

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA TAVARES DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO ENTRE AS AVENIDAS CRISTO REI E PREFEITO
GUIOMAR DE JESUS LOPES COM A RUA BELA VISTA NA CIDADE DE
FRANCISCO BELTRÃO - PR**

PATO BRANCO

2021

CAROLINA TAVARES DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO ENTRE AS AVENIDAS CRISTO REI E PREFEITO
GUIOMAR DE JESUS LOPES COM A RUA BELA VISTA NA CIDADE DE
FRANCISCO BELTRÃO – PR**

**Analysis of the intersection between Avenues Cristo Rei and Mayor Guiomar
de Jesus Lopes and Street Bela Vista in the city of Francisco Beltrão - 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: Dr. Danilo Rinaldi Bisconsini

PATO BRANCO

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.

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ANÁLISE DA INTERSEÇÃO ENTRE AS AVENIDAS CRISTO REI E PREFEITO GUIOMAR DE JESUS LOPES COM A RUA BELA VISTA NA CIDADE DE FRANCISCO BELTRÃO – PR

Por

CAROLINA TAVARES DE ARAÚJO

Monografia apresentada 26 de novembro de 2021, às 13h00min, no Campus PATO BRANCO da UTFPR, como requisito parcial, para conclusão do Curso de ENGENHARIA CIVIL da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. NEY LYZANDRO TABALIPA	Membro
Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA	Membro
Prof. Dr. DANILO RINALDI BISCONSINI	Orientador
Profª. Drª. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI	Professor(a) responsável TCCII



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **DANILO RINALDI BISCONSINI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 26/11/2021, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **JAIRO TROMBETTA, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 29/11/2021, às 08:50, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **NEY LYZANDRO TABALIPA, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 30/11/2021, às 09:03, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **ELIZANGELA MARCELO SILIPRANDI, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em (at) 06/12/2021, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) **2392818** e o código CRC (and the CRC code) **5174B6C7**.

CAROLINA TAVARES DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO ENTRE AS AVENIDAS CRISTO REI E PREFEITO
GUIOMAR DE JESUS LOPES COM A RUA BELA VISTA NA CIDADE DE
FRANCISCO BELTRÃO – 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/novembro/2021

Danilo Rinaldi Bisconsini
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Jairo Trombetta
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ney Lyzandro Tabalipa
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2021

Dedico esse trabalho aos meus pais,
Landmar e Neusa, meus maiores e
melhores orientadores na vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Landmar e Neusa, pois sem eles nada teria sido possível. Agradeço por todo incentivo que me deram para os estudos desde as séries iniciais, por todo esforço para me manterem em uma Universidade integral e por todas as palavras de ânimo e força nos dias difíceis. Honro o meu pai, pois foi através do suor do seu trabalho que me proporcionou a realização desse grande sonho que está se iniciando. Da mesma forma, a minha mãe, por ser meu refúgio e por todo apoio, cuidado e por todas as palavras de carinho e amor.

A minha irmã Karina, que ensinou tanto com palavras, mas ainda mais com seus exemplos. Aquela que tem sobre mim a proteção de uma mãe e a parceria e companheirismo de uma amiga, afinal ela foi a minha primeira e será para sempre a melhor delas. Foi com ela que aprendi com pequenos rascunhos a tabuada quando ainda criança e ainda continuo aprendendo diariamente sobre a vida, inclusive a sempre sonhar alto. Como se ainda não bastasse, me deu os maiores presentes da minha vida, minhas sobrinhas Maitê e Briana, que foram as minhas recompensas após semanas de estudos.

Ao meu tio Delmar, que me impactou com o seu amor pela construção civil e me auxiliou de diversas formas para a realização desse sonho. Quero um dia ter a sua experiência e poder ser tão presente por toda a vida das minhas sobrinhas como é na minha.

Ao meu namorado Tiago, por toda parceria ao longo desses anos, por todas as horas abdicadas do seu descanso para me auxiliar nas atividades acadêmicas, como bom veterano. Também, por sempre me apoiar em tudo e estar comigo em todos os momentos sendo calma e refúgio.

A todos os meus amigos dessa jornada, em especial ao meu trio Adriane, Bruna e Fernanda por tornarem os meus dias mais alegres. Também a Larissa, que com sua sinceridade e parceria tornaram até mesmo os trabalhos em grupo os mais esperados.

Agradeço ao meu orientador Professor Dr. Danilo Rinaldi Bisconsi por sua orientação de excelência e por nunca medir esforços para contribuir com o trabalho. Também, agradeço as considerações realizadas pelo Professor Mrs. Jairo Trombetta e Professor Dr. Ney Lyzandro Tabalipa integrantes da banca de avaliação e a todos os professores que passaram pela minha vida ao longo desses anos. Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para este trabalho.

RESUMO

A análise de interseções urbanas faz parte da rotina da gestão de tráfego, especialmente por serem pontos críticos de ocorrência de conflitos de trânsito e congestionamentos. Neste trabalho faz-se um estudo da interseção entre as Avenidas Cristo Rei e Prefeito Guiomar de Jesus Lopes com a Rua Bela Vista na cidade de Francisco Beltrão (PR), local em que há um intenso tráfego de veículos motorizados e pedestres. Tomando como base uma projeção de tráfego futuro de 10 anos, apresenta-se uma análise de duas alternativas à interseção atual a serem implementadas para a melhoria da mobilidade e segurança de trânsito no local. As duas alternativas avaliadas são a implementação de uma rotatória e a instalação de sinalização semaforica. Para a análise, utilizou-se o *software Simulation of Urban MObility (SUMO)*, um programa de código aberto e livre acesso que permite a modelagem completa do sistema de tráfego e obtenção de parâmetros de desempenho, como tempo de espera, velocidade média e emissões de poluentes. Os resultados permitiram analisar quantitativamente o comportamento do tráfego para os diferentes cenários avaliados, podendo contribuir para a tomada de decisões quanto a intervenções na infraestrutura. A rotatória se mostrou como o dispositivo de melhor desempenho, principalmente em relação ao tempo médio de espera e a emissões dos poluentes CO (monóxido de carbono) e CO₂ (dióxido de carbono), indicando uma melhoria na mobilidade do tráfego de veículos e pedestres. Além disso, também são apresentadas sugestões de melhorias na sinalização.

Palavras-Chave: simulação de tráfego; SUMO; interseção urbana; mobilidade urbana.

ABSTRACT

The analysis of urban intersections is part of the traffic management routine, especially because they are critical points in the occurrence of traffic conflicts and congestion. In this work, a study is made of the intersection between Avenida Cristo Rei and Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes with Rua Bela Vista in the city of Francisco Beltrão (PR), a place where there is an intense traffic of motorized vehicles and pedestrians. Based on a 10-year future traffic projection, an analysis of two alternatives to the current intersection to be implemented to improve mobility and traffic safety at the site is presented. The two alternatives evaluated are the installation of traffic lights and the implementation of a roundabout. For the analysis, the Simulation of Urban Mobility (SUMO) software was used, an open-source and open-access program that allows the complete modeling of the traffic system and obtaining performance parameters, such as waiting time, average speed and emissions. of pollutants. The results allowed to quantitatively analyze the traffic behavior for the different evaluated scenarios, which could contribute to decision making regarding interventions in the infrastructure. The roundabout proves to be the device with the best performance, especially in relation to the average waiting time and recovery of CO (carbon monoxide) and CO₂ (carbon dioxide) pollutants, necessarily an improvement in the mobility of vehicular and pedestrian traffic. In addition, suggestions for improvement in signage are also presented.

Keywords: traffic simulation; SUMO; urban intersection; urban mobility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aproximações de interseções e áreas de conflito	23
Figura 2 – Movimento convergente.	23
Figura 3 – Movimento divergente.	24
Figura 4 – Movimentos interceptantes.	24
Figura 5 – Movimentos não interceptantes.....	25
Figura 6 – Critérios e procedimentos de avaliação para implementação semafórica	34
Figura 7 – Fluxograma geral para estudo de implementação semafórica	35
Figura 8 - Localização de Francisco Beltrão-PR no Estado Paraná	41
Figura 9 - Frota de veículos das três maiores cidades da região Sudoeste do Paraná	42
Figura 10 – Imagem de satélite da Interseção de estudo.....	43
Figura 11 – Representação da Interseção de estudo	44
Figura 12 - Posicionamento da câmera principal durante gravação	45
Figura 13 - Ângulo de gravação da câmera principal	46
Figura 14 - Tripé de posicionamento da câmera secundária	46
Figura 15 - Ângulo de gravação da câmera secundária	47
Figura 16 - Vista da planilha utilizada para fazer a contagem dos veículos	48
Figura 17 - Vista da interseção de estudo a partir do <i>OpenStreetMap</i>	52
Figura 18 - Imagem criada por meio do mapa para estudo no <i>netedit</i> , complemento do SUMO.....	52
Figura 19 - Larguras das vias.....	53
Figura 20 - Rede de estudo finalizada no <i>netedit</i>	54
Figura 21 - Programação para inserção de veículos e rotas	56
Figura 22 - Rota Av. Cristo Rei sentido Centro.....	57
Figura 23 - Rua Bela Vista com inserção de passeios	58
Figura 24 - Código das rotas para veículos	58
Figura 25 - Pedestres na plataforma de simulação do SUMO	59
Figura 26 - Imagem 1 utilizada para validar a calibração.....	60
Figura 27 - Imagem 2 utilizada para validar a calibração.....	60
Figura 28 - Instalação dos detectores na plataforma gráfica <i>netedit</i>	61
Figura 29 - Programação para obter os relatórios de saída	62
Figura 30 - Vias centrais de interligação	64
Figura 31 - Dispositivos redutores de velocidade da Av. Cristo Rei	65
Figura 32 - Faixas redutoras de velocidade	66
Figura 33 - Modelagem da rotatória no <i>netedit</i>	70
Figura 34 - Exemplo de inserção de veículos utilizando comando <i>flow</i>	74
Figura 35 - Inserção do comando de saída no arquivo de configuração do SUMO	74
Figura 36 - Visão da página inicial do software "Semaforo"	75
Figura 37 - Parâmetros utilizados para geração dos tempos semafóricos.....	76
Figura 38 - Tempo semafórico gerado pelo software Semaforo	77
Figura 39 – Análise dos parâmetros médios para as intervenções propostas..	81
Figura 40 - Comparativo do consumo de combustível e emissão de gases.....	83
Figura 41 – Simulação no <i>software</i> SUMO do cenário atual da interseção	84
Figura 42 - Simulação no <i>software</i> SUMO de implantação de rotária na interseção	85

Figura 43 - Simulação no <i>software</i> SUMO da implantação semaforica na interseção	85
Figura 44 – Parâmetros utilizados para geração dos tempos semaforicos na condição futura (10 anos).....	90
Figura 45 - temporização semaforica para a condição futura (10 anos)	90
Figura 46 - Comparativo dos parâmetros médios para o fluxo estimado futuro e intervenções propostas	94
Figura 47 - Dados de consumo de combustível e emissão de gases para fluxo estimado.....	96
Figura 48 - Simulação no <i>software</i> SUMO do cenário atual da interseção	97
Figura 49 – Simulação no <i>software</i> SUMO de implantação semaforica na interseção	97
Figura 50 - Simulação no <i>software</i> SUMO de implantação de rotária na interseção	98
Figura 51 - Faixa de pedestres da Rua Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	101
Figura 52 - Conversão incorreta na Rua Prefeito Guiomar de Jesus Lopes para a Avenida Cristo Rei	102
Figura 53 - Manobra incorreta executada pelo veículo vermelho na saída do Posto de combustível	102
Figura 54 - Acesso ao Posto de combustível	103
Figura 55 - Sugestão de sinalização vertical A-32b	104
Figura 56 - Exemplo de aplicação da sinalização vertical A-32b	104
Figura 57 - Canteiro central da Avenida Cristo Rei	105
Figura 58 - Pedestre desviando do canteiro central	106
Figura 59 - a) Área adequada de travessia no canteiro; b) Área inadequada de travessia no canteiro	106
Figura 60 – Dimensões mínimas para a inclinação das rampas de acessibilidade	107
Figura 61 - Dimensões da sinalização horizontal "Siga em frente"	108
Figura 62 –Dimensões da sinalização horizontal "Siga em frente à esquerda/direita"	109
Figura 63 - Veículos nas áreas de conflito para conversão.....	110
Figura 64 - Placas de retorno proibido	110
Figura 65 - Vista superior da interseção com as sugestões de melhorias propostas.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definições dos níveis de serviço A a F	39
Tabela 2 - Numeração das rotas possíveis na interseção	44
Tabela 3 - Transformação dos veículos em UCP.....	48
Tabela 4 - Valores máximo de UCP e VHant	49
Tabela 5 - Parâmetro de entrada dos veículos	55
Tabela 6 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	66
Tabela 7 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	67
Tabela 8 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	67
Tabela 9 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	68
Tabela 10 - Resultados obtidos pelos detectores	68
Tabela 11 – Delimitações das classes de nível de	69
Tabela 12 - Níveis de serviço da interseção de análise	69
Tabela 13 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	71
Tabela 14 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	71
Tabela 15 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	71
Tabela 16 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	71
Tabela 17 - Resultados obtidos pelos detectores	72
Tabela 18 – Nível de serviço para volume de tráfego atual e implantação de rotatória.....	72
Tabela 19 - Temporização verde gerada automaticamente pelo SUMO	73
Tabela 20 - Temporização verde gerada pela metodologia de Webster	75
Tabela 21 – Conversão de movimentos para rotas	76
Tabela 22 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	77
Tabela 23 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	77
Tabela 24 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	78
Tabela 25 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	78
Tabela 26 - Resultados obtidos pelos detectores	78
Tabela 27 - Delimitações das classes de nível de serviço para interseções semafORIZADAS	79
Tabela 28 - Nível de serviço para volume de tráfego atual e implantação semafórica	79
Tabela 29 - Resumo dos valores médios dos parâmetros de saída	80
Tabela 30 - Resumo dos valores máximos dos parâmetros de saída	81
Tabela 31 - Resumo dos resultados médios de emissão de gases e gastos de combustível	82
Tabela 32 – Comparativo temporal do tráfego de pedestres para as intervenções	84
Tabela 33 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	86
Tabela 34 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	86
Tabela 35 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	86
Tabela 36 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	87
Tabela 37 - Resultados obtidos pelos detectores	87
Tabela 38 - Nível de serviço para volume de tráfego futuro sem intervenções.	87

Tabela 39 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	88
Tabela 40 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	88
Tabela 41 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	88
Tabela 42 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	89
Tabela 43 – Parâmetros obtidos pela instalação de detectores.....	89
Tabela 44 - Nível de serviço para volume de tráfego futuro e implantação de rotatória.....	89
Tabela 45 - Resultados do parâmetro de fila (<i>queue</i>)	91
Tabela 46 - Resultados do parâmetro de espera (<i>summary</i>).....	91
Tabela 47 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (<i>TriplInfo</i>).....	92
Tabela 48 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (<i>TriplInfo</i>)	92
Tabela 49 - Resultados obtidos pelos detectores	92
Tabela 50 – Nível de serviço para volume de tráfego futuro e implantação semafórica	93
Tabela 51 - Compilado dos valores médios resultantes dos parâmetros de saída	93
Tabela 52 - Compilado dos valores máximos resultantes dos parâmetros de saída	95
Tabela 53 - Resumo dos resultados médios de emissão de gases e gastos de combustível	95
Tabela 54 – Comparativo temporal do tráfego de pedestres para as intervenções.	97
Tabela 55 - Resumo do nível de serviço.....	99
Tabela 56 - Resumo dos valores médios dos parâmetros de saída	100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivos	17
1.1.1	Objetivo geral.....	17
1.1.2	Objetivos específicos	17
1.2	Justificativa	18
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	20
2.1	Mobilidade urbana	20
2.1.1	Problemas no trânsito	20
2.2	Interseções	21
2.2.1	Interseção em nível.....	21
2.2.2	Interseção em desnível	21
2.3	Movimentos nas interseções	22
2.3.1	Movimento Convergente	23
2.3.2	Movimento divergente.....	23
2.3.3	Movimento interceptante.....	24
2.3.4	Movimento não interceptante.....	24
2.4	Estudos de tráfego	25
2.4.1	Métodos de Contagem.....	25
2.4.2	Contagem Volumétrica.....	26
2.4.3	Veículos de projeto	27
2.4.4	Volume de Tráfego.....	27
2.5	Simulação de tráfego	28
2.5.1	Modelos de simulação	29
<u>2.5.1.1</u>	<u>Modelos microscópicos</u>	<u>29</u>
<u>2.5.1.2</u>	<u>Modelos mesoscópicos</u>	<u>29</u>
<u>2.5.1.3</u>	<u>Modelos macroscópicos</u>	<u>30</u>
2.5.2	Calibração.....	30
2.6	Sumo - <i>Simulation Of Urban MObility</i>	31
2.7	Rotatórias	32
2.7.1	Crítérios para a implantação de rotatórias	32
2.8	Sinalização semafórica	32
2.8.1	Crítérios para a implantação da sinalização semafórica	33

2.8.2	Metodologia de otimização de tempos de Webster.....	35
2.8.3	Metodologia de otimização de tempos do HCM.....	37
2.9	Qualidade do serviço.....	38
2.10	Nível de serviço	38
3	MÉTODO	40
3.1	Local de estudo	40
3.2	Coleta de dados	45
3.3	Tratamento dos dados coletados.....	47
3.4	Estimativa de tráfego futuro	50
3.5	Modelagem	50
3.6	Calibração e validação	59
3.7	Determinação dos níveis de serviço	60
4	ESTUDO DE ALTERNATIVAS.....	62
4.1	Alternativas aplicáveis para a situação atual.....	64
4.1.1	Volume de tráfego atual sem intervenções	64
<u>4.1.1.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>68</u>
4.1.2	Volume de tráfego atual com implantação de rotatória na interseção.....	70
<u>4.1.2.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>72</u>
4.1.3	Volume de tráfego atual com implantação semafórica na interseção	73
<u>4.1.3.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>78</u>
4.2	Análise e comparativo das intervenções propostas – fluxo atual	79
4.3	Alternativas para demanda de fluxo futura	86
4.3.1	Volume de tráfego futuro sem intervenções.....	86
<u>4.3.1.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>87</u>
4.3.2	Volume de tráfego futuro com implantação de rotatória na interseção	88
<u>4.3.2.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>89</u>
4.3.3	Proposta de intervenção semafórica	90
<u>4.3.3.1</u>	<u>Nível de serviço.....</u>	<u>92</u>
4.3.4	Comparativo das intervenções propostas para demanda futura	93
5	SUGESTÃO DE MELHORIAS NA SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DA INTERSEÇÃO.....	101
5.1	Tráfego de pedestres.....	101
5.1.1	Primeira sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres.....	103
5.1.2	Segunda sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres.....	103

5.1.3	Terceira sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres.....	105
5.1.4	Quarta sugestão de melhoria para o tráfego de pedestre.....	105
5.2	Tráfego de veicular.....	107
5.2.1	Primeira sugestão de melhoria para o tráfego veicular.....	107
5.2.2	Segunda sugestão de melhoria para o tráfego veicular.....	109
6	CONCLUSÃO.....	112
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
	APÊNDICE A – Planilhas de contagem do volume de tráfego atual da interseção nos dias 05, 07 e 09 de julho de 2021.....	117

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a porcentagem da população residente em áreas urbanas na década de 40 era de 31,24%. Já em 2010 essa porcentagem passou para 84,36% (IBGE, 2010).

O crescimento urbano trouxe consigo o aumento do uso do transporte individual motorizado nas cidades brasileiras, da centralização das atividades, dos constantes congestionamentos, dos sinistros de trânsito e dos tempos de deslocamento. Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Ipsos (2020), para 71% das pessoas entrevistadas nas doze maiores regiões metropolitanas do país, o tempo de deslocamento diário da casa para o trabalho tem impacto direto na produtividade.

Dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2020) apontam um crescimento da frota de veículos em mais de 60% nos últimos 10 anos. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2019) revelou em pesquisa realizada em 2019, pelo IBGE (IBGE, 2019), que 49,2% dos domicílios brasileiros possuíam carro para uso pessoal e 22,9% motocicleta.

O crescimento acelerado das frotas veiculares leva à necessidade de ações de estímulo ao uso de modos de transportes não motorizados e do transporte coletivo, a fim de reduzir os congestionamentos e melhorar as condições de mobilidade urbana. Além disso, também são importantes intervenções pontuais para melhorar o nível de serviço de vias e interseções, de modo a garantir a mobilidade e acessibilidade aos usuários.

Nesse sentido, as interseções viárias são pontos críticos, pois o cruzamento das vias costuma gerar pontos com maior número de conflitos entre diferentes modos de transportes. Nesses locais, alterações na infraestrutura e operação podem organizar os movimentos e tornar o escoamento do tráfego mais ágil e seguro.

O processo de tomada de decisão sobre a realização ou não de intervenções em vias e interseções, e de quais seriam as estratégias ótimas, muitas vezes ocorre com base na experiência dos gestores públicos envolvidos. Mesmo quando considerado um método formal, baseado em manuais técnicos, nem sempre a estratégia se mostra eficiente, dada a complexidade dos problemas de tráfego, principalmente pela dificuldade de previsão do comportamento dos usuários.

Atualmente, uma das ferramentas mais utilizadas para a realização de estudos de tráfego, principalmente para o meio urbano, são os simuladores de tráfego. Essas ferramentas possibilitam o estudo de várias alternativas sem a necessidade de elevados custos e desprendimento de equipes de trânsito, bem como intervenções físicas locais que podem prejudicar ainda mais o andamento do tráfego e alterar o comportamento do motorista, impactando na confiabilidade dos dados coletados.

Este trabalho tem como objetivo realizar uma simulação de tráfego na interseção entre as Avenidas Cristo Rei e Prefeito Guiomar de Jesus Lopes com a Rua Bela Vista, na cidade de Francisco Beltrão (PR). O local foi definido por sugestão de técnicos do Departamento de Trânsito do município (DEBETRAN) devido aos constantes congestionamentos observados na área.

O estudo será baseado na análise de dados de contagem veicular e de pedestres obtidos na interseção entre as Avenidas Cristo Rei e Prefeito Guiomar de Jesus Lopes com a Rua Bela Vista em Francisco Beltrão (PR) e uso do simulador de tráfego *Simulation of Urban MObility* (SUMO) para a proposição de intervenções na interseção.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar possíveis intervenções de trânsito na interseção da Avenida Cristo Rei com a Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes e a Rua Bela Vista em Francisco Beltrão (PR), visando melhorias na mobilidade e segurança dos usuários.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar o nível de serviço da interseção;
- Verificar a necessidade de melhorias nos dispositivos de trânsito da interseção;
- Comparar o desempenho da interseção atual com a inserção de i) rotatória e ii) sinalização semafórica.

1.2 Justificativa

As condições de mobilidade urbana são fundamentais para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. As políticas voltadas a esse tema devem ser pensadas com o objetivo de enfrentar problemas cada vez mais urgentes no meio urbano, como a poluição atmosférica, congestionamentos, conflitos de trânsito, sistemas de transporte ineficientes e exclusão social. Apesar disso, as tomadas de decisões relativas a intervenções na infraestrutura e operação do sistema viário nem sempre são baseadas em estudos técnicos, o que pode resultar em soluções inadequadas. Outro problema do processo de análise de alternativas de trânsito é que os testes de campo demandam tempo, custos e a mobilização de vários agentes públicos, o que dificulta a análise de múltiplas alternativas. Para contornar esses problemas podem ser utilizados simuladores de tráfego que permitem testar diversas intervenções sem a necessidade de altos investimentos e sem interferência no local de estudo, possibilitando a escolha da estratégia ótima.

A Avenida Cristo Rei e a Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes são vias que possibilitam a conexão de bairros suburbanos ao centro da cidade de Francisco Beltrão (PR), tornando-as relevantes à sociedade e ao município. Grande parte das pessoas residem em bairros suburbanos e trabalham nas áreas centrais, fato notório nessa interseção devido ao grande volume de veículos observados nos horários de pico, das 07h00 às 09h00, das 11h30 às 13h30 e das 17h00 às 19h00, por serem estes horários de entrada no trabalho, horário de almoço e horário de saída, respectivamente.

A análise dessa interseção foi sugerida por técnicos do Departamento de Trânsito de Francisco Beltrão (PR) (DEBETRAN) por ser uma área com congestionamentos nos horários de pico. O estudo proporcionará ao órgão responsável do município o conhecimento do fluxo de tráfego na área e possíveis intervenções para a melhoria das condições de mobilidade na interseção.

Utilizando dados estatísticos de acidentes ocorridos no cruzamento nos últimos cinco anos (2016-2021) fornecidos pelo 21º Batalhão de Polícia Militar do município, identificou-se um total 12 acidentes registrados, sendo 6 acidentes sem

ferimentos e 4 com feridos leves, um baixo índice de acidentes em vista do congestionamento gerado na área nos horários de pico.

O baixo índice de acidentes registrados não denota, necessariamente, a não ocorrência de acidentes ou conflitos de trânsito frequentes na área. O Código de Processo Penal, em seu artigo 6º, determina que “[...] logo que tiver conhecimento da prática da infração penal, a autoridade policial deverá: I – dirigir-se ao local, providenciando para que não se alterem o estado e conservação das coisas, até a chegada dos peritos criminais”. Assim, em ocorrências de trânsito em que houver apenas danos materiais nos veículos envolvidos, sem qualquer vítima com lesão corporal ou morte, não há, em tese, crime a ser apurado, motivo pelo qual nem sempre há preservação do local pela Polícia Militar.

De acordo com a Agência de Notícias do Paraná, a Polícia Militar do Paraná implantou no dia 27 março de 2013 o Boletim de Acidentes de Trânsito Eletrônico Unificado (Bateu) em Francisco Beltrão, permitindo ao usuário registrar, de qualquer lugar com acesso à internet, o envolvimento em algum acidente de trânsito sem vítimas (AEN-PR, 2013). Como a polícia nem sempre se dirige ao local nos casos citados, nem todas as ocorrências são registradas, podendo revelar uma apuração de dados de acidentes imprecisa. Por esse motivo, e considerando a indicação do DEBETTRAN, definiu-se a interseção como objeto de estudo, mesmo com o baixo índice de acidentes registrados.

A experiência da realização desse trabalho possibilita a prática de conceitos aprendidos na universidade, especialmente nas disciplinas da área de Transportes, com a aplicação do *software Simulation of Urban MObility* (SUMO), cuja licença é gratuita, contribuindo para a comunidade acadêmica, uma vez que o estudo possibilita a análise de medidas de intervenções e contribui para o estímulo e aperfeiçoamento de pesquisas relacionadas a um tema de grande importância para a sociedade e o meio ambiente.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Mobilidade urbana

O conceito de mobilidade urbana pode ser definido como “o resultado da interação dos deslocamentos de pessoas e bens com a cidade” (ANTP, 2007, p. 41). Atualmente, diversas cidades enfrentam problemas relacionados à mobilidade urbana. Tais problemas são agravados por alguns fatores, como a depreciação do transporte público, o aumento do número de automóveis e dos índices de acidentes de trânsito, frequentes congestionamentos e fatores ambientais, como a poluição atmosférica e sonora, os quais podem levar a um cenário de cidades caóticas e com baixa qualidade de vida (BERNAL; FERREIRA, 2015, p.5)

De acordo com Ferreira (2013), um dos entraves para a construção de um novo modelo de mobilidade urbana é a forma isolada como as questões de transporte, circulação e mobilidade têm sido tratadas e administradas pelo poder público.

Não há perspectiva de que as políticas públicas adotadas atualmente no Brasil sejam capazes de modificar a situação atual da mobilidade urbana no futuro. Isso porque os incentivos à produção, venda e utilização de veículos privados são maiores do que as medidas de estímulo ao uso do transporte público e do transporte não motorizado (CARVALHO, 2016).

2.1.1 Problemas no trânsito

Segundo Vasconcellos (2017), o conflito mais aparente no fluxo urbano é o “conflito físico”, o qual se caracteriza pela disputada de espaço entre veículos e entre veículos e pedestres.

As consequências mais graves para o trânsito no Brasil são o “aumento do número absoluto de mortos e das taxas de mortalidade, ampliação da frota de motocicletas e o uso de álcool” (BACCHIERI; BARROS, 2011, p. 949).

2.2 Interseções

Segundo o Manual de Interseções do DNIT (BRASIL, 2005, p. 39), “interseções são as áreas onde duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam”. Essas áreas podem ser classificadas em interseções em nível e em desnível.

2.2.1 Interseção em nível

As interseções em nível são definidas pelo DNIT (BRASIL, 2005, p. 31) como locais em que “[...] os cruzamentos de correntes de tráfego ocorrem no mesmo nível”. As interseções em nível podem ser definidas em função do número de ramos, ou seja, do número de vias que se interceptam, em função das soluções adotadas ou do controle de sinalização adotado (BRASIL, 2005).

2.2.2 Interseção em desnível

As interseções em desnível, também chamadas de interconexões, são definidas pelo DNIT (BRASIL, 2005, p. 31) como pontos “[...] onde ocorrem cruzamentos de correntes de tráfego em níveis diferentes e ramos de conexão entre vias”, as quais podem ser classificadas como cruzamentos em níveis diferentes e interconexões (BRASIL, 2005, p.31).

A principal vantagem da interseção em desnível em relação à interseção em nível é a segurança decorrente da inexistência de conflitos diretos. Ainda, a interseção em desnível não demanda grandes variações de velocidades entre os cruzamentos, mantendo a mesma capacidade de fluxos dentro e fora da interseção, evitando congestionamentos (BRASIL, 2015, p.137). Do ponto de vista dos usuários, há um benefício econômico, devido à redução no consumo de combustível, tempo perdido e de possíveis acidentes.

As principais desvantagens estão relacionadas ao elevado custo de implantação quando comparado a interseções em nível, sendo comuns em locais onde a topografia é a única alternativa economicamente viável a ser executada. Além

disso, as interseções em desnível podem causar alterações desfavoráveis no perfil das rodovias. Quando executadas em vias urbanas podem se tornar antiestéticas devido à necessidade de execução de estruturas de separação (BRASIL, 2015, p.137).

2.3 Movimentos nas interseções

Com a centralização das atividades de trabalho, a necessidade do deslocamento humano tem crescido, levando também a um aumento da frota veicular. Com isso, aumenta-se a demanda por estudos e adaptações de tráfego em vias e interseções onde são observados conflitos de trânsito e congestionamentos. Para iniciar uma análise de trânsito, é necessário o entendimento sobre os tipos de movimentos existentes em interseções. O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica define movimento como a identificação do fluxo de veículos que tem a mesma origem e destino ou pedestres que se deslocam na mesma direção, mas não necessariamente no mesmo sentido (CONTRAN, 2014).

Os locais em que os veículos chegam na interseção, ou seja, os pontos de origem, são chamados de “aproximações da interseção”. O conhecimento das áreas de aproximação é importante, pois, caso estes interfiram entre si, serão chamadas de áreas de conflito. Na Figura 1 são apresentadas as aproximações e áreas de conflitos (onde há o cruzamento das linhas) para pistas de mão única e de mão dupla (CONTRAN, 2014).

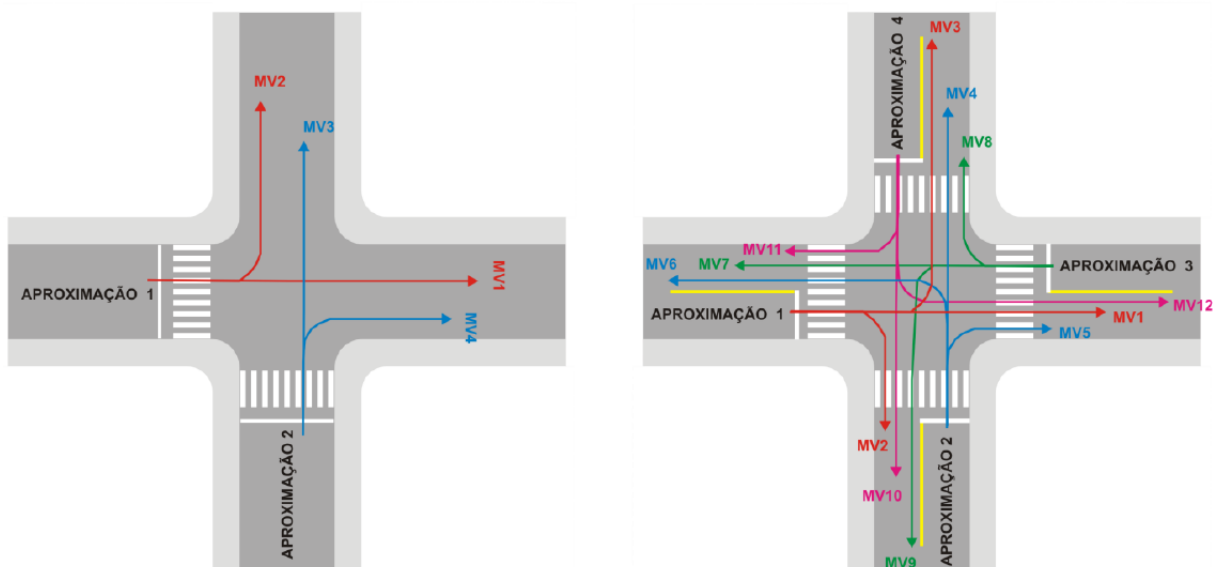


Figura 1 - Aproximações de interseções e áreas de conflito
Fonte: CONTRAN (2014).

É importante também que sejam separados os tipos de movimentos na interseção, de forma a esclarecer melhor a interação entre eles (CONTRAN, 2014).

2.3.1 Movimento Convergente

Ocorre quando a origem dos veículos é distinta, porém o destino é o mesmo. Esse movimento é ilustrado na Figura 2 (CONTRAN, 2014).

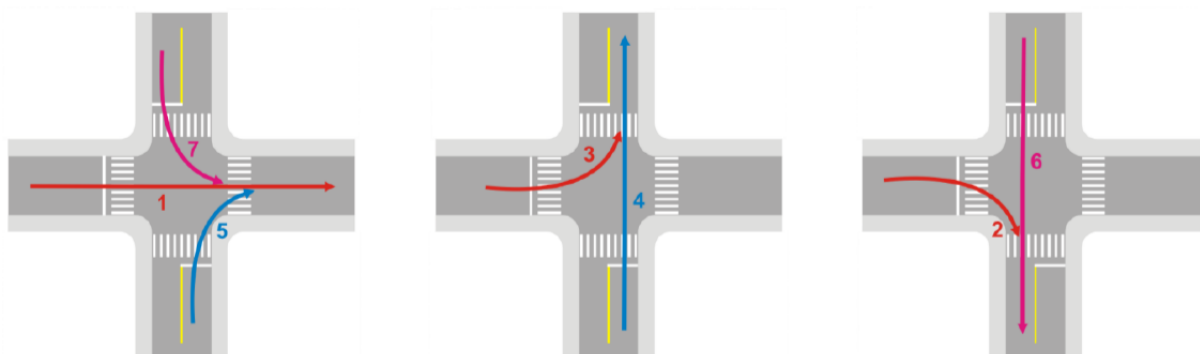


Figura 2 – Movimento convergente.
Fonte: CONTRAN (2014).

2.3.2 Movimento divergente

Movimento divergente é definido pelo CONTRAN (2014) como aqueles oriundos da mesma aproximação, mas com destinos diferentes. Sua representação é apresentada na Figura 3.

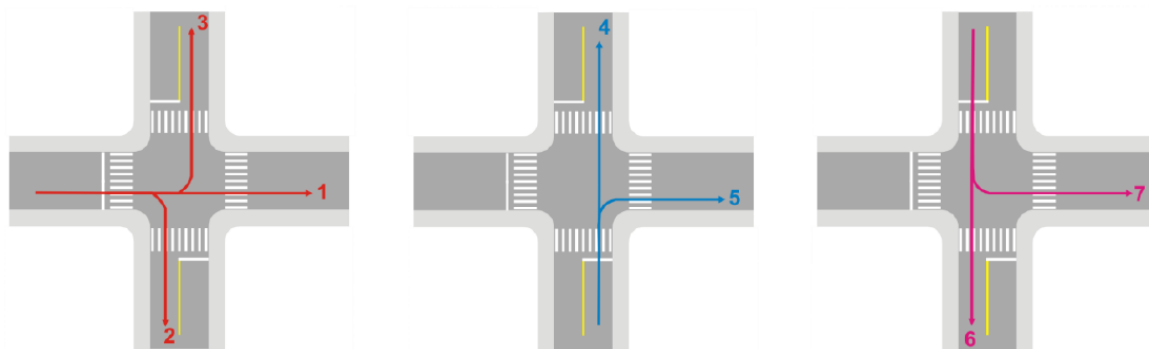


Figura 3 – Movimento divergente.
Fonte: CONTRAN (2014).

2.3.3 Movimento interceptante

Conforme o CONTRAN (2014), o movimento interceptante é caracterizado pela existência de veículos oriundos de aproximações diferentes e que, em algum momento, se cruzam na área de conflito, como ilustrado na Figura 4.

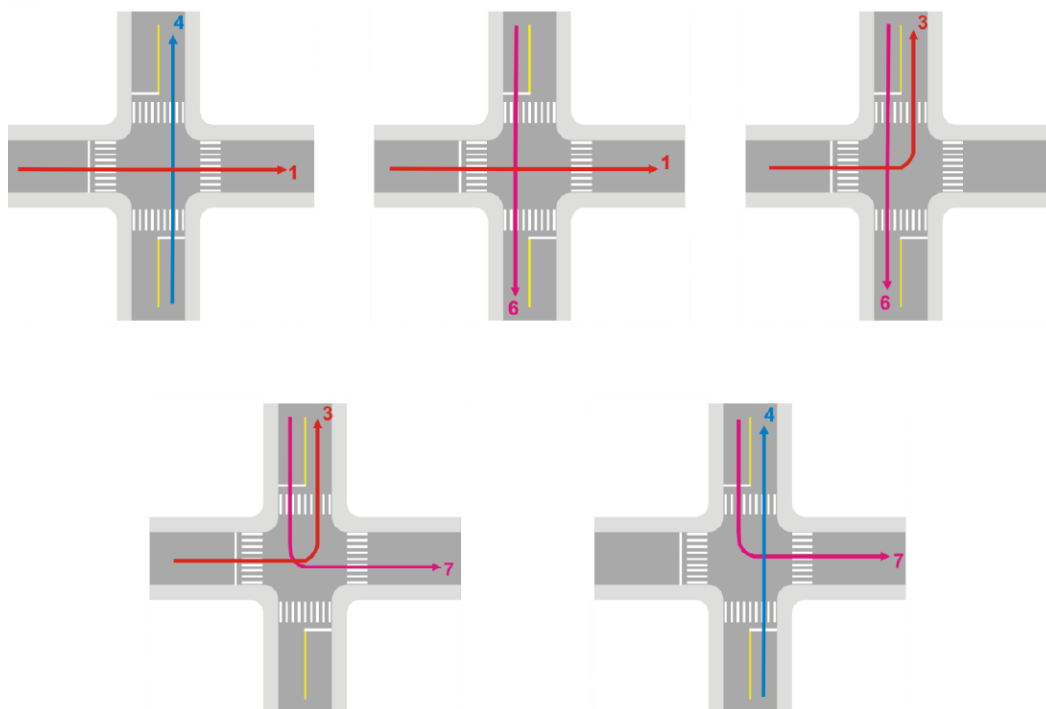


Figura 4 – Movimentos interceptantes.
Fonte: CONTRAN (2014).

2.3.4 Movimento não interceptante

É definido pelo CONTRAN (2014) como movimentos que podem ocorrer simultaneamente sem que suas trajetórias se encontrem em algum ponto da área de conflito. Exemplos de movimentos não interceptantes são mostrados na Figura 5.

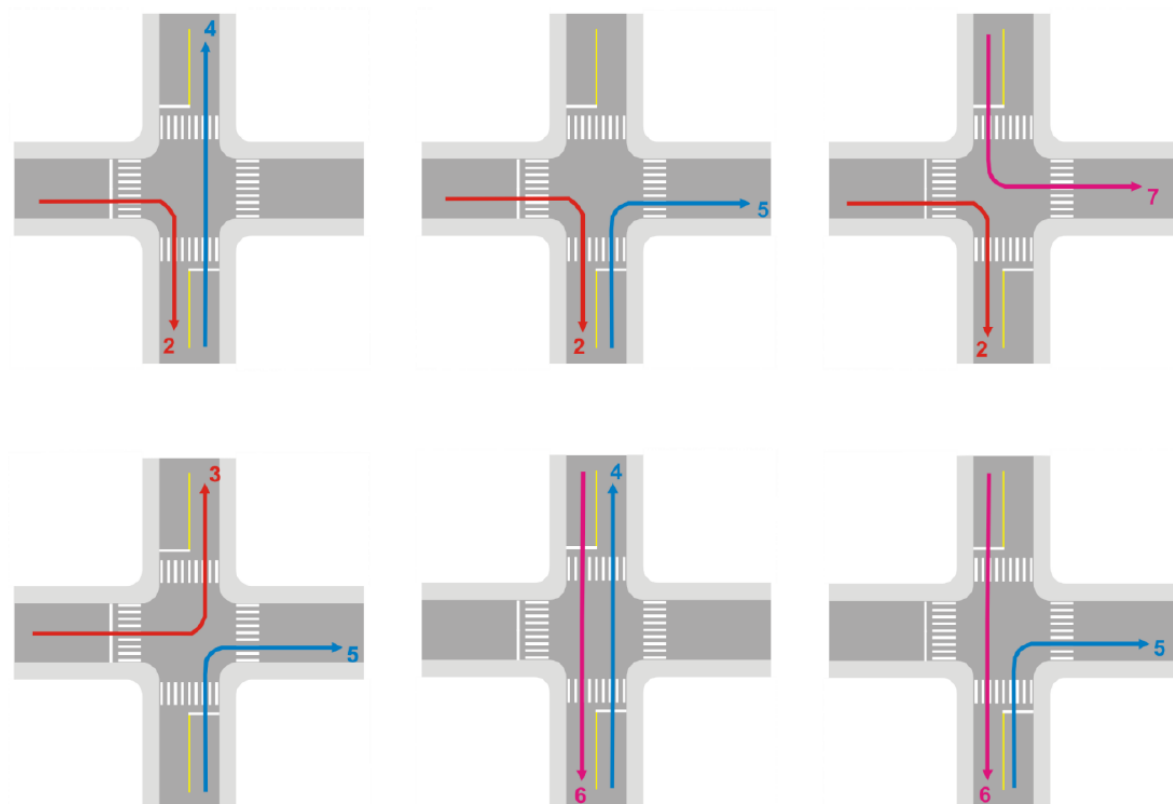


Figura 5 – Movimentos não interceptantes.
Fonte: CONTRAN (2014).

2.4 Estudos de tráfego

2.4.1 Métodos de Contagem

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (BRASIL, 2016, p.102), é possível realizar a contagem volumétrica do fluxo de tráfego de quatro diferentes formas: contagens manuais, automáticas, videoteipe e método do observador móvel.

A contagem manual é realizada em campo com o auxílio de fichas e contadores manuais. É principalmente indicada para a classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com várias faixas. Se destaca pelo baixo custo de execução, operação simplificada e flexibilidade de deslocamento, caso seja necessário para a obtenção de uma área mais privilegiada do local analisado (BRASIL, 2016, p.102).

Nas contagens automáticas os veículos são detectados através de equipamentos específicos, como dispositivos magnéticos, sonoros, radares, entre outros. Diferente das contagens manuais, apresentam maior custo e estão sujeitas a roubos e vandalismo devido sua exposição (BRASIL, 2016, p.106).

Para os videoteipes são realizadas filmagens obtidas por meio de câmeras. Possui como vantagem o baixo custo, assim como a contagem manual. Além disso, oportuniza o levantamento de dados mais detalhados, tais como os simultâneos movimentos direcionais por um único observador e um levantamento mais confiável, devido à possibilidade de conferência dos dados (BRASIL, 2016, p.107).

Por fim, o método do observador móvel se caracteriza pelo levantamento de dados por trecho e não em um ponto específico do local a ser analisado. Esse levantamento de dados é realizado por meio de um veículo teste que percorre várias vezes o trecho em análise, sendo anotados alguns parâmetros, como o tempo de percurso, número que veículos que foram ultrapassados e ultrapassaram o veículo teste, entre outros. Esse método é mais vantajoso para o levantamento de dados em áreas urbanas (BRASIL, 2016, p.108).

2.4.2 Contagem Volumétrica

As Contagens Volumétricas possibilitam determinar a quantidade, composição e sentido do fluxo de veículos de uma determinada área de interesse em unidade de tempo (BRASIL, 2016, p. 105). As contagens são divididas em intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico (BRASIL, 2016, p. 105).

De acordo com o Manual de Estudo de Tráfego, as contagens deverão ser executadas por, no mínimo, três dias, escolhidos de forma a incluir o provável pico horário semanal, normalmente ocorrido em dias úteis (BRASIL, 2006, p. 116).

Dependendo da precisão e finalidade do estudo, as contagens poderão ser realizar sem considerar os tipos de veículos, comumente classificados em Carros de Passeio (P), Ônibus (O) e Veículos de Carga (C) (BRASIL, 2006, p. 116).

2.4.3 Veículos de projeto

Segundo o Manual de Interseções do DNIT, veículo de projeto é um “[...] veículo teórico de certa categoria, cujas características físicas e operacionais representam uma envoltória das características da maioria dos veículos existentes” (BRASIL, 2015, p. 34).

Essa definição não significa dizer que os veículos com características que extrapolam àquelas consideradas para o veículo de projeto não poderão transitar na via, mas que essa pequena parcela de veículos terá condições operacionais menos favorecidas para a circulação que os demais veículos (BRASIL, 2015).

Levando em consideração que há relativamente pouca diferença entre os veículos Brasileiros e os Norte Americanos e, ainda, que há poucas pesquisas sobre as dimensões e características do veículo de projeto, o DNIT (BRASIL, 2015, p.81) recomenda a utilização dos parâmetros da AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

Existem cinco tipos básicos de veículos de projeto que podem ser adotados para a realização de projetos geométricos de vias e interseções, levando em conta as características do tráfego urbano em análise. Os veículos de projeto contemplados no manual do DNIT (BRASIL, 2015, p.81) são: o veículo de passeio (VP), que basicamente são veículos leves que se assemelham aos automóveis, como vans; caminhões/ônibus (CO), compostos por veículos não articulados, comumente com dois eixos, com quatro a seis rodas; os semirreboques (SR), que são os veículos articulados e, conseqüentemente, com maiores dimensões quando comparado aos demais; os reboques (RE), popularmente chamados de “bitrem”, são compostos por três principais partes: unidade tratora simples (cavalo mecânico), um semi-reboque e um reboque.

2.4.4 Volume de Tráfego

Volume de tráfego é definido pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (BRASIL, 2006, p. 25) como o “[...] número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo”, sendo determinado em unidade veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

Pode-se determinar o volume de tráfego através do Volume Médio Diário (VMD). Esse método se utiliza da média do volume de veículos que percorrem determinado local em um período de 24 horas, tendo como medida a unidade veículos/dia (vpd). Outra forma de determinar o Volume de tráfego é utilizando-se do Volume Horário (VH), que analisa o fluxo de veículos durante uma hora, podendo ser aplicado em horários alternados de um dia, possibilitando verificar as variações no trânsito nesse período (BRASIL, 2006, p. 63-64).

2.5 Simulação de tráfego

A necessidade de planejamento e controle de sistemas de transportes faz com que os simuladores de tráfego sejam uma ferramenta cada vez mais recorrida, tanto para estudos relacionados ao tráfego urbano, como para estudos rodoviários. Desde os anos 90, esta área ganhou atração considerável, uma vez que a demanda geral de tráfego aumentou. Com o avanço computacional, a facilidade ao acesso de ferramentas e dados, torna-se um importante aliado em pesquisas (TREIBER; KESTING, 2013).

Ferramentas provenientes do avanço da tecnologia proporcionam estudos cada vez mais precisos e detalhados. Para isso, existem diversos *softwares* disponíveis no mercado, com licença comercial ou de acesso livre. Boxill e Yu (2000) apresentaram uma revisão dos principais modelos de simuladores de tráfego disponíveis e obtiveram uma lista com mais de 80 modelos diferentes.

O uso de simuladores proporciona uma representação detalhada do estado do tráfego no espaço e no tempo, permitindo a análise dos vários aspectos da dinâmica do tráfego (TREIBER; KESTING, 2013). Além disso, a simulação de tráfego também é uma ferramenta valiosa para os pesquisadores obterem uma melhor compreensão dos fenômenos envolvidos, sendo possível a criação de ambientes virtuais onde podem ser realizados experimentos e testes de hipóteses (BARCELÓ, 2010).

Por outro lado, uma desvantagem do uso de simuladores de tráfego é a necessidade de informações detalhadas, como o comportamento do motorista, informações sobre o tipo do veículo e dados do fluxo do local a ser analisado,

informações que demandam tempo e recursos para a calibração do modelo em análise.

2.5.1 Modelos de simulação

2.5.1.1 Modelos microscópicos

Segundo Treiber e Kesting (2013), os modelos de simulação microscópicos descrevem partículas de “veículo-condutor” individuais, que formam coletivamente o tráfego. Isso significa que os modelos descrevem as reações dos motoristas, como a aceleração, frenagem e mudança de pista, as quais variam com tráfego circundante.

São modelos particularmente adequados para descrever o comportamento humano ao dirigir, incluindo erros de estimativa, tempos de reação, falta de atenção e antecipação. Modelos microscópicos permitem avaliar como diferentes estilos de direção afetam a capacidade e a estabilidade do tráfego (TREIBER; KESTING, 2013).

O modelo microscópico possibilita a visualização de interações entre diferentes elementos do trânsito (carros, caminhões, ônibus, ciclistas, pedestres etc.), possibilitando a simulação dos efeitos de possíveis limites de velocidade de um determinado meio de transporte (SCHÖNAUER et al., 2012).

Porém, uma dificuldade em relação à validação de modelos microscópicos é a escassez de pesquisas sobre os parâmetros envolvidos, dificultando a definição de faixas de erro aceitáveis para os testes de validação (MILAM et al., 2001).

2.5.1.2 Modelos mesoscópicos

Segundo Treiber e Kesting (2013), os modelos mesoscópicos podem ser considerados modelos híbridos, pois combinam a abordagem dos métodos macroscópicos e microscópicos, ou seja, partes críticas de uma rede de tráfego (cruzamentos e semáforos) podem ser descritas microscopicamente e o restante macroscopicamente.

A modelagem mesoscópica geralmente consiste em uma simplificação da dinâmica de tráfego, exigindo menos dados para a captura dos elementos essenciais

de fluxo. Dessa forma, modelos mesoscópicos são computacionalmente mais eficientes do que modelos microscópicos (BARCELÓ, 2010).

2.5.1.3 Modelos macroscópicos

Os modelos macroscópicos descrevem o fluxo de tráfego de forma análoga a líquidos ou gases em movimento. Por isso, costumam ser chamados de modelos hidrodinâmicos. Ainda, são capazes de descrever fenômenos coletivos, como a evolução das regiões congestionadas ou a velocidade de propagação das ondas de tráfego (TREIBER; KESTING, 2013).

O modelo se torna muito atrativo quando os dados de entrada disponíveis apresentam fontes heterogêneas, demandando a combinação de dados (TREIBER; KESTING, 2013). Segundo Barceló (2010), a modelagem macroscópica dos fluxos de tráfego geralmente é baseada no tráfego contínuo e, por isso, os cálculos que são utilizados em dinâmica computacional de fluidos podem ser utilizados para solucionar as equações deste modelo.

2.5.2 Calibração

A calibração é o processo de ajuste dos dados e parâmetros de entrada de um modelo, com o objetivo de melhorar a equivalência entre resultados da simulação e o mundo real. Trata-se de um processo que, por meio da repetição de ações, ajusta-se os parâmetros do modelo até que os resultados estimados sejam equivalentes às observações de campo (HOURDAKIS et al., 2003).

Os modelos necessitam passar pela calibração, pois, além de outros fatores, cada país está sujeito a diferentes regras de trânsito, diferentes perfis de motoristas, com comportamentos de direção diferentes e veículos diferentes, sendo necessária a observação e ajuste desses parâmetros (TREIBER; KESTING, 2013).

Além de dados quantitativos, a fase de calibração exige conhecimentos sobre o comportamento do tráfego (LIND et al., 1999). Segundo Milam et al. (2001), os componentes ou parâmetros de um modelo de simulação que requerem calibração envolvem: características do fluxo de tráfego; aspectos comportamentais dos motoristas e operações de controle de tráfego.

A confiabilidade de qualquer simulador está associada à sua capacidade de produzir resultados próximos à realidade. Infelizmente, muitas das variáveis de entrada usadas em modelos de simulação são de difícil medição em campo, porém têm efeito considerável no desempenho do modelo (MILAM et al., 2001).

Existem duas abordagens matemáticas principais para formular o problema de calibração: erros mínimos quadrados e probabilidade máxima. O método dos mínimos quadrados é dividido em três partes: matemático, funcional e estocástico. No matemático há a descrição de uma situação física ou um conjunto de eventos. A etapa funcional é a relação que descreve a geometria ou características físicas do problema em questão, enquanto no estocástico são definidas as propriedades estatísticas dos elementos envolvidos no modelo funcional (TREIBER; KESTING, 2013).

2.6 Sumo - *Simulation Of Urban MObility*

O simulador de tráfego *Simulation Of Urban Mobility* (SUMO) é uma fonte aberta, altamente portátil, microscópica, projetado para lidar com grandes redes. Ele permite a simulação intermodal incluindo pedestres e vem com um grande conjunto de ferramentas para a criação de cenários. É desenvolvido principalmente por funcionários do Instituto de Sistemas de Transporte do Centro Aeroespacial Alemão (DLR, 2021).

O desenvolvimento do SUMO começou no ano 2000, tendo como razão principal apoiar a comunidade de pesquisa de tráfego com uma ferramenta com a capacidade de implementar e avaliar algoritmos próprios (DLR, 2021).

A escolha da ferramenta SUMO se deve ao fato de que, diferente de outras ferramentas de simulação, é disponibilizada gratuitamente, além de possuir código aberto, que permite ao pesquisador utilizá-lo de maneira mais eficiente e de acordo com suas necessidades (KRAJZEWICZ et al., 2002).

Por ser um simulador puramente microscópico, cada veículo é modelado explicitamente, tem uma rota própria e se move individualmente pela rede. As simulações são determinísticas por padrão, mas existem várias opções para introduzir a aleatoriedade (DLR, 2021).

O SUMO não é apenas uma simples ferramenta de simulação, mas sim uma aplicação completa composta por diversos pacotes com diferentes funcionalidades. Uma delas é utilizada para importar mapas reais e convertê-los para formatos que podem ser compreendidos pelo SUMO e, assim, trazer desde simples cruzamentos até uma cidade inteira para a simulação (BEHRISCH et al., 2011).

2.7 Rotatórias

2.7.1 Critérios para a implantação de rotatórias

As rótulas ou rotatórias são definidas pelo Manual de projeto de Interseções do DNIT como um “[...] sistema de circulação de mão única em torno de uma ilha central, com acesso controlado por sinalização vertical ou marcas no pavimento, indicando a necessidade de dar preferência ao tráfego que se aproxima” (BRASIL, 2006, p.131).

Como vantagem das rotatórias, pode-se citar a pouca demora nos períodos de pico, a dispensa de manutenção especializada e sua grande capacidade de fluidez. Devido a esses fatores, são principalmente indicadas em cruzamentos com mais de quatro acessos (BRASIL, 2006, p.131).

Segundo Robinson (2000), para a análise operacional de uma rótula é necessário definir as dimensões que determinaram seu design.

De acordo com o Manual de interseções do DNIT, alguns fatores de projeto que podem tornar a rotatória perigosa são os “[...] ângulos de convergência muito agudos, rotatórias não circulares, sinalização mal projetada ou localizada, rampas fortes ou ainda, baixo coeficiente de atrito nas proximidades” (BRASIL, 2006, p.131).

2.8 Sinalização semafórica

O uso de sinalização semafórica é o dispositivo mais restritivo em termos de controle de tráfego. As suposições do motorista, em termos de passagem, são eliminadas e seus movimentos são guiados por meio de luzes, indicando quando este pode se deslocar e quando deve parar. Esta forma de controle e direcionamento de tráfego tem um custo inicial alto de instalação e posterior manutenção, por isso,

a seleção e uso de semáforos devem ser baseadas em estudos da engenharia de tráfego (NI, 2020).

Quando a sinalização semafórica é bem implementada, operada e mantida, pelo menos uma das seguintes vantagens será observada (NI, 2020):

- Proporcionam um movimento ordenado do tráfego;
- Aumentam a capacidade do cruzamento, quando o *layout* do cruzamento é adequado e os parâmetros operacionais da sinalização são revisados e atualizados, se necessário;
- Reduzem a frequência e severidade de acidentes;
- Interrompem tráfegos pesados em intervalos para permitir a travessia de pessoas ou cruzamento de outros veículos.

Mesmo quanto a implementação de semáforo é justificada pelas condições do trânsito e da rodovia, esta pode ser mal projetada, instalada de maneira ineficaz, operada de forma imprópria e sem a manutenção adequada. Nesses casos, é fácil observar a ocorrência das seguintes desvantagens (NI, 2020):

- Atraso excessivo;
- Desobediência excessiva por parte dos motoristas;
- Aumento do uso de rotas inadequadas pelos motoristas, como forma de evitar o semáforo;
- Aumento significativo da ocorrência de acidentes.

2.8.1 Critérios para a implantação da sinalização semafórica

Conforme destacado por NI (2020), muitas pessoas acreditam que a implantação de sinalização semafórica é a solução universal para problemas relacionados a interseções. Porém, estudos em campo revelam que este não é o caso. Existem muitas vantagens e desvantagens associadas ao uso desta estratégia e análises criteriosas são necessárias quando da análise dessa alternativa.

O Conselho Nacional de Trânsito recomenda, por meio do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014), que sejam observadas algumas possíveis soluções alternativas para a resolução de conflitos em interseções anteriores à implementação de semáforo, que podem ser:

- Melhoria da visibilidade por meio da remoção de obstáculos;

- Definir preferências de passagem;
- Melhorar iluminação;
- Adequação dos mecanismos de sinalização;
- Proibição do estacionamento;
- Adequações de geometria;
- Implantação de refúgios para pedestres etc.

O CONTRAN (2014) exige a verificação da necessidade e efetividade de uma implementação semafórica seguindo o procedimento da Figura 6.

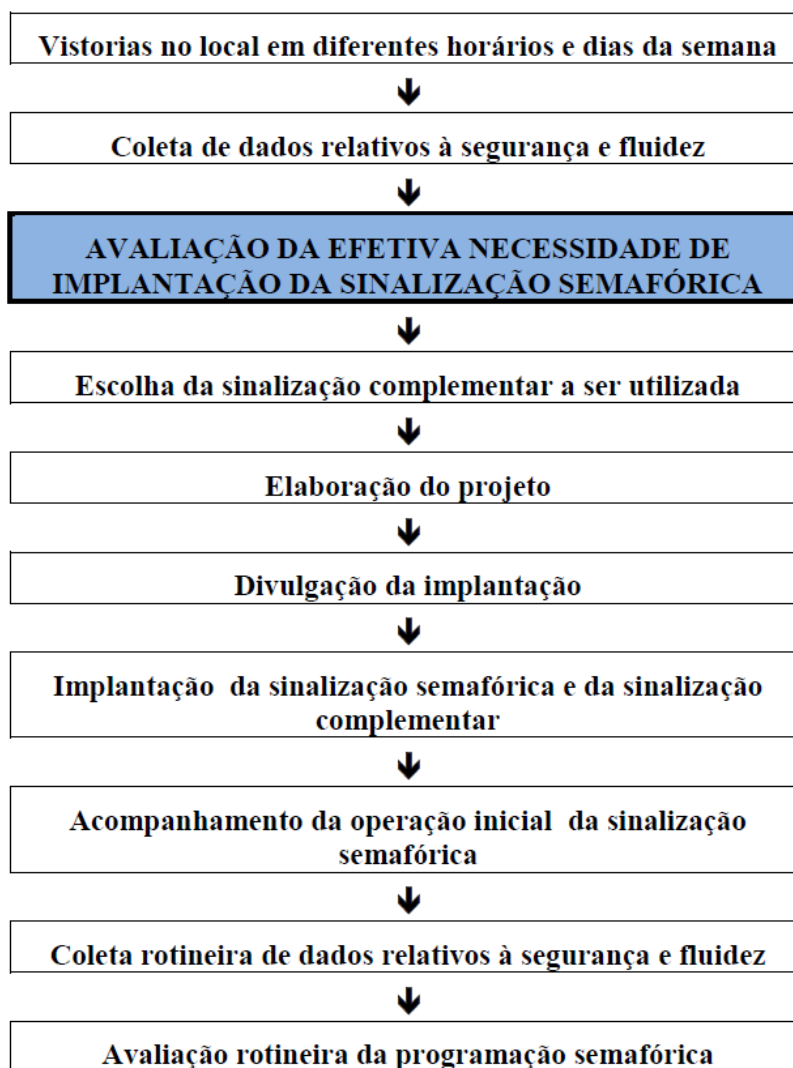
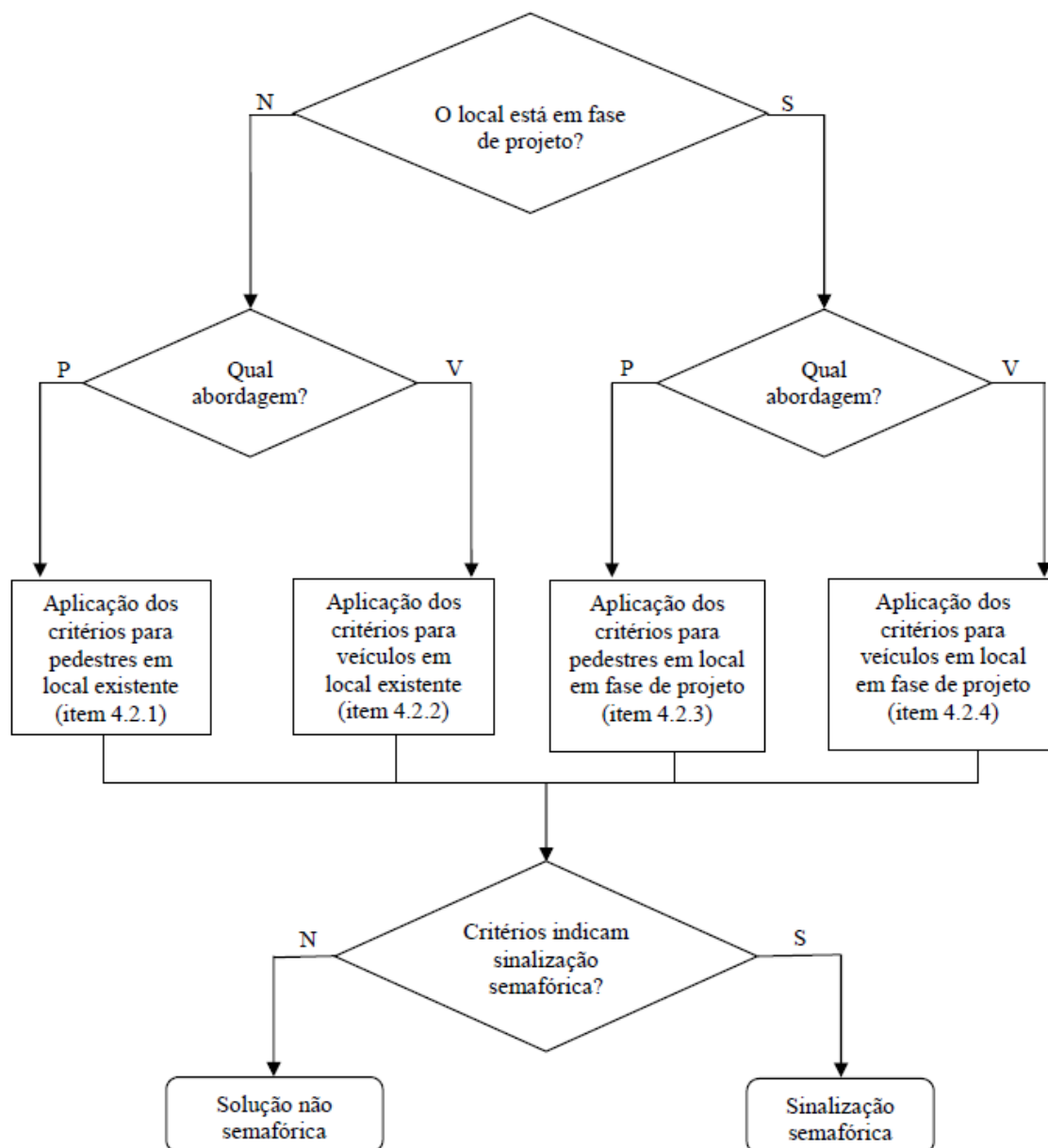


Figura 6 – Critérios e procedimentos de avaliação para implementação semafórica
 Fonte: CONTRAN (2014).

O aspecto inicial a ser observado, anteriormente a qualquer estudo, é se a interseção está em fase de projeto ou não. A partir desta constatação, a abordagem principal do estudo se diferencia. O fluxograma da Figura 7 apresenta um panorama

geral dos estudos a serem desenvolvidos na análise. Segundo CONTRAN (2014), é importante observar ainda qual será o usuário prioritário da interseção, se veículo ou pedestre.



Legenda: S=Sim; N=Não; V= Veículo; P= Pedestre

Figura 7 – Fluxograma geral para estudo de implementação semafórica
Fonte: CONTRAN (2014).

2.8.2 Metodologia de otimização de tempos de Webster

Grande parte das abordagens de determinação de tempo ótimo de ciclo se baseiam na suposição de que o atraso veicular é o aspecto mais importante a ser

observado. Desta forma, é analisada a via com maior fluxo para determinar uma duração mínima de ciclo, o qual é aplicado para as vias restantes. Os modelos tradicionais usam o modelo de Webster para determinar o tamanho ótimo de ciclo (WEBSTER, 1958).

O objetivo principal da pesquisa de Webster foi determinar atrasos. Partindo do ponto de que cálculos teóricos sobre atrasos são demasiadamente complexos e observações em campo são inviáveis pelo número de variações possíveis, decidiu-se pelo uso de um método onde os eventos ocorridos em rodovias pudessem ser reproduzidos em laboratório. Nessa pesquisa, simuladores de tráfego fizeram o papel de reproduzir o comportamento dos veículos e semáforos em uma interseção.

Essa técnica permitiu que vários aspectos do fluxo de veículos pudessem ser controlados e, ainda, permitiu a análise do comportamento de um mesmo tráfego para várias condições diferentes de tempos semafóricos. Como o método de Webster é baseado em atrasos, o objetivo primordial da análise é a determinação dos tempos de atraso no trânsito. Isso foi feito, computacionalmente, determinando-se a fila de veículos na interseção e identificando-se individualmente o tempo de atraso de cada veículo em um intervalo de tempo (WEBSTER, 1958).

Um conceito importante introduzido por Webster (1958) é o fluxo de saturação. Quando o sinal verde é ativado, há um intervalo de tempo até que os veículos acelerem até sua velocidade normal. Apenas alguns segundos após o acendimento da luz verde, a fila de veículos é diminuída a um fluxo constante aproximado, chamado fluxo de saturação. Antes do atingimento do fluxo de saturação e após a finalização do tempo semafórico verde, há dois intervalos de tempo perdidos.

Com o avanço das pesquisas e uso de cálculos intermediários, obteve-se a Equação 1, que possui bases empíricas e teóricas, e retorna o comprimento do ciclo para o qual o atraso médio na interseção é mínimo:

$$C_o = \frac{1,5 * L + 5}{1 - Y} \quad (1)$$

Onde:

C_o Representa o comprimento ótimo para o ciclo [s];

L = tempo perdido total por ciclo [s];

Y = fluxo da via crítica, dividido pelo fluxo de saturação, somado ao longo das fases;

2.8.3 Metodologia de otimização de tempos do HCM

Conforme Koonce (2008), na prática, grande parte da avaliação de interseções semaforizadas é completada utilizando o procedimento disponível no *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000). O HCM oferece um método de estimativa rápida para a seleção de um tempo de ciclo. A fórmula para estimativa da duração do ciclo é a mostrada na Equação 2:

$$C = \frac{L}{1 - \frac{\min(CS, RS)}{RS}} \quad (2)$$

Onde:

C = Comprimento do ciclo [s];

L = Total de tempo perdido [s];

CS = Soma crítica dos volumes de tráfego para o movimento crítico de análise [veículos/hora];

RS = Soma de referência para taxa de fluxo = $1,710 * PHF * f_a$ [veículos/hora];

f_a = fator de ajuste do tipo de área.

Essencialmente, esse cálculo se destina a análises em nível de planejamento. Esta equação sugere que, à medida que a interseção se aproxima da capacidade, a duração do ciclo deve aumentar até um valor máximo, que o HCM sugere que seja definido pela jurisdição local.

Tanto na proposta de Webster quanto na do HCM, a soma dos fluxos críticos da via é uma representação da demanda na interseção. A via crítica é definida como a via que se aproxima da interseção com a maior demanda entre todas as vias atendidas pela interseção durante uma determinada fase de sinal (KOONCE, 2008).

2.9 Qualidade do serviço

A qualidade do serviço descreve quão bem uma estrutura de tráfego atende os anseios e necessidades do ponto de vista dos utilizadores. A percepção de qualidade pela perspectiva dos motoristas pode levar em consideração uma série de fatores, como (TBR, 2010):

- Tempo de viagem, velocidade e atrasos;
- Confiabilidade no tempo de sua viagem;
- Número de paradas necessárias;
- Facilidade nas manobras;
- Segurança e conveniência.

A sumarização e quantificação dos fatores relevantes para a determinação da qualidade do serviço resulta em um parâmetro chamado nível de serviço. Essa quantificação pode ser feita diretamente em campo ou observando aspectos que proporcionem quantificação futura (TBR, 2010).

2.10 Nível de serviço

De acordo com o *Highway Capacity Manual* (TBR, 2010), o nível de serviço, em inglês *level of service* (LOS), é uma estratificação quantitativa das medidas que representam a qualidade da interseção. As medidas utilizadas para a quantificação do nível de serviço são chamadas de medidas de serviço, sendo justamente os parâmetros de qualidade.

Ainda, o nível de serviço é definido pelo Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT (BRASIL, 2010, p. 37) como uma “[...] medida da qualidade das condições de operação de uma corrente de tráfego, baseada nos valores da velocidade e dos tempos de viagem, na liberdade de manobra, e nas condições de conforto e segurança”.

A classificação do nível de serviço pode ser feita em 6 categorias, representadas pelas letras do alfabeto de A à F, sendo A o melhor nível de serviço, ou seja, a melhor condição de operação, e F a pior condição.

Tabela 1 - Definições dos níveis de serviço A a F

NÍVEL DE SERVIÇO	CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO
A	Fluxo livre
B	Fluxo razoavelmente livre
C	Fluxo estável
D	Fluxo próximo à instabilidade
E	Fluxo instável (limitado pela capacidade)
F	Fluxo forçado ou com interrupções

Fonte: Manual de projeto geométrico de travessias urbanas (BRASIL, 2010).

De acordo com o TBR (2010), por motivos de custos e impactos ambientais, normalmente as interseções não são projetadas para trabalharem no nível de serviço A durante os horários de pico. Todavia, em momentos de baixo fluxo de veículos e pedestres, uma mesma interseção pode operar no nível de serviço A.

Segundo o HCM (2010), métodos de cálculo para a determinação do nível de serviço e capacidade em vias urbanas só podem ser empregados a vias urbanas arteriais e coletoras, e não podem ser utilizados para a caracterização de vias locais (TBR, 2010).

De acordo com o Art. 8º, Capítulo VI “Da Classificação das Vias” estabelecido na Lei Municipal N.º 4.608 de 18 de outubro de 2018 de Francisco Beltrão (PR), a Rua Bela Vista e Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes classificam-se como vias coletoras e a Avenida Cristo Rei, na extensão do cruzamento, como via arterial.

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT (BRASIL, 2010, p. 79) as autoridades rodoviárias devem buscar oferecer o mais alto nível de serviço possível. Sendo aconselhado de modo geral, pelo menos, utilizar-se o nível C para vias urbanas e nível D para seções muito desenvolvidas em áreas metropolitanas.

3 MÉTODO

Este estudo se classifica, quanto à abordagem do problema, como qualitativo e quantitativo. Quantitativo pois se norteia pelo levantamento numérico do fluxo de tráfego na área em horários diferenciados, levando em consideração as conversões/sentidos mais solicitados para posterior simulação. Segundo Fonseca (2002, p. 20), a pesquisa quantitativa tem com foco na objetividade e utiliza-se da análise de dados obtidos, através de instrumentos, para compreender a realidade e da linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno.

Este trabalho também pode ser classificado como qualitativo, pois, através da análise dos dados levantados, apresentam-se possíveis intervenções e sugestões de melhorias para a sinalização horizontal e vertical da área.

Quanto aos procedimentos técnicos, é definido como um estudo de caso, por tratar de um problema observado em uma interseção específica. Também pode ser classificada como pesquisa experimental, pois as alternativas para a solução ou minimização dos problemas de tráfego observados serão simuladas no *software* SUMO.

Em relação aos objetivos, classifica-se como descritiva, por relatar, através da contagem e classificação do tráfego, do comprimento de fila nos horários de pico e outros fatores, a necessidade de intervenção no local. Também pode-se considerar o objetivo como explicativo, pois o objetivo do estudo foi determinar a intervenção de tráfego mais adequada para o local.

3.1 Local de estudo

A interseção está localizada em Francisco Beltrão, cidade do interior do Paraná, situada na região Sudoeste do Estado, a uma distância aproximada de 475 km da capital, Curitiba (PR). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), em seu último censo, realizado em 2010, a população era de 78.943 habitantes sendo destes 67.449 habitantes residentes na área urbana. O censo programado para ocorrer em 2020 não foi realizado devido à pandemia do COVID-19, sendo estimada uma população de 92.216 habitantes para esse ano

(IBGE, 2020). Com esse número, Francisco Beltrão (PR) é a maior cidade em população da sua região geográfica imediata, seguida por Pato Branco (PR) e Dois Vizinhos (PR) (IBGE, 2020). Sua localização no Estado do Paraná é apresentada na Figura 8.



Figura 8 - Localização de Francisco Beltrão-PR no Estado Paraná
Fonte: Adaptado da Prefeitura de Francisco Beltrão (2013).

Segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), em 2010, a frota de veículos no município era de 41.013 veículos, aumentando para 69.808 veículos no ano de 2020 (DENATRAN, 2020), resultando em um crescimento da frota de aproximadamente 70% em 10 anos.

Em Francisco Beltrão (PR), há um carro para cada 1,3 pessoa, mantendo-o com o título de maior frota da região sudoeste do estado do Paraná, conforme Figura 9, onde é apresentado um comparativo com a segunda e terceira maiores cidades em população da região sudoeste do estado do Paraná.

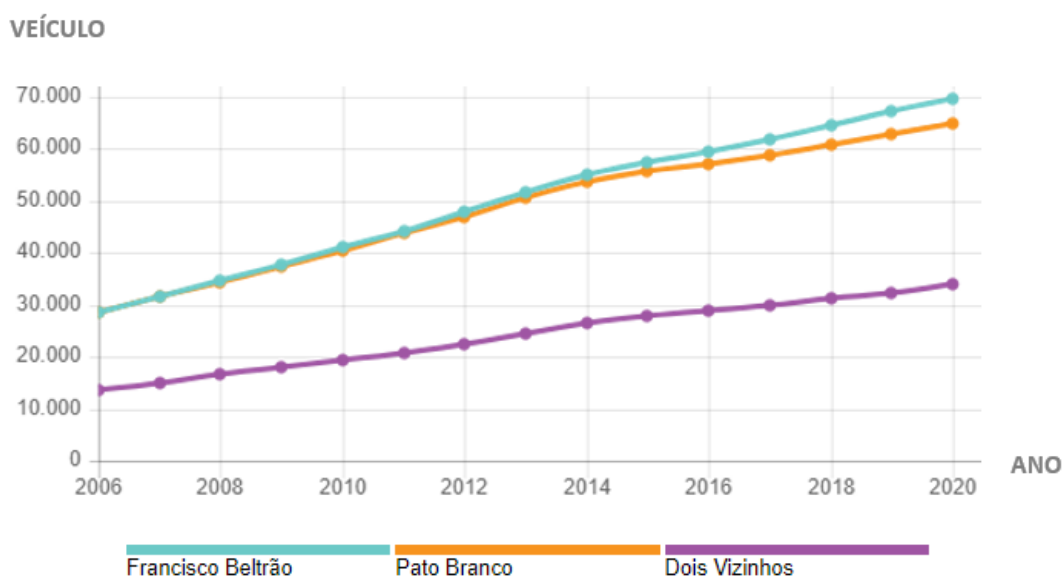


Figura 9 - Frota de veículos das três maiores cidades da região Sudoeste do Paraná
Fonte: IBGE (2020).

Devido ao aumento do número de veículos circulando pelo município, diversos pontos da cidade demandam intervenções de trânsito, em razão de problemas de mobilidade. O local de estudo está localizado na interseção da Avenida Cristo Rei com a Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes, no bairro Cristo Rei do município de Francisco Beltrão (PR), próximo à área central da cidade.

A Avenida Cristo Rei dá continuidade à Avenida Júlio Assis Cavalheiro, uma das principais avenidas centrais do município, atuando como ligação da área central com a região noroeste, oeste e leste da cidade, conforme Figura 10. Por estar localizada na zona de comércio e serviço, observa-se fluxo alto de veículos nos horários de pico e constantes congestionamentos, sendo sugerido o estudo do tráfego por técnicos do DEBETAN (Departamento de trânsito de Francisco Beltrão-PR).



Figura 10 – Imagem de satélite da Interseção de estudo
Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

As vias da Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes apresentam pista dupla no sentido do cruzamento e pista simples no outro sentido. Na Avenida Cristo Rei há pistas duplas em ambos os sentidos, divididas por canteiro central, enquanto a Rua Bela Vista possui pista simples em ambos os sentidos. Para auxiliar na organização dos dados coletados a partir de filmagens no local, as vias foram numeradas de 1 a 8, sendo esta numeração apresentada na Figura 11 e, em formato de texto, na Tabela 2.

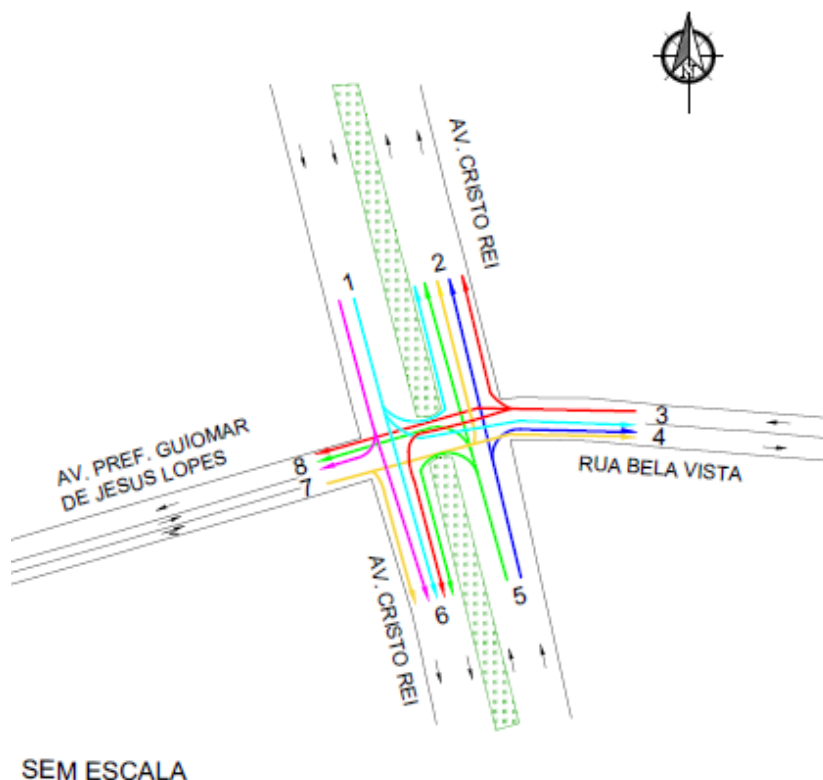


Figura 11 – Representação da Interseção de estudo
Fonte: Autor (2021).

Tabela 2 - Numeração das rotas possíveis na interseção

Origem	Destino	Sentido
1	2	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Cristo Rei (Retorno)
1	4	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista
1	6	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro
1	8	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes
3	2	Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei
3	6	Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro)
3	8	Rua Bela Vista -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes
5	2	Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei
5	4	Av. Cristo Rei -> Rua Bela Vista
5	6	Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (Retorno)
5	8	Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes
7	2	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei
7	4	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista
7	6	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro)

Fonte: Autor (2021)

3.2 Coleta de dados

A contagem volumétrica e classificatória do fluxo de tráfego se deu por meio de filmagens realizadas do terraço da cobertura do Edifício Savegnago, empreendimento localizado na esquina da Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes. Para a gravação foram utilizadas duas câmeras sobre tripés, dispostas em diferentes posições do terraço, visando obter gravações em dois ângulos, possibilitando a captura de imagens amplas da interseção. A câmera principal utilizada foi uma *GoPro Hero2* e seu posicionamento é apresentado na Figura 12. A Figura 13 mostra seu ângulo de gravação. De forma análoga, a câmera secundária, um celular *Xiaomi Redmi Note 9 Pro*, tem seu posicionamento apresentado na Figura 14 e seu ângulo de gravação apresentado na Figura 15. A coleta de uma área maior da interseção foi importante para o registro de comprimento das filas, informação importante para a etapa de calibração das simulações de tráfego.

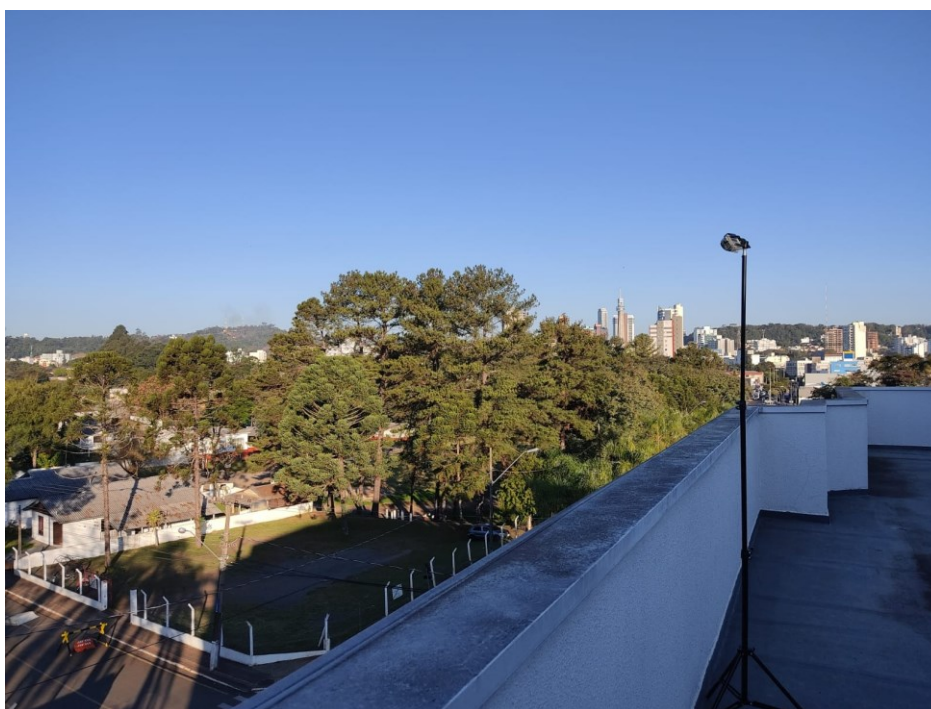
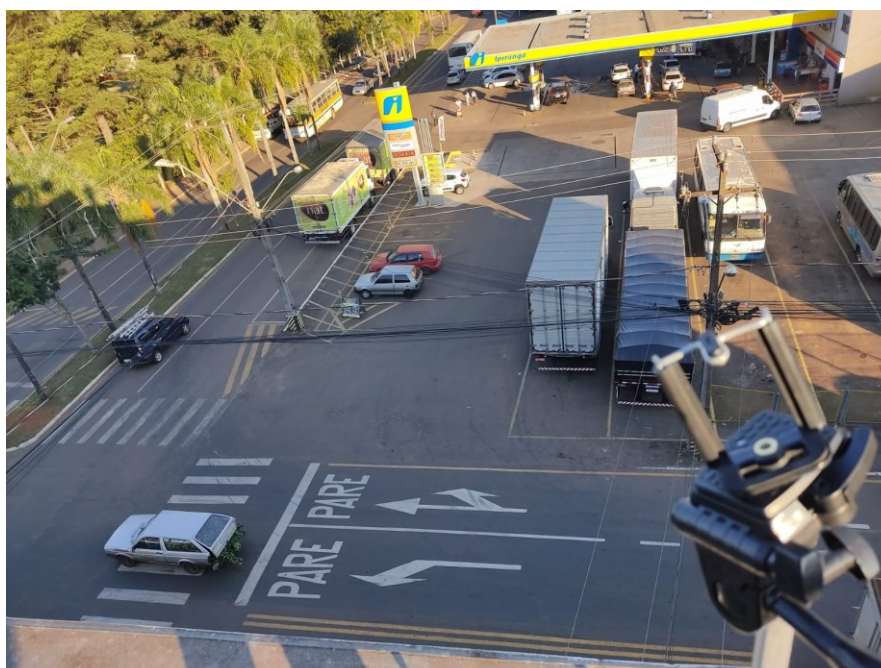


Figura 12 - Posicionamento da câmera principal durante gravação
Fonte: Autor (2021).



**Figura 13 - Ângulo de gravação da câmera principal
Fonte: Autor (2021).**



**Figura 14 - Tripé de posicionamento da câmera secundária
Fonte: Autor (2021).**



Figura 15 - Ângulo de gravação da câmera secundária
Fonte: Autor (2021).

As filmagens foram realizadas em dias úteis, na segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira, dos dias 05, 07 e 09 de julho de 2021, respectivamente. Os horários selecionados foram: das 07h00 às 09h00, das 11h30 às 13h30 e das 17h00 às 19h00, totalizando 6 horas diárias de gravações e 18 horas de filmagens. Esses horários foram determinados através de observação prévia no local e procedimentos recomendados pelo Manual de Projeto de Interseções do DNIT (BRASIL, 2005).

3.3 Tratamento dos dados coletados

Com a finalização das filmagens, foi realizada a contagem classificatória, volumétrica e direcional dos veículos e pedestres. Isso significa dizer que durante a contagem, foi feita a diferenciação dos tipos de veículos (automóvel, motocicleta, caminhão etc.), contagem do volume de veículos e pedestres, bem como registro de sua trajetória na interseção de estudo. Esses dados estão disponíveis no Apêndice A.

Para facilitar a contagem classificatória e direcional, os dados foram organizados em planilha eletrônica. A página principal é mostrada na Figura 16. Nesta página, o procedimento consiste em clicar nas setas que representam as vias de chegada e saída da interseção, bem como o tipo de veículo. Essas informações são armazenadas automaticamente em uma base de dados a partir da criação de uma codificação customizada para fazer o registro das informações conforme seleção de veículo e vias. Cada seta e tipo de veículo possui um código próprio, portanto foram

criados 14 blocos de códigos. Tais informações foram armazenadas para posterior tratamento e utilização.

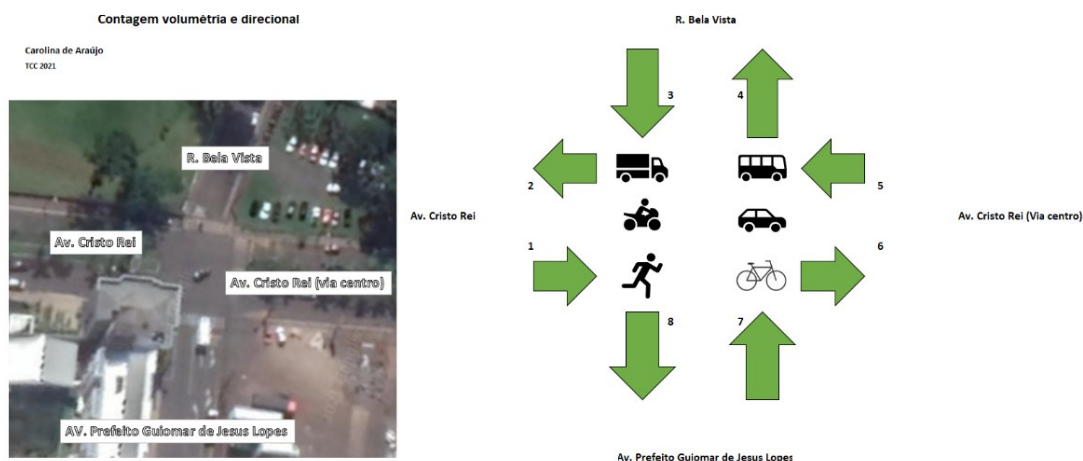


Figura 16 - Vista da planilha utilizada para fazer a contagem dos veículos
Fonte: Autor (2021).

Conforme recomendação do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (BRASIL, 2006, p.113), o fluxo foi dividido em intervalos de 15 minutos dentro do período de contagem. Na sequência, os dados de tipo de veículo foram transcritos para Unidades de Carros de Passeio (UCP). Essa transcrição é necessária, uma vez que a contagem precisa ser corrigida por um coeficiente para cada tipo de veículo, de acordo com as características incorporadas na corrente do tráfego. A transformação dos veículos em UCP é feita com base nos dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Transformação dos veículos em UCP.

Tipo de veículo	P	CO	RSR	M	B	SI
Fator de conversão	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Fonte: Adaptado de Brasil, 2005.

A definição dos termos da Tabela 3 são (BRASIL, 2005):

- P: Veículos de passeio;
- CO: Caminhões e ônibus;
- RSR: Reboques e semi-reboques;

- M: Motocicletas;
- B: Bicicletas;
- SI: Sem informação.

As contagens são transformadas, portanto, em UCP. Na sequência, os dados são separados em intervalos de 15 minutos, sendo possível identificar o volume acumulado da hora anterior, bem como a combinação de intervalos seguidos de 15 minutos que determinam o horário de pico. Em outras palavras, o maior VHant (volume horário correspondente à hora anterior) representa o horário de pico. Nesta etapa foram utilizados os UCP totais, ou seja, sem considerar sua origem e destino.

Após a manipulação dos dados em intervalos de 15 em 15 minutos e o arredondamento dos valores UCP para o próximo valor inteiro, notou-se que o maior volume da hora anterior pertencia ao período das 18h15 às 18h30 do dia 09/07/2021, sexta-feira, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores máximo de UCP e VHant

Hora	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta	UCP	Vhant
17:00 - 17:15	366	2	12	94	2	5	484	
17:15 - 17:30	361	1	14	69	3	2	454	
17:30 - 17:45	403	1	14	120	12	5	548	
17:45 - 18:00	379	0	11	113	8	5	511	1996
18:00 - 18:15	515	0	12	193	7	14	733	2246
18:15 - 18:30	391	3	11	124	3	3	538	2330
18:30 - 18:45	374	3	8	92	2	2	484	2265
18:45 - 19:00	320	2	4	73	4	3	404	2158

Fonte: Autor (2021).

Dessa forma, para as simulações, utilizaram-se os dados da hora anterior ao volume máximo, ou seja, das 17h30 às 18h30, o qual resultou no maior Vhant, sendo utilizado visando analisar a situação mais crítica da interseção. Para as simulações, visando um maior detalhamento e precisão, foram lançados no *software* SUMO os dados da contagem do fluxo de tráfego de maneira classificatória, ou seja, separadamente em carros, motos, caminhões, ônibus e pedestres. Devido ao baixo volume de ciclistas na área, estes não foram considerados na simulação.

3.4 Estimativa de tráfego futuro

Buscando verificar a capacidade da interseção em atender as necessidades futuras em termos de volume de tráfego, foram estimados dados de frota futura em 10 anos. Para estimar a frota futura, foi escolhido o Método do Fator de Crescimento contido do Manual de Estudos de Tráfego (BRASIL, 2006). Esse método de cálculo foi escolhido por apresentar cálculos simplificados que se baseiam no crescimento da frota veicular. O método consiste em aplicar um fator de crescimento (F_C) a dados conhecidos, onde este fator pode ser calculado pela razão de dados referentes a duas épocas distintas.

Neste estudo de caso foi utilizada a razão entre os dados de frota veicular provenientes do DENATRAN, referentes ao período de 2010 a 2020, da cidade de Francisco Beltrão (PR). Em 2010, a frota do município era de 41.013 veículos, aumentando para 69.808 veículos no ano de 2020 (DENATRAN, 2020). O fator de crescimento foi calculado conforme a Equação 3:

$$F_C = \frac{F_{2020}}{F_{2010}} \quad (3)$$

$$F_C = \frac{69808}{41013}$$

$$F_C = 1,7008$$

Dessa forma, tem-se que o crescimento estimado em 10 anos é de aproximadamente 70%, portanto, a estimativa de frota para 2031 é de 3961 unidades de carro de passeio (UCP), como apresentado na Equação 4:

$$VH_{Ant_{FUTURO}} = 2330 * 1,7 = 3961 \text{ veículos} \quad (4)$$

3.5 Modelagem

Após o cálculo do maior Vhant, realizado a partir da contagem em campo, extrapolada para o décimo ano, foram realizadas diferentes análises da área levando

em consideração o volume atual de tráfego e volume estimado, os quais resultaram em seis diferentes simulações, posteriormente modeladas no *software* SUMO.

Todas as análises foram simuladas levando em consideração o volume atual e o volume futuro, estimado em 10 anos. Dessa forma, foi possível observar o comportamento atual de veículos e pedestres na interseção e seu comportamento no futuro, caso não seja realizada nenhum tipo de intervenção. Da mesma forma, o comportamento atual e futuro da interseção com a implementação de uma rotatória e implementação semafórica.

Para desenhar o traçado do local de estudo foi selecionada uma imagem da área na plataforma gratuita *OpenStreetMap*, de forma que a abrangesse por completo. Através da ferramenta exportar da própria plataforma, foi possível obter um arquivo no formato *OpenStreetMap (OSM)*, o qual contém informações acerca da área selecionada, todos expressos em termos de "nós" (pontos), "caminhos" (conexões) e "relações" (propriedades de ruas e objetos) obtidas por meio de coordenadas. Os nós e suas conexões definem a posição e a forma de todas as ruas e cruzamentos (DLR, 2021).

Os arquivos em formato *.osm* possuem coordenadas geográficas WGS84 e são automaticamente transformadas em UTM pelo conversor *netconvert* do SUMO (DLR, 2021).

O *netconvert* é um arquivo de conversão do próprio SUMO utilizado para converter, neste caso, do formato *.osm* para *.net.xml*, extensão conhecida pelo *software*. Dessa forma, após ser convertido pelo *netconvert*, este foi usado como base para a modelagem da rede no *software* de simulação. Na Figura 17 é possível visualizar a imagem do *OpenStreetMap* utilizada para a simulação.



Figura 17 - Vista da interseção de estudo a partir do *OpenStreetMap*
Fonte: *OpenStreetMap* (2021).

Após manipulações computacionais utilizando-se de códigos de programação em linguagem C++, desenvolvidas no *software* de licença gratuita Notepad++, foi possível obter a rede exportada do *OpenStreetMap* para o editor de rede visual do SUMO, o *netedit*, conforme Figura 18 .

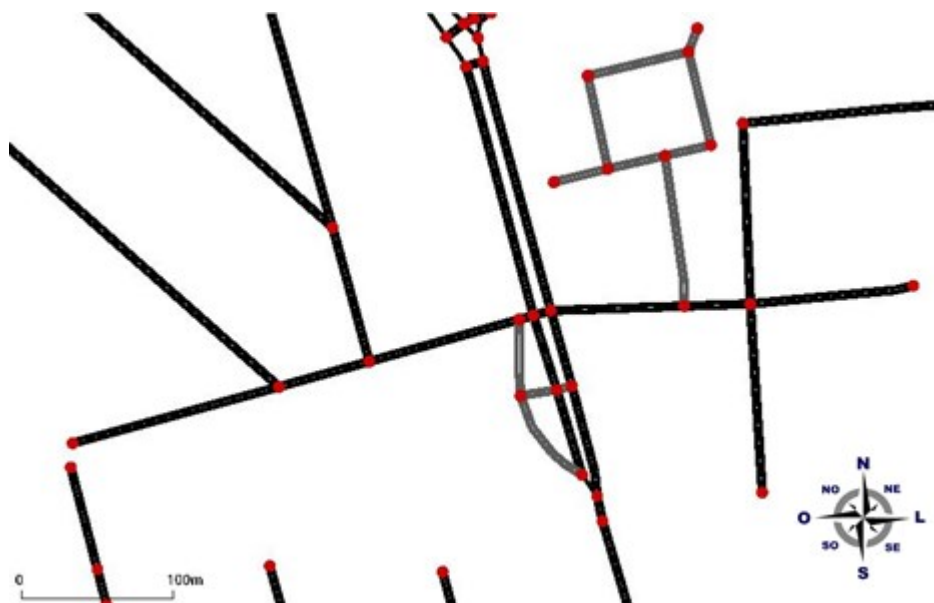


Figura 18 - Imagem criada por meio do mapa para estudo no *netedit*, complemento do SUMO.
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

O *netedit* pode ser usado para criar redes do zero e para modificar todos os aspectos das redes existentes (DLR, 2021). Utilizando-se do *netedit*, foram excluídas manualmente as vias do entorno que não faziam parte da interseção em estudo e configuradas informações extraídas *in loco*, como: dimensões das vias, verificação das conversões permitidas para cada faixa e inserção das faixas de pedestres. As dimensões de cada via estão dispostas na unidade de metro (m) na Figura 19.

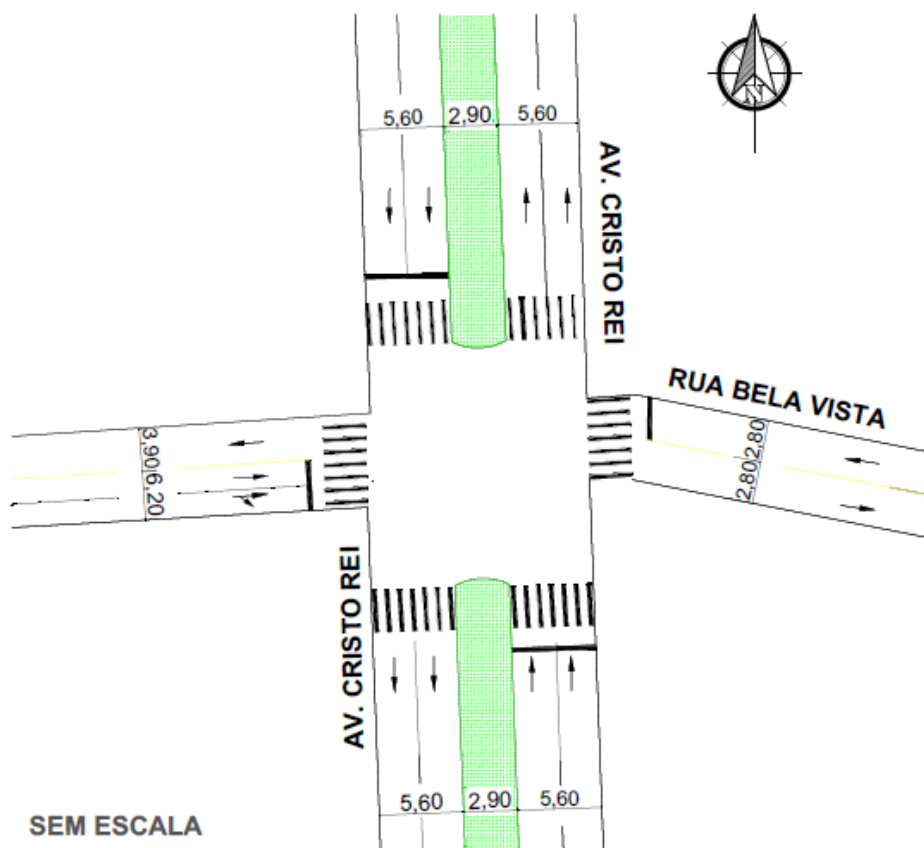


Figura 19 - Larguras das vias
Fonte: Autor (2021).

Na Figura 20, é apresentada a rede do local de estudo em seu formato original, a qual foi utilizada como base para as análises e simulações no SUMO.

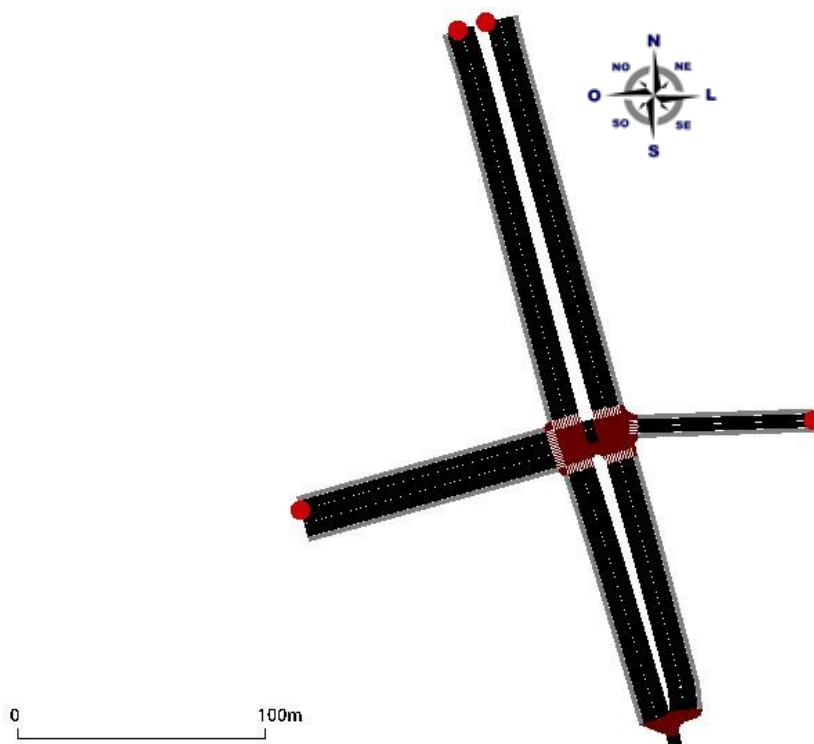


Figura 20 - Rede de estudo finalizada no *netedit*
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

A inserção dos dados de volume de tráfego podem ser feitos e editados visualmente através do *netedit*, ou ainda serem inseridos manualmente através de linguagem computacional em C++ por meio de editores de textos capazes de gerar arquivos em extensão *.xml*.

Os dados foram inseridos manualmente através do editor de texto gratuito Notepad++, em linguagem computacional C++. Na primeira etapa da simulação foram definidos os tipos de veículos (*id*) e suas propriedades físicas, como: Aceleração (*accel*), desaceleração (*dccel*), comprimento (*length*), distância entre os veículos (*MinGap*), velocidade máxima (*maxspeed*), entre outros. Na Tabela 5 estão dispostos os dados utilizados para as simulações, os quais seguiram os valores recomendados pelo Departamento Aeroespacial Alemão (DLR, 2021).

Tabela 5 - Parâmetro de entrada dos veículos

Tipo de veículo (<i>id</i>)	Aceleração (<i>accel</i>) (m/s ²)	Desaceleração (<i>decel</i>) (m/s ²)	Comprimento (<i>length</i>) (m)	Distância entre veículos (<i>minGap</i>) (m)	Velocidade máxima (<i>maxSpeed</i>) (m/s)
Carro	1,80	3,50	5,00	2,00	55,00
Moto	1,50	3,50	2,50	2,00	50,00
Ônibus	0,90	3,50	11,00	2,00	23,00
Caminhão	0,90	3,50	7,10	2,00	36,00

Fonte: Dados extraídos de DLR (2021).

Nessa etapa, foram também definidos outros parâmetros utilizados para realizar a calibração da simulação, tais como: *carFollowModel*, *impatience* e *sigma*.

O *carFollowModel* é o parâmetro que define o modelo como os veículos seguirem uns aos outros. Para a simulação, foi escolhido o Modelo de Krauss, que descreve o comportamento de cada veículo na simulação de forma individual, em função das posições e velocidades dos veículos a frente, considerando uma distância segura entre eles (WU, 2014).

O parâmetro “*impatience*” diz respeito à impaciência do condutor, valor que varia de 0 a 1. Este parâmetro influencia na disposição dos motoristas em impedir veículos com movimentos prioritários. Quando o valor é 0, o motorista só executará manobras que não forcem outros veículos a desacelerar. Quando o valor é 1, o motorista usará qualquer folga que seja segura, no sentido de evitar colisões, mesmo que isso obrigue outro veículo a frear o mais forte possível (DLR, 2021). Para as simulações, foi definido um valor de 0,1 para a impaciência. Após várias interações realizadas durante o processo de calibração, o valor de 0,1 foi considerado condizente com o comportamento observado em campo.

O tempo para a máxima impaciência “*timeToMaxImpatience*” também pode ser definido. Tal parâmetro possibilita que o valor da impaciência seja aumentando quando o motorista precisa parar involuntariamente devido a um congestionamento ou outro fator. Para isso, é definido um valor de tempo, onde 0 desativa o aumento da impaciência. Para a simulação, este parâmetro não foi utilizado, pois 0 segundos, ou seja, sem aumento de impaciência, foi o valor que gerou uma simulação mais próxima do cenário atual.

O sigma é um parâmetro utilizado para garantir um comportamento aleatório, considerando a direção imperfeita dos motoristas, sendo que tais comportamentos influenciam diretamente na aceleração, desaceleração e velocidade máxima dos veículos. Para as simulações, foi utilizado o valor pré-definido pelo simulador, de 0,5.

Os parâmetros que não seguiram valores padrões sugeridos pelo SUMO foram determinados variando-os até que simulação do cenário atual se aproximasse visualmente do comportamento real da interseção, comparados através das filmagens. Após a definição dos valores desses parâmetros para o cenário atual, com fluxos atuais, os mesmos foram replicados nas demais simulações, buscando-se padronizar as simulações, objetivando-se uma comparação futura equitativa.

Posteriormente, foram definidas as programações dos fluxos, sendo nomeadas como “Fluxos” e separadas por rotas e tempo. Como no SUMO o tempo deve ser expresso em segundos, as simulações foram programadas em 4 tempos de 900 segundos, ou seja, 15 minutos, iniciando em 0s-900s, 900s-1800s, 1800s-2700s e 2700s-3600s, que na realidade representam o fluxo das 17:30 às 18:30 do dia 09/07/2021 (sexta-feira), que apresentou o maior VHAnt. Também, nesta etapa, foram definidas as cores dos veículos, sendo escolhido uma cor para cada tipo (carro, moto, ônibus, caminhão) visando facilitar a identificação dos diferentes veículos durante a simulação. Ainda, o número de veículos foi separado por movimento, definidos através das vias de saída e de chegada, e por tipo.

Na Figura 21 é possível visualizar um exemplo da programação utilizada nessa segunda etapa. Para cada movimento, há 4 linhas de programação (uma para cada tipo de veículo), inseridas individualmente com seus respectivos volumes de tráfego, 4 vezes na programação, representando os 4 tempos de 15 minutos.

```
<flow id="Fluxo2.9" color="102,255,51" begin="1800" end="2700" number="81" type="Carro" departLane = "random" from="a1" to="a6"/>
<flow id="Fluxo2.10" color="0,0,255" begin="1800" end="2700" number="0" type="Onibus" departLane = "random" from="a1" to="a6"/>
<flow id="Fluxo2.11" color="255,0,0" begin="1800" end="2700" number="2" type="Caminhao" departLane = "random" from="a1" to="a6"/>
<flow id="Fluxo2.12" color="1,1,0" begin="1800" end="2700" number="15" type="Moto" departLane = "random" from="a1" to="a6"/>
```

Figura 21 - Programação para inserção de veículos e rotas
Fonte: Autor (2021).

É importante ressaltar que cada fluxo deve ser nomeado diferentemente. Na Figura 22, apresenta-se a organização dos fluxos, para o sentido centro pela Av. Cristo Rei, sendo também apresentado um esboço da programação anterior, a qual foi definida para o movimento de 1 para 6, na Avenida Cristo Rei, sentido Centro.

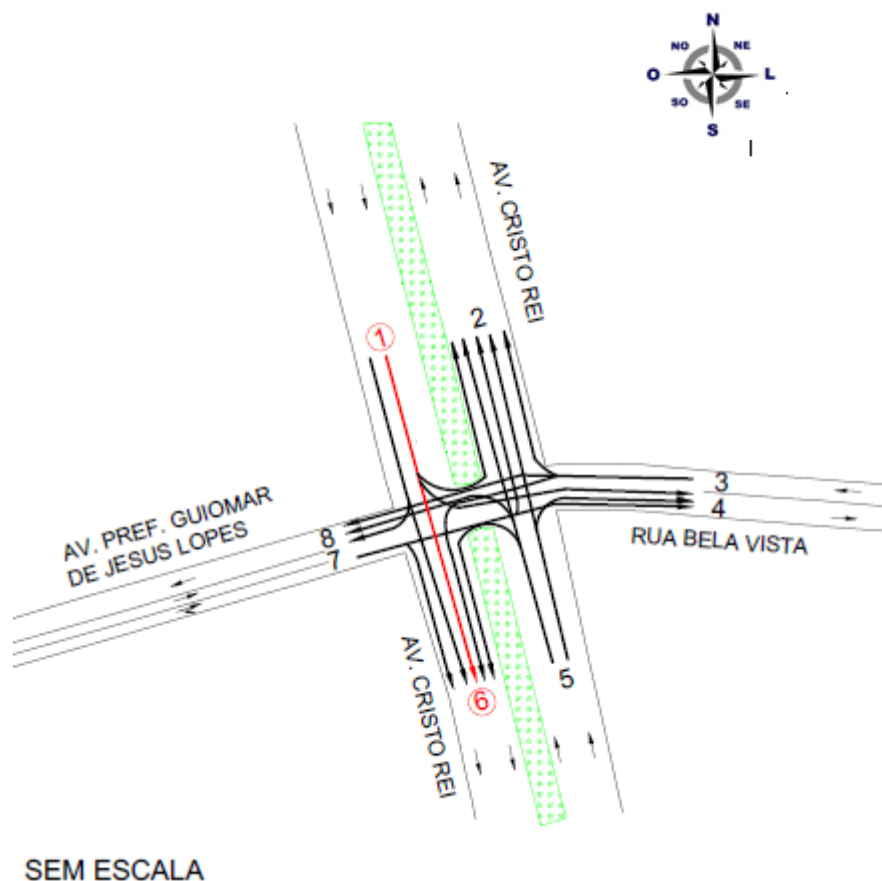


Figura 22 - Rota Av. Cristo Rei sentido Centro
Fonte: Autor (2021).

Para a programação dos três cenários, com o volume futuro estimado, os veículos da contagem foram determinados a partir da multiplicação dos fluxos pelo fator de crescimento 1,7, definido no item 3.4 na contagem do volume de tráfego atual com maior VHAnt, que se deu das 17h30 às 18h30. O fator foi multiplicado individualmente para cada tipo de veículo e nos 4 tempos de 15 minutos, conforme a realização da contagem, de modo a estarem perfeitamente relacionados os valores atuais dos veículos.

Da mesma forma, é preciso definir as rotas para os pedestres e os seus devidos passeios, como apresentado na Rua Bela Vista, na Figura 23.

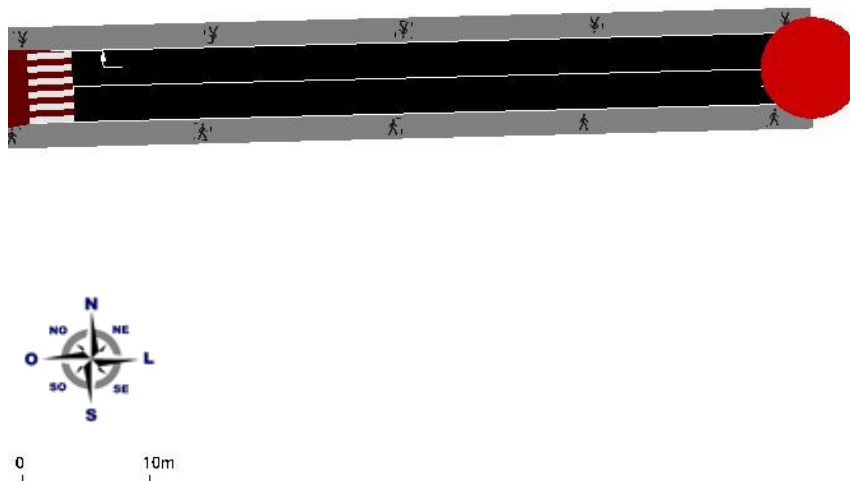


Figura 23 - Rua Bela Vista com inserção de passeios
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

As “calçadas” e faixas de pedestres foram criadas a partir da plataforma gráfica *netedit*. A programação das rotas para os pedestres foi realizada no mesmo arquivo *.xml* dos veículos, utilizando de programação semelhante e dividida também em quatro tempos de 15 minutos. Na Figura 24 é possível observar um exemplo dessa aplicação na Rua Bela Vista.

```
<personFlow id="personFlow_1.28" color="153, 0, 153" begin="2700" end="3600" number="1">
<walk edges="a3 a4"/>
</personFlow>
```

Figura 24 - Código das rotas para veículos
Fonte: Autor (2021).

Na Figura 25, pode-se observar os pedestres na plataforma de simulação do SUMO, marcado em vermelho os pedestres transitando na faixa de pedestres da Rua Bela Vista e na calçada da sua borda. Vale ressaltar que, na simulação, os pedestres só conseguem circular nas vias e faixas destinadas a eles. Como o fator de crescimento utilizado foi determinado a partir de dados da frota veicular, para o número de pedestres da programação com volume estimado para 10 anos foi coniserada a mesma do volume atual.

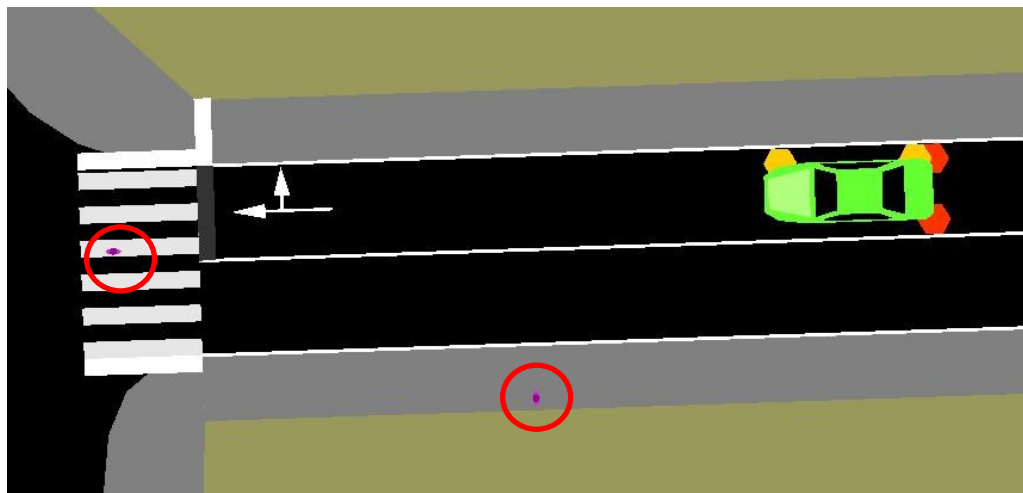


Figura 25 - Pedestres na plataforma de simulação do SUMO
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

Após a inserção individual dos dados de veículos e pedestres, com base nos volumes atuais e futuros estimados do cenário atual, e implementação de rotatória e semáforo, foi realizada a etapa de calibração do cenário atual com dados dos fluxos atuais.

O SUMO possibilita diversas análises de saída, mas, para isso, é necessário que todos sejam inseridos individualmente na programação. Os resultados são gerados em formato *.xml* para cada veículo assim que ele chega ao seu destino, quando é retirado da rede (DLR, 2021).

3.6 Calibração e validação

Neste trabalho, optou-se pelo método de calibração visual, por este ser um método relativamente simples e rápido para a realização dessa etapa. A calibração foi realizada analisando as imagens das gravações e comparando-as com a simulação gerada pelo *software* SUMO, sendo levado em consideração para a análise características como formação e tamanho de filas, conforme Figura 26 e Figura 27, para validar a calibração.

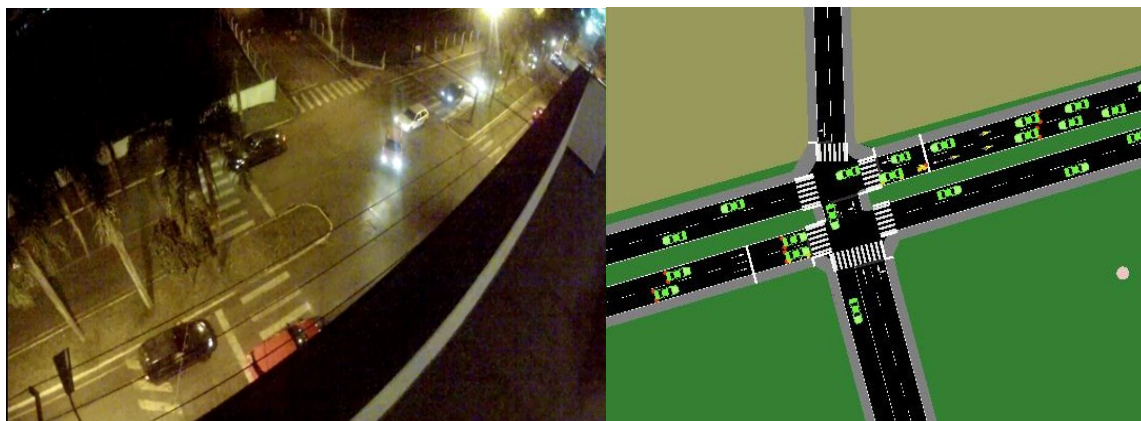


Figura 26 - Imagem 1 utilizada para validar a calibração
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

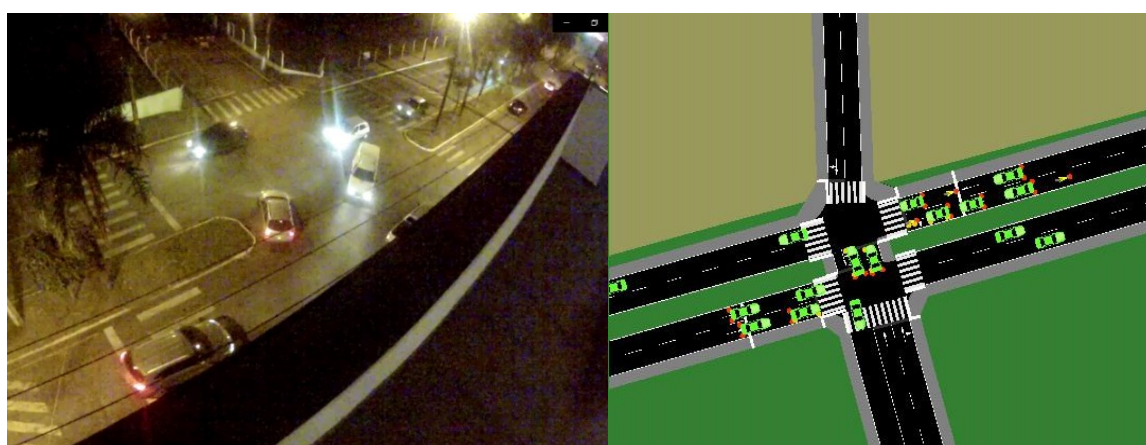


Figura 27 - Imagem 2 utilizada para validar a calibração
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

3.7 Determinação dos níveis de serviço

O local estudo de caso deste trabalho é composto por uma interseção urbana não semaforizada. Nesta situação, recomenda-se que o método utilizado para a determinação do nível de serviço seja baseado no tempo de espera. Este procedimento aborda os atrasos da viagem, consumo de combustível e desconforto dos motoristas. Conforme o tempo de espera aumenta, reduz-se o nível de classificação da interseção quanto ao seu nível de serviço, ou seja, mais se aproxima da classificação F (TBR, 2010).

Segundo o Comitê de HCQS (*Highway Capacity and Quality of Service Committee*), a interseção sinalizada é projetada principalmente em locais com volumes de tráfego relativamente elevados e apresentam maior atraso do que uma interseção não sinalizada (TRB, 2010).

As interseções não semaforizadas são um dos tipos de interseção mais complexos a se analisar. Por esse motivo, várias abordagens foram desenvolvidas ao longo dos anos, sendo que todas elas apresentam vantagens e desvantagens e, na maioria dos casos, só podem ser utilizadas de forma eficaz por meio de programas computacionais (AUSTROADS, 2020).

Para determinar o nível de serviço da interseção em estudo, em sua configuração atual, foram utilizados os parâmetros “*vehicleSum*”, número de veículos que deixaram a área de simulação durante o intervalo analisado, “*meanTimeLoss*”, definido como a perda de tempo média para todos os veículos que passaram pela área, “*vehicleSumWithin*”, número de veículos que entraram, mas ainda não saíram da área e “*meanTimeLossWithin*”, perda de tempo média coletada por veículos que entraram, mas ainda não saíram da área durante o intervalo de tempo definido para a simulação.

Tais parâmetros foram obtidos através da inserção dos chamados detectores de múltiplas entradas e saídas de via “E3” na plataforma gráfica *netedit*. Os detectores são inseridos na simulação por meio de um arquivo complementar, no qual são definidos suas posições e o local de início e fim para a coleta das informações, sendo inseridos para cada via nos três diferentes cenários analisados. Na Figura 34 pode-se observar os detectores no cenário sem intervenção. Cada linha em amarelo representa o comprimento abrangido por cada detector, onde podem ser coletados os parâmetros utilizados para o cálculo do nível de serviço da interseção.

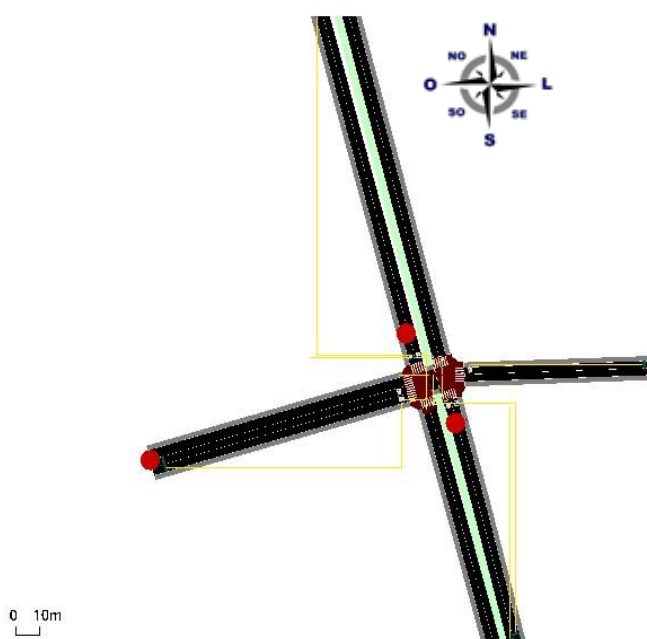


Figura 28 - Instalação dos detectores na plataforma gráfica *netedit*
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

4 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Após a etapa de calibração, realizou-se um estudo de alternativas para a melhoria da mobilidade na interseção. Neste caso, as alternativas analisadas foram a de implantação de uma rotatória e de um semáforo no local, utilizando-se dos dados de volume tráfego atual e o estimado para 10 anos, contidos nas planilhas apresentadas no Apêndice A.

Para a análise do local de estudo, foram utilizados os parâmetros de saída “*tripinfo*”, “*summary*” e “*queue*”, os quais foram inseridos como arquivos de saída de simulação do SUMO (.*cfg*) em cada análise, conforme Figura 29.

```
<output>
  <write-license value="true"/>
  <tripinfo-output value="tripinfos.xml"/>
  <queue-output value="queue.xml"/>
  <summary-output value="summary.xml"/>
```

Figura 29 - Programação para obter os relatórios de saída
Fonte: Autor (2021).

Os parâmetros de saída são gerados ao fim do tempo determinado na simulação, neste caso, ao fim de 3600 segundos, em formato *.xml*. Após a obtenção dos dados de saída foram realizadas as manipulações dos dados consideradas mais relevantes de cada parâmetro, determinando-se, para cada resultado, o valor máximo, médio e desvio padrão obtidos nos relatórios de saída da simulação.

Através do parâmetro de saída “*queue*” é possível obter valores relacionados ao comportamento de filas da simulação. Para este estudo, foram utilizados desse parâmetro os dados de tempo total de espera de veículos devido a uma fila (*queueing_time*), definido em segundos. Também, o comprimento da fila (*queueing_length*), o qual é calculado utilizando-se da extremidade do último veículo parado, dado em metros, e o comprimento experimental da fila (*queueing_length_experimental*), que leva em consideração o comprimento da mesma, até o último veículo com velocidade inferior à 5 km/h.

O parâmetro “*summary*” fornece informações referente aos veículos carregados, esperando para serem inseridos, chegarem ao seu destino e quanto tempo eles precisaram para terminar a rota (DLR, 2021). Também foram utilizados os dados de tempo médio de viagem de todos os veículos (*meanTravelTime*), dado

em segundos, e a velocidade média de todos os veículos que não estavam em paradas obrigatórias (*meanSpeed*) expresso em *m/s*.

O último parâmetro escolhido foi o “*TripInfo*”, que expressa informações sobre a hora de saída de cada veículo, a hora na qual o veículo pretendia arrancar (que pode ser inferior à hora real de partida) e a hora de chegada do veículo. A informação é gerada para cada veículo assim que ele chega ao seu destino final e é retirado da rede (DLR, 2010). Foram utilizados dados do tempo que o veículo precisou para realizar a rota (*duration*), o tempo em que a velocidade do veículo foi menor ou igual a 0,1 *m/s* (com exceção de paradas programadas) (*Waiting-Time*) e o tempo perdido por dirigir abaixo da velocidade ideal (*timeloss*), sendo que esse dado leva em consideração fatores que implicam em perda de tempo, como as desacelerações devido a cruzamentos. Todos os dados são expressos em segundos [s].

Além disso, através do parâmetro “*TripInfo*”, é possível gerar dados referentes ao tráfego de pedestres. Para esta análise foram utilizados os dados de tempo gasto (*duration*) e o tempo perdido pelo deslocamento em uma velocidade abaixo de sua velocidade máxima (*timeloss*), em unidade de segundos.

O arquivo também gera valores de emissões de poluentes. Foram utilizados os valores da quantidade total de CO (monóxido de carbono) e CO₂ (dióxido de carbono) emitida pelos veículos durante a viagem (*CO_abs*), (*CO2_abs*), expressos em miligramas (*mg*). Ainda, a quantidade total de combustível que o veículo usou durante a viagem (*fuel_abs*), dado em *ml*.

Para cada parâmetro escolhido foram definidos os valores médios, máximos e o desvio padrão obtidos na simulação. Os valores mínimos foram desconsiderados, pois em sua grande maioria eram iguais a zero, sendo pouco relevantes para a análise das alternativas propostas.

4.1 Alternativas aplicáveis para a situação atual

4.1.1 Volume de tráfego atual sem intervenções

Para representar na simulação a atual parada dos veículos na área de conflito do cruzamento (próximo ao canteiro central), foram criadas vias centrais que se interligam nas vias do cruzamento, selecionadas (cor azul) na Figura 30.

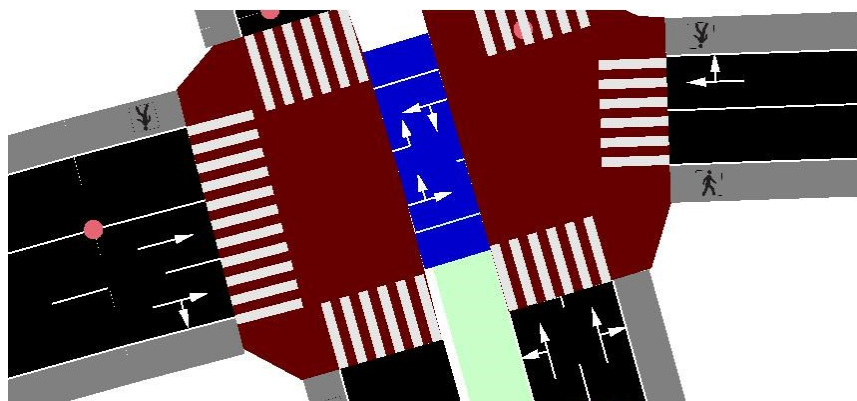


Figura 30 - Vias centrais de interligação
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

Caso não fossem desenhadas as vias centrais, os veículos só seguiriam suas viagens quando todo o percurso estivesse isento de outros veículos. Dessa forma, seguiriam a rota de origem e destino sem a possibilidade de parada intermediária, manobra atualmente realizada com muita frequência pelos motoristas, acarretando um tempo de viagem maior que o real na simulação.

A Avenida Cristo Rei, via principal, detentora do maior volume de tráfego do cruzamento, dispõe de dispositivos redutores de velocidade (lombadas), em ambos os sentidos, localizados próximos e ligeiramente anterior às faixas de pedestres, conforme Figura 31, realçadas em vermelho.

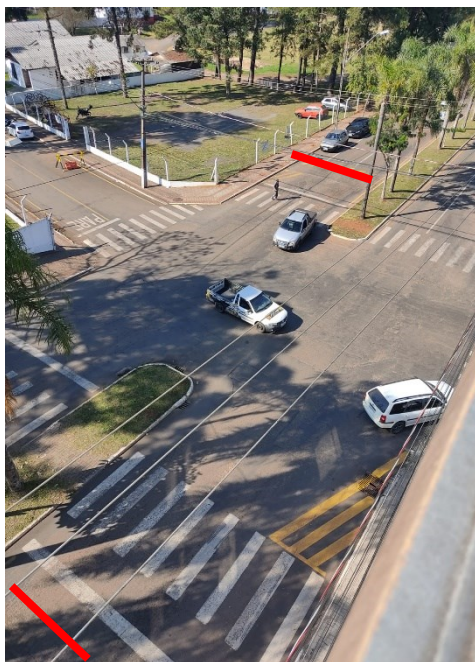


Figura 31 - Dispositivos redutores de velocidade da Av. Cristo Rei
Fonte: Autor (2021).

A Avenida Cristo Rei é uma via arterial. Segundo o Art.61 do Código de Trânsito Brasileiro, as vias arteriais possuem velocidade máxima permitida de 60 km/h e são caracterizadas por “interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade” (CTB, 1997, art. 61).

Porém, pelo fato da Avenida Cristo Rei ser uma extensão da Avenida Júlio Assis Cavalheiro, uma das principais Avenidas centrais de Francisco Beltrão, está regulamentada em 40 km/h, com o objetivo de se obter um tráfego mais seguro.

Visando uma simulação mais próxima possível da realidade local, foi realizado a inserção de faixas com velocidades inferiores à máxima permitida na via da plataforma gráfica do Sumo (*netedit*) (Figura 32). Para tal, foi adotada uma velocidade máxima de 10 km/h, visando representar essa queda de velocidade provocada pelo dispositivo redutor de velocidade presente atualmente no local.

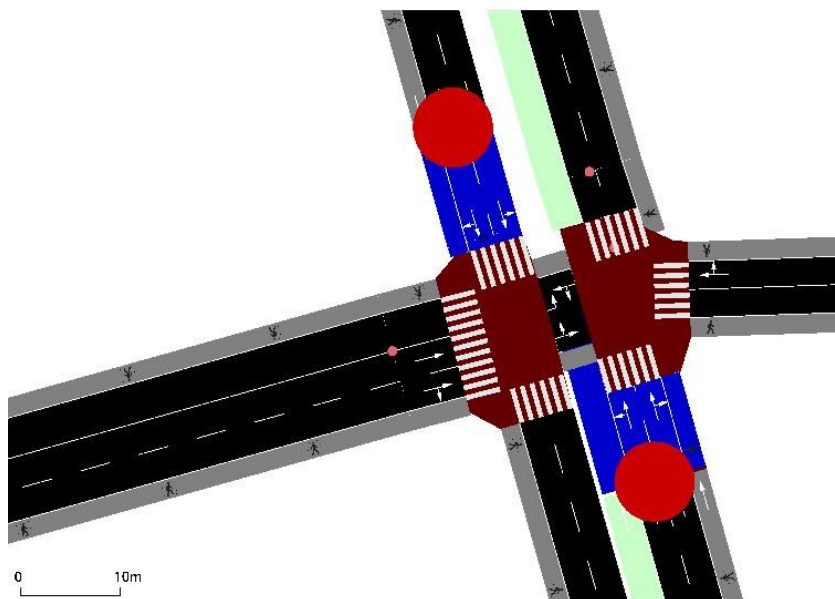


Figura 32 - Faixas redutoras de velocidade
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

A queda na velocidade anterior ao cruzamento representa dispositivo importante para os veículos localizados nas vias secundárias, neste caso, na Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes e na Rua Bela Vista, uma vez que precisam acessar a Avenida principal, além de garantir maior segurança aos pedestres.

Após a inserção desses elementos, foi realizado a simulação no *software* SUMO e, através dos parâmetros escolhidos, foram gerados relatórios de saída em formato *.xml* com as características de cada veículo. Com os dados obtidos, calcularam-se os valores médios, máximos e o desvio padrão para cada parâmetro de saída escolhido, conforme Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8.

A Tabela 6 contém dados gerados através do parâmetro de saída “*queue*”, ou seja, trata de valores relacionados ao comportamento das filas, tais como comprimento e tempo de espera.

Tabela 6 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (m)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	5,03	11,70	23,73
Máximo	65,70	148,65	116,55
Desvio padrão	8,50	19,29	25,81

Fonte: Autor (2021).

O tempo médio de espera em filas (*queueing time*) foi de 5,03 segundos, com um valor máximo de 65,70 segundos. Essa disparidade entre os valores se dá devido aos veículos que não necessitaram parar durante a simulação ou tiveram paradas curtas, ou seja, para estes casos o tempo de espera foi 0 ou praticamente 0 segundo. Como tais valores foram utilizados para o cálculo do tempo médio, contribuíram para a redução dos valores médios finais. Essa mesma análise também pode ser feita para o parâmetro de comprimento de fila (*queueing length*). O comprimento da fila experimental representa o comprimento da fila até o último veículo com velocidade inferior à 5 km/h.

Na Tabela 7 estão dispostos os valores médios, máximos e o desvio padrão, dos parâmetros de saída tempo médio de viagem e velocidade média, obtidos na simulação por meio do parâmetro “*summary*”.

Tabela 7 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	53,83	6,31
Máximo	63,59	11,71
Desvio padrão	6,63	1,89

Fonte: Autor (2021).

Na Tabela 8, apresentam-se os dados do parâmetro de saída “*TripInfo*”, referentes ao tempo de espera, emissão de gases poluentes e consumo de combustível.

Tabela 8 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo de espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	48,82	5,79	27,67	3767,29	136112,57	58,43
Máximo	277,80	115,70	257,61	22794,89	1322129,34	560,51
Desvio padrão	35,51	15,80	35,24	2562,77	100475,02	42,63

Fonte: Autor (2021).

Na Tabela 9, apresentam-se os dados gerados a partir do parâmetro de saída “*TripInfo*”, porém, neste caso, referente aos pedestres, com dados da duração da viagem e tempo perdido na simulação.

Tabela 9 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	231,97	19,37
Máximo	483,30	113,53
Desvio padrão	132,09	28,36

Fonte: Autor (2021).

4.1.1.1 Nível de serviço

Executando a simulação computacional com o *software* SUMO, foi possível verificar alguns parâmetros da condição atual referentes à dinâmica da interseção através da inserção de detectores, conforme abordado no item 3.7, foi possível a obtenção dos dados individuais de cada uma das vias do cruzamento, foi possível elaborar a Tabela 10, utilizada para posterior determinação do nível de serviço de cada via.

Tabela 10 - Resultados obtidos pelos detectores

Vias	Tempo perdido médio (s) (meanTimeLoss)	Veículos que entraram e saíram da simulação (vehicleSum)	Veículos que entraram na simulação (vehicleSumWithin)	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s) (meanTimeLossWithin)
Av. Cristo Rei (Centro)	56,26	85	0	0
Av. Cristo Rei (Norte)	28,77	1046	0	0
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	15,61	257	0	0
Rua Bela Vista	10,28	28	0	0

Fonte: Autor (2021).

A Equação 5, utilizada para determinar o Nível de serviço (NS), foi obtida na biblioteca do desenvolvedor do SUMO (ECLIPSE FOUNDATION, 2018).

$$NS = \frac{vehicleSum * meanTimeLoss + vehicleSumWithin * meanTimeLossWithin}{vehicleSum + vehicleSumWithin} \quad (5)$$

Como os parâmetros “*vehicleSumWithin*” e “*meanTimeWithin*” resultaram em 0, ou seja, todos os veículos que entraram na simulação conseguiram sair dela até o final da simulação, o nível de serviço foi determinado apenas pelo parâmetro “*meanTimeLoss*”. Para a análise foram utilizados os valores de classificação de nível de serviço para interseções não semaforizadas do HCM (2010), conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Delimitações das classes de nível de serviço para interseções não semaforizadas

Nível de serviço	Controle de atraso médio (segundos/veículo)
A	0 - 10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25- 35
E	> 35 - 50
F	> 50

Fonte: Adaptado de (HCM, 2010).

Dessa forma, pôde-se obter o nível de serviço para cada via do cruzamento analisado, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Níveis de serviço da interseção de análise

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Norte)	56,26	F
Av. Cristo Rei (Centro)	28,77	D
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	15,61	C
Rua Bela Vista	10,28	B

Fonte: Autor (2021).

Através da análise do nível de serviço da interseção na atualidade, é possível observar que a Avenida Cristo Rei, via com maior fluxo de tráfego da interseção, não

atende de forma adequada os veículos que transitam pelas vias, com nível de serviço F para o sentido do Norte e D para o sentido Centro. Ainda, é notório na área sobreposição de movimentos que representam riscos aos motoristas e pedestres.

4.1.2 Volume de tráfego atual com implantação de rotatória na interseção

Para a elaboração do traçado da rotatória, utilizou-se como base o traçado atual, sendo observado e utilizado o espaço físico disponível em seu entorno para sua elaboração, conforme ilustrado na Figura 33.

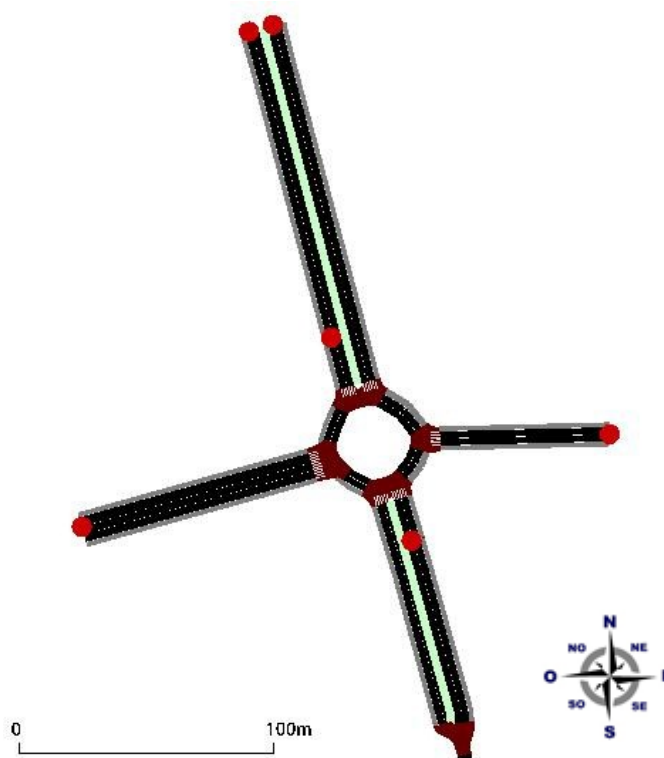


Figura 33 - Modelagem da rotatória no *netedit*
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

Para uma análise mais realista, deve-se realizar o projeto geométrico da rótula, seguindo os critérios definidos pelo Manual de Projeto de Interseções do DNIT (BRASIL, 2005) e o Manual de Projeto Geométrico do DNIT (BRASIL, 2010). No item 2.7.1 deste trabalho há uma breve descrição do método e critérios de implantação de rótulas. Após a simulação da rotatória no SUMO foi possível gerar as Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15 e Tabela 16, as quais contém dados referentes aos parâmetros de saída escolhidos para a análise.

Tabela 13 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (s)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	4,79	9,16	21,12
Máximo	92,10	124,03	66,38
Desvio padrão	11,33	17,06	19,98

Fonte: Autor (2021).

Tabela 14 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	53,59	5,75
Máximo	60,36	10,47
Desvio padrão	6,87	1,67

Fonte: Autor (2021).

Tabela 15 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo de espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO ₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	52,05	3,05	27,46	4122,56	142397,27	61,13
Máximo	259,80	121,80	231,69	22480,53	1441891,05	611,28
Desvio padrão	29,79	11,73	29,10	2420,41	99891,89	42,37

Fonte: Autor (2021).

Tabela 16 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	229,42	19,84
Máximo	512,40	59,72
Desvio padrão	136,47	21,95

Fonte: Autor (2021)

4.1.2.1 Nível de serviço

Na Tabela 17 é possível observar os resultados obtidos por meio dos detectores inseridos na análise da implantação de rotatória, utilizando o volume de tráfego atual, os quais foram aplicados na Equação (5) e comparadas na Tabela 11 – Delimitações das classes de nível de serviço do HCM (2010) descritos anteriormente, os quais possibilitaram a obtenção dos níveis de serviço para cada via, conforme Tabela 18.

Tabela 17 - Resultados obtidos pelos detectores

Vias	Tempo perdido médio (s) (meanTimeLoss)	Veículos que entraram e saíram da simulação	Veículos que entraram na simulação	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s)
		(vehicleSum)	(vehicleSumWithin)	(meanTimeLossWithin)
Av. Cristo Rei (Centro)	9,36	85	0	-1
Av. Cristo Rei (Norte)	29,92	1044	2	5,9
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	6,64	105	0	-1
Rua Bela Vista	13,54	28	0	-1

Fonte: Autor (2021).

Tabela 18 – Nível de serviço para volume de tráfego atual e implantação de rotatória

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Centro)	9,36	A
Av. Cristo Rei (Norte)	29,87	D
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	6,64	A
Rua Bela Vista	13,54	B

Fonte: Autor (2021).

Pela análise do resultado obtidos dos detectores, percebe-se que, com a implantação de uma rotatória no local, os níveis de serviço das vias ficam dentro do recomendado, com exceção da Cristo Rei (Norte). Dessa forma, resolvendo parcialmente os problemas de filas na interseção.

4.1.3 Volume de tráfego atual com implantação semaforica na interseção

Sendo uma das alternativas analisadas, foi realizada a simulação computacional da implementação semaforica. Uma primeira sugestão do programa retornou à relação de tempos de sinal verde apresentada na Tabela 19. Por padrão, o tempo amarelo gerado pelo *software* foi de 4 segundos, num ciclo total de 90 segundos.

Tabela 19 - Temporização verde gerada automaticamente pelo SUMO

Sentido	Tempo semaforico verde (s)
Av. Cristo Rei – Sentido bairros	17
Rua Bela vista – todos os sentidos	19
Av. Pref. Guiomar de Jesus Lopes – todos os sentidos	19
Av. Cristo Rei – Sentido centro	19

Fonte: Autor (2021).

Após uma análise desses tempos, verificou-se que o *software* sugeriu tempos semaforicos não condizentes com as necessidades individuais das vias, retornando praticamente os mesmos valores de tempo semaforico para vias de fluxos muito diferentes. Para ajustar esses valores, foi utilizado o método de Webster, descrito no Capítulo 2 deste trabalho, o qual busca a minimização do atraso médio por veículo.

Para implementar o método de Webster, são necessárias algumas alterações na programação e formatos de arquivos utilizados. Durante a definição das rotas, optou-se por fazê-las utilizando-se do parâmetro *flow*, o qual gera um arquivo de rotas no formato *.trip*. A vantagem dessa utilização reside na possibilidade de se definir, em uma mesma linha de código, o número de veículos que utilizarão a via em um determinado intervalo de tempo, como mostrado na Figura 34. Neste formado, são definidos os tempos de início e fim (*begin* e *end*), o número de veículos, tipo de veículo e a rota percorrida – no caso a7 para a6. Seguindo o mesmo princípio, pode ser definido o fluxo de pessoas (*personFlow*). Para os pedestres, porém, é necessário definir sua rota completa (*walk edges*). O software SUMO, porém, apenas faz a aplicação do método Webster em rotas salvas no formato *.rou*. Para tal, foi feita

a conversão do arquivo inserindo no arquivo de configuração do SUMO (.*cfg*) a codificação mostrada na Figura 35. Esta linha de código salva um arquivo com as rotas no formato desejado (.*rou*).

Figura 34 - Exemplo de inserção de veículos utilizando comando *flow*

```
<flow id="Fluxo11.1" color="102,255,51" begin="0" end= "900" number="44" type="Carro" departLane = "random" from="a7" to="a6"/>
<flow id="Fluxo11.2" color="0,0,255" begin="0" end= "900" number="0" type="Onibus" departLane = "random" from="a7" to="a6"/>
<flow id="Fluxo11.3" color="255,0,0" begin="0" end= "900" number="0" type="Caminhao" departLane = "random" from="a7" to="a6"/>
<flow id="Fluxo11.4" color="1,1,0" begin="0" end= "900" number="12" type="Moto" departLane = "random" from="a7" to="a6"/>

<personFlow id="personFlow_1.11" color="153, 0, 153" begin="0" end="900" number="3">
<walk edges="a3 a2 a1 a8"/>
</personFlow>
```

Fonte: Autor (2021).

Figura 35 - Inserção do comando de saída no arquivo de configuração do SUMO

```
<output>
<vehroute-output value="rotas.rou.xml"/>
</output>
```

Fonte: Autor (2021).

Em posse do arquivo da rede (*rede.net.xml*) e das rotas (*rotas.rou.xml*), foi possível aplicar o método Webster de otimização de tempos semafóricos. Esse procedimento consiste na execução de um chamado em linguagem Python disponível na biblioteca do SUMO. Esse arquivo, nomeado de *tlsCycleAdaptation.py* deve ser copiado para o diretório raiz de trabalho do SUMO. Na sequência, foi aberta uma janela do *Prompt de Comando* e navegado até a pasta de trabalho com todos os arquivos utilizados no SUMO. Na janela do *cmd* digitou-se o seguinte código:

```
python tlsCycleAdaptation.py -n rede.net.xml -r rotas.rou.xml -o
otimizacao_tempos.add.xml
```

Este chamado fez uso dos arquivos de rede e de rotas, os quais devem estar corretamente nomeados e, como resultado, o arquivo chamado *otimizacao_tempos.add.xml* é salvo, sendo este um arquivo adicional do SUMO que pode ser posteriormente importado. O arquivo gerado neste processo retornou o tempo de verde apresentado na Tabela 20, com tempo de ciclo de 110 segundos.

Como a Avenida Prof. Guiomar de Jesus Lopes retornou um tempo de 8 segundos e, segundo o manual de Sinalização Semafórica do DENATRAN (2014), nenhum tempo de verde deve ser inferior a 10 segundos, este valor foi alterado para 10 segundos, gerando um tempo de ciclo de 112 segundos.

Tabela 20 - Temporização verde gerada pela metodologia de Webster

Sentido	Tempo semafórico verde (s)
Av. Cristo Rei – Sentido bairros	56
Rua Bela vista – todos os sentidos	10
Rua Prof. Guiomar Lopes – todos os sentidos	10
Av. Cristo Rei – Sentido centro	20

Fonte: Autor (2021).

Percebe-se nitidamente uma alocação de tempo verde muito superior para a Av. Cristo Rei, de sentido contrário à área central. Isso ocorre, pois o dia e turno de maior fluxo de veículos durante o período de contagem ocorreu na sexta-feira das 17:30 às 18:30hrs. O fluxo grande é explicado pelos motoristas que deixam a área central rumo às suas casas.

Como comparativo dos tempos semafóricos, foi utilizado o *software* gratuito “Semaforo” desenvolvido pelo Engenheiro Italiano Giofre Vincenzo Pasquale, o qual se baseia no método disponível no HCM para a definição dos tempos semafóricos. A tela inicial do *software* é mostrada na Figura 36.

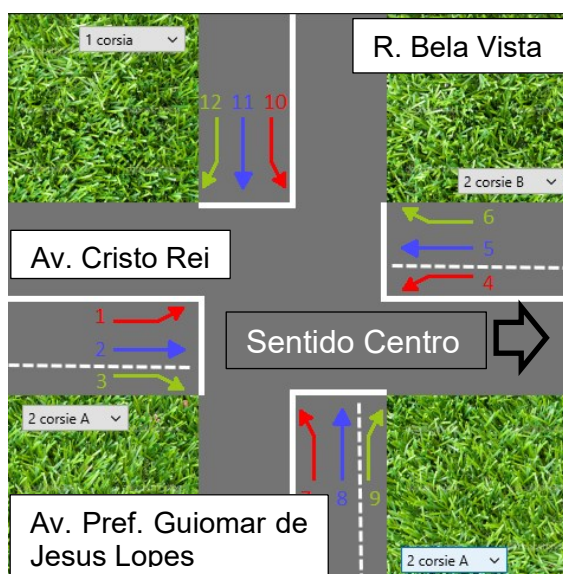


Figura 36 - Visão da página inicial do software "Semaforo"
 Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Semaforo (2017).

Percebe-se que o *software* apresenta uma roteirização diferente da tratada até então: ao invés de nomear a origem e destino, ele nomeia movimentos. A conversão das rotas para movimentos é mostrada na Tabela 21.

Tabela 21 – Conversão de movimentos para rotas

Movimento	Via de Origem	Via de Destino
1	Av. Cristo Rei Centro (1)	Rua Bela Vista (4)
2	Av. Cristo Rei Centro (1)	Av. Cristo Rei Centro (6)
3	Av. Cristo Rei Centro (1)	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (8)
4	Av. Cristo Rei Norte (5)	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (8)
5	Av. Cristo Rei Norte (5)	Av. Cristo Rei Norte (2)
6	Av. Cristo Rei Norte (5)	Rua Bela Vista (4)
7	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (7)	Av. Cristo Rei Bairros (2)
8	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (7)	Rua Bela Vista (4)
9	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (7)	Av. Cristo Rei Centro (6)
10	Rua Bela Vista (3)	Av. Cristo Rei Centro (6)
11	Rua Bela Vista (3)	Av. Pref. G. de Jesus Lopes (8)
12	Rua Bela Vista (3)	Av. Cristo Rei Bairros (2)

Fonte: Autor (2021).

Para executar a simulação, é necessária a introdução de alguns parâmetros. Nesta execução, foram inseridos os valores UCP para cada movimento correspondentes à maior VHant (Volume horário anterior), definido no Capítulo 3 (coluna 1 – manobra), bem como as larguras das vias (L - corsie). Os demais parâmetros se mantiveram conforme os dados padrões sugeridos pelo *software*. As entradas necessárias para a simulação são apresentadas na Figura 37.

Man.	Flusso	L corsie	N corsie	Pendenza	Tipo Area	Veic. Pes.	N parc.	N F.bus
1	8	3.1	1	0	CdA	5	0	0
2	382	3.1	1	0	CdA	5	0	0
3	226	3.1	1	0	CdA	5	0	0
4	357	2.8	1	0	CdA	5	0	0
5	778	2.8	1	0	CdA	5	0	0
6	22	2.8	1	0	CdA	5	0	0
7	198	2.8	1	0	CdA	5	0	0
8	39	2.8	1	0	CdA	5	0	0
9	180	2.8	1	0	CdA	5	0	0
10	16	2.8	1	0	CdA	5	0	0
11	66	2.8	1	0	CdA	5	0	0
12	30	3.9	1	0	CdA	5	0	0

Figura 37 - Parâmetros utilizados para geração dos tempos semafóricos
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Semaforo (2017).

Com essa execução, foi possível gerar o tempo semafórico, o qual está mostrado na Figura 38.

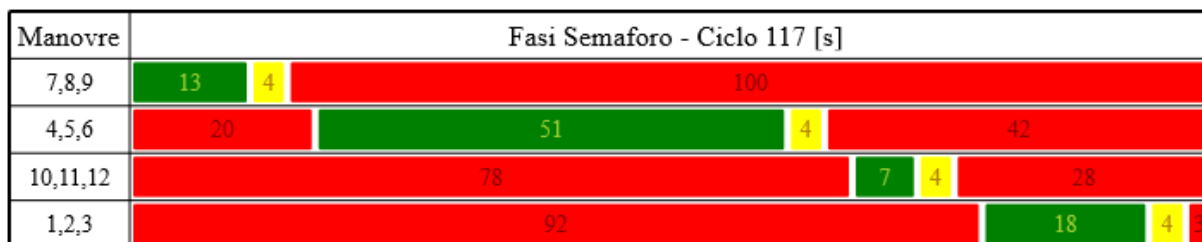


Figura 38 - Tempo semafórico gerado pelo software Semaforo
 Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Semaforo (2017).

Percebe-se que tanto o *software* SUMO quanto o *software* Semaforo retornaram tempos semafóricos parecidos. Por padronização das simulações, os valores retornados pelo Semaforo foram inseridos para análise no SUMO, com exceção do valor de 7 segundos gerado para a R. Bela Vista, o qual foi modificado para 10 segundos, conforme recomendação do DENATRAN (2014). Importante ressaltar que, conforme recomendação também do DENATRAN (2014), os tempos de ciclos ficaram abaixo de 120 segundos.

Nas Tabelas 22, 23, 24 e 25 estão dispostos os resultados das análises com os parâmetros de saída utilizados na simulação.

Tabela 22 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (s)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	37,59	33,27	34,30
Máximo	98,50	161,39	109,50
Desvio padrão	25,48	28,80	24,90

Fonte: Autor (2021).

Tabela 23 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	73,47	3,42
Máximo	81,13	8,70
Desvio padrão	10,32	1,41

Fonte: Autor (2021).

Tabela 24 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo de espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO ₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	76,95	38,68	58,65	8150,63	197438,35	84,76
Máximo	389,50	311,20	372,98	51972,88	2016338,45	854,82
Desvio padrão	50,09	44,11	49,88	7138,56	159789,13	68,06

Fonte: Autor (2021).

Tabela 25 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	176,49	26,68
Máximo	414,40	99,28
Desvio padrão	123,21	23,50

Fonte: Autor (2021).

4.1.3.1 Nível de serviço

Na Tabela 26 observam-se os resultados registrados pelos detectores.

Tabela 26 - Resultados obtidos pelos detectores

Vias	Tempo perdido médio (s) (<i>meanTimeLoss</i>)	Veículos que entraram e saíram da simulação (<i>vehicleSum</i>)	Veículos que entraram na simulação (<i>vehicleSumWithin</i>)	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s) (<i>meanTimeLossWithin</i>)
Av. Cristo Rei (Centro)	70,9	82	1	78,14
Rua Bela Vista	64,6	24	0	0
Av. Cristo Rei (Norte)	27,18	1045	4	13
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	107,75	364	21	150,72

Fonte: Autor (2021).

Com o resultado, foram comparados os valores de classificação de nível de serviço para interseções semaforizadas do HCM (2010), conforme Tabela 27. E

assim, obteve-se o nível de serviço de cada via, conforme Tabela 28, bem como o atraso médio para cada via.

Tabela 27 - Delimitações das classes de nível de serviço para interseções semaforizadas

Nível de serviço	Controle de atraso médio (segundos/veículo)
A	≤ 10
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35- 55
E	55 - 80
F	> 80

Fonte: Autor (2021).

Tabela 28 - Nível de serviço para volume de tráfego atual e implantação semaforizada

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Centro)	70,99	E
Rua Bela Vista	64,60	E
Av. Cristo Rei (Norte)	27,13	C
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	110,09	F

Fonte: Autor (2021)

Visto o maior tempo alocado para a via Cristo Rei sentido Norte, esta foi a única que teve nível de serviço dentro da categoria recomendada, C. As demais tiveram um atraso médio maior que 50 segundos, alocando-as em categorias inferiores de nível de serviço recomendado.

4.2 Análise e comparativo das intervenções propostas – fluxo atual

Com intuito de analisar as intervenções propostas qualitativamente, é feito um compilado com as informações principais obtidas. Na Tabela 29 é mostrado resumo dos resultados obtidos por meio dos 3 parâmetros de saída descritos, aplicados em três diferentes análises (sem intervenções, implantação de rotatória e implantação semaforizada) na interseção em estudo, por meio de simulação de tráfego no *software* SUMO. Para sua elaboração foram utilizados os valores médios dos dados considerados mais relevantes de cada parâmetro de saída

escolhido, utilizando-se do volume de tráfego atual da área. A representação gráfica dos valores é mostrada na Figura 39.

Tabela 29 - Resumo dos valores médios dos parâmetros de saída

Análises	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (m)	Velocidade média (m/s)	Tempo perdido (s)
Sem intervenções	5,03	11,70	6,31	27,67
Implantação de rotatória	4,79	9,16	5,75	27,46
Implantação semaforica	37,59	33,27	3,42	58,65

Fonte: Autor (2021).

Analisando a configuração atual da interseção, considerando o volume de tráfego atual, com as alternativas de implantação de rotatória e de sinalização semaforica, pode-se observar que a implementação da rotatória resultou em uma redução de 5% (0,24 s) do tempo médio de espera em fila e uma redução no comprimento médio de fila de aproximadamente 20% (2,54 s). Também houve uma pequena redução no tempo perdido, sendo este referente ao tempo gasto pela necessidade de deslocamento abaixo da velocidade ideal. Na mesma linha, a aplicação da rotatória provocou uma diminuição na velocidade média, com uma redução acima de 8% da média realizada por veículos na condição atual. Esta redução pode ser interpretada como positiva do ponto de vista de segurança da via, uma vez que durante a contagem percebeu-se veículos transitando em velocidade não condizente com recomendação da via.

A implementação semaforica, por sua vez, alcançou valores maiores de comprimento de fila e tempo de espera em comparação à situação atual do cruzamento e uma redução em mais de 50% da velocidade média dos veículos na via. Na Tabela 30 é apresentado um resumo dos valores obtidos para esses mesmos parâmetros, mas com os valores máximos obtidos.

Tabela 30 - Resumo dos valores máximos dos parâmetros de saída

Análises	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (m)	Velocidade média (m/s)	Tempo perdido (s)
Sem intervenções	65,70	148,65	11,71	257,61
Implantação de rotatória	92,10	124,03	10,47	231,69
Implantação semafórica	98,50	161,39	8,70	372,98

Fonte: Autor (2021).

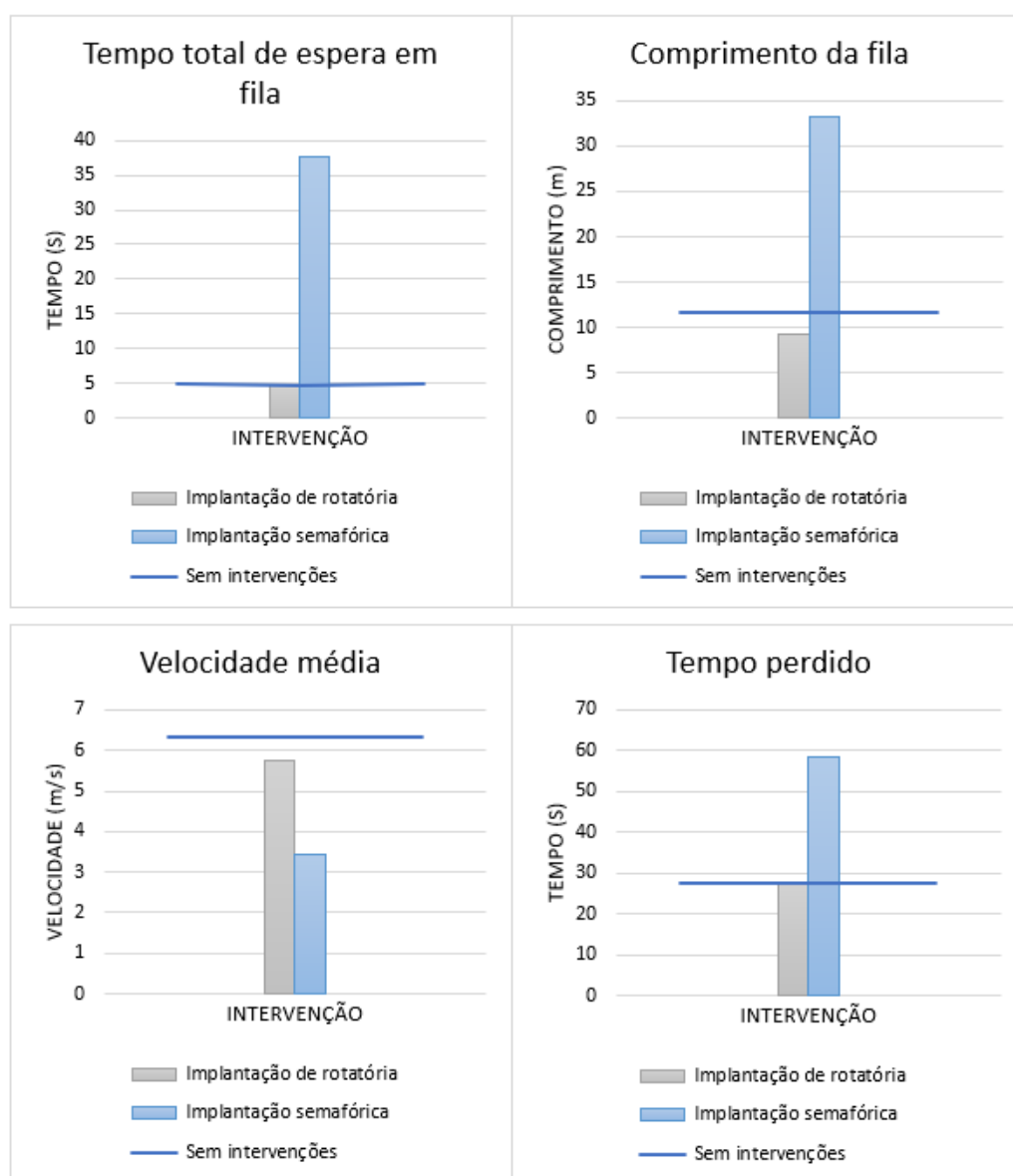


Figura 39 – Análise dos parâmetros médios para as intervenções propostas
Fonte: Autor (2021).

Os dados da Tabela 30 também sugerem que a rotatória obteve melhor desempenho em relação à configuração atual e à alternativa de implantação de semáforo, nos quesitos tempo de espera em fila e comprimento de fila, com valores inferiores, obtendo apenas o valor de velocidade média inferior a análise da configuração atual.

Nas análises também se notou que a interseção, em seu formato atual, é a que menos gera emissões de poluentes e resulta em um menor consumo de combustível quando comparado às alternativas avaliadas (Tabela 31).

Tabela 31 - Resumo dos resultados médios de emissão de gases e gastos de combustível

Análises	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Sem intervenções	3767,29	136112,57	58,43
Implantação de rotatória	4122,56	142397,27	61,13
Implantação semaforica	8150,63	197438,35	84,76

Fonte: Autor (2021).

A intervenção que geraria mais poluição e maior consumo de combustível é a implantação de semáforo, seguido pela rotatória. Isso possivelmente é ocasionado devido às paradas impostas com esses dispositivos, como por exemplo a sinalização de preferencial, no caso da rotatória e aos tempos de espera e tempos perdidos provocados pela sinalização semaforica. Desta forma, observa-se um aumento do consumo de combustível em razão da aceleração imposta para alterar velocidade dos veículos e, no extremo, os tirando da inércia. Consequentemente, é aumentada a emissão de gases poluentes, como mostrado na Figura 40.

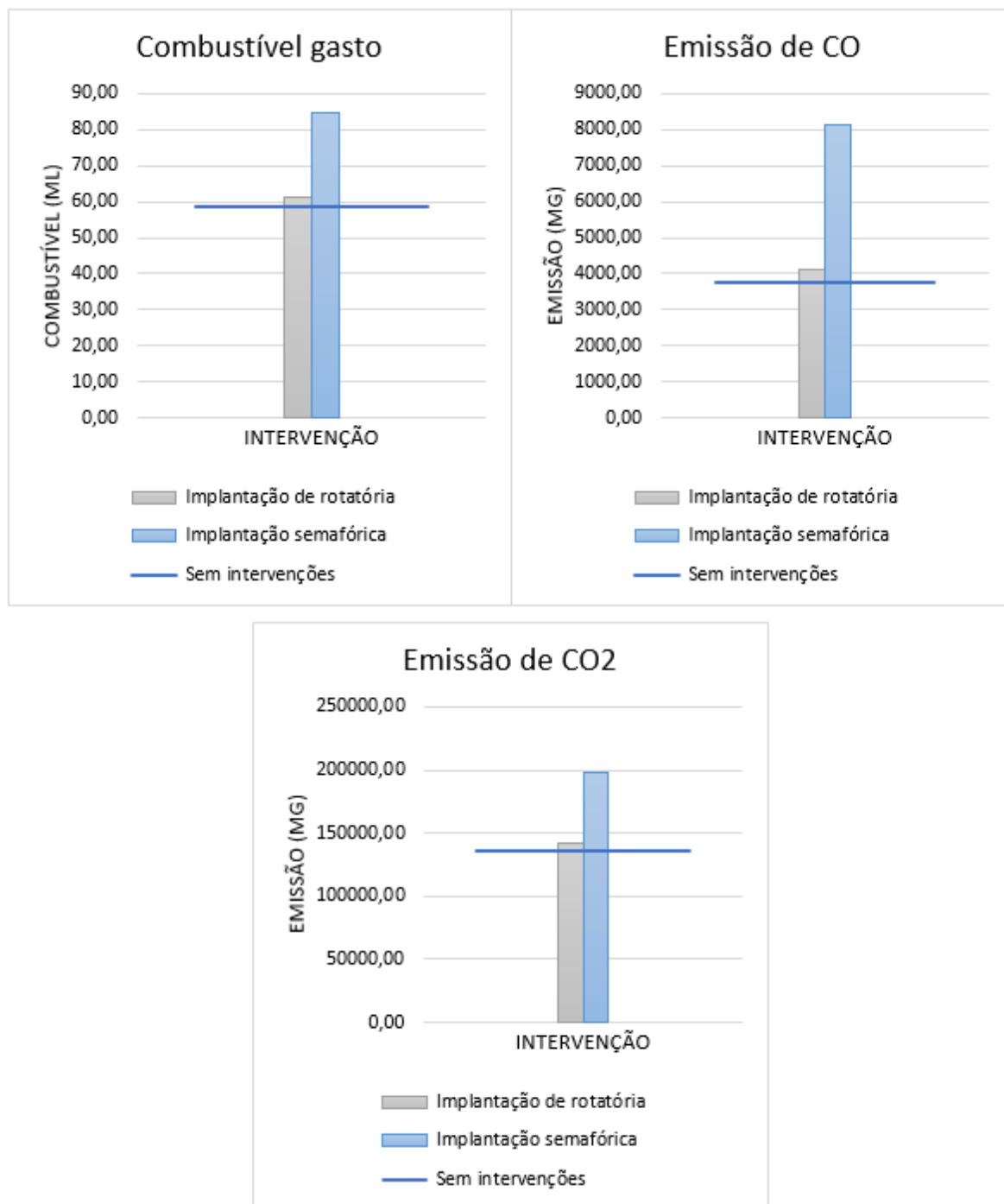


Figura 40 - Comparativo do consumo de combustível e emissão de gases
Fonte: Autor (2021).

Seguindo o mesmo princípio, é feita a análise das viagens realizadas pelos pedestres que se utilizam da interseção. Na Tabela 32, apresentam-se os valores referentes à duração das viagens e os tempos perdidos para as três alternativas de intervenções.

Tabela 32 – Comparativo temporal do tráfego de pedestres para as intervenções

Análises	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Sem intervenções	231,97	19,37
Implantação de rotatória	229,42	19,84
Implantação semaforica	176,49	26,68

Fonte: Autor (2021).

Como uma visão geral das alternativas propostas no *software* SUMO, observou-se que a implantação semaforica resultou em uma duração de viagem menor que as demais intervenções, porém apresentou o maior tempo perdido. Nas Figura 41, Figura 42 e Figura 43 são apresentadas imagens representativas das simulações em um mesmo intervalo de tempo, escolhido aleatoriamente 100 segundos para a captura da imagem. Através delas, é possível observar a representação visual das análises realizadas.



Figura 41 – Simulação no *software* SUMO do cenário atual da interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

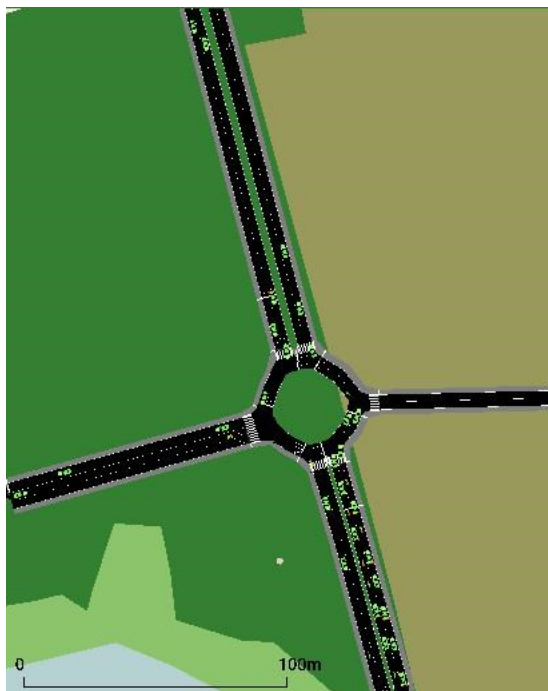


Figura 42 - Simulação no *software* SUMO de implantação de rotária na interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).



Figura 43 - Simulação no *software* SUMO da implantação semafórica na interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

4.3 Alternativas para demanda de fluxo futura

4.3.1 Volume de tráfego futuro sem intervenções

Supondo que a interseção não receba nenhum tipo de alteração, tem-se o *layout* atual com fluxo de veículos estimado, em 10 anos, 70% maior. Este cenário foi simulado utilizando o *software* SUMO. Com os mesmos parâmetros analisados para o ano presente, foram obtidas as Tabela 33, Tabela 34, Tabela 35 e Tabela 36.

Tabela 33 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (s)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	10,97	36,99	51,45
Máximo	200,90	148,66	122,54
Desvio padrão	21,36	52,01	45,41

Fonte: Autor (2021).

Tabela 34 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	101,73	2,37
Máximo	115,19	7,71
Desvio padrão	20,10	0,64

Fonte: Autor (2021).

Tabela 35 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da Viagem (s)	Tempo de Espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	111,38	27,20	90,53	8331,08	196219,10	84,24
Máximo	737,10	441,20	715,64	63342,21	2800980,34	1187,46
Desvio padrão	116,13	61,29	115,49	8820,36	189100,91	80,62

Fonte: Autor (2021).

Tabela 36 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	231,24	19,21
Máximo	485,10	108,84
Desvio padrão	134,78	28,28

Fonte: Autor (2021).

4.3.1.1 Nível de serviço

Na Tabela 37 observam-se os resultados registrados pelos detectores.

Tabela 37 - Resultados obtidos pelos detectores

Vias	Tempo perdido médio (s)	Veículos que entraram e saíram da simulação	Veículos que entraram na simulação	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s)
	(<i>meanTimeLoss</i>)	(<i>vehicleSum</i>)	(<i>vehicleSumWithin</i>)	(<i>meanTimeLossWithin</i>)
Av. Cristo Rei (Centro)	269,93	71	8	101,12
Rua Bela Vista	146,60	52	0	0
Av. Cristo Rei (Norte)	77,06	1359	19	26,57
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	57,88	432	0	0

Fonte: Autor (2021).

Em posse dos resultados registrados pelos detectores, foi possível estimar o nível de serviço das vias, conforme Tabela 38.

Tabela 38 - Nível de serviço para volume de tráfego futuro sem intervenções

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Centro)	252,84	F
Rua Bela Vista	146,60	F
Av. Cristo Rei (Norte)	76,36	F
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	57,88	F

Fonte: Autor (2021).

4.3.2 Volume de tráfego futuro com implantação de rotatória na interseção

Na análise com a implementação da rotatória, também com projeção para o décimo ano , de crescimento de 70% da frota, sendo obtidos os dados apresentados nas Tabela 39, Tabela 40, Tabela 41 e Tabela 42.

Tabela 39 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (s)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	4,96	9,53	22,39
Máximo	138,30	148,32	103,44
Desvio padrão	12,28	16,30	19,35

Fonte: Autor (2021).

Tabela 40 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	64,38	4,41
Máximo	70,33	6,76
Desvio padrão	8,22	1,05

Fonte: Autor (2021).

Tabela 41 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da Viagem (s)	Tempo de espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	63,19	5,99	38,83	4947,51	155900,54	66,90
Máximo	283,70	174,10	257,88	29834,73	1539330,60	652,59
Desvio padrão	34,37	15,31	33,61	2853,43	117941,69	50,01

Fonte: Autor (2021).

Tabela 42 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	231,74	20,70
Máximo	512,10	59,52
Desvio padrão	139,32	22,05

Fonte: Autor (2021).

4.3.2.1 Nível de serviço

De maneira análoga, os parâmetros obtidos pelos detectores são mostrados na Tabela 43 e, a partir deles, são calculados os níveis de serviço mostrados na Tabela 44.

Tabela 43 – Parâmetros obtidos pela instalação de detectores

Vias	Tempo perdido médio (s) <i>(meanTimeLoss)</i>	Veículos que entraram e saíram da simulação <i>(vehicleSum)</i>	Veículos que entraram na simulação <i>(vehicleSumWithin)</i>	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s) <i>(meanTimeLossWithin)</i>
Av. Cristo Rei (Centro)	14,66	149	0	0
Rua Bela Vista	47,85	51	0	0
Av. Cristo Rei (Norte)	48,8	1165	16	40,15
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	13,9	184	0	0

Fonte: Autor (2021).

Tabela 44 - Nível de serviço para volume de tráfego futuro e implantação de rotatória

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Centro)	14,66	B
Rua Bela Vista	47,85	E
Av. Cristo Rei (Norte)	48,68	E
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	13,90	B

Fonte: Autor (2021).

Pela análise dos dados de níveis de serviço, no futuro as vias Av. Cristo Rei sentido centro e Av. Pref. Guiomar de Jesus Lopes atenderão o nível de serviço especificado, ficando abaixo do nível “C”.

4.3.3 Proposta de intervenção semafórica

Para a simulação da implantação semafórica, utilizado o mesmo fator de crescimento de 70%, foram recalculados os tempos semafóricos. Essa nova frota de veículos foi inserida no *software* “Semaforo” para a geração dos tempos semafóricos, conforme Figura 44.

Figura 44 – Parâmetros utilizados para geração dos tempos semafóricos na condição futura (10 anos)

Man.	Flusso	L corsie	N corsie	Pendenza	Tipo Area	Veic. Pes.	N parc.	N F.bus
1	14	3.1	1	0	CdA	5	0	0
2	649	3.1	1	0	CdA	5	0	0
3	383	3.1	1	0	CdA	5	0	0
4	607	2.8	1	0	CdA	5	0	0
5	1340	2.8	1	0	CdA	5	0	0
6	38	2.8	1	0	CdA	5	0	0
7	336	2.8	1	0	CdA	5	0	0
8	66	2.8	1	0	CdA	5	0	0
9	305	2.8	1	0	CdA	5	0	0
10	27	2.8	1	0	CdA	5	0	0
11	112	2.8	1	0	CdA	5	0	0
12	51	3.9	1	0	CdA	5	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Semaforo (2017).

Na sequência, foram obtidos os novos valores de temporização semafórica, conforme Figura 45. Percebe-se que o novo tempo de ciclo foi de 134 segundos. Para inserção dos valores no SUMO, o tempo de 7 segundos foi aumentado para 10 segundos, conforme justificado anteriormente.

Manovre	Fasi Semaforo - Ciclo 134 [s]			
7,8,9	15	4	115	
4,5,6	22	63	4	45
10,11,12	92		7	4
1,2,3	106		21	4

Figura 45 - temporização semafórica para a condição futura (10 anos)
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Semaforo (2017).

Cabe ressaltar os valores mais elevados para os movimentos 4, 5 e 6. Essencialmente, essas rotas representam o fluxo gerado da área central e que se distribui de forma a conduzir as pessoas para áreas mais afastadas do centro. O horário de maior fluxo de veículos, dentre todas as contagens realizadas, ocorreu na sexta-feira, entre às 17h30min e 18h30min, horário em que as pessoas deixam seus trabalhos na área central e se deslocam até suas residências.

Assim como o cenário atual (2021), o mesmo procedimento de geração dos tempos semafóricos utilizando o método de Webster foi performedo. Porém, para a situação futura, os tempos retornados pelo método não apresentaram valores coerentes: foram dedicados 34 segundos para o tempo semafórico verde da Av. Cristo Rei, sentido bairros, e 8 segundos de verde para as demais vias. Dessa forma, optou-se por seguir com a simulação utilizando-se os tempos gerados pelo software “Semaforo”.

Através da simulação com a implementação da sinalização semafórica no local de estudo foi possível obter os resultados de alguns parâmetros de saída, conforme Tabela 45, Tabela 46, Tabela 47 e Tabela 48.

Tabela 45 - Resultados do parâmetro de fila (*queue*)

	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (s)	Comprimento da fila experimental (s)
Média	44,91	92,75	72,97
Máximo	105,00	161,40	131,68
Desvio padrão	27,95	47,71	35,92

Fonte: Autor (2021).

Tabela 46 - Resultados do parâmetro de espera (*summary*)

	Tempo médio de viagem (s)	Velocidade média (m/s)
Média	117,58	1,98
Máximo	133,24	7,38
Desvio padrão	23,01	0,75

Fonte: Autor (2021).

Tabela 47 - Resultados do parâmetro de tempo de viagem (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo de espera (s)	Tempo perdido (s)	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO ₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Média	132,77	86,81	114,50	15180,01	300278,20	128,89
Máximo	448,20	361,00	428,14	64221,55	3212559,85	1361,95
Desvio padrão	92,91	81,10	92,35	12908,29	268678,67	114,49

Fonte: Autor (2021).

Tabela 48 - Resultados do parâmetro tempo de viagem para pedestres (*TripInfo*)

	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Média	175,69	28,11
Máximo	414,80	109,22
Desvio padrão	12,36	27,10

Fonte: Autor (2021).

4.3.3.1 Nível de serviço

De maneira análoga, os parâmetros obtidos pelos detectores são mostrados na Tabela 49.

Tabela 49 - Resultados obtidos pelos detectores

Vias	Tempo perdido médio (s) (<i>meanTimeLoss</i>)	Veículos que entraram e saíram da simulação (<i>vehicleSum</i>)	Veículos que entraram na simulação (<i>vehicleSumWithin</i>)	Tempo perdido médio dos veículos que entraram na simulação (s) (<i>meanTimeLossWithin</i>)
Av. Cristo Rei (Centro)	201,24	102	8	97,56
Rua Bela Vista	222,63	42	2	130,53
Av. Cristo Rei (Norte)	35,95	1521	10	5,93
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	186,55	424	27	135,75

Fonte: Autor (2021).

Com o resultado, tem-se os valores para atraso médio e classificação quanto ao fator de serviço mostrados na Tabela 50. Nesta análise, com exceção da Av. Cristo Rei sentido centro que ficou na penúltima classificação, as demais se encaixaram no pior cenário, nível “F”.

Tabela 50 – Nível de serviço para volume de tráfego futuro e implantação semafórica

Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço
Av. Cristo Rei (Centro)	193,70	F
Rua Bela Vista	218,44	F
Av. Cristo Rei (Norte)	35,75	D
Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	183,51	F

Fonte: Autor (2021).

Importante ressaltar que a determinação dos tempos de ciclo apresentados até então representam apenas uma estimativa, sendo necessários estudos mais detalhados sobre este parâmetro anteriormente à sua instalação.

4.3.4 Comparativo das intervenções propostas para demanda futura

Analisando os dados de saída do SUMO, conforme Tabela 51, é possível observar que, assim como na análise com os volumes de tráfego atual, a rotatória apresentou o melhor desempenho. A representação gráfica dos valores é mostrado na Figura 46.

Tabela 51 - Compilado dos valores médios resultantes dos parâmetros de saída

Análises	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (m)	Velocidade média (m/s)	Tempo Perdido (s)
Sem intervenções	10,97	36,99	2,37	90,53
Implantação de rotatória	4,96	9,53	4,41	38,83
Implantação semafórica	44,91	92,75	1,98	114,50

Fonte: Autor (2021).

Para o volume de tráfego estimado para 10 anos a implementação de rotatória apresentou o melhor desempenho para todos os parâmetros analisados, diferentemente da análise com os volumes de tráfego atuais, onde a proposta de intervenção apresentava uma velocidade média de tráfego inferior à da interseção em sua configuração atual e maior tempo de espera em fila.

A implementação semafórica, assim como na análise com os volumes de tráfego atuais, apresentou os maiores valores de tempo de espera, comprimento em filas e de tempo perdido, além da velocidade média menor.

Em relação à configuração do cruzamento e rotatória com o fluxo estimado para 10 anos é possível observar uma diminuição em mais de 54% no tempo total em filas e de 74% no comprimento das filas. Além disso, o deslocamento ocorreu em uma velocidade média quase 50% maior e com uma redução de quase 60% em tempo perdido.

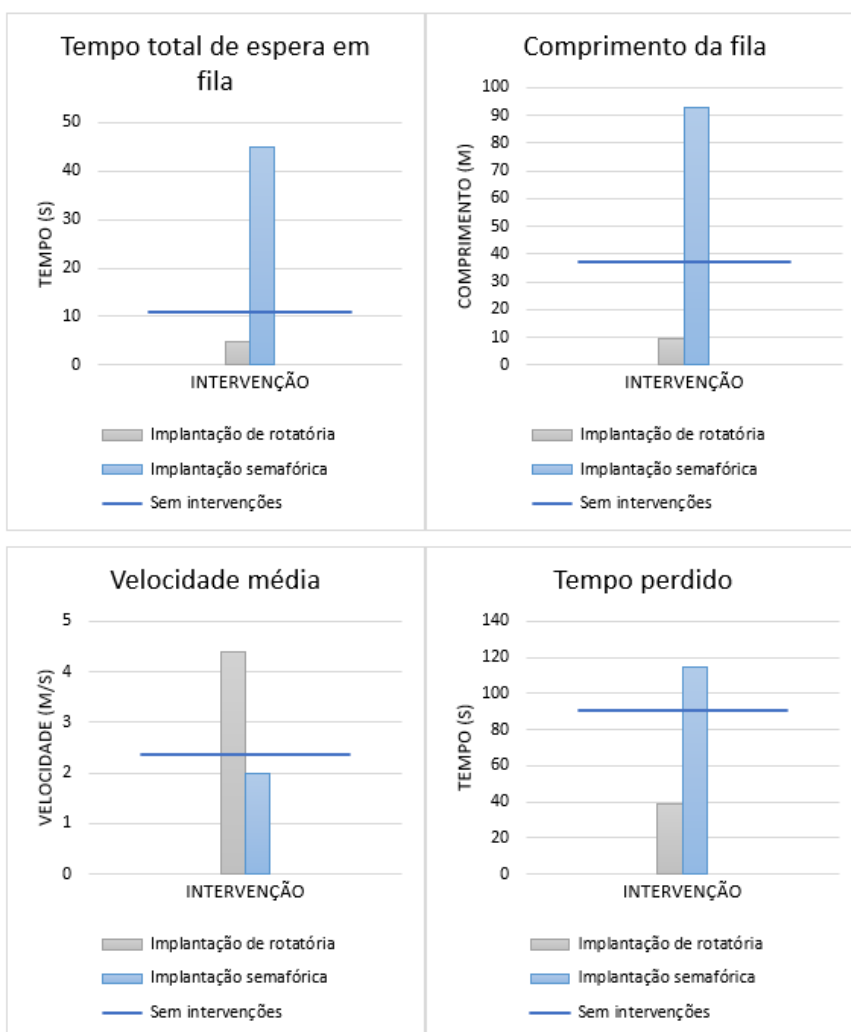


Figura 46 - Comparativo dos parâmetros médios para o fluxo estimado futuro e intervenções propostas
Fonte: Autor (2021).

Analisando os valores máximos obtidos pelos parâmetros de saída (Tabela 52), observam-se algumas mudanças em relação às análises dos valores médios. Isso ocorre devido ao fato de que, possivelmente os veículos não precisaram parar, não enfrentaram filas ou não terem tido tempo perdido em sua rota de viagem.

Tabela 52 - Compilado dos valores máximos resultantes dos parâmetros de saída

Análises	Tempo total de espera em fila (s)	Comprimento da fila (m)	Velocidade média (m/s)	Tempo perdido (s)
Sem intervenções	200,90	148,66	7,71	715,64
Implantação de rotatória	138,30	148,32	6,76	257,88
Implantação semafórica	105,00	161,40	7,38	428,14

Fonte: Autor (2021).

A partir dos dados da Tabela 52, nota-se que o menor tempo de espera em fila ocorreu com a implantação do semáforo, com uma redução de quase metade do tempo comparado com a interseção em sua configuração atual. Nos dados de tempo perdido, a rotatória obteve um desempenho superior aos demais cenários, com um desempenho 64% melhor que em seu estado atual. A maior velocidade média ainda foi a do cruzamento sem intervenções, o que pode ser explicado pelo fato deste não possuir sinalização preferencial, como há no caso da rotatória e do semáforo.

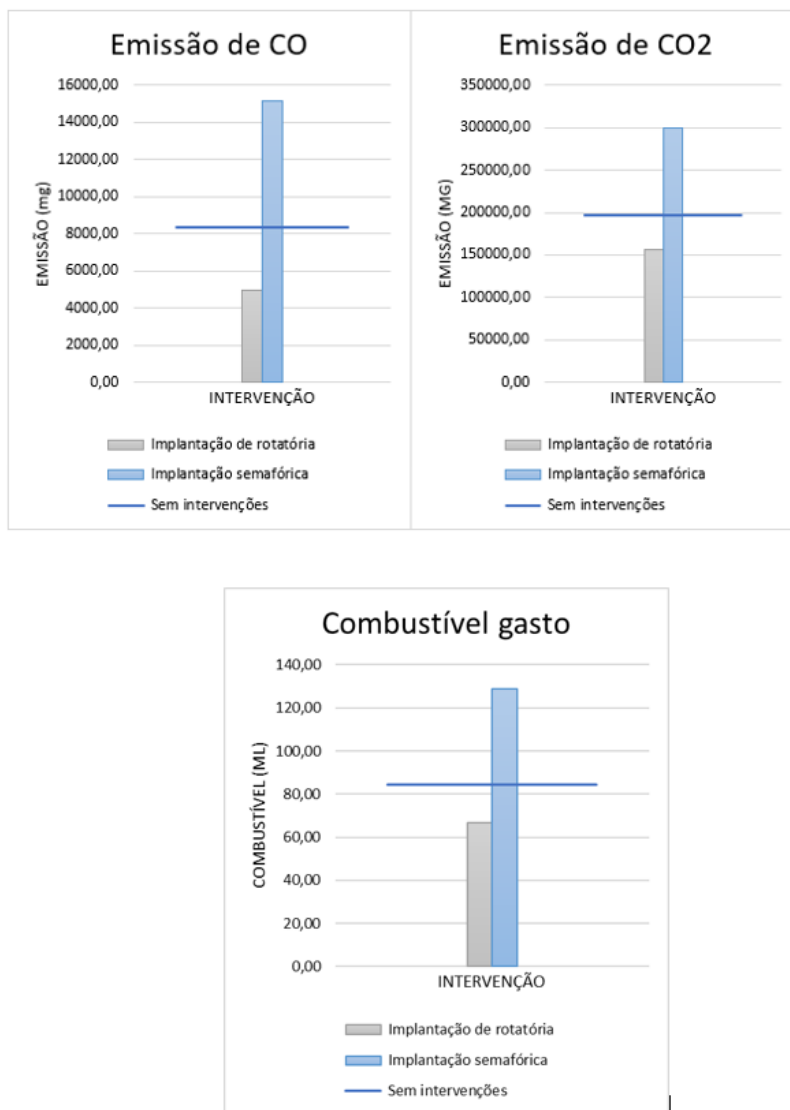
Na análise dos dados médios de emissão de CO, CO₂ e de consumo de combustível pelos veículos, para os três cenários analisados, utilizando para a simulação o tráfego estimado, foi possível obter os dados dispostos na Tabela 53.

Tabela 53 - Resumo dos resultados médios de emissão de gases e gastos de combustível

Análises	Emissão de CO (mg)	Emissão de CO₂ (mg)	Consumo de combustível (ml)
Sem intervenções	8331,08	196219,10	84,24
Implantação de rotatória	4947,51	155900,54	66,90
Implantação semafórica	15180,01	300278,20	128,89

Fonte: Autor (2021).

Observa-se que a implantação da rotatória no futuro proporcionará redução da emissão dos gases poluentes e menor consumo de combustível, conforme Figura 47.



**Figura 47 - Dados de consumo de combustível e emissão de gases para fluxo estimado
Fonte: Autor (2021).**

Parâmetros de duração de viagem e tempo perdido aguardando liberação do fluxo para realizar a interseção são apresentadas na Tabela 54.

As simulações de cada cenário são apresentadas nas Figura 48, Figura 49 e Figura 50, todas determinadas no tempo de 100 segundos para possibilitar uma análise visual do comportamento do fluxo de tráfego.

Tabela 54 – Comparativo temporal do tráfego de pedestres para as intervenções.

Análises	Duração da viagem (s)	Tempo perdido (s)
Sem intervenções	231,24	19,21
Implantação de rotatória	231,74	20,70
Implantação semafórica	175,69	28,11

Fonte: Autor (2021).

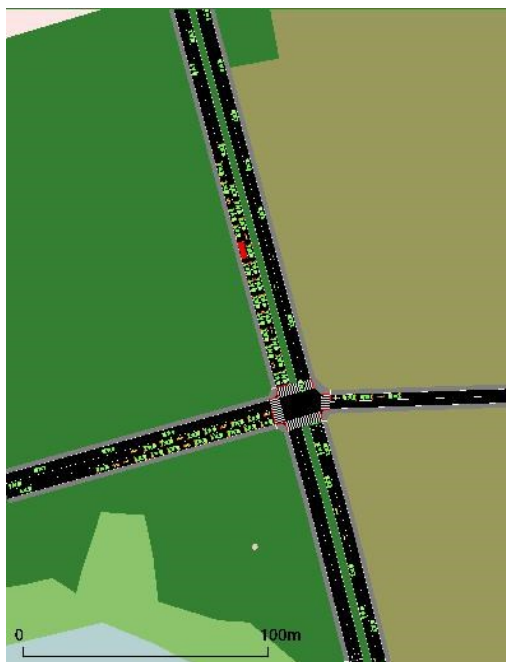


Figura 48 - Simulação no software SUMO do cenário atual da interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).



Figura 49 – Simulação no software SUMO de implantação semafórica na interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).



Figura 50 - Simulação no *software* SUMO de implantação de rotária na interseção
Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa SUMO (2021).

Tabela 55 - Resumo do nível de serviço

RESUMO NÍVEL DE SERVIÇO				
VOLUME DE TRÁFEGO ATUAL	Vias	Tempo de atraso (s)	Nível de serviço	Nível de serviço recomendado
SEM INTERVENÇÕES	Av. Cristo Rei (Centro)	56,26	F	C
	Rua Bela Vista	28,77	D	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	15,61	C	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	10,28	B	C
IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA	Av. Cristo Rei (Centro)	9,36	A	C
	Rua Bela Vista	29,87	D	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	6,64	A	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	13,54	B	C
IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA	Av. Cristo Rei (Centro)	70,99	E	C
	Rua Bela Vista	64,60	E	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	27,13	C	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	110,09	F	C
VOLUME DE TRÁFEGO FUTURO				
SEM INTERVENÇÕES	Av. Cristo Rei (Centro)	252,84	F	C
	Rua Bela Vista	146,60	F	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	76,36	F	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	57,88	F	C
IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA	Av. Cristo Rei (Centro)	14,66	B	C
	Rua Bela Vista	47,85	E	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	48,68	E	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	13,90	B	C
IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA	Av. Cristo Rei (Centro)	193,70	F	C
	Rua Bela Vista	218,44	F	C
	Av. Cristo Rei (Norte)	35,75	D	C
	Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes	183,51	F	C

Fonte: Autor (2021).

 Valores dentro do recomendado

 Valores fora do recomendado

Tabela 56 - Resumo dos valores médios dos parâmetros de saída

RESUMO - VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS DE SAÍDA			
VOLUME DE TRÁFEGO ATUAL	SEM INTERVENÇÕES	IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA	IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA
Tempo total de espera em fila (s)	5,03	4,79	37,59
Comprimento da fila (m)	11,70	9,16	33,27
Comprimento da fila experimental (s)	23,73	21,12	34,30
Tempo médio de viagem (s)	53,83	53,59	73,47
Velocidade média (m/s)	6,31	5,75	3,42
Duração da viagem (s)	48,82	52,05	76,95
Tempo de espera (s)	5,79	3,05	38,68
Tempo perdido (s)	27,67	27,46	58,65
Emissão de CO (mg)	3767,29	4122,56	8150,63
Emissão de CO ₂ (mg)	136112,57	142397,27	197438,35
Consumo de combustível (ml)	58,43	61,13	84,76
TRÁFEGO ATUAL DE PEDESTRES			
Duração da viagem (s)	231,97	229,42	176,49
Tempo perdido (s)	19,37	19,84	26,68
VOLUME DE TRÁFEGO FUTURO			
SEM INTERVENÇÕES			
IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA			
IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA			
Tempo total de espera em fila (s)	10,97	4,96	44,91
Comprimento da fila (m)	36,99	9,53	92,75
Comprimento da fila experimental (s)	51,45	22,39	72,97
Tempo médio de viagem (s)	101,73	64,38	117,58
Velocidade média (m/s)	2,37	4,41	1,98
Duração da viagem (s)	111,38	63,19	132,77
Tempo de espera (s)	27,20	5,99	86,81
Tempo perdido (s)	90,53	38,83	114,50
Emissão de CO (mg)	8331,08	4947,51	15180,01
Emissão de CO ₂ (mg)	196219,10	155900,54	300278,20
Consumo de combustível (ml)	84,24	66,90	128,89
TRÁFEGO FUTURO DE PEDESTRES			
Duração da viagem (s)	231,24	231,74	175,69
Tempo perdido (s)	19,21	20,70	28,11

Melhor desempenho
 Desempenho intermediário
 Pior desempenho

Fonte: Autor (2021).

5 SUGESTÃO DE MELHORIAS NA SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DA INTERSEÇÃO

Francisco Beltrão (PR) é, em população, a maior cidade do Sudoeste do Paraná. O município detém vários atrativos para a microrregião, tais como o comércio, Universidades Federal e Estadual, além do Hospital Regional *Walter Pecoits*, que atende 27 municípios da microrregião. Dessa forma, torna-se ainda mais necessária a utilização de sinalização vertical, horizontal e dispositivos auxiliares de trânsito, principalmente para a orientação de pessoas de outras localidades que estão de passagem pelo município.

5.1 Tráfego de pedestres

Na Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes, uma das vias do cruzamento em análise, não há calçada para pedestres em um de seus lados, em toda a sua extensão da via, sendo o local utilizado como acesso para um posto de combustível, conforme apresentado na Figura 51.

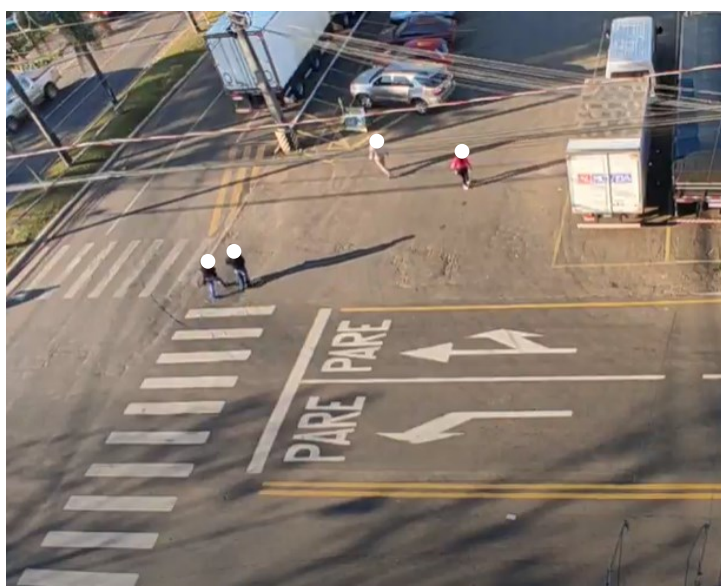


Figura 51 - Faixa de pedestres da Rua Prefeito Guiomar de Jesus Lopes
Fonte: Autor (2021).

Durante as filmagens para a obtenção de dados de fluxo de tráfego, foram observadas diversas ocorrências do uso incorreto e perigoso da área inicial da faixa de pedestres pelos motoristas. Essas ocorrências se deram principalmente de três maneiras distintas: (i) por quem se desloca na Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes e deseja acessar a Avenida Cristo (sentido centro) sem fazer a conversão da forma correta, como mostrado na Figura 52, por um motociclista. Quem sai do Posto de combustível e quer acessar uma das vias do cruzamento, como o veículo em vermelho, na Figura 53, ou ainda, no caso de veículos que estejam posicionados em alguma das vias a montante do cruzamento e quer acessar no Posto de combustível, conforme Figura 54.

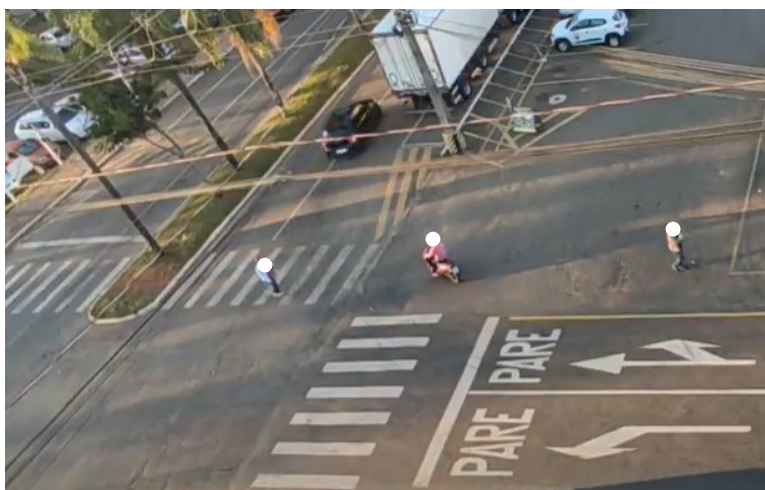


Figura 52 - Conversão incorreta na Rua Prefeito Guiomar de Jesus Lopes para a Avenida Cristo Rei
Fonte: Autor (2021).

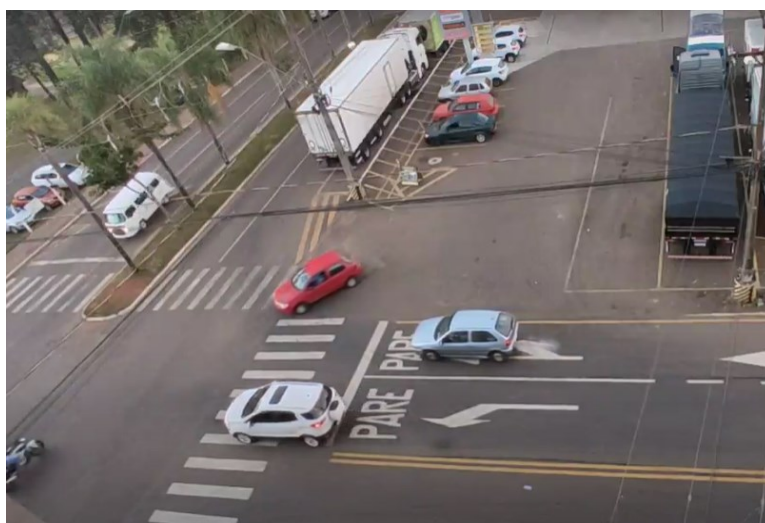


Figura 53 - Manobra incorreta executada pelo veículo vermelho na saída do Posto de combustível
Fonte: Autor (2021).

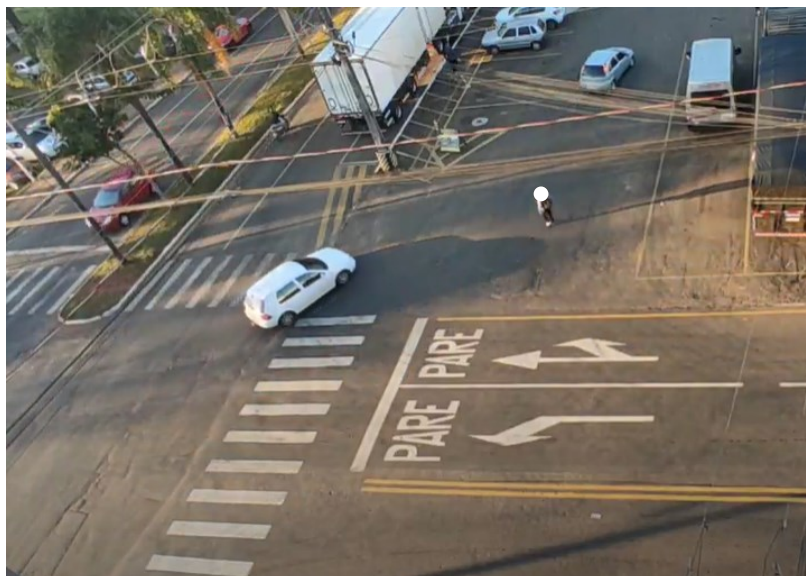


Figura 54 - Acesso ao Posto de combustível
Fonte: Autor (2021).

Como fator agravante, o fluxo de pedestres no local é considerável, sendo registrados por meio das filmagens 430 pedestres no período total dos três períodos dos três dias de levantamentos de dados na área. Desse modo, faz-se necessária a implantação de dispositivos auxiliares de trânsito que impossibilite o tráfego de veículos nas áreas adjacentes às faixas de pedestres.

5.1.1 Primeira sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres

A primeira sugestão de melhoria para o local é a implantação de calçadas para os pedestres em toda a extensão da Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes, trecho paralelo ao Posto de combustível, visando proporcionar mais segurança aos usuários.

Além disso, aplicar a penalização dos veículos que se utilizarem do passeio dos pedestres, pois, são consideradas infrações de trânsito segundo os artigos 182, VI (parar o veículo no passeio) ou artigo 193 (transitar com o veículo em calçadas e passeios), ambas previstas no Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997).

5.1.2 Segunda sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres

A segunda sugestão de intervenção para a melhoria do tráfego de pedestres na área analisada é o recuo da faixa de pedestres e torná-la uma travessia elevada.

Essa sugestão de melhoria visa criar um acesso específico e delimitado para o posto, de tal forma que este esteja distante da faixa de pedestres, sem oferecer riscos às pessoas que trafegam no local, e, ao mesmo tempo, proporcionando visibilidade adequada para os veículos que desejam cruzar a interseção. Ainda, no acesso delimitado e definido para o posto, fixar sinalização vertical A-32b “Passagem sinalizada de pedestres” conforme Figura 55.



Figura 55 - Sugestão de sinalização vertical A-32b
Fonte: CONTRAN (2017).

O sinal A-32b, de acordo o Volume II do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito “adverte o condutor do veículo da existência, adiante de local sinalizado com faixa de travessia de pedestres” (CONTRAN, 2017, p.112), devendo ser utilizada na área urbana em locais que possam comprometer a segurança das pessoas ou ainda se o local de tráfego de pessoas for de difícil percepção pelo condutor. A placa deve ser colocada preferencialmente no lado direito da via. Na Figura 56 apresenta-se um exemplo de aplicação dessa sinalização.

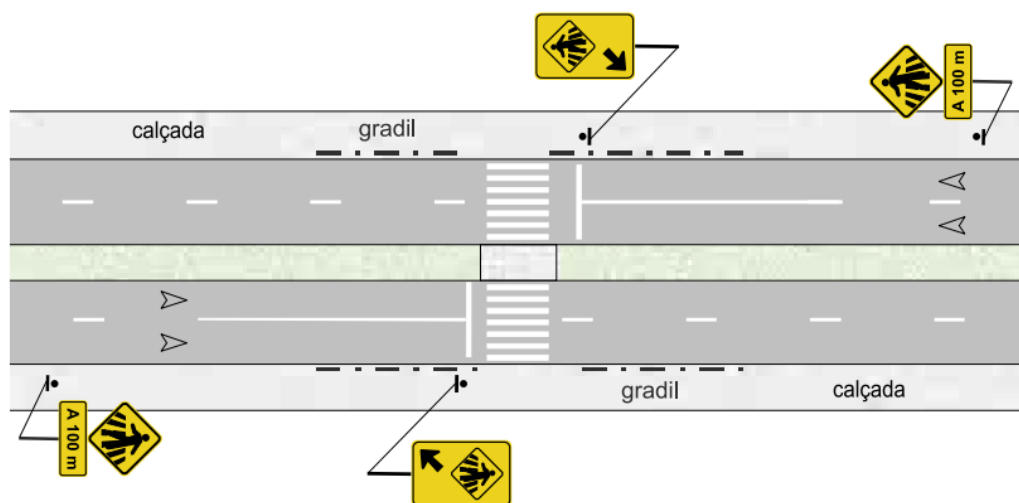


Figura 56 - Exemplo de aplicação da sinalização vertical A-32b
Fonte: CONTRAN (2017).

5.1.3 Terceira sugestão de melhoria para o tráfego de pedestres

A terceira sugestão para garantir a segurança dos pedestres é a inserção de grades de proteção (guarda corpos), visando impedir que veículos possam invadir a área destinada à travessia de pedestres e que os pedestres atravessem as vias fora da faixa de pedestres, como vem ocorrendo.

5.1.4 Quarta sugestão de melhoria para o tráfego de pedestre

A quarta e última sugestão de melhoria no tráfego dos pedestres está relacionada com o canteiro central localizado na Avenida Cristo Rei, via com maior fluxo de veículos do cruzamento. Este está posicionado dentro da área delimitada para a faixa de pedestres, em um dos lados a passagem é revestida com *paver*, porém o outro lado é de chão batido, conforme Figura 57.



Figura 57 - Canteiro central da Avenida Cristo Rei
Fonte: Autor (2021).

Devido ao passeio do canteiro, que dá acesso à faixa de pedestres, não estar revestido por grama ou *paver*, muitos pedestres acabam contornando a passagem para desviar do local e acabam invadindo a área destinada ao fluxo de veículos, onde, além de prejudicar o trânsito, colocam-se em risco.

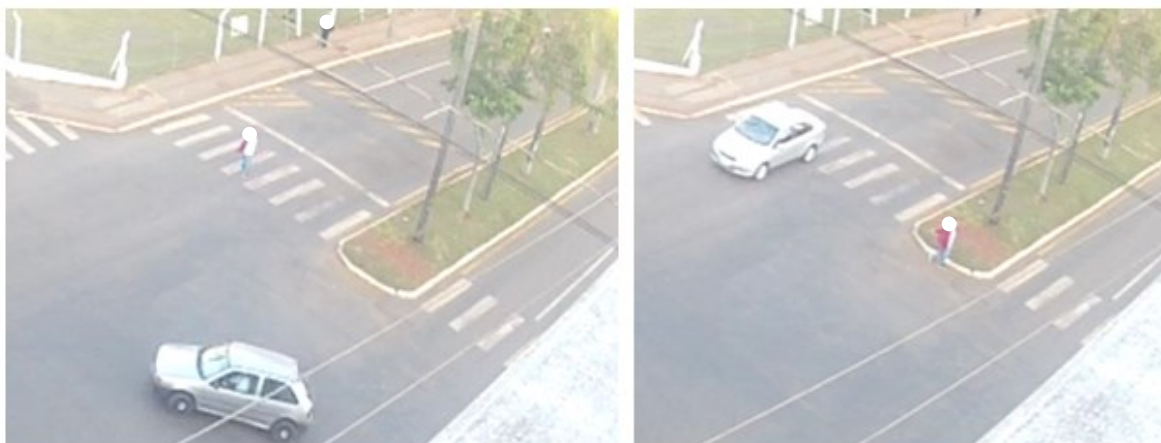


Figura 58 - Pedestre desviando do canteiro central
Fonte: Autor (2021).

Uma sugestão de melhoria é a execução de calçada e rampa de acessibilidade na área do canteiro que dá acesso à faixa de pedestres, assim como nas demais extremidades das vias que dão continuidade ao percurso de pedestres. Na Figura 59 – a) pode-se observar a área do canteiro adequada para o tráfego de pedestres e, na Figura 59 – b), a área que se encontra inadequada, a qual foi apresentada sugestão de melhoria.

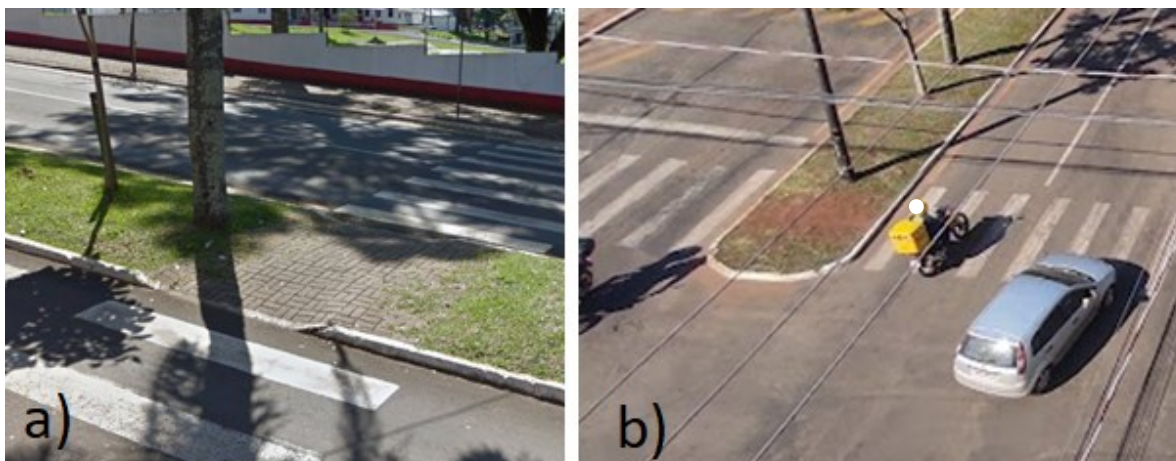


Figura 59 - a) Área adequada de travessia no canteiro; b) Área inadequada de travessia no canteiro
Fonte: Autor (2021).

Para a implantação de rampas de acessibilidade, deve-se seguir as orientações da NBR 9050 – Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos. Na Figura 60, tem-se um exemplo apresentado pela norma supracitada, com as dimensões mínimas para a inclinação das rampas de acessibilidade.

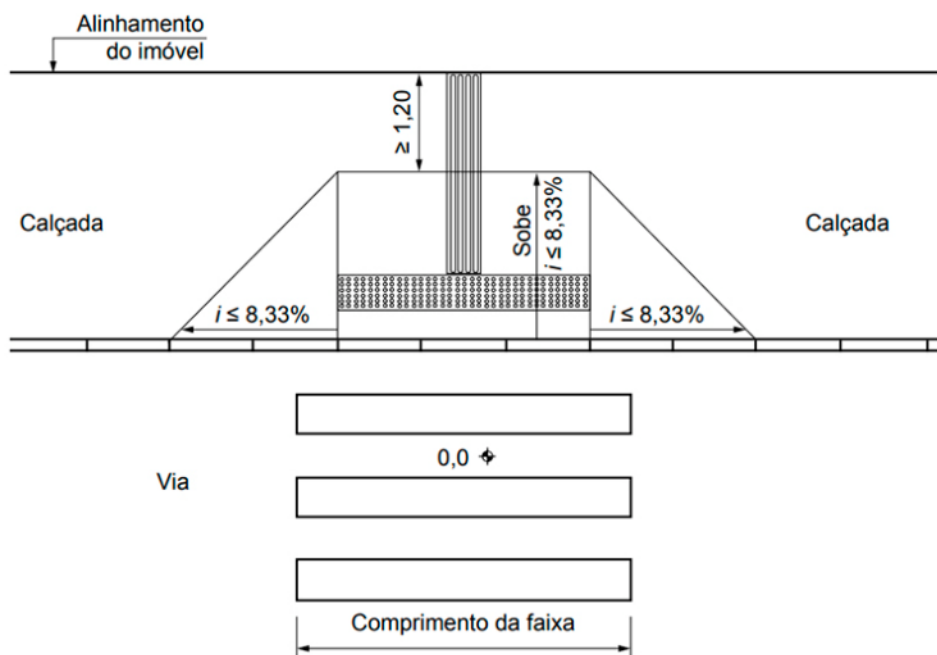


Figura 60 – Dimensões mínimas para a inclinação das rampas de acessibilidade
Fonte: NBR 9050 (2020).

5.2 Tráfego de veicular

Como a interseção em análise possibilita a realização de vários movimentos, pode não ser intuitivo a quem pertence a prioridade do movimento e o local mais adequado para os usuários se posicionarem para a realização de manobras de conversão seguras, sem impedir ou prejudicar a fluidez do tráfego.

Analisando as filmagens é notório que muitos usuários se posicionam de maneira incorreta na via e acabam necessitando realizando manobras inadequadas e perigosas para se inserir nas vias, prejudicando a fluidez do trânsito e aumentando o risco de acidentes, ou acabam ficando mais tempo parados no cruzamento, aguardando para fazer a conversão.

5.2.1 Primeira sugestão de melhoria para o tráfego veicular

A sugestão de melhoria para o tráfego de veículos no local é a implementação de sinalizações horizontais na Avenida Cristo Rei, em seus dois sentidos de mão dupla.

A sugestão conta com a implantação da sinalização “Siga em frente ou vire à direita e siga em frente ou vire à esquerda” sentido Norte (bairros/aeroporto) no Sul e da mesma forma nas vias da Avenida sentido centro. As orientações sobre a implantação de sinalizações horizontais estão dispostas no Volume IV do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2007).

Na Figura 61 são apresentadas as dimensões da sinalização horizontal “Siga em frente” e, na Figura 62, da sinalização “Siga em Frente ou Vire à Esquerda/Direita”.

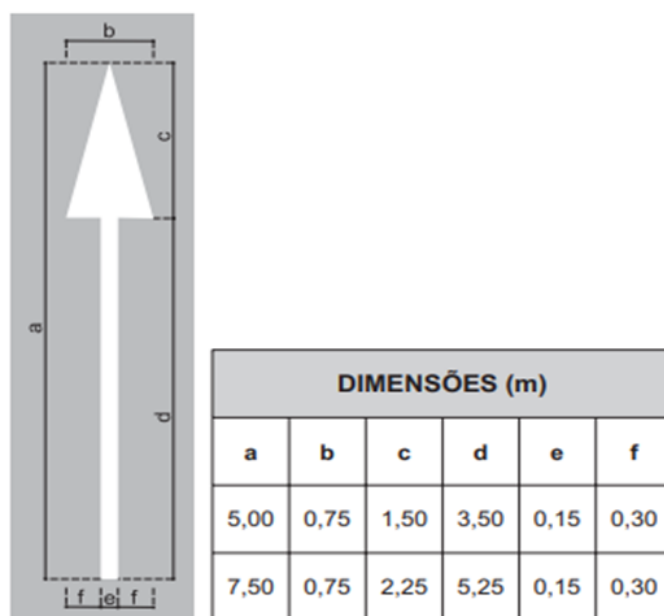
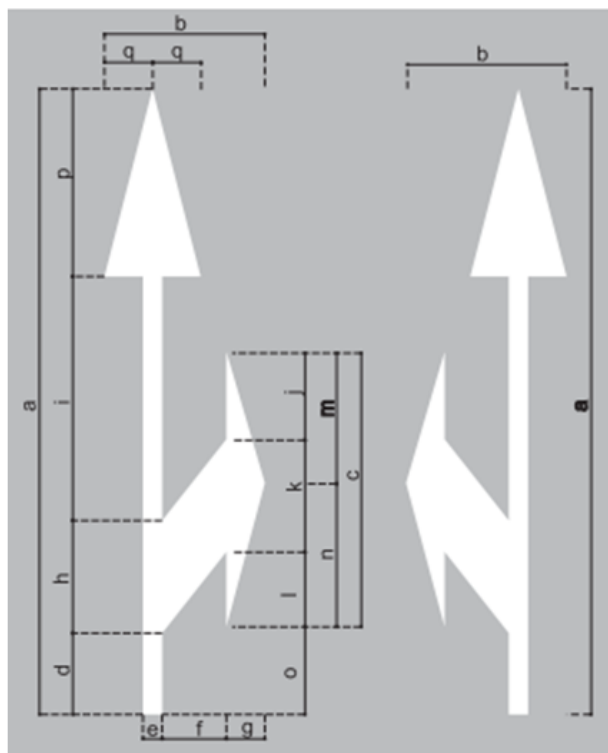


Figura 61 - Dimensões da sinalização horizontal "Siga em frente"
 Fonte: CONTRAN (2007).



DIMENSÕES (m)																
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
5,00	1,25	2,20	0,65	0,15	0,50	0,30	0,90	1,95	0,70	0,90	0,60	1,05	1,15	0,70	1,50	0,38
7,50	1,25	3,30	0,98	0,15	0,50	0,30	1,35	2,92	1,05	1,35	0,90	1,58	1,72	1,05	2,25	0,38

Figura 62 –Dimensões da sinalização horizontal "Siga em frente à esquerda/direita"
Fonte: CONTRAN (2007).

5.2.2 Segunda sugestão de melhoria para o tráfego veicular

A segunda sugestão de melhoria na interseção, para o tráfego veicular, é a implantação de placas proibindo o retorno nas vias de mão dupla da Avenida Cristo Rei. Esse movimento é visivelmente um ponto de conflito, pois não há espaço adequado para essa conversão e nem um local para aguardar o fluxo de veículos que desejam cruzar a interseção, uma vez que a área ocupada para a realização desse movimento é também a utilizada por veículos que fazem a conversão da Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes para a Avenida Cristo Rei, sentido Norte (Aeroporto), e também por veículos oriundos da Rua Bela Vista que desejam acessar a Avenida Prefeito Guiomar de Jesus Lopes, conforme Figura 63.



Figura 63 - Veículos nas áreas de conflito para conversão
Fonte: Autor (2021).

A sugestão de melhoria, neste caso, é a inserção das placas R-5a “Proibido retornar à esquerda R- 5a” e R5b “Proibido retornar à esquerda R- 5a” e R5b” para alertar os usuários do movimento irregular, conforme Figura 64 – a) e Figura 64-b), respectivamente.



Figura 64 - Placas de retorno proibido
Fonte: CONTRAN (2007).

Ainda, a inserção de placas R-19 de velocidade máxima permita nos dois sentidos na Avenida Cristo Rei, via de maior fluxo. Visando alertar os motoristas que mesmo sendo uma via arterial tem velocidade máxima permitida de 40km/h.

Na Figura 65 foi desenvolvido um esboço, com vista superior, da área com as sugestões propostas. Ressalta-se que o acesso ao posto de combustível deve ser definido de modo a não prejudicar o tráfego e a segurança dos pedestres, devendo-se realizar um estudo adequado para o seu acesso.

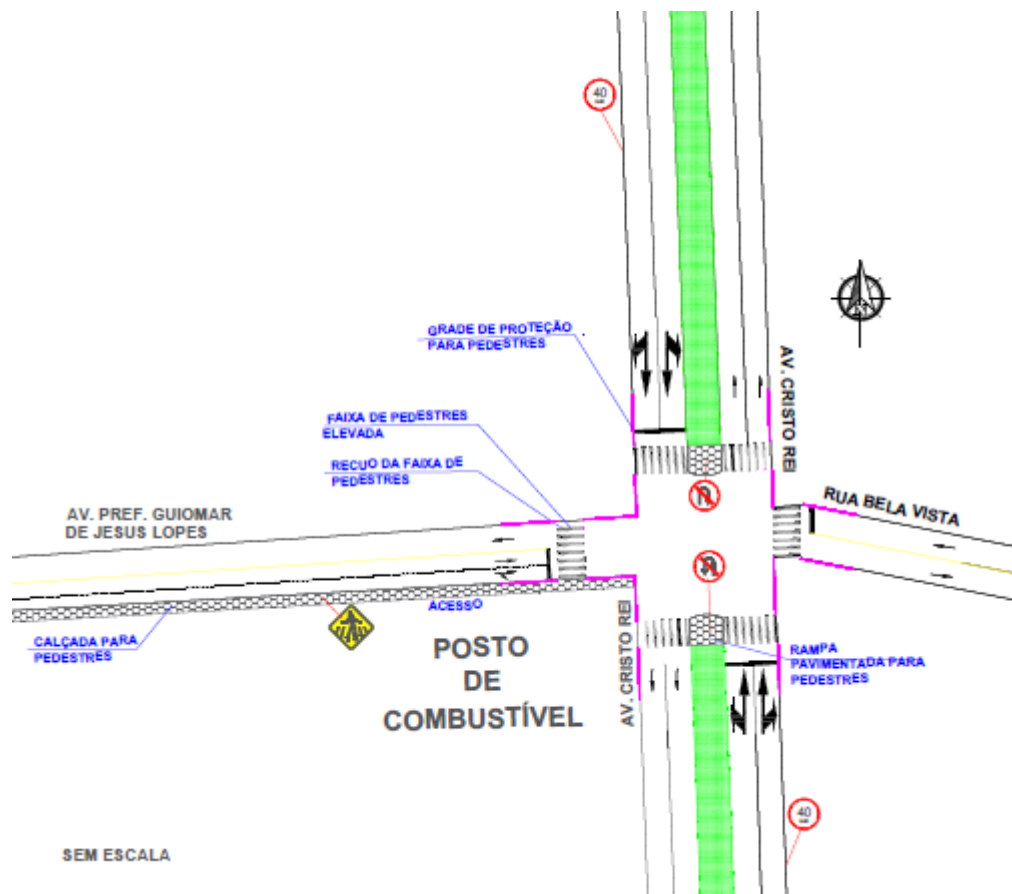


Figura 65 - Vista superior da interseção com as sugestões de melhorias propostas
Fonte: Autor (2021).

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho, realizou-se um estudo de tráfego de uma interseção em nível entre as avenidas Cristo Rei e Prefeito Guiomar de Jesus Lopes com a Rua Bela Vista na Cidade de Francisco Beltrão (PR), por meio de um simulador de tráfego, com o objetivo de analisar alternativas à infraestrutura atual que pudessem trazer melhorias para a mobilidade e segurança dos usuários.

Através do *software Simulation of Urban Mobility* (SUMO) foram simulados três cenários: (i) a configuração atual da interseção, (ii) a implantação de rótula e (iii) a implantação de sinalização semafórica. As simulações foram realizadas com o maior volume horário (VHant) do fluxo de tráfego obtidos por meio de contagens realizadas em três dias úteis de uma semana, em horários de pico da manhã, almoço e da tarde, utilizando filmagens realizadas no local, para a contagem do tráfego atual. A utilização do maior volume horário resultou em análises das situações mais críticas na interseção. Também, foram realizadas para uma projeção de crescimento da frota veicular, de aproximadamente 70%, para um período de 10 anos.

A modelagem dos cenários permitiu a comparação das alternativas. Em termos do volume atual de tráfego o cenário com a rótula apresentou, melhor desempenho em relação aos valores médios de tempo total de espera em fila e comprimento de filas, e no tempo perdido, porém, houve redução na velocidade média dos veículos quando comparado com a situação atual do cruzamento. Na análise com o volume de tráfego estimado para 10 anos, a rotatória também obteve melhoria em todos os parâmetros, inclusive na velocidade apresentando quase o dobro do que a rotatória sem intervenções. No entanto, a redução da velocidade média, desde que não haja um prejuízo aos tempos médios de espera, comprimento de filas e outros parâmetros, pode ser considerada benéfica para o aumento da segurança viária.

Dessa forma, a melhor alternativa estudada foi a implantação de uma rotatória no local. Porém, para a rotatória não foi levado em consideração suas características geométricas. Para trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento das simulações utilizando o volume de projeto visando uma relação de custo e benefício mais otimizada, a elaboração de um projeto geométrico da

rotatória proposta para a realização de novas simulações, além da realização de uma análise de sensibilidade dos parâmetros utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Pauta Dia 27 – 9h30: Bateu será implantado em Francisco Beltrão**, 2013. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=73668>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

ANTP (2007). **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades**. Disponível em: www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf. Acessado em: 17 set. 2021.

AUSTROADS. **Guide to Traffic Management Part 3: Transport Study and Analysis Methods**. Sydney, 2020.

BACCHIERI, G. et. Al. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Revista Saúde Pública**. Pelotas, RS. v. 1, n. 1, p. 949-963. Ago. 2011.

BARCELÓ, J. **Fundamentals of Traffic Simulation**. [S.l.]: Springer, 2010.
BERNAL, L. M. et. Al. Evolução dos indicadores de mobilidade urbana na região metropolitana de São Paulo. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana**. São Carlos, SP. v.1, n.1, p. 1-15.

BRASIL, Associação nacional de transportes públicos. **Perfil da mobilidade, do transporte e do trânsito nos municípios brasileiros**. Brasília, 2004.

BRASIL, Ministério das cidades. **Secretaria nacional de transporte e da mobilidade urbana**. Departamento de mobilidade urbana. Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília, 2007.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Estudos de Tráfego**. - Rio de Janeiro, 2006. 384 p.(IPR. Publ., 723).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto de Interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528 p. (IPR. Publ., 718).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. - Rio de Janeiro, 2010. 392 p. (IPR. Publ., 740).

BRINCO, R. **Transporte urbano e dependência do automóvel**. 1. Ed. Porto Alegre. Documentos FEE n. 65. 2006. 135 p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito volume IV – Sinalização Horizontal**. 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito volume V – Sinalização Semafórica**. 2014.

DETRAN PARANÁ. **Anuário Estatístico**, 2019. Disponível em: <https://www.detrان.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/anuario_detran_pr_2019_oficial_0.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

ECLIPSE FOUNDATION. **Level of Service at Intersections**. Disponível em: <<https://www.eclipse.org/lists/sumo-user/msg01176.html>>. Acesso em 01 nov. 2021.
FERREIRA, L. C. G. UMA REFLEXÃO SOBRE A EXPANSÃO E A MOBILIDADE URBANA: Uma análise do plano diretor de Goiânia – GO. Planejamento Urbano: Contextos e Perspectivas. **Planejamento Urbano: Contextos e Perspectivas**. Goiânia, v.1, n.1, p. 1-25, nov. 2012.

IBGE, **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.

IBGE. **Censo 2020 adiado para 2021**, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/27161-censo-2020-adiado-para-2021.html>>. Acesso em: 17 jun. 2021.

IBGE. **Cidades**, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

IBGE. **Estimativas da População**, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=25272&t=resultados>>. Acesso em: 1 set. 2021.

IBGE. **Total de Veículos**, 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS IPSOS. **Pesquisa Alelo mostra que para 71% das pessoas o tempo de deslocamento para o trabalho impacta na produtividade**, 2019. Disponível em: <https://www.alelo.com.br/assessoria/deslocamento-trabalho-impacto-productividade>. Acesso em: 15 jul. 2021.

KOONCE, P. **Traffic Signal Timing Manual**. U.S Department of Transportation. 1 ed. Washington, DC, 2008. 274 p.

LIND G. et al. **Best Practice Manual**. 1999. Deliverable D8 of the SMARTEST Project.

LOPES, A. P. **Microscopic Traffic Simulation using SUMO**. Disponível em: <<https://elib.dlr.de/127994>>. Acesso em 01 nov. 2021.

Ministério da Infraestrutura, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN – 2020.

Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN – 2010.

PISOMETAL. **Gradil Cet**, 2021. Disponível em: <<https://www.pisometal.com.br/gradil-cet>>. Acesso em: 20 out. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCISCO BELTRÃO. **Localização de Francisco Beltrão no Paraná**, 2021. Disponível em: <https://www.franciscobeltrao.pr.gov.br/wp-content/uploads/2013/09/Localizacao_de_Francisco_Beltrao_no_Parana.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

ROBINSON, B. W. **ROUNDBOUTS: An Informationl Guide**. U.S Department of Transportation. 1 ed. Washington, DC, 2000. 284 p.

SEMAFORO. SystemGVP. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/p/semaforo/9nt237vc4426?activetab=pivot:overviewtab>>. Acesso em: 11 set. 2021.

SCHUSTER, F. P. **O uso adequado de rotatórias como agente redutor da acidentalidade no trânsito**. 2012. 9 p. Faculdade de Tecnologia de Jahu. Jaú, São Paulo, 2012.

SCHÖNAUER, Robert, et al. Modeling concepts for mixed traffic: Steps toward a microscopic simulation tool for shared space zones. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** 2316 (2012): 114-121.

SONG, J; WU, Y; XU, Z; LIN, X. Research on Car-Following Model Based on SUMO. **The 7th IEEE/International Conference on Advanced Infocomm Technology**. Fuzhou, China. 2014.

SUMO: Simulation of Urban MObily. Versão 1.11. 2021. German Aerospace Center (DLR), 2021. Disponível em: <<https://sumo.dlr.de/docs/Downloads.php>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

TRB (2000) Highway Capacity Manual 2000. **Transportation Research Board**, Washington, D.C.

TRB (2010) Highway Capacity Manual 2010. **Transportation Research Board**, Washington, D.C.

TREIBER, Martin; KESTING, Arne. **Traffic Flow Dynamics: Data, Models and Simulation**. Springer Science & Business Media, f. 253, 2012. 506 p.

VASCONCELLOS, E. A. **O que é trânsito**. 1 ed. São Paulo. Editora Brasiliense. 1998. 62 p.

WEBSTER, F. **Traffic signal settings, road research technical paper no. 39**. Depart'ment of Scientific and Industrial Research. Londres, Inglaterra, 1957. 49p.

APÊNDICE A – Planilhas de contagem do volume de tráfego atual da interseção nos dias 05, 07 e 09 de julho de 2021.

Sentido		Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	2			1		
7:15 - 7:30	3			3		1
7:30 - 7:45	3			2		1
7:45 - 8:00	2			2		1
8:00 - 8:15	3					
8:15 - 8:30	1					
8:30 - 8:45	2			2		
8:45 - 9:00	1			1		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	83		1	27		2
7:15 - 7:30	100			20		
7:30 - 7:45	124	1	2	48	1	1
7:45 - 8:00	126			49	2	2
8:00 - 8:15	88			28		
8:15 - 8:30	64	1	1	16	3	
8:30 - 8:45	79			17	2	1
8:45 - 9:00	51	3		13	1	

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	33			8		
7:15 - 7:30	33			6		
7:30 - 7:45	37			22		
7:45 - 8:00	61		3	11		
8:00 - 8:15	29		2	6		
8:15 - 8:30	30			2		
8:30 - 8:45	27		2	11		
8:45 - 9:00	15			2		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15						
7:15 - 7:30	3			1		
7:30 - 7:45	3			1		
7:45 - 8:00	4					
8:00 - 8:15	1			1		
8:15 - 8:30				3		
8:30 - 8:45	2					
8:45 - 9:00						

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15						
7:15 - 7:30	2					
7:30 - 7:45	2					
7:45 - 8:00	1					
8:00 - 8:15	2			1		
8:15 - 8:30	3		1	1		
8:30 - 8:45	7					
8:45 - 9:00	1			1		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Prefeito Guimar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	2			2	3	2
7:15 - 7:30	3			1	3	
7:30 - 7:45	7				4	1
7:45 - 8:00	10			5	3	
8:00 - 8:15	3			1	1	
8:15 - 8:30	6			2	4	
8:30 - 8:45	6			3	2	
8:45 - 9:00	6			1		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	26	1		3		
7:15 - 7:30	26		1	15		
7:30 - 7:45	42	2	2	3		
7:45 - 8:00	63		2	11	1	
8:00 - 8:15	43		1	7		
8:15 - 8:30	31	1	1	6		
8:30 - 8:45	38	1	5	7		
8:45 - 9:00	28	1	3	4		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	3			1		
7:15 - 7:30	2					
7:30 - 7:45	3					
7:45 - 8:00	4					
8:00 - 8:15	4					
8:15 - 8:30						
8:30 - 8:45	8					
8:45 - 9:00	1				1	

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	9			3		
7:15 - 7:30	6	1		3		
7:30 - 7:45	15		1	3		
7:45 - 8:00	31			9		
8:00 - 8:15	18		2	2		
8:15 - 8:30	16		1	2		
8:30 - 8:45	24	1	1	3		
8:45 - 9:00	16		1	1		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	2			1		
7:15 - 7:30	3			3		1
7:30 - 7:45	3			2		1
7:45 - 8:00	2			2		1
8:00 - 8:15	3					
8:15 - 8:30	1					
8:30 - 8:45	2			2		
8:45 - 9:00	1			1		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carr	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	4				4	1
7:15 - 7:30	9			2	4	2
7:30 - 7:45	7			5	3	
7:45 - 8:00	7			3	4	2
8:00 - 8:15	4				3	
8:15 - 8:30	5			1	6	1
8:30 - 8:45	2			6	2	1
8:45 - 9:00	7			2	1	

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Manhã - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	33			8		
7:15 - 7:30	33			6		
7:30 - 7:45	37			22		
7:45 - 8:00	61		3	11		
8:00 - 8:15	29		2	6		
8:15 - 8:30	30			2		
8:30 - 8:45	27		2	11		
8:45 - 9:00	15			2		

Sentido		Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45						
11:45 - 12:00	2					
12:00 - 12:15	3					
12:15 - 12:30	3					
12:30 - 12:45	1			2		
12:45 - 13:00	2			2		
13:00 - 13:15				4		
13:15 - 13:30	6			5		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	41	1	5	17		
11:45 - 12:00	61		3	15		
12:00 - 12:15	49		1	10		
12:15 - 12:30	44		2	10		
12:30 - 12:45	67		2	24	1	2
12:45 - 13:00	87	1	1	43		2
13:00 - 13:15	124		1	55	1	2
13:15 - 13:30	112		2	66		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	26		2	8		
11:45 - 12:00	29			4		
12:00 - 12:15	43			15		
12:15 - 12:30	14		2	8		
12:30 - 12:45	22			9		
12:45 - 13:00	22		2	9		
13:00 - 13:15	38			13		1
13:15 - 13:30	38			15		3

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	6			1		
11:45 - 12:00	2			1		
12:00 - 12:15	14			9	2	
12:15 - 12:30	2			6		
12:30 - 12:45	2			2		
12:45 - 13:00	1			2		
13:00 - 13:15	2			3		
13:15 - 13:30	7			8		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	2			3		
11:45 - 12:00	3			1		
12:00 - 12:15	2			1		
12:15 - 12:30	5			1		
12:30 - 12:45	3			3		1
12:45 - 13:00	1					
13:00 - 13:15	5			1		
13:15 - 13:30	5			4		

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	7			4	4	
11:45 - 12:00	7			2	5	
12:00 - 12:15	10			7	7	2
12:15 - 12:30	7			3	4	
12:30 - 12:45	6		1	3	4	
12:45 - 13:00	13			1	3	
13:00 - 13:15	6			2	7	2
13:15 - 13:30	15			7	2	1

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)						
Turno/dia Meio-dia - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	25		2	9	1	
11:45 - 12:00	24			9		
12:00 - 12:15	21		1	14	1	
12:15 - 12:30	17			3		
12:30 - 12:45	17			4		
12:45 - 13:00	10		1	6		
13:00 - 13:15	32		1	4		
13:15 - 13:30	24	1	2	5		

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)						
Turno/dia Meio-dia - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	7			4	2	
11:45 - 12:00	9			4	1	
12:00 - 12:15	6	1		4	5	2
12:15 - 12:30	2			2	5	1
12:30 - 12:45	3			4	2	
12:45 - 13:00	4			6	7	
13:00 - 13:15	3			8	4	3
13:15 - 13:30	8		1	5	3	1

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)						
Turno/dia Meio-dia - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	30			5		
11:45 - 12:00	21			10		
12:00 - 12:15	24	1		10		
12:15 - 12:30	26			16		
12:30 - 12:45	36	1	1	13		
12:45 - 13:00	49	1		14		
13:00 - 13:15	74	1		16		
13:15 - 13:30	47		1	28	1	

Sentido	Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)					
Turno/dia	Noite - 05/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15						
17:15 - 17:30	5			2		
17:30 - 17:45	1			1		
17:45 - 18:00				1		
18:00 - 18:15	2					
18:15 - 18:30	2			2		
18:30 - 18:45	1			1		
18:45 - 19:00	1					

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)					
Turno/dia	Noite - 05/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	77	1	3	13		
17:15 - 17:30	86		1	15	5	
17:30 - 17:45	86		1	18	2	
17:45 - 18:00	99		1	19		
18:00 - 18:15	58		1	14	1	1
18:15 - 18:30	43	1	4	15		
18:30 - 18:45	57	1		7	1	
18:45 - 19:00	25		1	5		

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)					
Turno/dia	Noite - 05/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	36		2	8		
17:15 - 17:30	42	1	4	10		1
17:30 - 17:45	46	1	1	7		
17:45 - 18:00	57		3	20		1
18:00 - 18:15	36		4	6		
18:15 - 18:30	24		2	13		
18:30 - 18:45	33	2	2	8		1
18:45 - 19:00	17		1	5		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Noite – 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 – 17:15	5			3		
17:15 – 17:30	9			6		
17:30 – 17:45				4		
17:45 – 18:00	8			1		
18:00 – 18:15	2			5		
18:15 – 18:30	6		1	4		
18:30 – 18:45	4		1	1		
18:45 – 19:00	1					

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Noite – 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 – 17:15	4			1		
17:15 – 17:30	5			4		
17:30 – 17:45	2					
17:45 – 18:00	2			1		
18:00 – 18:15	1			2		
18:15 – 18:30	2					
18:30 – 18:45	2			1		
18:45 – 19:00						

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Noite – 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 – 17:15	7			4	4	
17:15 – 17:30	10			3	2	
17:30 – 17:45	10			7	1	1
17:45 – 18:00	11			6	4	
18:00 – 18:15	11			7	9	3
18:15 – 18:30	9			4	7	1
18:30 – 18:45	8			4	1	2
18:45 – 19:00				1	1	

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Noite - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	97	1	1	17		
17:15 - 17:30	89		2	27	4	
17:30 - 17:45	114		1	30	1	2
17:45 - 18:00	158		1	58	5	2
18:00 - 18:15	164			83	5	4
18:15 - 18:30	139			42	1	1
18:30 - 18:45	110			31	1	
18:45 - 19:00	46			10	1	

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Noite - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	6		1	2		
17:15 - 17:30	1			2		
17:30 - 17:45	3					
17:45 - 18:00	12			3		
18:00 - 18:15	4					
18:15 - 18:30	2			1		
18:30 - 18:45	3			1		
18:45 - 19:00	1					

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Noite - 05/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	45	1		10		
17:15 - 17:30	43	1	1	6		
17:30 - 17:45	59		3	17		1
17:45 - 18:00	67		2	24		1
18:00 - 18:15	69		1	29		
18:15 - 18:30	60	1		19		
18:30 - 18:45	62	1		15		1
18:45 - 19:00	17	1		3		

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)						
Turno/dia Noite - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	26		2	4		
17:15 - 17:30	33			6		
17:30 - 17:45	28		3	6		
17:45 - 18:00	35		3	14		
18:00 - 18:15	26		1	18		
18:15 - 18:30	30			9		
18:30 - 18:45	21			6		
18:45 - 19:00	7			1		

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)						
Turno/dia Noite - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	9			10	1	1
17:15 - 17:30	3				3	
17:30 - 17:45	10			5	2	1
17:45 - 18:00	9			1	2	1
18:00 - 18:15	5		1	5	3	1
18:15 - 18:30	7			4		2
18:30 - 18:45	2			5	2	1
18:45 - 19:00	3			2	2	1

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)						
Turno/dia Noite - 05/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	31			11		
17:15 - 17:30	37		1	12		
17:30 - 17:45	39			11		
17:45 - 18:00	11			1		
18:00 - 18:15	76		2	24	7	
18:15 - 18:30	30			11		
18:30 - 18:45	39			6		2
18:45 - 19:00	23			3		1

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)						
Turno/dia Manhã - 07/07/2021						
Horário	Auto	Ônibus	Caminhão	Motocicleta	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	12			1		
7:15 - 7:30	18	1		6		
7:30 - 7:45	16		3	2		
7:45 - 8:00	21			6		
8:00 - 8:15	24		2	2		
8:15 - 8:30	26		1	1		
8:30 - 8:45	23		3	1		
8:45 - 9:00	16			2		

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)						
Turno/dia Manhã - 07/07/2021						
Horário	Auto	Ônibus	Caminhão	Motocicleta	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	3			4	1	
7:15 - 7:30	3			5		
7:30 - 7:45	4			3	3	1
7:45 - 8:00	9		1	6	2	2
8:00 - 8:15	4			2		2
8:15 - 8:30	2		1		2	
8:30 - 8:45	1			4	3	
8:45 - 9:00	11			4	4	1

Sentido Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)						
Turno/dia Manhã - 07/07/2021						
Horário	Auto	Ônibus	Caminhão	Motocicleta	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	25			2		
7:15 - 7:30	22			3		1
7:30 - 7:45	31			9		
7:45 - 8:00	52		3	8		
8:00 - 8:15	25		1	5		
8:15 - 8:30	24		2	5		
8:30 - 8:45	24		2	4		
8:45 - 9:00	20		2	4		

Sentido		Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45						
11:45 - 12:00				1		
12:00 - 12:15	1					
12:15 - 12:30			1	1		
12:30 - 12:45	1			1		
12:45 - 13:00	3			2		
13:00 - 13:15	3			5		
13:15 - 13:30	1			6		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	59		2	8		
11:45 - 12:00	60			21		
12:00 - 12:15	48		2	6		
12:15 - 12:30	59		2	13		1
12:30 - 12:45	51			17		
12:45 - 13:00	67	2	1	35		
13:00 - 13:15	119		2	39		
13:15 - 13:30	63		2	34		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	27		1	3		
11:45 - 12:00	26		1	2		
12:00 - 12:15	37		1	2		
12:15 - 12:30	27			6		
12:30 - 12:45	18		1	5		1
12:45 - 13:00	27		1	13		
13:00 - 13:15	44		3	5		
13:15 - 13:30	30		3	7		1

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	3		1	4		
11:45 - 12:00	4			3		
12:00 - 12:15	5			13		
12:15 - 12:30	2			2		
12:30 - 12:45	3			1		
12:45 - 13:00	4			1		
13:00 - 13:15	3			4		
13:15 - 13:30	7					

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	1					
11:45 - 12:00	1			1		
12:00 - 12:15	2			1		
12:15 - 12:30	3			1		
12:30 - 12:45	2					
12:45 - 13:00	2					
13:00 - 13:15	1			1		
13:15 - 13:30	3			2		

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	5			4		1
11:45 - 12:00	9	1		6	2	
12:00 - 12:15	9			8	9	1
12:15 - 12:30	4			1	1	
12:30 - 12:45	4		1	3		1
12:45 - 13:00	5			3	1	1
13:00 - 13:15	11			2	3	1
13:15 - 13:30	10			13	3	

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	79	1	2	39		
11:45 - 12:00	113		1	34		2
12:00 - 12:15	155		2	87	3	2
12:15 - 12:30	69	1	1	15	4	
12:30 - 12:45	49			20		
12:45 - 13:00	52			15		2
13:00 - 13:15	68		1	16		1
13:15 - 13:30	62		1	17	2	1

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	4					
11:45 - 12:00	2					
12:00 - 12:15	5			3		1
12:15 - 12:30	4					
12:30 - 12:45	4			1		
12:45 - 13:00	2					
13:00 - 13:15	8					
13:15 - 13:30	3					

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	51			14		
11:45 - 12:00	41			21		
12:00 - 12:15	77		1	39		
12:15 - 12:30	47		1	14		
12:30 - 12:45	21	1	2	15		
12:45 - 13:00	23		1	12		
13:00 - 13:15	28			14		
13:15 - 13:30	40		1	9		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	37		3	6		
11:45 - 12:00	23		1	15		
12:00 - 12:15	24			10		
12:15 - 12:30	29		1	3		
12:30 - 12:45	13			3		
12:45 - 13:00	13		2	7		
13:00 - 13:15	24	1		8		
13:15 - 13:30	17	1		7		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	6		1	6		
11:45 - 12:00	9			5		3
12:00 - 12:15	9			6	4	
12:15 - 12:30	5			2	2	
12:30 - 12:45	5			3	2	
12:45 - 13:00	3		1	4	1	
13:00 - 13:15	5			4	1	4
13:15 - 13:30	3			7	1	3

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	32			4		
11:45 - 12:00	22		2	5		
12:00 - 12:15	36		3	4		
12:15 - 12:30	35			18		
12:30 - 12:45	42			9		
12:45 - 13:00	40		1	9		
13:00 - 13:15	31		2	13		
13:15 - 13:30	42		2	9		

Sentido		Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	1			1		
17:15 - 17:30	2			1		
17:30 - 17:45	1					
17:45 - 18:00				2		
18:00 - 18:15	1			1		
18:15 - 18:30	1			1		
18:30 - 18:45	2					
18:45 - 19:00	1			1		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	73		2	6		
17:15 - 17:30	53			12		
17:30 - 17:45	80		3	10		
17:45 - 18:00	84		3	15		
18:00 - 18:15	64		1	12		
18:15 - 18:30	65			11		
18:30 - 18:45	45	1	1	11		
18:45 - 19:00	47	1		9		

Sentido		Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	50		5	3		
17:15 - 17:30	46		2	6		
17:30 - 17:45	43		2	8		
17:45 - 18:00	54		3	8		
18:00 - 18:15	42	1	1	3		
18:15 - 18:30	30			14		
18:30 - 18:45	40	2	4	7		
18:45 - 19:00	27			5		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	3					
17:15 - 17:30	10					
17:30 - 17:45	4			4		
17:45 - 18:00	3			4		
18:00 - 18:15	8			5		
18:15 - 18:30	4			2		
18:30 - 18:45	1			2		
18:45 - 19:00	1			2		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15						
17:15 - 17:30	4			3		
17:30 - 17:45	3			1		
17:45 - 18:00	2					
18:00 - 18:15				1		
18:15 - 18:30	2					
18:30 - 18:45						
18:45 - 19:00						

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	7			4		
17:15 - 17:30	20		1	10	9	
17:30 - 17:45	13			6		
17:45 - 18:00	11			6	4	1
18:00 - 18:15	11			9	7	3
18:15 - 18:30	9			5	2	2
18:30 - 18:45	5			3	1	2
18:45 - 19:00	6			2		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	70			22		1
17:15 - 17:30	77		2	18		1
17:30 - 17:45	92			34		2
17:45 - 18:00	135		1	43	5	2
18:00 - 18:15	171			80	1	2
18:15 - 18:30	119		1	55	5	2
18:30 - 18:45	103		1	37	1	
18:45 - 19:00	83			22	1	

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	2			1		
17:15 - 17:30	4					
17:30 - 17:45	2			1		
17:45 - 18:00	5			2		
18:00 - 18:15	6			1		1
18:15 - 18:30	4			1		
18:30 - 18:45	1			1		
18:45 - 19:00	2			2		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	40		1	16		
17:15 - 17:30	52		3	8		
17:30 - 17:45	51			19		
17:45 - 18:00	86		1	23		2
18:00 - 18:15	61		1	37		1
18:15 - 18:30	46			18		1
18:30 - 18:45	49	1		17		
18:45 - 19:00	43			9		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	39	1	3	9		
17:15 - 17:30	31		3	9		
17:30 - 17:45	36		2	10		
17:45 - 18:00	52		2	15		
18:00 - 18:15	32		2	22		
18:15 - 18:30	21		3	13		
18:30 - 18:45	27	1	1	13		
18:45 - 19:00	17		2	7		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	5	1		2		
17:15 - 17:30	3			2		
17:30 - 17:45	9			3		
17:45 - 18:00	7		1	9	1	4
18:00 - 18:15	7			2	2	
18:15 - 18:30	5				3	4
18:30 - 18:45	4			3		5
18:45 - 19:00	6			2	1	

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Noite - 07/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	34			6		
17:15 - 17:30	42			3		
17:30 - 17:45	52		2	7		
17:45 - 18:00	47		1	18		
18:00 - 18:15	38			4		
18:15 - 18:30	35			5		
18:30 - 18:45	39		1	7		1
18:45 - 19:00	30		1	5		

Sentido Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)						
Turno/dia Manhã - 09/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	4			2		
7:15 - 7:30	5			3		
7:30 - 7:45	5					
7:45 - 8:00	2			3		
8:00 - 8:15	2			2		
8:15 - 8:30	3					
8:30 - 8:45	1					
8:45 - 9:00	1		1	1		

Sentido Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)						
Turno/dia Manhã - 09/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	45			11		
7:15 - 7:30	72		3	24	2	
7:30 - 7:45	96		2	21		1
7:45 - 8:00	121			44	1	1
8:00 - 8:15	75		3	38		1
8:15 - 8:30	84		1	27		
8:30 - 8:45	65		5	11		
8:45 - 9:00	82		2	18		

Sentido Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)						
Turno/dia Manhã - 09/07/2021						
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	22			2		
7:15 - 7:30	29			5		1
7:30 - 7:45	40		2	8		1
7:45 - 8:00	57			6		
8:00 - 8:15	30		1	3		
8:15 - 8:30	23		5	3		
8:30 - 8:45	22		1			
8:45 - 9:00	31		4	4		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15					1	
7:15 - 7:30	3			1		
7:30 - 7:45	1					
7:45 - 8:00	3					
8:00 - 8:15						
8:15 - 8:30	1			2		
8:30 - 8:45	3					
8:45 - 9:00						

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	1					
7:15 - 7:30						
7:30 - 7:45	1					
7:45 - 8:00	4					
8:00 - 8:15	1					
8:15 - 8:30						
8:30 - 8:45	2					
8:45 - 9:00				1		

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	3					
7:15 - 7:30	7			2	1	
7:30 - 7:45	5				1	
7:45 - 8:00	4			6	4	
8:00 - 8:15	4			2		
8:15 - 8:30	8			2	1	
8:30 - 8:45				2		
8:45 - 9:00	8			3		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	35	2		3		
7:15 - 7:30	21			6		
7:30 - 7:45	31		2	6		
7:45 - 8:00	44	1	1	2	1	
8:00 - 8:15	41		4	7		
8:15 - 8:30	44		4	8		
8:30 - 8:45	45		3	8		
8:45 - 9:00	64		6	10	1	

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	5	1	2			
7:15 - 7:30	4					
7:30 - 7:45	8	1				
7:45 - 8:00	2					
8:00 - 8:15	3			1		
8:15 - 8:30						
8:30 - 8:45						
8:45 - 9:00	1					

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	12			4		
7:15 - 7:30	9			4		
7:30 - 7:45	18			3		
7:45 - 8:00	19		2	4		
8:00 - 8:15	24		2	3		
8:15 - 8:30	12			2		
8:30 - 8:45	19		2	2		
8:45 - 9:00	22		3	3		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	18		2	4		
7:15 - 7:30	31	1	1	6		
7:30 - 7:45	17		1	3		
7:45 - 8:00	21		1	4		
8:00 - 8:15	22		2	4		
8:15 - 8:30	21	1	1	4		
8:30 - 8:45	27			2		
8:45 - 9:00	23		5	6		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	3			4		
7:15 - 7:30	5			2	1	
7:30 - 7:45	4			3	2	1
7:45 - 8:00	4			3	2	
8:00 - 8:15	4			1		1
8:15 - 8:30	10		1	3	7	
8:30 - 8:45	1			2	1	1
8:45 - 9:00	7			1	3	1

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Manhã - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
7:00 - 7:15	18			6		
7:15 - 7:30	26			7		
7:30 - 7:45	44		1	14		2
7:45 - 8:00	46		1	12		
8:00 - 8:15	42	1		9		
8:15 - 8:30	36		1	5		
8:30 - 8:45	25			8		
8:45 - 9:00	26		2	10		

Sentido	Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)					
Turno/dia	Meio-dia - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	2			1		
11:45 - 12:00	1					
12:00 - 12:15	3			2		
12:15 - 12:30				2		
12:30 - 12:45				3		
12:45 - 13:00	2			2		
13:00 - 13:15	1			1		
13:15 - 13:30	2			9		

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)					
Turno/dia	Meio-dia - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	64	1		4		
11:45 - 12:00	40			14		
12:00 - 12:15	49		3	6		
12:15 - 12:30	35		2	4		
12:30 - 12:45	40			12		
12:45 - 13:00	63	1		23		
13:00 - 13:15	91		1	30		
13:15 - 13:30	118	1	2	55		1

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)					
Turno/dia	Meio-dia - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	27		1	5		
11:45 - 12:00	33		4	1		
12:00 - 12:15	27	1	3	3		
12:15 - 12:30	18		2	2		
12:30 - 12:45	22		1	3		
12:45 - 13:00	35		3	6		
13:00 - 13:15	31			6		
13:15 - 13:30	47	1	2	3		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	1					
11:45 - 12:00	5					
12:00 - 12:15	12			10		
12:15 - 12:30	10			6		
12:30 - 12:45	2			1		
12:45 - 13:00	3			3		1
13:00 - 13:15	1			1		
13:15 - 13:30	2			3		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	1					
11:45 - 12:00	3			1		
12:00 - 12:15	1					
12:15 - 12:30	1			4		
12:30 - 12:45	1					
12:45 - 13:00	4					
13:00 - 13:15	1			1		
13:15 - 13:30	1			1		

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	8		1	2		
11:45 - 12:00	7			6	4	1
12:00 - 12:15	16			10	9	1
12:15 - 12:30	7			4	3	
12:30 - 12:45	8			7	3	
12:45 - 13:00	3			1		
13:00 - 13:15	8			4	2	
13:15 - 13:30	9			13	3	1

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	82		4	28	1	2
11:45 - 12:00	113		3	29		1
12:00 - 12:15	156			96	1	
12:15 - 12:30	108		2	24	1	
12:30 - 12:45	44		1	13		
12:45 - 13:00	50		1	17		
13:00 - 13:15	61			17	1	1
13:15 - 13:30	91	1	1	20	1	

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	1					
11:45 - 12:00	4			1		
12:00 - 12:15	4			3		
12:15 - 12:30	6			2		
12:30 - 12:45						
12:45 - 13:00	3			1		
13:00 - 13:15	2			1		
13:15 - 13:30	4					

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	50			9		
11:45 - 12:00	51		1	17		
12:00 - 12:15	72		1	31		
12:15 - 12:30	49			9		
12:30 - 12:45	43		1	13		
12:45 - 13:00	26	1	1	10		
13:00 - 13:15	45		1	12		
13:15 - 13:30	45		1	9		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	30		1	4		
11:45 - 12:00	22		1	13		
12:00 - 12:15	29			13		
12:15 - 12:30	22		3	5		
12:30 - 12:45	12		2	4		
12:45 - 13:00	16		1	3		
13:00 - 13:15	19		1	5		
13:15 - 13:30	42		4	10		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	7		1	1		
11:45 - 12:00	9			4	1	
12:00 - 12:15	15			4		
12:15 - 12:30	4			7	3	
12:30 - 12:45	4			1	4	
12:45 - 13:00	1			3	1	1
13:00 - 13:15	6			2	1	1
13:15 - 13:30	2		1	10	3	1

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Meio-dia - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
11:30 - 11:45	37		3	3		
11:45 - 12:00	29			6		
12:00 - 12:15	22		1	3		
12:15 - 12:30	38			3		
12:30 - 12:45	31		1	6		
12:45 - 13:00	39			7		
13:00 - 13:15	50		3	12		
13:15 - 13:30	61		1	20		

Sentido	Av.Cristo Rei (Via centro) -> Rua Bela Vista (1 - 4)					
Turno/dia	Noite - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	3					
17:15 - 17:30	1					
17:30 - 17:45	4					
17:45 - 18:00	1					
18:00 - 18:15	1					
18:15 - 18:30	2					
18:30 - 18:45	2	1	1	1		
18:45 - 19:00	2			1		

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Centro (1-6)					
Turno/dia	Noite - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	59	1	3	17		1
17:15 - 17:30	77		5	16		
17:30 - 17:45	85		2	13		
17:45 - 18:00	70		2	19		
18:00 - 18:15	85		3	13		
18:15 - 18:30	75			11		
18:30 - 18:45	81		2	15		
18:45 - 19:00	59	1	1	10		

Sentido	Av. Cristo Rei (Via centro) -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (1-8)					
Turno/dia	Noite - 09/07/2021					
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	48		3	6		
17:15 - 17:30	43		3	1		
17:30 - 17:45	47		3	4		
17:45 - 18:00	36		2	8		1
18:00 - 18:15	56		5	9		1
18:15 - 18:30	37	1	1	12		
18:30 - 18:45	38	1	4	8		
18:45 - 19:00	44	1		5		

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (3-2)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	5			4		
17:15 - 17:30	1			1		
17:30 - 17:45	5			2		
17:45 - 18:00	4			3		
18:00 - 18:15	8			1		1
18:15 - 18:30	6			1		
18:30 - 18:45	3			2		
18:45 - 19:00						

Sentido		Rua Bela Vista -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (3-6)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	4					
17:15 - 17:30	2			1		
17:30 - 17:45	2			4		
17:45 - 18:00	1			3		
18:00 - 18:15	3			1		
18:15 - 18:30	2					
18:30 - 18:45				2		
18:45 - 19:00	3			1		

Sentido		Rua Bela Vista -> Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (3-8)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	8			3	2	2
17:15 - 17:30	8			4		
17:30 - 17:45	13			7	6	
17:45 - 18:00	11		2	2	4	1
18:00 - 18:15	7			6	3	6
18:15 - 18:30	5		2	9	1	1
18:30 - 18:45	6			1	1	1
18:45 - 19:00	13			4	2	1

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Cristo Rei (5-2)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	113	1	1	26		
17:15 - 17:30	99		2	31	1	
17:30 - 17:45	122	1	3	38	6	2
17:45 - 18:00	119		3	37	3	1
18:00 - 18:15	182			93	2	1
18:15 - 18:30	145			43	2	1
18:30 - 18:45	125		1	28	1	
18:45 - 19:00	80		1	18	2	

Sentido		Av. Cristo Rei ->Rua Bela Vista (5-4)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	2					
17:15 - 17:30	3			1		
17:30 - 17:45	5			3		
17:45 - 18:00	5					1
18:00 - 18:15	4			3		
18:15 - 18:30	2					
18:30 - 18:45	5					
18:45 - 19:00	3			1		

Sentido		Av. Cristo Rei -> Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes (5-8)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	45			18		1
17:15 - 17:30	46	1	1	8		1
17:30 - 17:45	60		2	27		1
17:45 - 18:00	55			20		1
18:00 - 18:15	82		2	31		
18:15 - 18:30	50	2	4	20		1
18:30 - 18:45	54	1		14		1
18:45 - 19:00	42			13		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (7-2)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	38		2	13		
17:15 - 17:30	40		1	4		
17:30 - 17:45	26		2	13		
17:45 - 18:00	26			9		
18:00 - 18:15	36		2	20		1
18:15 - 18:30	36		3	21		
18:30 - 18:45	21			8		
18:45 - 19:00	20		1	9		

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Rua Bela Vista (7-4)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	4			3		1
17:15 - 17:30	8				2	1
17:30 - 17:45	7			3		2
17:45 - 18:00	8			4	1	
18:00 - 18:15	7			4	2	4
18:15 - 18:30	4			2		
18:30 - 18:45	7			6		
18:45 - 19:00	7		1	6		2

Sentido		Av. Prefeito Guiomar de Jesus Lopes -> Av. Cristo Rei (Via Centro) (7-6)				
Turno/dia		Noite - 09/07/2021				
Horário	Carro	Ônibus	Caminhão	Moto	Pedestre	Bicicleta
17:00 - 17:15	37		3	4		
17:15 - 17:30	33		2	2		
17:30 - 17:45	27		2	6		
17:45 - 18:00	43		2	8		
18:00 - 18:15	44			12		
18:15 - 18:30	27		1	5		
18:30 - 18:45	32			7		
18:45 - 19:00	47			5		