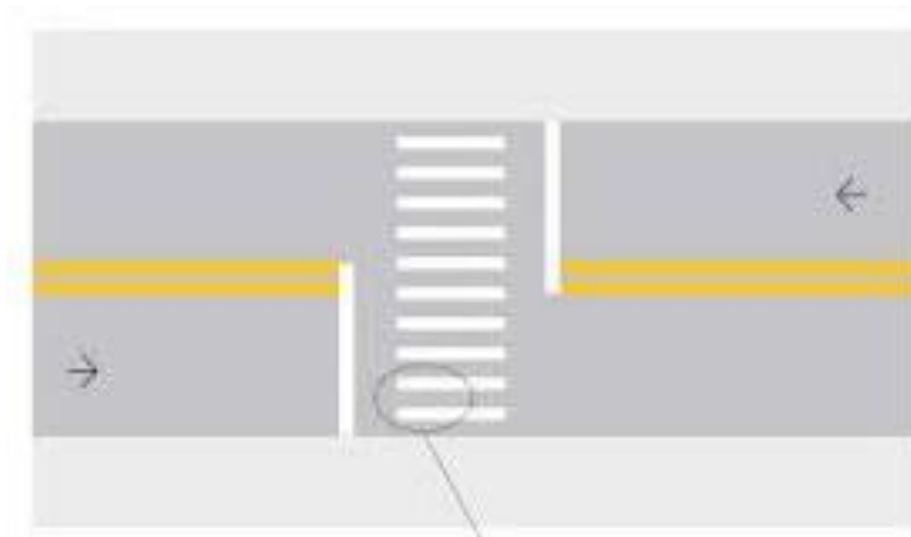
A faixa de pedestres ou de travessia deve estar em boas condições de visibilidade, higiene e segurança, segundo o CTB qualquer cidadão tem o direito de

solicitar e sugerir a órgãos ou entidades do sistema nacional de transito mudanças e fiscalização. Essa ação deve ser feita por escrito (BRASIL, 1997).

As faixas de travessia de pedestres podem ser do tipo zebraada ou do tipo linear e para sua implantação deve ser considerado o caminho natural do pedestre, sempre que possível. Além disso, a segurança também deve ser levada em consideração no estudo para implementação das faixas (CONTRAN, 2007).

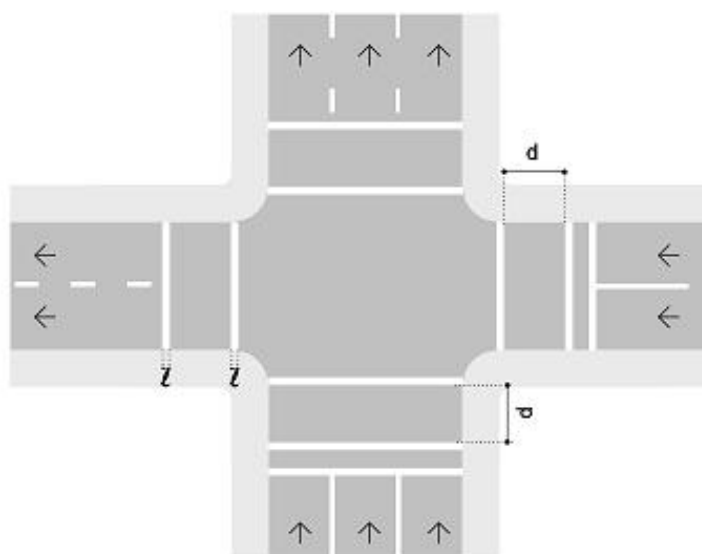
A Figura 2 e a Figura 3 seguem como ilustrações de faixas de travessia zebraada e paralela respectivamente utilizadas nas vias brasileiras. O manual de sinalização horizontal do Conselho Nacional de Trânsito traz as especificações para a implementação, com medidas, cor e limitação de aplicação (CONTRAN, 2007).

Figura 2 - Faixa de travessia do tipo zebraada.



Fonte: CONTRAN, 2007.

Figura 3 - Faixa de travessia do tipo paralela.



Fonte: CONTRAN, 2007.

Na Figura 3, o elemento identificado por (l) equivale a largura das linhas: variando entre 0,30m a 0,40m; e (d) equivale a distância entre as linhas: variando entre 0,30m a 0,80 (CONTRAN, 2007). Vale mencionar que existem as faixas elevadas de pedestre, que se caracterizam pelo trecho elevado do pavimento, regulamentadas pela Resolução nº738 (CONTRAN, 2018).

2.2.3. Clima

Partindo da definição de clima que é um conjunto de elementos que caracterizam as condições atmosféricas em determinados locais. Segundo Nimer (1989) os principais fatores que influenciam na formação do clima é altitude, a latitude, assim como as massas de ar.

O Brasil tem suas regiões divididas nos seguintes climas: equatorial, tropical atlântico, tropical, semiárido, tropical de altitude, subtropical. Com destaque para região sul que é a mais fria do país, tem o clima subtropical, onde ocorre muitas geadas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) (2012) o clima faz parte de vários fatores que podem influenciar nos comportamentos dos condutores e pedestres. Além disso, o autor traz que existem diferenças regionais que refletem no sistema de trânsito a partir do desenvolvimento econômico e social, como

exemplos, volume de pedestres e ciclistas em uma via e o tamanho da parcela da população que depende do sistema coletivo (ANTP, 2012).

O clima tem capacidade de impactar diretamente na situação de uma via, de um condutor ou pedestre. As chuvas que atingem as vias urbanas as deixam molhadas e podem fazer com que fiquem menos seguras para os veículos que não estejam em dia com a manutenção. Acrescenta-se ainda que é entendido que existem a necessidade de cautelar ao conduzir em situação de chuva. Dessa forma podemos ter clara visão do elo entre veículo, via e usuário (ANTP, 2012).

2.3. Comportamento de usuários em vias urbanas

Para traçar uma linha de ação, frente a uma situação, é preciso o uso de muitas funções do corpo do ser humano. Uma simples resposta tem antes muitos estímulos trabalhados em um tempo mínimo de avaliação. A título de exemplo, em um assalto a vítima pensa e analisa em milésimos de segundo sua reação e todas as suas opções. O conhecimento humano é pautado pela experiência, pessoais ou de outros que foram repassadas, mas ainda assim algo concreto influencia a percepção e atual sobre o mesmo (STEMBERG, 2008).

As vias urbanas em clima adverso compõem um cenário de dificuldade para os condutores e pedestres. A neblina, a pista molhada, as fortes chuvas e ventos abrem espaços para acontecimentos como queda de árvores e baixa visibilidade, além disso cobram uma resposta de adaptação rápida ao usuário (MARGON, 2016).

Nessa questão Bijlevald e Churchill (2009) levantam a intervenção possível no que cabe as pessoas que rodeiam o sistema de transporte, o tráfego. Nesse espaço coloca-se as ações de manutenção das vias e o destaque é o comportamento dos usuários das vias, seja realizando manutenções nos veículos ou assumindo uma direção cuidadosa, seja evitando jogar lixo nas ruas ou tendo cautela ao circular nos pontos de pouca visibilidade.

Seguindo esse entendimento, Pignataro (1973) levanta o questionamento dos fatores físicos que englobam a resposta do ser humano, nesse contexto do condutor a situações adversas, como neblina no trajeto. Um dos fatores levantados é o julgamento ou emoção que está ligado ao poder de escolher um caminho ou tomar uma decisão.

A construção da tomada de decisão das pessoas começa muito antes de ser necessária em situações como tráfego em más condições climáticas, ela começa na infância, nos exemplos aprendidos e no certo e errado limitado ao mundo evolutivo do indivíduo. Outro fator é a percepção, que é responsável por identificar e delimitar o objeto de resposta, a visão, a audição faz parte dos receptores desses estímulos. Assim é concreto o entendimento que aspectos físicos refletem no comportamento de usuários nas vias. (PIGNATARO, 1973).

Nesse contexto, Bijleveld e Churchill (2009) explora que as condições meteorológicas provocam mudanças nas atitudes dos condutores afim de responder ao aumento entendido do risco, como exemplos, a literatura traz, as mudanças de velocidade e distância entre veículos em períodos de chuva.

De acordo com Bijleveld e Churchill (2009), as adaptações que os usuários das vias demonstram em situação de chuva são para conter os riscos, mas ainda assim a proporção de colisões nessa situação é acentuada.

Dentro do contexto das vias urbanas os pedestres estão inseridos e compõem o elo que utiliza do deslocamento a pé, isso envolve não apenas mobilidade e vias, mas também saúde e bem-estar. Aplicar sistemas amistosos ao pedestre tem base no contexto de uma via urbana eficiente, isto é, que viabiliza o deslocamento com um sistema segurança e previamente planejado (MARGON, 2016).

Em seu livro Stemberb (2008) elucida que para contribuir com a efetividade do tráfego os pedestres, assim como os condutores, tem uma ferramenta principal em constante trabalho nos momentos de deslocamentos, isto é, a atenção. A atenção pode ser separada em 4 principais funções: atenção seletiva, vigilância, sondagem, atenção dividida.

Os desvios de atenção são caminhos que podem incorrer em acidentes e adicionar risco a uma situação já crítica. Um dos principais captadores da atenção é o telefone celular. Os aparelhos são totalmente difundidos no cotidiano das pessoas, seja para trabalho ou para lazer. Porém, uma função do celular, que vai de encontro ao tráfego, é o sistema de gerenciamento de posição. (BALBINOT; ZARO; TIMM, 2011).

Além de circular nas vias independente do clima, os pedestres também praticam atividades físicas como corrida, caminhadas e ciclismo. Dessa forma os estímulos que um condutor recebe de uma via urbana são muito variados e imprecisos (MARGON, 2016).

Outros usuários que tem seu comportamento relevante para as vias do sistema de trânsito são os ciclistas, que não praticam o ciclismo apenas como esporte, que devem obedecer às sinalizações e semáforos específicos vistos na seção 2.2.1. As bicicletas e motocicletas tem desvantagem nos dias chuvosos, pois não possuem proteção contra a chuva. Assim, existe a possibilidade de muitos ciclistas optarem pelos transportes públicos para sair em dias de tempestades (ANTP, 2007).

Esses comportamentos são refletivos no fluxo das estradas, pois um ciclista que escolhe o sistema de transporte coletivo se desloca a pé até a parada de ônibus e significa menos uma bicicleta no trânsito e mais uma pessoa nas estações (ANTP, 2007).

Assim, infere-se que o funcionamento das vias urbanas tem grande peso do lado das ações dos usuários delas, Associação Nacional de empresas de transportes Urbanos (NTU) (2020). A combinação clima, via, veículo, e usuário resulta em como o fluxo do trânsito seguirá no dia a dia. É importante mencionar que mesmo veículos com manutenção em dia, em momentos de chuva os cuidados devem ser redobrados e os recursos do veículo devem ser usados, uma orientação do Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997).

2.4. Controles de Tráfego Inteligentes

Um fator indispensável para o deslocamento dos usuários das vias urbanas é a segurança. Sabe-se que a maior quantidade de mortes no trânsito é de jovens homens, segundo a Organização Mundial da Saúde. A partir disso os estudos acerca do tema esbarram em controle e principalmente em segurança (OMS, 2018).

As formas de controle de trânsito se atualizam de acordo com os avanços tecnológicos que possibilitam a melhoria contínua da segurança nas vias. Cada estudo neste seguimento tem grande impacto para os usuários seja em relação a número de acidentes ou com estudos de comportamento dos componentes da via (MARGON, 2016).

Quando pensamos em controle inteligente, automaticamente somos direcionados para tecnologia: câmeras de alta resolução, sensores e radares mais precisos. Entretanto as estratégias de inteligência da engenharia de tráfego vão além disso. Os controles dos fluxos e as placas são medidas simples que tem grande impacto em uma via (ANTP, 2012).

A partir do momento que as condições climáticas se tornam um efeito adverso ao deslocamento com segurança, qualquer meio que agrega para a segurança, visibilidade e controle situacional do tráfego é positivo para os condutores e pedestres, uma ferramenta amplamente utilizada são os sensores, seja nas vias como também nos veículos, detectando proximidade a objetos (ANTP, 2012).

O uso de sistemas de inteligência de transportes, da sigla em inglês (ITS), faz parte do controle de tráfego moderno, totalmente atrelado ao desenvolvimento dos sistemas tecnológicos. Apesar de o Brasil engatinhar nesse ramo, o interesse pela automatização e por meios de melhoria tem espaço a fim de aumentar a produtividade do setor de transportes (BATISTA, 2013).

Essa tecnologia levada ao alcance dos maiores públicos chega aos usuários dos canais de transporte coletivo. Os sistemas de inteligência de transportes podem facilitar as manutenções e impactar na pontualidade e quantidade de estações e ônibus disponíveis (BATISTA, 2013).

De acordo com Silva (2000), os ITS são o conjunto de sistemas de tecnologia integrados com redes de softwares e hardware que propiciam a informações de monitoramento e controle. Esse conjunto de equipamentos faz a abertura para possíveis melhorias no campo dos transportes, como por exemplo amenizar congestionamentos.

A geração de informação, baseada em dados de sensoriamento e navegação, forma bases para a intervenção dos órgãos de infraestrutura e segurança. Essa é a possibilidade que um sistema de inteligência de transporte fornece, informação precisa e em tempo real (GORGULHO e TREDINNICK, 2020).

A fiscalização remota é uma das principais vantagens de um sistema automatizado. O uso de sensores, radares e câmeras agregam para a identificação dos condutores e dos veículos. Como exemplo, lombadas eletrônicas utilizam de sensores para coletar dados de velocidade dos veículos (BOCANEGRA, 2006).

Outro contexto do controle de tráfego moderno são respostas á emergências. A rápida identificação e localização de incidentes em uma via pode ser a diferença no atendimento de vítimas, assim exploram Gorgulho e Tredinnick (2020). Além disso, o pagamento automático, em paradas de pedágio, contribui para o fluxo do tráfego. O pedágio eletrônico faz parte das possibilidades de controle por parte do ITS e implementação desse recurso pode ser notada nas principais rodovias concessionadas do Brasil (SANTOS, 2015).

Os investimentos dentro desse cenário repercutem nas vantagens adquiridas. As tecnologias que reduzem os congestionamentos, o número de acidentes ou até o tempo de deslocamento, impactam em setores essenciais em uma cidade. Assim entende que o custo é o investimento em escala proporcional aos resultados (GORGULHO e TREDINNICK, 2020).

Para o setor logístico de um país o sistema inteligente pode contribuir nos rastreios de correspondência, documentos e objetos. Acrescenta-se ainda vantagem para a logística nas empresas a partir da possibilidade de monitoramento de frota. Esse monitoramento pode ter capacidade de coleta de dados importantes para uma organização, como velocidade média do condutor e tempo que o veículo esteve parado (ANAP, 2012).

Dentre as formas de sinalização que auxiliam o controle de tráfego, os painéis de mensagens variáveis são largamente utilizados para alertar os condutores sobre obras e desvios. Além disso, eles podem informar a situação da via como em situação de trânsito lento, principalmente em rodovias. Nas rodovias câmeras inteligentes de supervisão também podem compor os equipamentos do sistema (SANTOS, 2015).

O sistema de inteligência de trânsito pode contar com uma central que agrega o trabalho de pessoas aos meios eletrônicos, câmeras, sensores e softwares. A Figura 4 demonstra uma central de monitoramento de trânsito em funcionamento.

Figura 4 - Central de Monitoramento de Trânsito.



Fonte: G1 PE (2019).

Outra medida que é realidade no cotidiano de pessoas de grandes centros é o sistema de bilhetagem eletrônica nos transportes públicos, que visa facilitar e

principalmente agilizar o fluxo de pessoas, usuárias do sistema. Vale mencionar que o controle de tráfego inteligente também está ligado a melhoria contínua de ferramentas que já funcionam mas incorrem em falhas que geram impactos no trânsito, assim como está ligado a informação ao usuário. A disseminação da internet possibilita o uso de sites e aplicativos para informar rotas e avisar atrasos do transporte coletivo, por exemplo (ANTP, 2012).

De acordo com Paravisi *et al* (2006), os estudos dentro dos modelos computacionais de simulação de comportamento dos usuários fazem parte da simulação de modelos microscópicos, tais modelos são úteis para analisar condições de tráfego. Já os modelos macroscópicos levam em consideração as características de um conjunto de veículos.

Outro tipo de modelagem para simulação são os modelos mesoscópicos, nessa versão de simulação são considerados aspectos dos dois primeiros modelos e combinados, segundo Paravisi *et al* (2006). A escolha por um modelo que será adotado é guiada pela necessidade de aplicação, assim uma análise dirá a adequação possível.

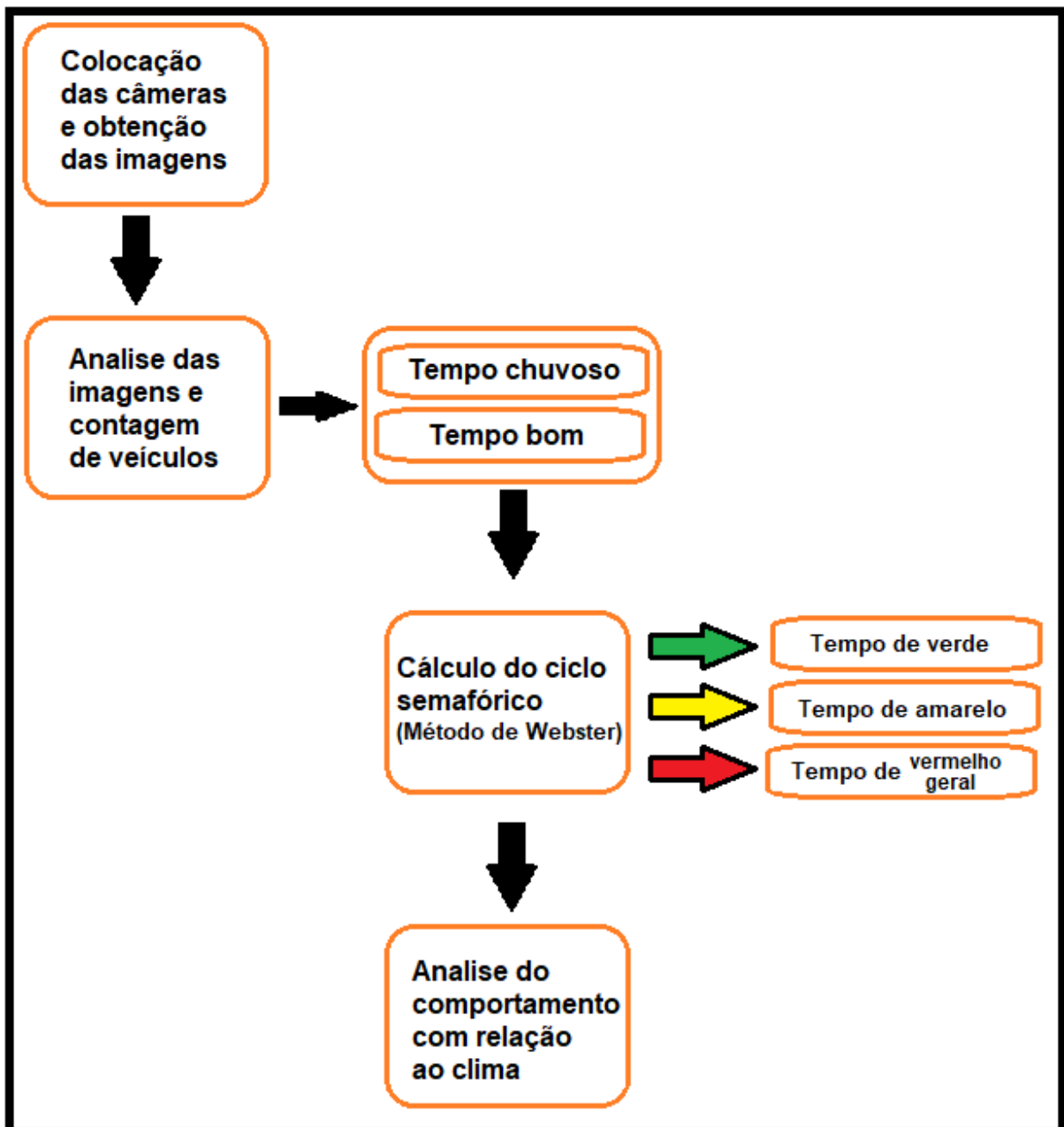
Paravisi *et al* (2006) trazem ainda que os cruzamentos, sendo o encontro de três ou mais vias, são objetos de controle através de semáforos e agentes de trânsito. Os autores completam observando que o fator comportamento do usuário da via tem destaque no cumprimento da legislação de preferência em cruzamentos e rotatórias.

É importante mencionar o ITS não está ligado somente a logística do trânsito, mas também a urbanização das cidades, a capacidade de suporte à mobilidade com tecnologia (SANTOS, 2015). Os sistemas inteligentes de controle de tráfego tem forte relação com a globalização e a tecnologia disponível para as pessoas. Entretanto, a abertura para a formação e otimização de serviço vão de encontro ao desafio do investimento e da adaptação do usuário (ANAP, 2012).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é abordado os materiais e os métodos adotados para o desenvolvimento do trabalho e é apresentado um fluxograma (Figura 5) que mostra as etapas realizadas no estudo deste cruzamento, tendo como objetivo propor soluções e melhorias de operação para o cruzamento.

Figura 5 – Fluxograma de desenvolvimento

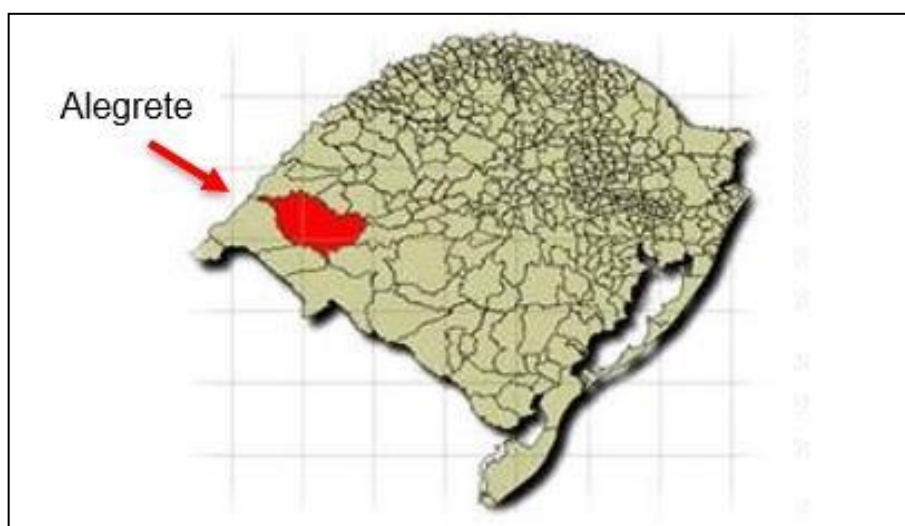


Fonte: Elaboração própria (2021)

3.1 Local do Estudo

A localização do cruzamento estudado neste trabalho situa-se na região urbana central da cidade de Alegrete, mostrada na Figura 6, na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), latitude: $-29,7^{\circ}$ sul, longitude: $-55,7^{\circ}$ oeste, com área da unidade territorial de 7.800km^2 . Sendo a população estimada no município em 2020 de 73.028 hab. (IBGE, 2020), a frota de veículos de 39.248 veículos (DETRAN, 2020), segundo informações constantes na Tabela 1, apresentando em 2020 a relação entre população e frota de veículos de 1,86 hab./veic.

Figura 6 – Cidade de Alegrete/RS, região da Fronteira Oeste



Fonte: Adaptado Prefeitura Municipal de Alegrete (2017)

Tabela 1 - Frota de veículos licenciados em Alegrete/RS

Ano	Nº de veículos
2010	25.323
2011	27.122
2012	28.979
2013	30.669
2014	32.232
2015	33.804
2016	34.929
2017	36.037
2018	37.097
2019	38.264
2020	39.248

Fonte: Adaptado do DETRAN (2020)

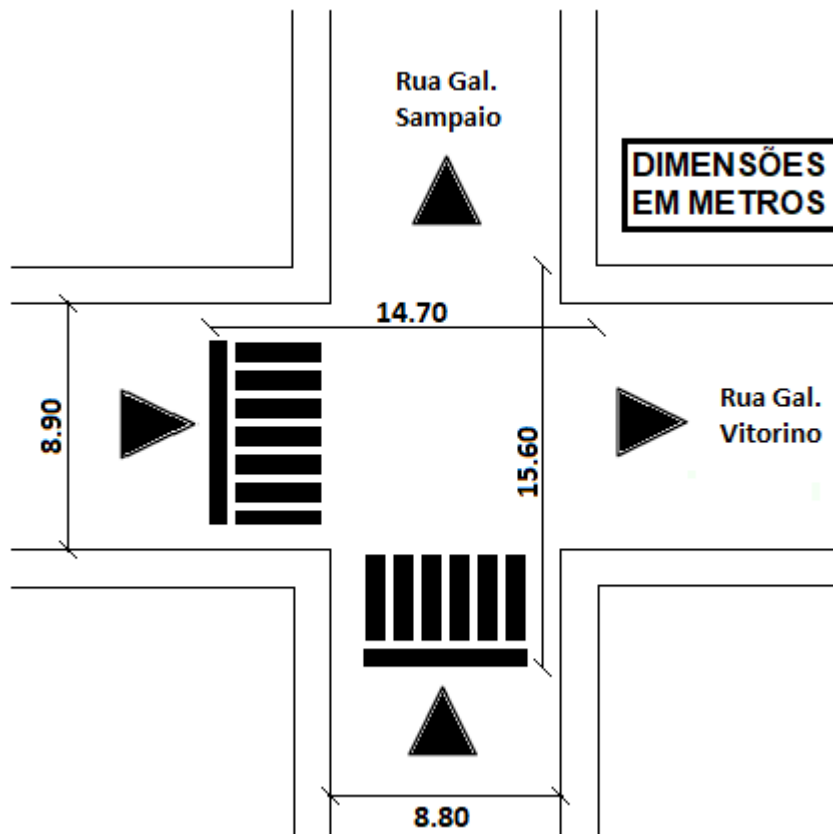
3.2 Levantamento de dados em campo

Neste item encontram-se as etapas utilizadas para levantamento de dados, necessários para o desenvolvimento deste estudo que foi realizado no cruzamento da Rua General Sampaio com a Rua General Vitorino.

3.2.1 Características da Intersecção

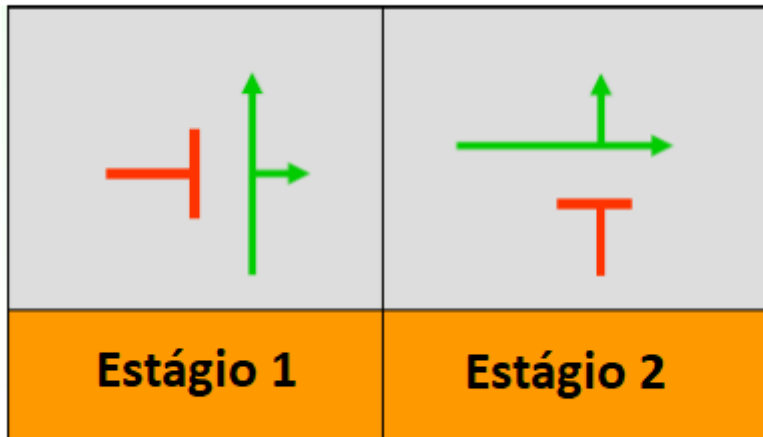
As características da intersecção foram obtidas através de visita ao cruzamento investigado e são apresentadas na Figura 8 e Figura 9.

Figura 8 – Croqui representativo da intersecção



Fonte: Elaboração Própria (2021)

Figura 9 – Grupos e movimentos da intersecção

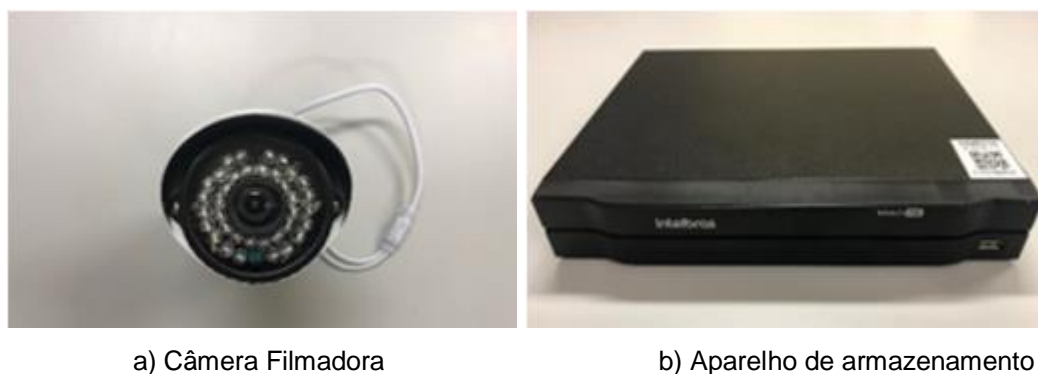


Fonte: Elaboração Própria (2021)

3.2.2 Contagem de veículos e pedestres

A observação ocorreu por meio de videoteipe, com a câmera com Infravermelho, Full HD de 1080P, exibida na Figura 10a, posicionada em cada semáforo. As imagens foram gravadas no DVR da marca Intelbras MHDX 1004 mostrado na Figura 10b. A partir da obtenção das gravações, foi feita a análise dos dados para a verificação do comportamento do trafego.

Figura 10 – Equipamentos para obtenção das imagens



Fonte: Elaboração própria (2021)

As contagens aconteceram durante 2 dias, sendo o dia 25/08/2021 com o tempo chuvoso como pode ser visto na Figura 11 e o dia 26/08/2021 com o tempo bom como pode ser visto na Figura 12, sendo feita a comparação nos horários de pico

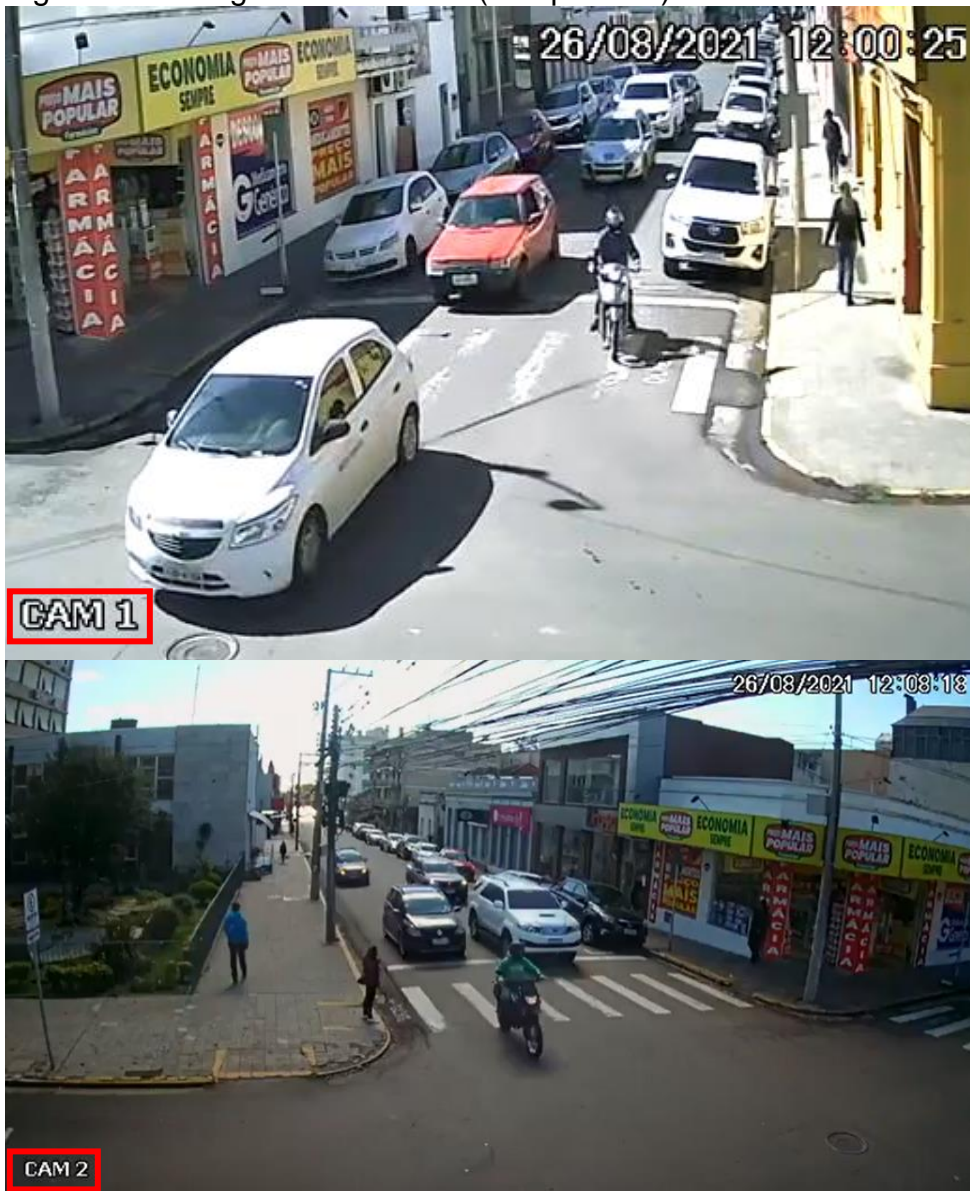
do fluxo de veículos analisados nas imagens de cada câmera, sendo a câmera 1 para o semáforo da rua General Vitorino e a câmera 2 para o semáforo da rua General Sampaio.

Figura 11 – Imagens 25/08/2021 (Tempo Chuvoso)



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 12 – Imagens 26/08/2021 (Tempo Bom)



Fonte: Elaboração própria (2021)

Para a contagem do volume de veículos, foi definido pesos diferentes para cada tipo de veículo uma vez que cada veículo tem uma capacidade de movimentação diferente. Logo, motocicletas tiveram peso 0.5, carros tiveram peso 1.0, ônibus e caminhões tiveram peso 2. Sendo contado a cada 30 minutos os veículos que passavam na via e determinou-se o fluxo de veículos equivalentes multiplicando cada veículo pelo seu peso equivalente.

Para a contagem de pedestres, consideramos apenas os pedestres que utilizavam a faixa de pedestres para fazer a travessia, como pode ser visto na Figura 13. Já na Figura 14, podemos observar o pedestre atravessando a rua sem utilizar a faixa de pedestres, esses pedestres não foram utilizados para os dados de comparação deste trabalho.

Figura 13 – Pedestres utilizando a faixa



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 14 – Pedestre não utilizando a faixa



Fonte: Elaboração própria (2021)

Os dados obtidos pelas gravações foram utilizados para calcular o tempo de ciclo dos semáforos. O método que foi utilizado para o cálculo do tempo de ciclo, foi o método de Webster (Tempo de ciclo ótimo), por ser o mais aplicado no Brasil. Este método utiliza como parâmetros de cálculo o tempo perdido (tempo não aproveitado) e a taxa de ocupação (fluxo de veículos), como mostra a Equação 1.

$$T_c \text{ ót} = \frac{[(1,5 \times T_p) + 5]}{[1 - (Y_a + Y_b)]} \quad \dots(1)$$

O tempo de verde (T_v) foi calculado utilizando o tempo de ciclo ótimo (T_c), o tempo perdido (T_p) que é o tempo de entreverdes e a taxa de ocupação da via (Y), como mostra na Equação 2.

$$T_v = \frac{(T_c - T_p) \times Y}{\Sigma Y} \quad \dots(2)$$

O tempo de amarelo (T_{am}) foi calculado considerando uma via plana e foi utilizado a velocidade máxima regulamentada na via que é de 40km/h, de acordo com Equação 3.

$$T_{am} = T_{pr} + \left(\frac{v}{2 \times (A_{ad} \pm i g)} \right) \quad \dots(3)$$

onde:

T_{pr} = tempo de percepção e reação do condutor, em segundos

v = velocidade do veículo, em m/s

A_{ad} = máxima taxa de frenagem admissível em via plana, em m/s^2

i = inclinação da via na aproximação, sendo “+” em rampas ascendentes e “-” em rampas descendentes (m/m)

g = aceleração da gravidade ($9,8m/s^2$)

O tempo de vermelho geral (T_{vg}) foi calculado utilizando a velocidade permitida na via que é de 40km/h e a distância a percorrer até o termino da área de conflito mostradas na figura 8, utilizando a Equação 4.

$$T_{vg} = \frac{(d_2 + c)}{v} \quad \dots(4)$$

onde:

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

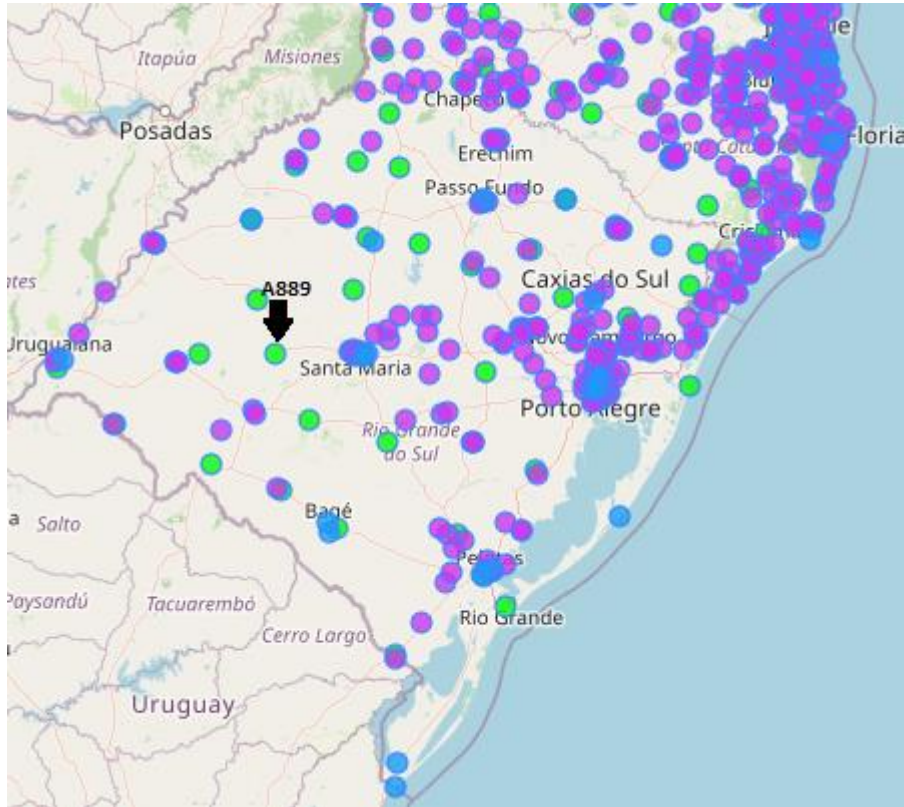
v = velocidade do veículo, em m/s

3.3 Pluviometria

Para a pluviometria, foi coletado os dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) através do site <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A889#>, onde encontra-se os dados pluviométricos de hora em hora para a cidade de São Vicente do Sul-RS da estação pluviométrica A889 apresentada na Figura 15 e Figura 16, que é a estação mais próxima do local do estudo que obteve dados de pluviometria nos

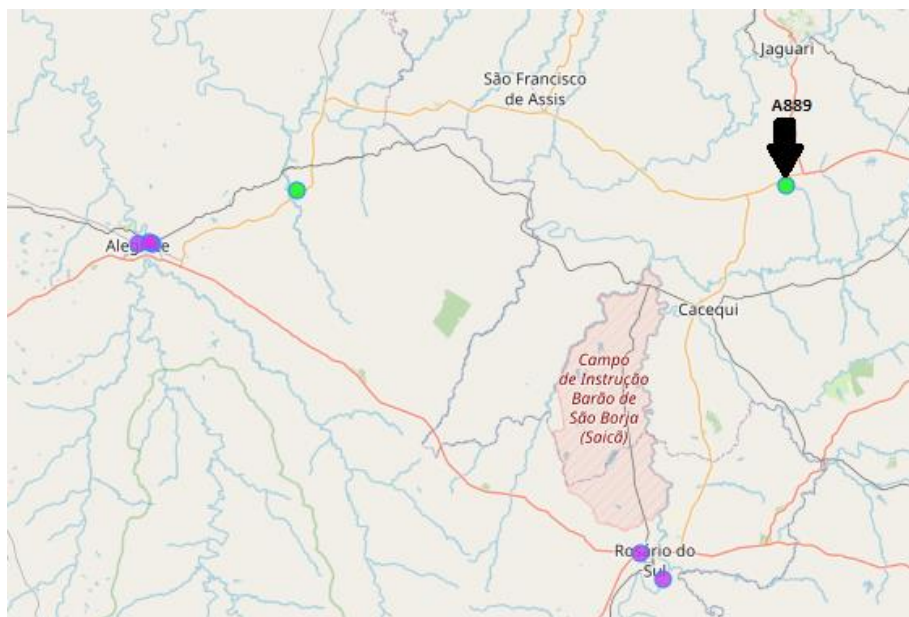
dias de levantamento das imagens, havia outra estação mais próxima que a utilizada, porém não teve dados da pluviometria no dia 25/08/2021.

Figura 15 – Estações pluviométricas do RS



Fonte: Site INMET (2021)

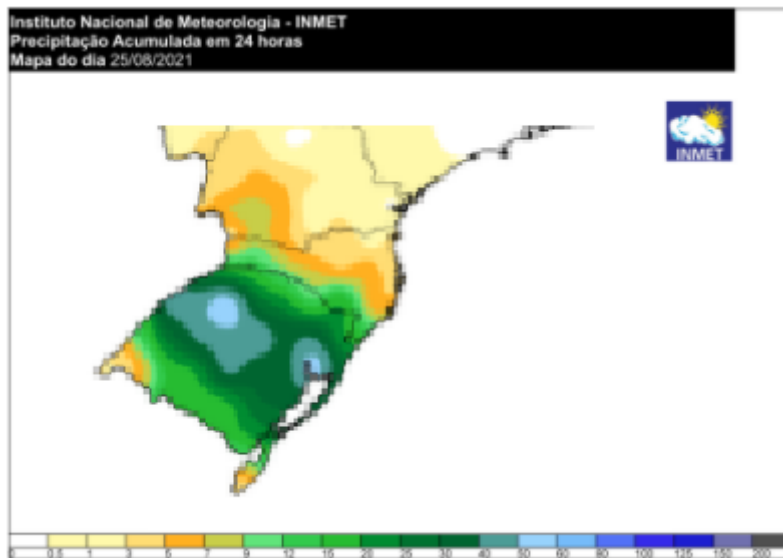
Figura 16 - Estação Pluviométrica A889



Fonte: Site INMET (2021)

O dia com o tempo chuvoso escolhido foi o dia 25/08/2021, pois nesse dia tivemos uma precipitação considerável no estado do Rio Grande do Sul, como pode ser visto na Figura 17.

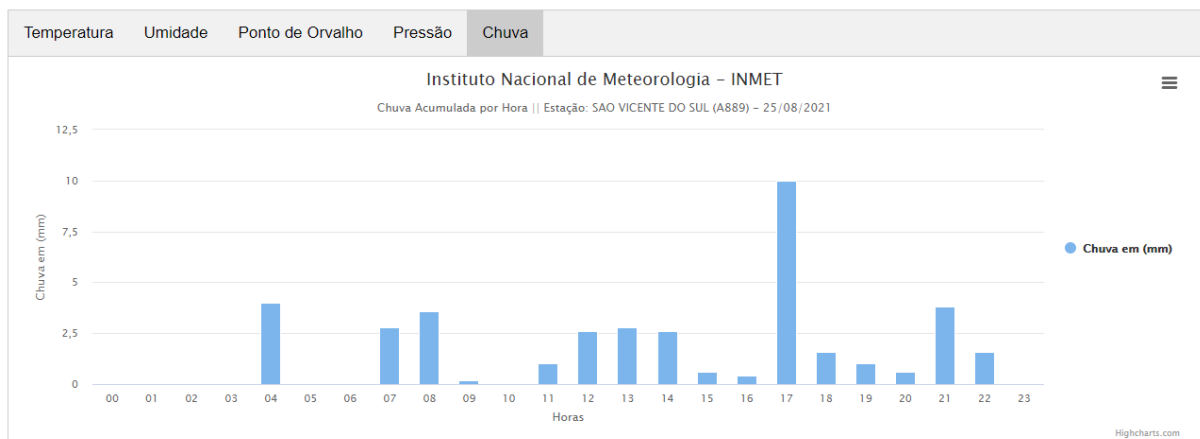
Figura 17 - Mapa de Precipitação Acumulada Dia 25/08/2021



Fonte: Site INMET (2021)

Os horários escolhidos para a análise do fluxo de veículos desse estudo, teve relação com os dados de precipitação da estação A889 visto na Figura 18, sendo que nesses horários havia precipitação e logo influenciaria no fluxo de veículos. Esse horários são de 07:00 à 9:00, de 11:00 à 14:00 e de 17:00 à 19:00.

Figura 18 – Chuva Acumulada Estação A889



Fonte: Site INMET (2021)

4 RESULTADOS

Nesse item serão apresentados os resultados dos tempos de ciclos calculados com o método de Webster e também as análises e comparações dos tempos de ciclos para o dia com tempo chuvoso e o dia com o tempo bom.

4.1 FLUXO DE VEICULOS EQUIVALENTES

Através dos dados de contagem de veículos extraídos das gravações, calculou-se o fluxo de veículos equivalentes para cada plano semaforico, para cada dia e para cada câmera, como pode ser visto nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.

Tabela 2 – Dados Câmera 1 Dia 25/08/2021

DIA 25/08/2021 - CÂMERA 1						
Plano Semaforico	HORÁRIO	MOTO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	Fluxo Equivalente
1	7:00 - 7:30	4	29	1	0	33
2	7:30 - 8:00	5	67	0	0	70
3	8:00 - 8:30	4	134	1	0	138
4	8:30 - 9:00	10	142	3	0	153
5	11:00 - 11:30	22	159	4	0	178
6	11:30 - 12:00	16	187	5	0	205
7	12:00 - 12:30	20	248	2	0	262
8	12:30 - 13:00	10	124	2	0	133
9	13:00 - 13:30	12	107	2	0	117
10	13:30 - 14:00	16	157	3	0	171
11	17:00 - 17:30	10	201	3	0	212
12	17:30 - 18:00	12	227	1	0	235
13	18:00 - 18:30	13	228	1	0	237
14	18:30 - 19:00	14	192	1	0	201

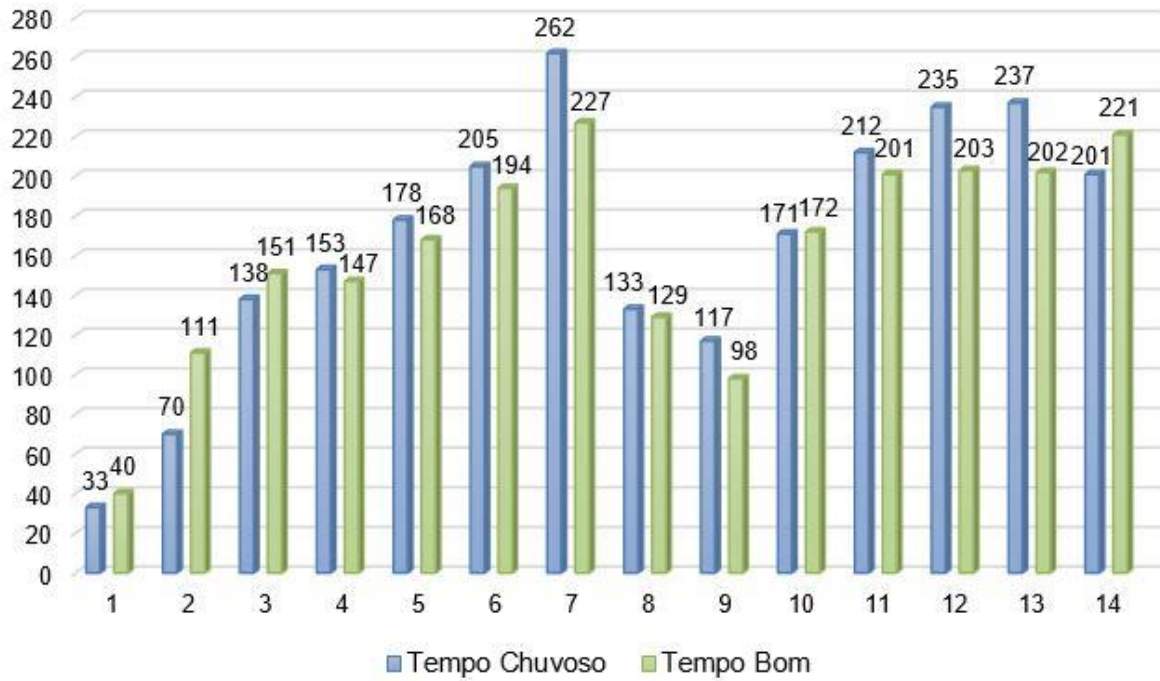
Fonte: Elaboração própria (2021)

Tabela 3 – Dados Câmera 1 Dia 26/08/2021

DIA 26/08/2021 - CÂMERA 1						
Plano Semaforico	HORÁRIO	MOTO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	Fluxo Equivalente
1	7:00 - 7:30	7	36	0	0	40
2	7:30 - 8:00	22	100	0	0	111
3	8:00 - 8:30	21	134	3	0	151
4	8:30 - 9:00	23	131	1	1	147
5	11:00 - 11:30	24	150	3	0	168
6	11:30 - 12:00	23	176	3	0	194
7	12:00 - 12:30	50	202	0	0	227
8	12:30 - 13:00	36	109	1	0	129
9	13:00 - 13:30	17	83	2	1	98
10	13:30 - 14:00	34	153	0	1	172
11	17:00 - 17:30	20	187	2	0	201
12	17:30 - 18:00	27	187	1	0	203
13	18:00 - 18:30	46	179	0	0	202
14	18:30 - 19:00	49	192	2	0	221

Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 19 – Gráfico do Fluxo de Veículos Câmera 1



Fonte: Elaboração própria (2022)

Tabela 4 – Dados Câmera 2 Dia 25/08/2021

DIA 25/08/2021 - CÂMERA 2						
Plano Semaforico	HORÁRIO	MOTO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	Fluxo Equivalente
1	7:00 - 7:30	1	20	0	5	31
2	7:30 - 8:00	2	80	2	3	91
3	8:00 - 8:30	10	106	2	4	123
4	8:30 - 9:00	4	111	5	6	135
5	11:00 - 11:30	11	137	2	5	157
6	11:30 - 12:00	10	121	0	4	134
7	12:00 - 12:30	8	194	3	5	214
8	12:30 - 13:00	12	143	1	3	157
9	13:00 - 13:30	3	103	1	4	115
10	13:30 - 14:00	6	164	1	4	177
11	17:00 - 17:30	13	163	1	3	178
12	17:30 - 18:00	11	184	4	6	210
13	18:00 - 18:30	7	186	2	2	198
14	18:30 - 19:00	14	183	3	6	208

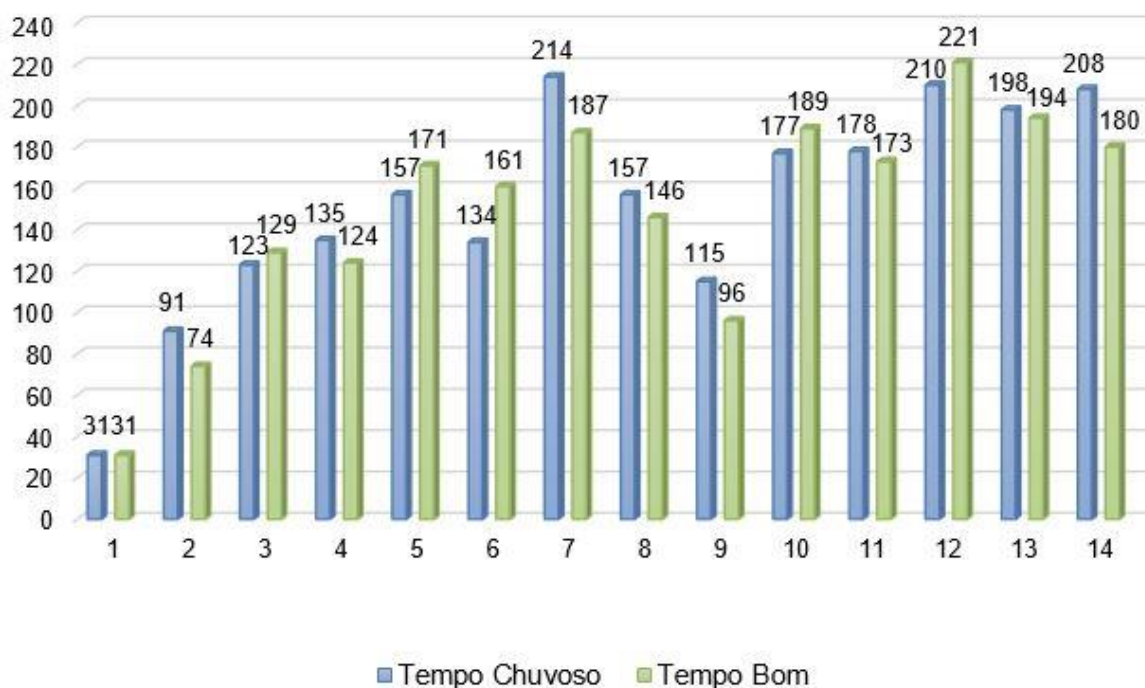
Fonte: Elaboração própria (2021)

Tabela 5 – Dados Câmera 2 Dia 26/08/2021

DIA 26/08/2021 - CÂMERA 2						
Plano Semaforico	HORÁRIO	MOTO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	Fluxo Equivalente
1	7:00 - 7:30	2	16	2	5	31
2	7:30 - 8:00	10	59	1	4	74
3	8:00 - 8:30	13	106	3	5	129
4	8:30 - 9:00	10	105	2	5	124
5	11:00 - 11:30	27	139	5	4	171
6	11:30 - 12:00	27	133	3	4	161
7	12:00 - 12:30	30	160	3	3	187
8	12:30 - 13:00	20	120	3	5	146
9	13:00 - 13:30	13	81	1	3	96
10	13:30 - 14:00	20	163	0	8	189
11	17:00 - 17:30	20	147	4	4	173
12	17:30 - 18:00	27	193	2	5	221
13	18:00 - 18:30	36	166	2	3	194
14	18:30 - 19:00	20	164	0	3	180

Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 20 – Gráfico do Fluxo de Veículos Câmera 2



Fonte: Elaboração própria (2022)

Como podemos observar nas Figuras 19 e 20, que trazem uma comparação do fluxo de veículos com o tempo bom, com o fluxo de veículos com o tempo chuvoso do cruzamento estudado, temos uma pequena variação desses dois fluxos, sendo que o fluxo de veículos com o tempo chuvoso é um pouco maior, devido ao uso maior de veículos para o deslocamento dos usuários afim de evitar ficar exposto na chuva. Analisando os horários pontualmente verifica-se que nos primeiros horários da manhã, para a câmera 1 tem-se um redução no fluxo de veículos, sendo que essa redução chega a ser de 36,9% no horário de 7:30 à 8:00. No restante do dia o fluxo de veículos aumenta, chegando a crescimento máximo de 19,4% no horário de 13:00 à 13:30. Para a câmera 2 essa variabilidade foi menor não tendo interferência do clima no fluxo de veículos.

4.2 FLUXO DE SATURAÇÃO E TAXA DE OCUPAÇÃO

Para calcular a taxa de ocupação, foi utilizado o fluxo de veículos equivalentes contados a cada 30 minutos dividido pela metade do fluxo de saturação, uma vez que o fluxo de saturação é obtido por veículo por hora.

O fluxo de saturação foi calculado fazendo a contagem de veículos que passavam na via de 5 em 5 segundos em um ciclo de 20 segundos em 4 momentos de maior fluxo de veículos na via, sendo feita uma média dos veículos que passavam nesse tempo de 5 segundos e multiplicado para saber a quantidade de veículos que passariam ali no período de uma hora se a aproximação recebesse o tempo todo o direito de passagem.

Sendo recomendado a utilização de um dia com o tempo bom, para não ter influência do clima no cálculo do fluxo de saturação, sendo obtido um fluxo de saturação de 2025 (veículos/hora) para a rua General Vitorino e um fluxo de saturação de 1845 (veículos/hora) para a rua General Sampaio que pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo do Fluxo de Saturação

Fluxo de Saturação (Veiculo/hora) - 26/08/2021							
	Horário	Media (s)	Ciclo de contagem				Fluxo Saturação
			5s	10s	15s	20s	
Câmera 1	12:12:05 - 12:12:25	2,5	3	2	3	2	2025
	12:15:15 - 12:15:35	3	5	2	3	2	
	12:19:35 - 12:19:55	3,25	4	3	4	2	
	12:28:10 - 12:28:30	2,5	3	2	2	3	
Câmera 2	17:34:55 - 17:35:15	2,75	4	3	2	2	1845
	17:43:45 - 17:44:05	2,5	3	3	2	2	
	17:53:25 - 17:53:45	2,5	3	2	3	2	
	17:57:35 - 17:57:55	2,5	3	3	2	2	

Fonte: Elaboração própria (2022)

Após ter calculado o fluxo de saturação, calculamos a taxa de ocupação para cada plano semafórico, para cada dia e cada câmera como pode ser visto nas Tabelas 7, 8, 9 e 10.

Tabela 7 – Taxa de Ocupação Câmera 1 Dia 25/08/2021

Câmera 1 - 25/08/2021				
Plano Semafórico	Horário	Fluxo (Contagem)	Fluxo Saturação	Taxa de Ocupação
1	07:00 - 07:30	33	2025	0,03
2	07:30 - 08:00	70	2025	0,07
3	08:00 - 08:30	138	2025	0,14
4	08:30 - 09:00	153	2025	0,15
5	11:00 - 11:30	178	2025	0,18
6	11:30 - 12:00	205	2025	0,20
7	12:00 - 12:30	262	2025	0,26
8	12:30 - 13:00	133	2025	0,13
9	13:00 - 13:30	117	2025	0,12
10	13:30 - 14:00	171	2025	0,17
11	17:00 - 17:30	212	2025	0,21
12	17:30 - 18:00	235	2025	0,23
13	18:00 - 18:30	237	2025	0,23
14	18:30 - 19:00	201	2025	0,20

Fonte: Elaboração própria (2022)

Tabela 8 – Taxa de Ocupação Câmera 2 Dia 25/08/2021

Câmera 2 - 25/08/2021				
Plano Semafórico	Horário	Fluxo (Contagem)	Fluxo Saturação	Taxa de Ocupação
1	07:00 - 07:30	31	1845	0,03
2	07:30 - 08:00	91	1845	0,10
3	08:00 - 08:30	123	1845	0,13
4	08:30 - 09:00	135	1845	0,15
5	11:00 - 11:30	157	1845	0,17
6	11:30 - 12:00	134	1845	0,15
7	12:00 - 12:30	214	1845	0,23
8	12:30 - 13:00	157	1845	0,17
9	13:00 - 13:30	115	1845	0,12
10	13:30 - 14:00	177	1845	0,19
11	17:00 - 17:30	178	1845	0,19
12	17:30 - 18:00	210	1845	0,23
13	18:00 - 18:30	198	1845	0,21
14	18:30 - 19:00	208	1845	0,23

Fonte: Elaboração própria (2022)

Tabela 9 – Taxa de Ocupação Câmera 1 Dia 26/08/2021

Câmera 1 - 26/08/2021				
Plano Semafórico	Horário	Fluxo (Contagem)	Fluxo Saturação	Taxa de Ocupação
1	07:00 - 07:30	40	2025	0,04
2	07:30 - 08:00	111	2025	0,11
3	08:00 - 08:30	151	2025	0,15
4	08:30 - 09:00	147	2025	0,15
5	11:00 - 11:30	168	2025	0,17
6	11:30 - 12:00	194	2025	0,19
7	12:00 - 12:30	227	2025	0,22
8	12:30 - 13:00	129	2025	0,13
9	13:00 - 13:30	98	2025	0,10
10	13:30 - 14:00	172	2025	0,17
11	17:00 - 17:30	201	2025	0,20
12	17:30 - 18:00	203	2025	0,20
13	18:00 - 18:30	202	2025	0,20
14	18:30 - 19:00	221	2025	0,22

Fonte: Elaboração própria (2022)

Tabela 10 – Taxa de Ocupação Câmera 2 Dia 26/08/2021

Câmera 2 - 26/08/2021				
Plano Semafórico	Horário	Fluxo (Contagem)	Fluxo Saturação	Taxa de Ocupação
1	07:00 - 07:30	31	1845	0,03
2	07:30 - 08:00	74	1845	0,08
3	08:00 - 08:30	129	1845	0,14
4	08:30 - 09:00	124	1845	0,13
5	11:00 - 11:30	171	1845	0,19
6	11:30 - 12:00	161	1845	0,17
7	12:00 - 12:30	187	1845	0,20
8	12:30 - 13:00	146	1845	0,16
9	13:00 - 13:30	96	1845	0,10
10	13:30 - 14:00	189	1845	0,20
11	17:00 - 17:30	173	1845	0,19
12	17:30 - 18:00	221	1845	0,24
13	18:00 - 18:30	194	1845	0,21
14	18:30 - 19:00	180	1845	0,20

Fonte: Elaboração própria (2022)

Como podemos observar nas tabelas acima, as maiores taxas de ocupação são nos horários de pico, como por exemplo nos horários de 12:00 à 12:30 e de 17:30 à 18:00, mas em nenhum momento tivemos um valor próximo a 1, que representa o

valor de saturação da via. Tais valores de taxa de ocupação se apresentam relativamente baixos porque a via apresenta uma estrutura adequada para a demanda de veículos, tornando assim um fluxo de saturação alto e por consequência a taxa de ocupação baixa.

4.3 TEMPO PERDIDO (ENTREVERDES)

Para o cálculo do tempo perdido, foi somado o tempo de amarelo calculado através da equação 3 com o tempo de vermelho geral calculado através da equação 4 como pode ser visto na Tabela 11.

Tabela 11 – Tempo Perdido

	Camera 1	Camera 2
Tempo Amarelo	3	3
Tempo Vermelho Geral	2	2
Entreverdes	5	5
Tempo Perdido Total do Cruzamento	10	

Fonte: Elaboração própria (2022)

E considerando a velocidade máxima característica da via de 40 km/h e a inclinação na aproximação desprezível, o valor encontrado para o tempo de amarelo foi menor que o mínimo exigido pelo CONTRAN, sendo usado então o valor mínimo de 3s. Para o valor de vermelho geral, foi utilizado a distância vista no croqui na Figura 8 ficando um valor de 2s.

4.4 TEMPO DE CICLO ÓTIMO E TEMPO DE VERDE

Foi calculado um tempo de ciclo ótimo para cada plano semaforico e para cada dia, utilizando a equação 1. Já o tempo de verde foi calculado para cada plano semaforico, cada dia e cada câmera utilizando a equação 2.

Por recomendação do DENATRAN o tempo de verde mínimo deve ser de 10 segundos, então sempre que um valor calculado for menor do que 10 segundos, foi adotado o tempo de verde mínimo de 10 segundos. Logo tem-se um tempo de ciclo ótimo mínimo de 30 segundos como pode ser observado nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Tempo de ciclo ótimo 25/08/2021

Plano Semafórico	25/08/2021		Tempo de Verde	
	Tempo de Ciclo Ótimo (Calculado)	Tempo de Ciclo Ótimo (Adotado)	Câmera 1	Câmera 2
1	21	30	10	10
2	24	30	10	10
3	27	30	10	10
4	28	30	10	10
5	31	31	10	10
6	31	32	12	10
7	39	39	15	14
8	29	31	10	11
9	26	30	10	10
10	31	31	10	11
11	33	33	12	11
12	37	37	14	13
13	36	36	14	13
14	35	35	12	13

Fonte: Elaboração própria (2022)

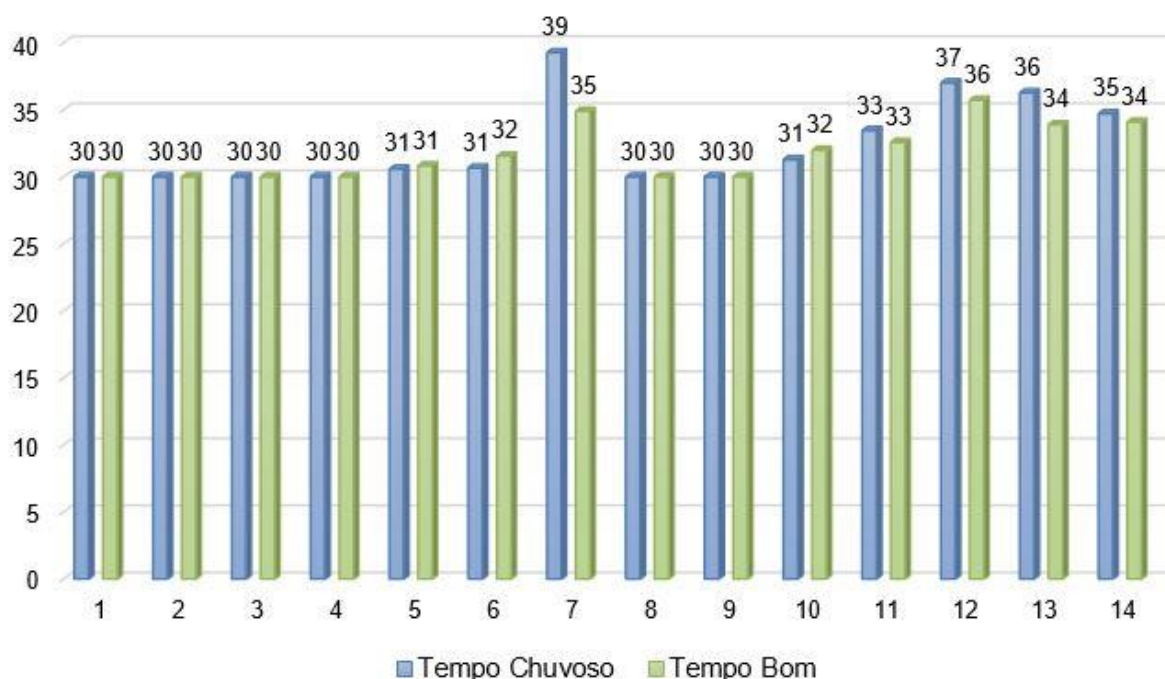
Tabela 13 – Tempo de ciclo ótimo 26/08/2021

26/08/2021			Tempo de Verde	
Plano Semafórico	Tempo de Ciclo Ótimo (Calculado)	Tempo de Ciclo Ótimo (Adotado)	Câmera 1	Câmera 2
1	22	30	10	10
2	25	30	10	10
3	28	30	10	10
4	28	30	10	10
5	31	31	10	11
6	32	32	11	10
7	35	35	13	12
8	28	30	10	10
9	25	30	10	10
10	32	32	10	12
11	33	33	12	11
12	36	36	12	14
13	34	34	12	12
14	34	34	13	11

Fonte: Elaboração própria (2022)

Pode-se verificar na Figura 21, os diferentes tempos de ciclo ótimo calculados para o dia com o tempo chuvoso e para o dia com o tempo bom.

Figura 21 – Tempos de ciclo ótimo



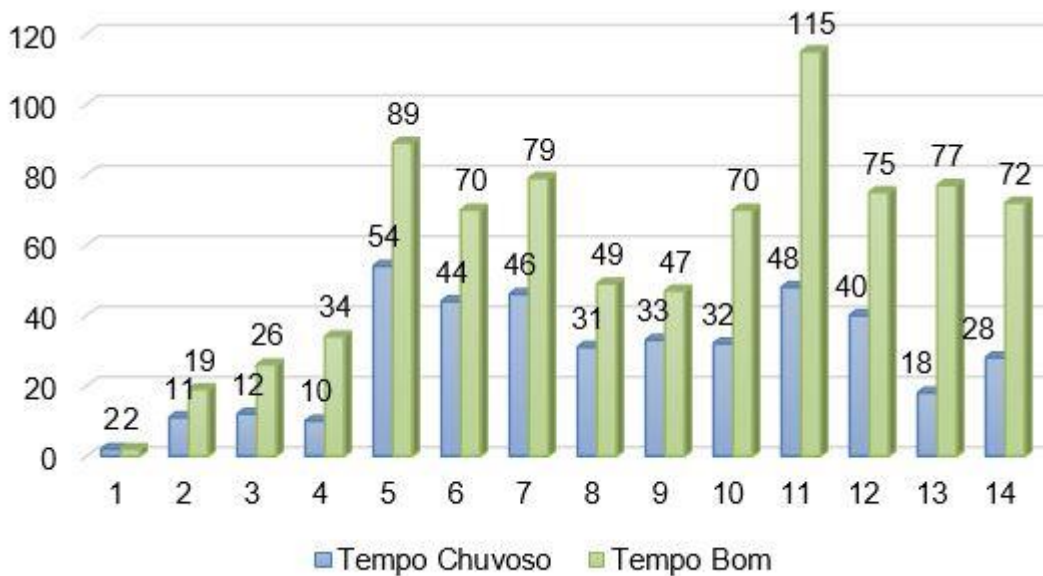
Fonte: Elaboração própria (2022)

Observa-se que o maior tempo de ciclo ótimo é de 39 segundos para o dia chuvoso, já para o dia com tempo bom o maior tempo de ciclo ótimo é de 36 segundos. Além disso, em média o tempo de ciclo ótimo foi de 32 segundos, atendendo na grande maioria do tempo a demanda de veículos.

4.5 FLUXO DE PEDESTRES

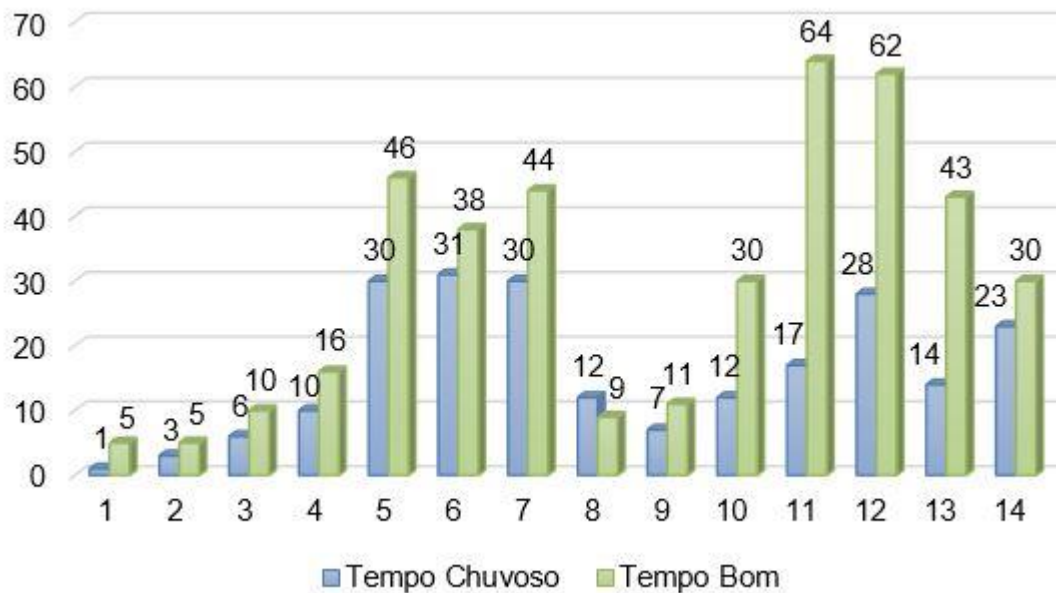
O fluxo de pedestres foi obtido através da contagem dos pedestres que utilizavam a faixa de pedestres para a travessia, separado de 30 em 30 minutos, que foi o tempo de contagem de cada gravação. Sendo assim foi montado um gráfico para fazer a comparação do dia com o tempo chuvoso com o dia com o tempo bom, como pode ser visto nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 – Pedestres Câmera 1



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 23 – Pedestres Câmera 2



Fonte: Elaboração própria (2022)

Como pode ser observado nas Figuras 22 e 23, o número de pedestres no dia com o tempo chuvoso é bem menor do que o número de pedestres no dia com o tempo bom.

Para os pedestres da câmera 1 que fica na rua General Vitorino, temos uma redução de aproximadamente 50,4% no número de pedestres do dia com o tempo chuvoso comparando com os pedestres do dia com o tempo bom. Para a câmera 2 que fica na rua General Sampaio, nota-se uma redução similar ao da câmera 1, sendo de aproximadamente 45,8% menor para o dia com o tempo chuvoso comparando com o dia com o tempo bom. Esses resultados já eram esperados, visto que, a tendência é de os usuários se deslocarem menos a pé nos dias de tempo chuvoso.

5 CONCLUSÃO

Diante da realização do trabalho foi possível concluir que a maior variação no uso da via nos dias com ou sem chuva estudados, ocorreu no número de pedestres, onde teve uma redução em determinados horários de até 77% no número de pedestres para câmera 1 e de 73% para a câmera 2, que utilizaram a via no dia com o tempo chuvoso. Já a variação no fluxo de veículos, nota-se um pequeno aumento no dia com o tempo chuvoso, mas nada tão significativo.

Tendo em vista a atual situação de pandemia vivenciada pelos usuários, podemos ter tido alterações no fluxo de veículos principalmente pela questão escolar, pois no período que ocorreu as contagens, as escolas não estavam com o funcionamento normal, estavam com o ensino presencial escalonado.

Em relação a atual situação semafórica, conclui-se que atende com folga os dias com ou sem chuva, visto que o tempo de ciclo ótimo máximo calculado para o dia com o tempo chuvoso foi de 39 segundos que é menor do que o ciclo semafórico atual que é de 55 segundos.

Ao analisar as gravações para extrair os dados necessários para esse estudo, notou-se que o fato da aproximação da rua General Vitorino possuir estacionamento dos dois lados, no momento em que o veículo estaciona ou sai da vaga de estacionamento atrapalha no fluxo dos veículos, então conclui-se que uma possível melhoria a ser realizada nessa aproximação, seria a modificação em relação a esse estacionamento nos dois lados da via.

Sobre implementação de um sistema inteligente para a adequação do ciclo semafórico em relação a variação climática, não julgo sendo algo que iria impactar na melhoria do fluxo de veículos desse cruzamento estudado, visto que a variação do fluxo nesse cruzamento não foi tão significativa comparando o fluxo do dia com o tempo chuvoso e o dia com o tempo bom.

Por fim, o estudo mostrou que as vias estão de acordo com a demanda do tráfego, tanto para dias com o tempo bom, como para dias com o tempo chuvoso.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para estudos futuros e complementação deste trabalho recomenda-se uma análise com um foco maior no fluxo de pedestres, em seu comportamento em uma via.

REFERÊNCIAS

ANTP ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Cadernos Técnicos: Transporte Cicloviário**. v. 7. Rio de Janeiro: Imprinta Gráfica e Editora, 2007. Disponível em: <http://fileserver.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/DE3EB401-A3C2-46B3-813C-B5A460D028B4.pdf> Acesso em: 07 nov. 2020.

ANTP ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Cadernos Técnicos: Sistemas Inteligentes de Transporte**. v. 8. São Paulo: Coprint Gráfica e Editora, 2012. Disponível em: <<http://www.antp.org.br/biblioteca-vitrine/cadernos-tecnicos.html>> Acesso em: 30 out. 2020.

BALBINOT Amanda B.; ZARO Milton A.; TIMM, Maria I. Funções psicológicas e cognitivas presentes no ato de dirigir e sua importância para os motoristas no trânsito. **Revista Ciência & Cognição**. v. 16. n. 2. p. 13-29. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v16n2/v16n2a03.pdf>> Acesso em: 29 out. 2020.

BATISTA, Claudiana Pereira. Sistemas Inteligentes de Transportes: Uma abordagem voltada ao Contexto. **XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Salvador. ENEGEP ISSN: 2594-9713, 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_009_22842.pdf> Acesso em: 30 out. 2020.

BAZZAN, Ana LC. KLUGL, F. Introdução aos Sistemas Inteligentes de Tráfego e Transporte. **Morgan & Claypool Publishers**, dezembro 2013. p.133. ISBN: 9781627052085. Disponível em: <<https://doi.org/10.2200/S00553ED1V01Y201312AIM025>> Acesso em: 29 out. 2020.

BIJLEVELD, Frits; CHURCHILL, Tony. The influence of weather conditions on road safety: An assessment of the effect of precipitation and temperature. Leidschendam: **Swov: Institute for Road Safety Research**, 2009. Disponível em: <<https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/rapport/r-2009-09.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2020.

BOCANEGRA, Charlie W. R. **Procedimentos para implantação e avaliação do desempenho de lombadas eletrônicas**. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/8295>> Acesso em 30 out. 2020.

BRASIL. Decreto-lei nº9.503, de 27 de setembro de 1997. Institui o Código Brasileiro de Trânsito. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Anexo I. p.21201. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm> Acesso em: 09 nov. 2020.

GORGULHO Cristiane F.; TREDINNICK Marcelo R. A. Da C. **O controle de tráfego em cidades inteligentes: um panorama dos depósitos de patentes no Brasil e no Mundo**. INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: < https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/controle-de-trafego-inteligente_estudo_estendido_v30062020.pdf > Acesso em: 30 out. 2020.

KEEDI, Samir. **ABC do Comércio Exterior: abrindo as primeiras páginas**. 5. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2015.

MAGALHÃES, Marcos Thadeu Q.; ARAGÃO, Joaquim José Guilherme de; YAMASHITA, Yeko. Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes. **Revista Transportes**. São Paulo, v. 22. n. 3. p. 1-11, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v22i3.655>. Disponível em: <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/655>> Acesso em: 09 nov. 2020.

MARGON, Patrícia Vilela. **O comportamento de pedestres durante a travessia de vias em faixas não semaforizadas**. Orientador: Pastor Willy Gonzales Taco. Tese de Doutorado em Transportes. Universidade de Brasília. 200p. Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22316/1/2016_Patr%C3%ADciaVilelaMargon.pdf > Acesso em: 07 nov. 2020.

MENDOÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, M. Inês. **Climatologia: Noções básicas e clima do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2007.

MENDONÇA, Paulo C. C.; KEEDI, Samir. **Transportes e Seguros no Comércio Exterior**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2000.

NIMES, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NODARI, Christine T. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. Orientador: Professor Dr. Luiz Antônio Lindau. Tese Doutorado UFRS. Porto Alegre, 2013 Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3675/000391199.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em: 30 out. 2020.

NTU Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **ITS Sistemas Inteligentes de Transportes**. 1 ed. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635889696401808391.pdf>> Acesso em: 30 out. 2020.

OLMA, Maria. **Reciclagem: Um novo condutor**. 4. ed. Porto Alegre: Editora Águia. 2015.

PAES-MACHADO; Eduardo; LEVENSTEIN, Charles. Assaltantes a bordo: violência, insegurança e saúde no trabalho em transporte coletivo de Salvador, Bahia, Brasil. v.

18. n. 5. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro: 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000500014>> Acesso em 07 nov. 2020.

PANICHI, Renata M. D.; WAGNER, Adriana. Comportamento de Risco no Trânsito: Revisando a Literatura sobre as Variáveis Preditoras da Condução Perigosa na População Juvenil. **Revista Interamericana de Psicologia**. Porto Alegre. v. 40. n. 2. p. 156-166. 2006. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rip/v40n2/v40n2a03.pdf>> Acesso em: 08 nov. 2020.

PARAVISI, Marcelo; MUSSE, Soraia R.; BICHO, Alessandro de L. Modelagem e simulação do tráfego de veículos e controle semaforico em um ambiente virtual. v. 16. n. 2. ISSN 2358-3452. **Vetor: Revista de Ciências Exatas e Engenharia**. Rio Grande, 2006. Disponível em: < <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/1642>> Acesso em: 30 out. 2020.

PIGNATARO, Louis J. **Traffic Engineering Theory and Practice**. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, EUA, 1973.

RODRIGUES, A. Paulo Roberto. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. 5. ed. São Paulo: Aduaneiras. 2014.

SANTOS, Alessandro Santiago dos; LEAL, Adriano Galindo Leal. **Sistemas Inteligentes de Transporte: um panorama das tendências e caminhos de pesquisa**. São Paulo: INP Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2015. Disponível em: < https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CIAM/livros/71-sistemas_inteligentes_em_transportes:_um_panorama_das_tendencias_e_caminhos_das_pesquisas.htm > Acesso em: 08 nov. 2020.

SILVA, Danyela M. **Sistemas inteligentes no transporte público coletivo por ônibus**. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3134/000287914.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 out. 2020.

STERNBERG, Robert. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed 4 ed. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on road safety 2018**. Geneva; 2018. Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-4-156568-4. Disponível em: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/ > Acesso em: 24 out. 2020.