

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

GUSTAVO TELLES FREITAS

PROPOSTA DE MELHORIA DO TRÁFEGO NA RUA FLORIANÓPOLIS EM
JOINVILLE UTILIZANDO SOFTWARE SUMO

Joinville

2021

GUSTAVO TELLES FREITAS

PROPOSTA DE MELHORIA DO TRÁFEGO NA RUA FLORIANÓPOLIS EM
JOINVILLE UTILIZANDO SOFTWARE SUMO

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia de transportes e logística do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Christiane Wenck Nogueira
Fernandes

Joinville

2021

GUSTAVO TELLES FREITAS

PROPOSTA DE MELHORIA DO TRÁFEGO NA RUA FLORIANÓPOLIS EM
JOINVILLE UTILIZANDO SOFTWARE SUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de transportes e logística, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 24 de setembro de 2021.

Banca Examinadora:

Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Francielly Hedler Staudt
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Helry Luvillany Fontenele Dias
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha vó Rosalina Becker Freitas

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, pais Carlos Carmelo Freitas e Marcia Silvana Telles Freitas, minha irmã Ana Carolina Telles, cunhado Manoel José da Silva, que me deram todo o apoio nos momentos difíceis, amor, paciência e fazendo com que acreditasse em mim mesmo. Aos meus familiares, tios e primos que de alguma maneira também contribuíram para a minha formação.

A todos os professores que me ensinaram durante toda a graduação em especial a minha orientadora Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes que com auxiliou e me motivou e foi fundamental para poder concluir esse estudo.

Aos meus colegas de faculdade em especial aos meus amigos de time, o Aterrão Campeão e Bohemios.

A Balantec onde fiz meu estágio e fiz grandes amigos, em especial gostaria de agradecer ao Daniel Osmar Adelino e Daniel Osmar Adelino Junior que não me ajudaram profissionalmente, mas também me deram toda a liberdade para me dedicar a faculdade quando necessário.

Ao meu Senhor e salvador da minha vida Jesus Cristo, por ter transformado, me amado e me deu uma família que é eterna. Agradeço aos meus irmãos em Cristo que sem eles seria impossível, em especial ao Anderson, Bruno, Daniel, Elias, João, Juninho, Leonardo Melato, Leonardo Viergutz e Matheus Fausto.

RESUMO

Os usuários de tráfego da zona sul de Joinville, diariamente, sofrem com congestionamentos no trânsito, isso ocorre por motivos como o número de ruas com estrutura insuficiente para o acesso. Uma das ruas de acesso é a rua Florianópolis, onde o trânsito é intenso todos os dias, sendo assim, o presente trabalho busca fazer uma análise do cenário base (atual), das interseções da Rua Florianópolis com a Rua Graciosa e da Rua Florianópolis com a Rua Guanabara, e também a análise de dois diferentes cenários propostos, gerando assim uma mudança em dois semáforos, visando trazer diminuição no tempo gasto de viagem dos usuários dessa via. A primeira proposta busca impedir a conversão à esquerda em ambos os sentidos da Rua Florianópolis no cruzamento com a Rua Graciosa e impedir a conversão à esquerda na interseção da rua Florianópolis com a Guanabara, mas somente para o sentido Fátima/Centro. A segunda proposta impede a conversão à esquerda em ambos os sentidos da Rua Florianópolis tanto no cruzamento com a Rua Guanabara, quanto no cruzamento com a Rua Graciosa. Os resultados mostraram que o cenário proposto 2 apresentou uma velocidade média total da rede 54,5% a mais em relação ao cenário base. Para realizar as simulações e as análises do cenário base e dos cenários propostos utilizou-se o software Simulation of Urban Mobility (SUMO).

Palavras-chave: Simulação. Sumo. Joinville. Análise de Tráfego. Webster

ABSTRACT

The traffic users of Joinville's south area suffer on daily basis with traffic jam, and that occurs mainly because of the large number of streets without proper infrastructure to access that region. One of the main streets to access the south area is Florianópolis Street, where traffic is intense everyday, therefore, this work's objective is to analyse the current scenario of the intersections of Florianópolis Street with Graciosa Street and Florianópolis Street with Guanabara Street, and also analyse two different scenarios, generating two traffic light changes, targeting the decrease in travel time of the traffic users of those streets. The first proposal seeks to prevent conversions to the left in both directions of Florianópolis Street at the intersection with Graciosa Street, and prevent the conversion to the left at the intersection of Florianópolis Street with Guanabara Street, but only to the Fátima/Centro direction. The second proposal prevent the conversion to the left in both directions of Florianópolis Street, considering both intersections: Florianópolis Street with Guanabara Street, and Florianópolis Street with Graciosa Street. The results showed that the second scenario presented an average of 54.5% higher in relation to the current scenario. All the simulations and analysis, in current and proposed scenarios were made with the software Simulation of Urban Mobility (SUMO).

Keywords: Simulation. Sumo. Joinville. Traffic Analyses. Webster

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zona Sul de Joinville	14
Figura 2 - Relação entre velocidade e volume	19
Figura 3 - Relação entre velocidade e densidade	20
Figura 4- Relação entre volume e densidade.....	20
Figura 5 - Diagrama de Estágios	24
Figura 6 - Diagrama de Intervalos Luminosos.....	24
Figura 7 - Etapas do Trabalho	31
Figura 8 - Escopo do Trabalho.....	32
Figura 9- Número Total de Veículos na Interseção 1	34
Figura 10 - Número Total de Veículos na Interseção 2.	34
Figura 11 - Movimentos de 1 a 3 e 13 a 15.....	35
Figura 12 - Movimentos de 4 a 6 e 10 a 12.....	35
Figura 13 - Área de estudo importada do OpenStreetMaps	38
Figura 14 - Rotas de 1 a 5.....	40
Figura 15 - Rotas de 6 a 10.....	41
Figura 16 - Rotas 11 a 13	41
Figura 17 - Rotas 14 a 19.	42
Figura 18 - Configuração da Interseção 1 para o Cenário 1.....	43
Figura 19 - Configuração da Interseção 2 para o Cenário 1.....	43
Figura 20 - Rota 3 do Cenário Proposto 1.....	44
Figura 21 - Rotas 5 e do Cenário Proposto 1	45
Figura 22 - Rotas 8 e do Cenário Proposto 1	45
Figura 23 - Continuação da Rua Graciosa.....	48
Figura 24 - Configuração da Interseção 2 para o Cenário 2.....	49
Figura 25 - Mudança de Sentido de uma Faixa da Rua Guanabara.	49
Figura 26 - Rota 8 Cenário Proposto 2.....	50
Figura 27 - Rota 9 Cenário Proposto 2.....	51
Figura 28 - Rota 10 Cenário Proposto 2.....	52
Figura 29 - Rota 12 Cenário Proposto 2.....	53

Figura 30 - Interseção rua Florianópolis com rua Graciosa.	67
Figura 31 - Interseção rua Florianópolis com rua Guanabara.	67
Figura 32 - Contagem de Veículos das 16 às 17 horas.	68
Figura 33 - Contagem de Veículos das 17 às 18 horas.	68
Figura 34 - Contagem de Veículos das 18 às 19 horas.	69
Figura 35 - Movimentos de 7 a 9 e 16 a 18	69
Figura 36 - Movimentos de 19 a 21.	70
Figura 37 - Alteração da Velocidade da Via.	71
Figura 38 - Fluxos de Carros e Motos das 16 às 17 horas.....	72
Figura 39 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 16 às 17 horas.	73
Figura 40- Fluxos de Carros das 17 às 18 horas.....	73
Figura 41 - Fluxos de Motos das 17 às 18 horas.	74
Figura 42 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 17 às 18 horas.	74
Figura 43 - Fluxos de Carros das 18 às 19 horas.....	75
Figura 44 - Fluxos de Motos das 18 às 19 horas.	75
Figura 45 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 18 às 19 horas.	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tamanho das Rotas	55
Gráfico 2 - Tempo Médio de Viagem.	56
Gráfico 3 - Tempo Médio Total de Viagens.	57
Gráfico 4 - Tempo Médio Perdido Por Rota.	58
Gráfico 5 - Tempo Médio Total Perdido.....	58
Gráfico 6 - <i>Waiting Time</i>	59
Gráfico 7 - Velocidade Média.	60

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
1.1.	JUSTIFICATIVA	13
1.2.	OBJETIVOS	14
1.2.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1.	ENGENHARIA DE TRÁFEGO	16
2.1.1	CARACTERÍSTICAS E DEFINIÇÕES DO TRÁGFEGO	16
2.1.2	PESQUISAS DE TRÁFEGO	21
2.1.2.1	CONTAGEM MANUAL	21
2.1.2.2	CONTAGEM AUTOMÁTICA.....	21
2.1.2.3	CONTAGEM POR VÍDEO	22
2.1.3	FLUXO DE SATURAÇÃO	22
2.1.4	SEMÁFOROS	23
2.1.5	MÉTODO DE WEBSTER	25
2.2	SIMULADORES DE TRÁFEGO	26
2.2.1	AIMSUN – ADVANCED INTERACTIVE MICROSCOPIC SIMULATOR FOR URBAN AND NONURBAN NETWORKS.....	27
2.2.2	VISSIM – VERKEHR IN STÄDTEN – SIMULATION MODELL.....	28
2.2.3	SUMO – SIMULATION URBAN MOBILITY	29
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	DEFINIÇÃO DO ESCOPO.....	32
3.2	COLETA DE DADOS	33
3.3	CARACTERÍSTICAS DA SIMULAÇÃO	37
4	ESTUDO DE CASO	40
4.1	CENÁRIO BASE	40
4.2	CENÁRIO PROPOSTO 1.	42
4.3	CENÁRIO PROPOSTO 2.	48
5	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	55
5.1	TAMANHOS DAS ROTAS.....	56
5.2	TEMPO DE VIAGEM	57

5.3	TEMPO PERDIDO	57
5.4	WAITING TIME	59
5.5	VELOCIDADE MÉDIA	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A - LEVANTAMENTO DE DADOS.....	67
	APÊNDICE B - CARACTERÍSTICAS DE SIMULAÇÃO	71

1. INTRODUÇÃO

Os congestionamentos são um dos grandes problemas da atualidade, segundo o último dado levantado pela Organização Mundial da Indústria Automobilística (OICA, 2015) o número de veículos em uso em todo o mundo chegaria à marca 1,28 bilhões de veículos no ano de 2015, sendo que o número de veículos comercial seria de 335 milhões. Países como o Brasil superaram países tradicionais do mercado automobilístico, como Estados Unidos e países europeus. Segundo Voelcker (2014), a projeção é que no ano de 2050 o número de veículos no mundo chegue a 2,5 bilhões, neste sentido, profissionais responsáveis pelo planejamento de transportes necessitam de soluções urgentes para o problema dos congestionamentos.

No Brasil, historicamente sabe-se que houve incentivos as indústrias automobilísticas além uma priorização do transporte rodoviário cargas, ainda que apresente desvantagens se comparado com outros modais, como custos elevados, mais propenso a danificar a cargas, insegurança contra roubo e danos ao meio ambiente (MARTINS, 2009).

Com esse desequilíbrio na mobilidade do país somando a falta de infraestrutura e o acúmulo populacional existente no país, pois segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), cerca de 85% da população brasileira vivem em áreas metropolitanas, os congestionamentos se tornaram cada vez mais comuns nas cidades brasileiras, acarretando diversos problemas como, acidentes, problemas de saúde, ao meio ambiente, além de econômicos, só na cidade de São Paulo os custos causados pela crise da mobilidade chegam a 40 bilhões de reais por ano, valor que se equivale a 1% do PIB brasileiro Cintra (2014).

Para reduzir os problemas com os congestionamentos, é necessário que cada cidade tenha um planejamento urbano bem definido, levando em conta as características da cidade, e o crescimento no número de automóveis e a infraestrutura urbana. Os planos diretores e os planos de mobilidade urbana buscam através do planejamento, minimizar esses problemas trazendo mais segurança e agilidade nos deslocamentos urbanos e com isso proporcionando qualidade de vida para os cidadãos.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo fazer uma análise de tráfego na região sul de Joinville, propor mudanças buscando uma diminuição no tempo de viagem dos usuários dessa via, utilizando um software de simulação.

1.1 JUSTIFICATIVA

Joinville está localizada na região Sul do Brasil, é a maior cidade do estado de Santa Catarina com uma extensão de 1.125,70km², e mais populosa com 515.288 habitantes conforme o último censo em 2010. A cidade é o terceiro maior polo industrial do sul do Brasil, tendo como destaque os setores metalúrgicos, têxtil, plástico, metalmecânico, químico e farmacêutico. (IPPUJ, 2016).

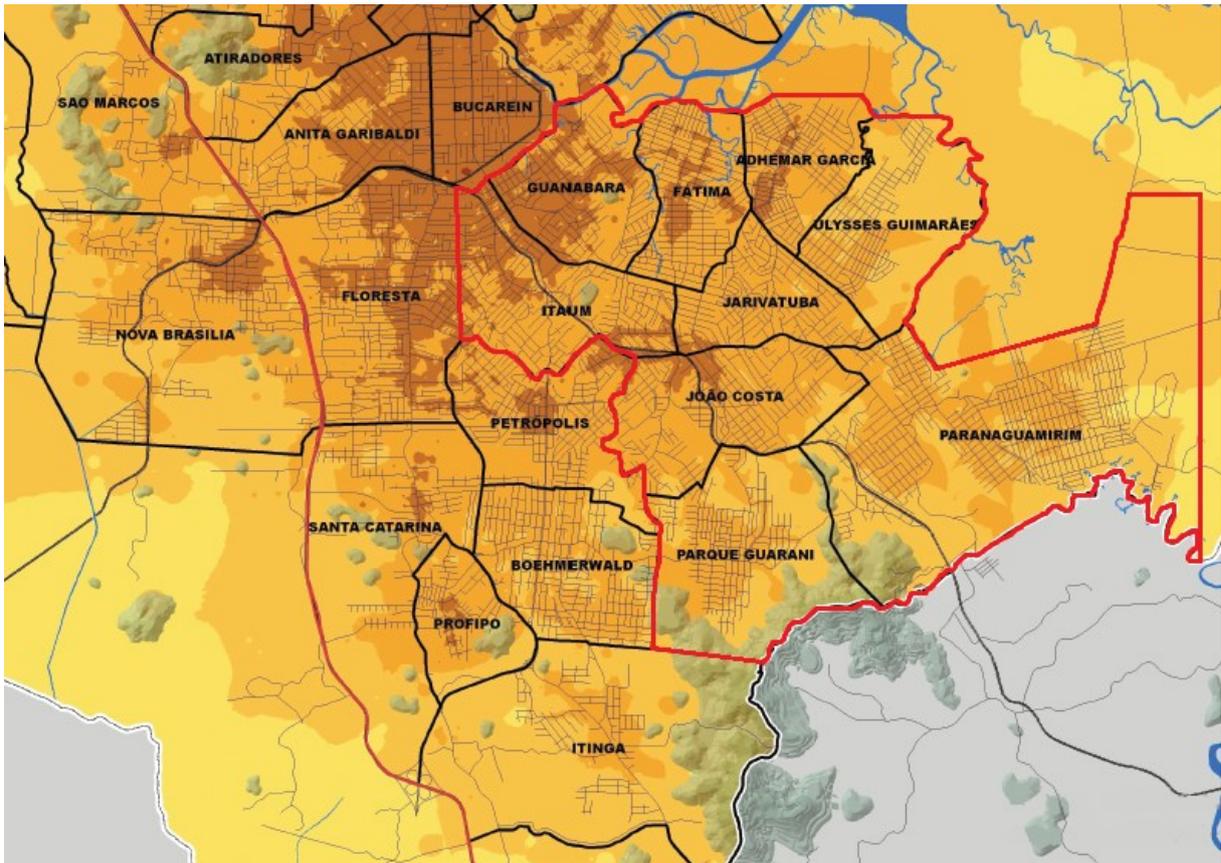
Por ser um polo industrial a cidade atrai moradores que buscam novas oportunidades, segundo Ernani Bayer (1977), existem diversos fatores que colaboraram para o crescimento desequilibrado das cidades, contudo fatores econômicos e tecnológicos cooperaram expressivamente para a expansão urbana.

São dois fatores que afetam diretamente no planejamento da mobilidade urbana, segundo Stern (1969), aponta que a saturação das vias urbanas é uma consequência do crescimento das indústrias automobilísticas. Esse cenário que pode ser visto em Joinville, cidade do presente estudo, entre os anos de 2018 e 2020 houve um aumento de 16.307 automóveis na cidade segundo dados IBGE.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Joinville tem 279.938 automóveis para uma população de mais 500 mil habitantes. Para Senna (2014), a economia dos países depende de sua infraestrutura, e grande parte da zona sul de Joinville é extremamente afetada por sua infraestrutura. São nove bairros, como mostra a Figura 1, que no total somam 134.348 habitantes de acordo com dados da Prefeitura Municipal, são alimentados por somente três ruas principais, Rua Monsenhor Gercino, Rua Guanabara e Rua Florianópolis, sendo todas elas de pista simples e mão dupla.

Portanto, o presente trabalho buscou proporcionar uma melhoria no fluxo de tráfego da rua Florianópolis, propondo cenários alternativos, sem afetar de forma negativa os arredores da área de estudo.

Figura 1 - Zona Sul de Joinville



Fonte: Prefeitura de Joinville (2017).

1.2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer um comparativo entre o cenário atual de tráfego da rua Florianópolis com outros dois cenários propostos, buscando diminuir o congestionamento da via, utilizando o software de simulação SUMO.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar o levantamento bibliográfico para definir os parâmetros a serem utilizados na simulação;

- Codificar o ambiente de tráfego no SUMO em um estudo de caso na região;
- Dimensionar e simular o cenário atual com o fluxo da área de estudo;
- Propor cenários e simula-los;
- Fazer uma análise comparativa entre os cenários propostos e o atual.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para uma melhor compreensão dos problemas e conceitos abordados no presente trabalho, este capítulo apresenta conceitos e variáveis essenciais utilizados na Engenharia de Tráfego e no software de simulação SUMO.

2.1 ENGENHARIA DE TRÁFEGO

A engenharia de tráfego é a parte da engenharia de transportes que abrange as áreas de projeto geométrico, o planejamento e a operação do tráfego de estradas e vias urbanas, o uso do solo adjacente, como se interagem com outros modos de transporte, com o intuito de proporcionar o deslocamento seguro e eficiente, tanto de pessoas como de mercadorias. (MCSHANE, PRASSAS e ROES, 2011).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1983), a engenharia de tráfego é responsável pelo planejamento do tráfego e do projeto e operação das vias e das áreas próximas, bem como o uso delas para o transporte, levando em consideração a segurança, conveniência e economia.

Com o crescimento dos congestionamentos nas cidades, os estudos de tráfego se tornam indispensáveis, levando em consideração que com os estudos de tráfego é possível obter dados como o número de veículos que circulam por uma determinada via, capacidade das vias, locais onde são comuns acidentes além de diversos outros dados que dão um melhor entendimento dos aspectos físicos das vias. (DNIT, 2006).

2.1.1 CARACTERÍSTICAS E DEFINIÇÕES DO TRÁFEGO

Tendo como base o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT,2006) e Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2007), algumas definições são necessárias para se ter uma melhor compreensão das características do tráfego para os estudos na Engenharia de Tráfego tem-se:

1. Capacidade: “número máximo de veículos que poderá passar por um determinado trecho de uma faixa ou pista durante um determinado período de tempo determinado, sob as condições reais predominante na via e no tráfego”. (DNIT, 2006).

2. Densidade: “número de veículos por unidade de comprimento da via” (DNIT, 2006).
3. Horas de Pico: contém os maiores volumes de veículos de uma via em um determinado dia, varia de local para local, mas tendem a se manter estáveis em um mesmo local, no mesmo dia da semana.
4. Fator Horário de Pico (FHP): “é o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo quádruplo do volume do período de quinze minutos da hora de pico com maior fluxo de tráfego” (DNIT, 2006). A equação 1 apresenta como o FHP é calculado:

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4 \times V_{15max}} \quad (1)$$

onde:

V_{hp} : volume horário de pico;

V_{15max} : volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Utiliza-se o tempo de quinze minutos pois intervalos maiores podem gerar um subdimensionamento, assim como intervalos menores podem gerar um superdimensionamento.

5. Espaçamento: “distância entre dois veículos sucessivos, medida entre pontos de referência comuns” (DNIT, 2006).
6. Headway: “intervalo de tempo entre a passagem de veículos sucessivos sobre um determinado ponto de uma faixa de trânsito, considerando o mesmo elemento físico nos dois veículos, como por exemplo o para-choque dianteiro” (CONTRAN, 2014).
7. Tempo de viagem: “período de tempo durante o qual o veículo percorre um determinado trecho de via, incluindo os tempos de parada” (DNIT, 2006).
8. Velocidade de Fluxo Livre: “velocidade média dos veículos de uma determinada via, quando apresenta volumes baixos de tráfego, e não há imposição de restrições quanto às suas velocidades, nem por interação veicular, nem por regulamentação de trânsito”. (DNIT, 2006).

9. Velocidade Média de Viagem: “velocidade em um trecho de uma via, determinada pela razão entre o comprimento do trecho pelo tempo médio gasto em percorrê-lo, incluindo os tempos em que os veículos estejam parados” (DNIT, 2006). Como apresenta a equação 2, a velocidade média de viagem é calculada da seguinte forma:

$$V_{mv} = \frac{L}{\left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=1}^n t_i} \quad (2)$$

onde:

V_{mv} = velocidade média de viagem (km/h);

L = comprimento do trecho (km);

t_i = tempo de viagem do veículo i (h);

n = número de veículos observados;

10. Volume de Tráfego: “número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo” (DNIT, 2006).
11. Volume de Tráfego Equivalente: “Denomina-se volume de tráfego equivalente o volume de tráfego veicular expresso em termos de unidade de carros de passeio (ucp)” (CONTRAN, 2014).

Por conta dos desempenhos diferentes de cada tipo de veículo é necessário um valor de equivalência para compor o volume de tráfego numa base única, sendo que o veículo de referência é do automóvel e seu valor de equivalência 1,0 ucp, os demais valores estão expostos na tabela 1:

Tabela 1- Fator de Equivalência para diferentes tipos de veículos

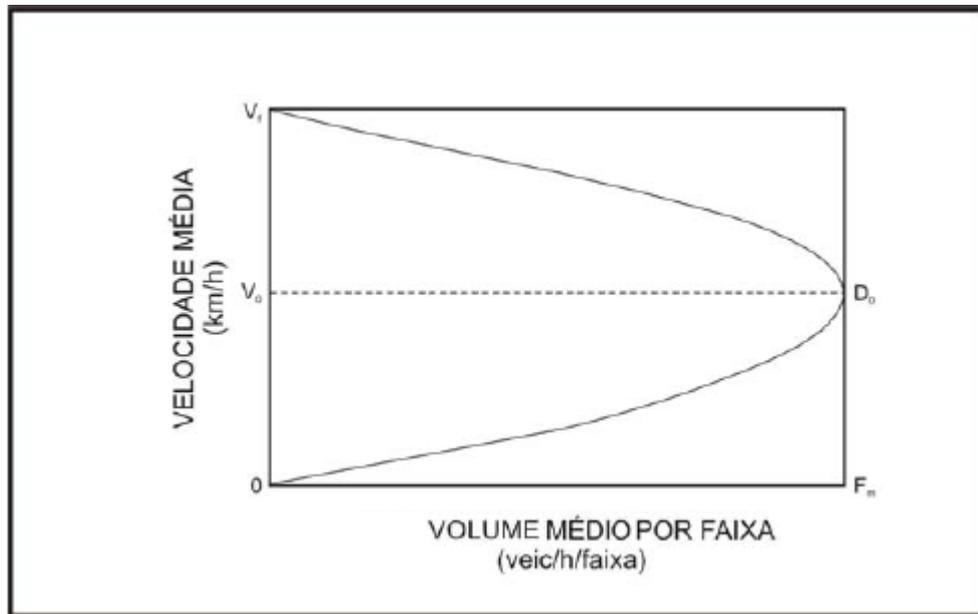
Tipo	Fator de Equivalência
Automóvel	1,00
Moto	0,33
Ônibus	2
Caminhão (2 eixos)	2
Caminhão (3 eixos)	3

Fonte - CONTRAN (2014)

12. Relação entre Velocidade e Volume: Iniciando na velocidade de fluxo livre (V_f), à medida que aumenta o fluxo a velocidade média é reduzida até o ponto denominado densidade ótima (D_o), que corresponde a capacidade da via. Do ponto de densidade

ótima em diante cada veículo que é acrescentado na via, há uma diminuição tanto da velocidade como do volume. A Figura 2 mostra essa relação:

Figura 2 - Relação entre velocidade e volume

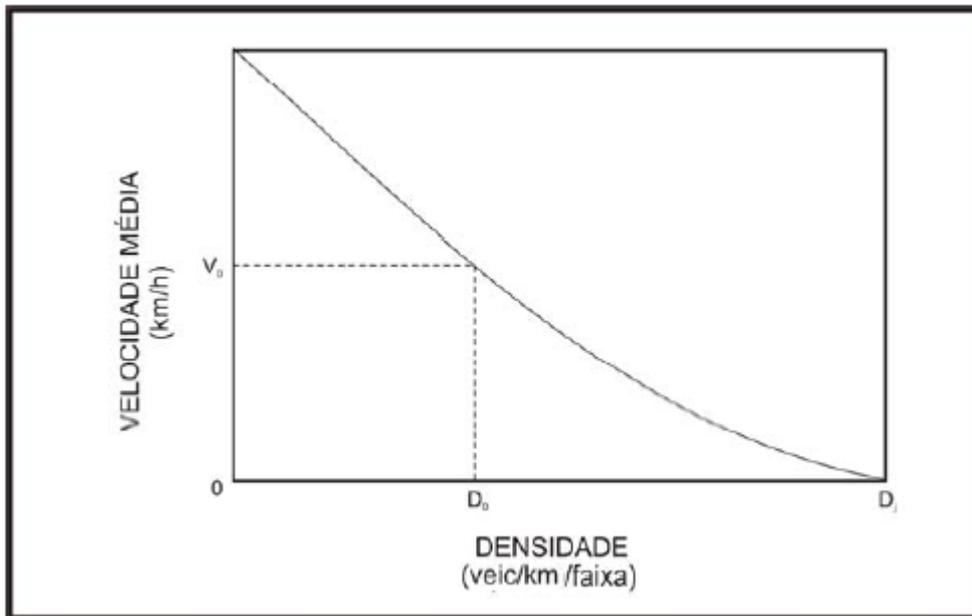


Fonte: DNIT (2006)

Estudos apontam que a curva apresentada na Figura 2 tem uma variação de seção para seção, devido ao fato de ser sensível a diversos fatores, como frequência de entrada e saída, condições do tempo, atritos laterais, número de acidentes que é fator que afeta negativamente a fluidez do tráfego. (DNIT, 2006).

13. Relação entre Velocidade e Densidade: como mostra a Figura 3, à medida que a densidade da via aumenta ocorre uma diminuição da velocidade.

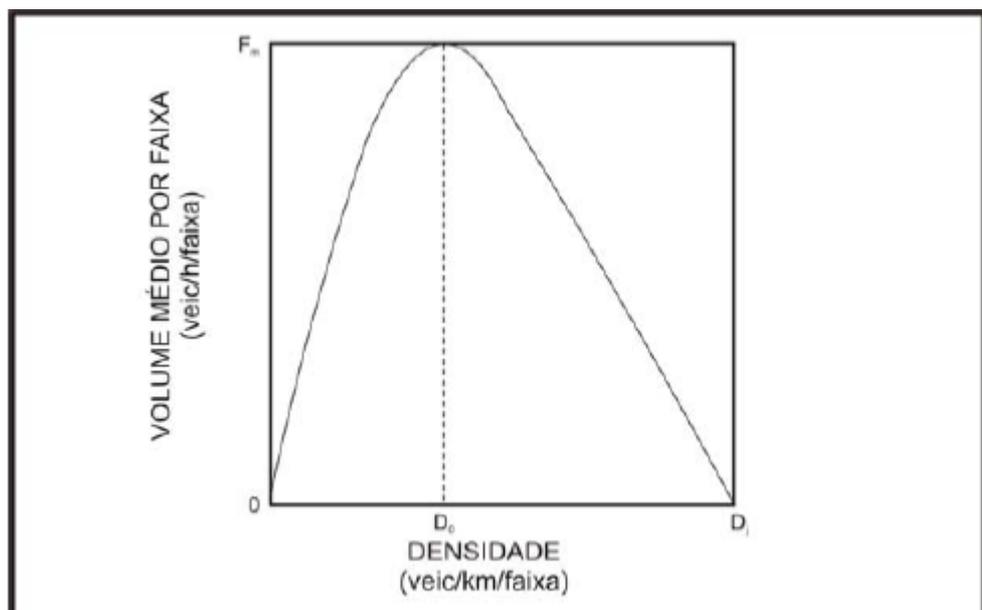
Figura 3 - Relação entre velocidade e densidade



Fonte: DNIT (2006)

14. Relação entre volume e densidade: quando há um acréscimo na densidade o volume também aumenta, isso ocorre até atingir a densidade ótima, a partir daí o volume diminui com o aumento da velocidade. A Figura 4 apresenta a relação entre volume e densidade.

Figura 4- Relação entre volume e densidade



Fonte: DNIT (2006)

2.1.2 PESQUISAS DE TRÁFEGO

Segundo o Manual de Estudo de Tráfego (DNIT, 2006), as pesquisas de tráfego têm por finalidade determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que circulam em uma determinada via ou pontos a serem estudados em um determinado período de tempo. As contagens são feitas em dois pontos básicos, entre duas interseções para vias urbanas, que tem como objetivo estimar os fluxos de veículos de uma via, e o outro ponto é uma interseção que tem como objetivo estimar o fluxo de veículos de vias que se cruzam e de suas ligações.

As contagens volumétricas podem ser classificadas de três formas, são elas:

- Contagem global: conta o número de veículos, independentemente do tipo e do sentido dos veículos;
- Contagem Direcional: faz a contagem dos veículos de um único sentido, e contribuem para cálculos de capacidade, tempos semaforicos, entre outras aplicações;
- Contagem Classificatória: faz uma contagem diferenciando os tipos dos veículos;

As seções a seguir apresentam alguns métodos utilizados para a contagem volumétrica de tráfego.

2.1.2.1 CONTAGEM MANUAL

São diversos os métodos aplicados para a contagem dos fluxos de veículos, segundo o DNIT (2006) o método ideal para classificação de veículos, observação de movimentos em uma interseção, e vias cujo o número de faixas é grande, é o método de contagem manual que é feito por pesquisadores que utilizam fichas e contadores manuais. É um método de fácil operação, além de custos reduzidos.

Para que os resultados não sejam contados de forma errada quando eventuais incidentes ocorrem, como acidentes ou obras por exemplo, é necessário que se faça anotações para que isso seja considerado no momento da análise dos dados coletados.

2.1.2.2 CONTAGEM AUTOMÁTICA

Outro método aplicado é a contagem automática que é feita por diversos equipamentos, sendo um deles os radares que são comuns em interseções nas regiões urbanas.

Dois componentes são necessários nos contadores automáticos, sendo eles uma unidade captadora que detectam os veículos da via e outro componente é a unidade acumuladora de dados.

Para a contagem automática em alguns casos se utiliza contadores automáticos portáteis, onde os mais comuns utilizam tubos pneumáticos que cruzam o pavimento transversalmente, e contam os veículos sucessivos. Normalmente se utiliza em pesquisas de vinte e quatro horas, e é necessário que se faça contagem complementar para registrar a classificação dos veículos (DNIT, 2006).

2.1.2.3 CONTAGEM POR VÍDEO

Segundo DNIT (2006) a contagem por vídeo oferece algumas vantagens, são elas:

- Pode-se identificar todos os movimentos;
- Mais confiança;
- Conforto;
- Possibilidade de obter mais dados que possam interessar;

Para a contagem simples de veículos por conta dos custos esse método de contagem pode não ser o mais vantajoso, mas para estudos de tráfego que necessite de mais detalhes e mais precisão nos dados coletados, mesmo com os custos esse método pode ser justificado.

Os demais métodos mencionados no manual de estudos de tráfego do DNIT não serão abordados neste trabalho.

2.1.3 FLUXO DE SATURAÇÃO

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2014), define fluxo de saturação como sendo o número máximo de veículos que poderiam passar por uma aproximação semafórica, caso essa aproximação receba a indicação verde durante uma hora inteira. Para as vias urbanas o valor pode ser estimado pela equação 3:

$$S = 525.L \quad (3)$$

Onde S é o fluxo de saturação cuja a unidade é veículo por hora de tempo verde (veic/htv), e L é a largura de aproximação cuja a unidade é metros (m), porém a equação é válida somente para vias com larguras entre 5,5 e 18,0m.

O uso da equação 3 para estimar o fluxo de saturação só pode ser feita para vias do tipo padrão, ou seja, para vias onde não há veículos estacionados, conversão à esquerda é nula e conversão à direita é igual ou menor que 10% do tráfego total, para vias não padrão, o fluxo de saturação precisa de correção.

2.1.4 SEMÁFOROS

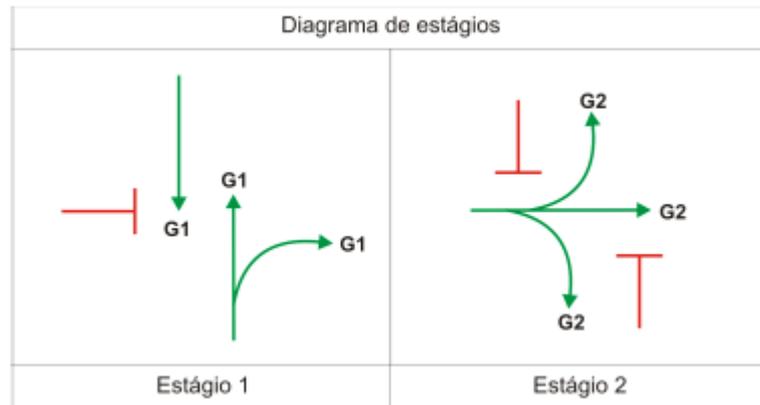
Segundo o Manual de Sinalização Semafórica (CONTRAN, 2014), os semáforos tem como objetivo informar os usuários sobre o direito de passagem em interseções da via, onde há movimentos que se conflitam, ou seja, movimentos que se cruzam, ou advertir os usuários da via sobre situações que podem causar perigo.

A implementação de semáforo em uma interseção é justificada quando, o número de veículos mínimos é ultrapassado, sendo que as características das vias devem ser levadas em consideração, como número de faixas, como também a dificuldade de a via secundária cruzar ou ingressar na via primária, podendo acarretar em um congestionamento na via secundária. O volume de pedestres e o número de acidentes também devem ser considerados quando se estuda a possibilidade da implantação de um semáforo em uma intersecção.

Para a melhor compreensão do presente estudo, alguns conceitos devem ser definidos:

- a) Fases de um semáforo: é a sequência de indicação de cores de um semáforo, sendo elas: verde, amarelo, vermelho e verde novamente.
- b) Ciclo: é o tempo total em segundos, para a completa sequência de sinalização em uma intersecção.
- c) Estágio: “Denomina-se estágio o intervalo de tempo em que um ou mais grupos de movimentos recebem simultaneamente o direito de passagem. O estágio compreende o tempo de verde e o tempo de entreverdes que o segue” (CONTRAN, 2014).
- d) Diagrama de Estágio: “O diagrama de estágios é a representação gráfica da alocação dos movimentos que podem ser realizados (motorizados e não motorizados) em cada estágio do ciclo. O movimento de pedestres e/ou ciclistas só deve ser representado no diagrama de estágios quando for sinalizado por grupos focais específicos” (CONTRAN, 2014). A Figura 5 mostra um exemplo de diagrama de estágios, onde os grupos focais são representados por G1 e G2.

Figura 5 - Diagrama de Estágios



Fonte: CONTRAN (2014).

- e) Diagrama de intervalos luminosos ou diagrama de barras: “Consiste na representação da duração e sequência dos intervalos luminosos e estágios por meio de barras horizontais, associando-os aos grupos semafóricos correspondentes”. (CONTRAN, 2014). A figura 6 apresenta um exemplo de diagrama de barras.

Figura 6 - Diagrama de Intervalos Luminosos

DIAGRAMA DE INTERVALOS LUMINOSOS						
INSTANTE (s)	0	30	34	36	74	78
G1	[Green bar]		[Yellow bar]	[Red bar]		
G2	[Red bar]			[Green bar]		[Yellow bar]
INTERVALOS	1	2	3	4	5	6
DURAÇÃO (s)	30	4	2	38	4	2
% CICLO	38	5	2	48	5	2
ESTÁGIOS	1			2		

Fonte: CONTRAN (2014).

- f) Período entre verdes: tempo entre o fim do verde de um estágio e o início do verde do estágio seguinte.

2.1.5 Método Webster

O método Webster é apresentado pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN 2014), como um método para o cálculo do tempo de ciclo ótimo de uma determinada intersecção. O tempo de ciclo ótimo é calculado pela equação 4:

$$T_{co} = \frac{(1,5 \times t_p) + 5}{1 - \sum_{i=1}^n rfs_i} \quad (4)$$

Sendo:

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

t_p – tempo perdido total, em segundos;

n – número de estágios.

rfs_i — taxa de ocupação do grupo de movimentos crítico do estágio i , que é calculada através da relação entre o Fluxo da hora pico (F) e Fluxo de saturação (S). A equação 5 calcula essa taxa de ocupação;

$$rfs_i = \frac{F}{S} \quad (5)$$

Para cruzamentos com mais de uma fase, o tempo de verde efetivo total é calculado pela equação 6:

$$g_t = T_{co} - \sum_{i=1}^n tp_i \quad (6)$$

Onde:

g_t – Tempo de verde efetivo total (segundos);

n – Número de fases;

Com o tempo de ciclo ótimo e o tempo efetivo total possível calcular o tempo de verde efetivo de cada estágio da sinalização semafórica. O tempo efetivo de verde de cada fase é calculado pela equação 7:

$$g_i = g_t \times \frac{rfs_i}{\sum_{i=1}^n rfs_i} \quad (7)$$

Onde:

g_i – Tempo efetivo de verde na fase i ;

n – Número de fases;

2.2 SIMULADORES DE TRÁFEGO

Com o avanço da tecnologia, os simuladores de tráfego se tornaram uma ferramenta muito útil para o planejamento do transporte, pois cada vez mais os softwares fornecem resultados muito próximos da realidade, fornecendo dados para previsão de diferentes cenários, evitando possíveis transtornos aos cidadãos com implementação de mudanças na infraestrutura.

Shannon (1998), trata a simulação como sendo a melhor ferramenta disponível para profissionais que tem a responsabilidade de tomar decisões sobre um determinado sistema, pois ela possibilita a análise de situações que não são possíveis de avaliar sem a simulação, e ele define simulação como sendo o processo de representar um modelo real e a realização de experimentos com esse modelo com o propósito de entender o comportamento do sistema e avaliando várias estratégias para a operação do sistema.

Para o desenvolvimento de uma simulação, é necessário bastante esforço, mas uma vez modelado, possibilita a realização de diversas simulações com diferentes cenários, dando a capacidade de uma melhor análise de forma antecipada (POYARES, 2000).

Simuladores de tráfego usualmente são classificados de três formas, macroscópicos, mesoscópicos e microscópicos. As simulações com modelos macroscópicos consideram o fluxo de tráfego como um todo, não de forma individual, tendo como base as relações do fluxo das variáveis velocidade e densidade. A análise do fluxo é feita em seções, não considerando o desempenho individual de cada veículos (FHWA, 2004).

Os modelos microscópicos simulam o comportamento individual dos veículos, levando em conta as relações entre si. Esse tipo de modelo tem um nível elevado de detalhe, pois cada veículo possui atributos, como característica do condutor, destino, velocidade máxima, sendo que esses atributos são definidos pelos dados de entrada. (FHWA, 2004).

Esse modelo se baseia na teoria de perseguição de veículos (*car-following*), ou seja, há uma ação de um veículo que está à frente, o veículo em sequência tem uma reação à essa ação, são definidas como estímulos dos condutores em sequência (COELHO, 2009). Os modelos de *car-following* determinam que a velocidade, aceleração e desaceleração de um

veículo de trás é ajustada de acordo com o veículo que está à frente, mas buscando permanecer em uma distância segura. (SONG, 2014).

As simulações com modelos mesoscópicos possui características tanto do modelo macroscópico como do modelo microscópico, levando em conta o comportamento individual do veículo, porém a análise do movimento do fluxo é feita considerando grupos de veículos. Isso faz com que esse modelo tenha menos detalhes que os modelos microscópicos, porém são mais realísticos que os modelos macroscópicos (FHWA, 2004).

2.2.1 *AIMSUN – ADVANCED INTERACTIVE MICROSCOPIC SIMULATOR FOR URBAN AND NONURBAN NETWORKS*

O AIMSUN é um simulador de tráfego onde é possível fazer simulações dinâmicas conforme o modelo microscópico, mesoscópico e híbrido. Com AIMSUN é possível modelar diversos cenários, em um sistema de tráfego, sendo que o comportamento dos veículos é modelado de forma contínua, enquanto o ele se movimenta na rede. (TSS ,2014).

A infraestrutura no Aimsun pode ser configurada através de ferramentas que desenvolvem segmentos com diferentes características, permitindo também simular o movimento de pedestres através do *Legion Engine*, e a demanda de tráfego pode ser inserida através de uma matriz origem/destino e estados de tráfego.

Os dados de entrada para a simulação no AIMSUN é um cenário e um conjunto de parâmetros sendo eles fixos. A lista a seguir mostra os parâmetros que segundo Ayala (2013) são os principais parâmetros do AIMSUN, e os dados que formam o cenário, sendo os quatro primeiros são relacionados ao cenário e os demais os parâmetros.

- descrição da rede viária;
- plano de controle de tráfego;
- demanda de tráfego;
- dados de transporte público;
- Máxima diferença de velocidade;
- Máxima diferença de velocidade em rampa;
- Máxima taxa de aceleração;
- Máxima velocidade desejada;
- Porcentagem de retomada;
- Porcentagem de ultrapassagem;

- Taxa de desaceleração normal;
- Tempo de reação;
- Velocidade da seção - seção de acesso;
- Velocidade da seção - seção de entrelaço;
- Velocidade da seção - seção regular;

Um exemplo de aplicação do AIMSUN é o estudo feito por Noronha (2016), em seu trabalho de conclusão de curso, onde ele fez uma comparação entre o AIMSUN e VISSIM. Para o estudo foram feitos três modelos, representando uma interseção isolada, um corredor com três interseções e uma malha viária pequena.

2.2.2 *VISSIM – VERKEHR IN STÄDTEN – SIMULATION MODELL*

O Vissim é um microsimulador, que segundo PTV (2015), é o principal software utilizado para simulação multimodal. O software se baseia no comportamento dos condutores para a modelagem de simulação tanto de áreas urbana como rurais, e permite inserir na simulação a movimentação de pedestres, a simulação é feita em intervalos de tempo.

A infraestrutura do Vissim é desenvolvida com as próprias ferramentas do simulador, onde permite diversas configurações diferentes, e da mesma forma que o Aimsun a demanda de tráfego é inserida através de uma matriz origem/destino ou através de estados de tráfego.

Os dados de entrada do Vissim são os dados do cenário simulado e dos parâmetros da simulação. Para melhores resultados os parâmetros devem ser calibrados pelos usuários do software, parâmetro como comportamento do que é configurado por funções e distribuição de probabilidade. Segundo Ayala (2013) os principais parâmetros são:

- Distância de mudança de faixa;
- Distância de parada;
- Distância de *look-head*;
- Distância média de parada;
- Distância mínima de observação;
- Distância mínima lateral – $v = 0$ km/h;
- Distância mínima lateral – $v = 50$ km/h;
- Distribuição de velocidade desejada;
- Fluxo de saturação - parte aditiva da distância de segurança desejada;
- Fluxo de saturação - parte multiplicativa da distância de segurança desejada;

- Distância limiar da perseguição;
- Número de veículos precedentes observados;
- Regras de prioridade para tempo mínimo;
- Taxa de aceleração;
- Tempo de espera antes da dispersão;
- Tempo de *headway*;
- Variação de perseguição;
- Mínimo *headway*;
- Distância de parada de emergência;
- Velocidade desejada;

Um exemplo de aplicação do Vissim como simulador de tráfego, além do estudo de Noronha (2016), já citado anteriormente, é o estudo feito por Bavaldi (2018), na rotatória UFSC/Trindade em Florianópolis, onde foi feita a avaliação de segurança da rotatória. Para o estudo foram simulados dois cenários, denominado “Cenário A” e “Cenário B”, o cenário A representa a realidade sem mudanças, com dados coletados em campo, o cenário B é simulada a proposta de melhoria, utilizando os mesmos dados coletados em campo. O estudo identificou que o cenário proposto é mais seguro e gera menos atrasos.

2.2.3 SUMO – SIMULATION OF URBAN MOBILITY

O SUMO é um simulador de tráfego de código aberto e seu desenvolvimento se iniciou em 2000, pelo Centro de Informática Aplicada de Colônia (ZAIK) e pelo Instituto de Sistemas de Transporte (ITS) no Centro Aeroespacial Alemão (DLR), mas somente a partir de 2004 o DLR continuou a trabalhar com o SUMO. (BARCELÓ, 2010). Segundo a DLR – *Institute of Transportation Systems*, uma das principais funcionalidade do SUMO é a avaliação da performance de semáforos.

O pacote SUMO é composto por várias aplicações, sendo que algumas dessas aplicações são:

- SUMO: é a simulação em linha de comando.
- SUMO-Gui: é a aplicação que permite observação da simulação do SUMO de forma grafica.
- NETCONVERT: usado para a conversão de redes de tráfego de outros simuladores ou formatos tornando compatível com o SUMO.

- NETEDIT: é o editor gráfico das redes de tráfego do SUMO.

A demanda no sumo pode ser inserida através de uma lista de veículos, rotas ou fluxos, onde também é possível inserir diversas especificações de como esses veículos irão executar o seu movimento, pode se configurar a quantidade de veículos por hora, ou através de um período de tempo fixo que os veículos entraram na simulação, o tempo de partida, velocidade máxima, rota, faixa, e uma série de outras características que podem ser ajustadas para a simulação ser o mais próximo possível da realidade.

A infraestrutura pode ser configurada através de importação de modelos de outros simuladores, por meio do NETCONVERT, além de outros formatos como o *Open Street Map* (BEHRISCH, BIEKER, ERDAMNN e KRAJZEWICZ, 2011). É possível a configuração de uma rede manualmente através do NETEDIT.

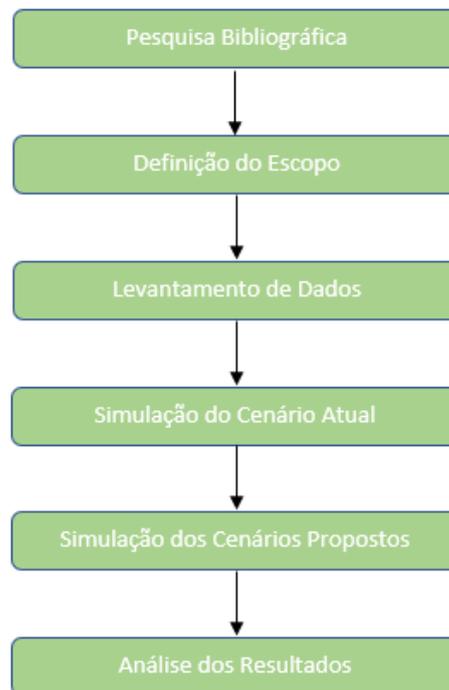
Um exemplo de aplicação do Sumo foi o estudo de Witte (2015), onde foi feita uma análise do tráfego na região central de Gaspar, através de uma comparação da simulação do cenário real, com três propostas de melhoria. Outro exemplo é o trabalho desenvolvido por Mattei (2019), que através de simulações com o Sumo, fez uma análise na Rua Dona Francisca, onde fez um comparativo entre o cenário real do período de desenvolvimento do estudo, com três cenários propostos, com implementação de semáforos, mudanças em sentido de vias e um binário. Apesar das propostas não apresentarem resultados positivos, com o estudo foi possível identificar os principais problemas no local de estudo.

Apresentados os conceitos de simulação, o capítulo seguinte irá apresentar a metodologia utilizada para a aplicação desse estudo.

3 METODOLGIA

O presente trabalho faz uma análise comparativa do cenário base dos cruzamentos da Rua Florianópolis, com a Rua Guanabara, e da Rua Florianópolis com a Rua Graciosa, com dois cenários propostos. E para atingir esses objetivos os seguintes passos metodológicos foram estabelecidos, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Etapas do Trabalho



Fonte: Autor (2021)

Na primeira etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica, buscando na literatura e em estudos já realizados sobre os temas abordados no trabalho. A segunda etapa é a parte que define o escopo do trabalho, ou seja, é onde se define a área que fará parte do estudo, os períodos do dia a serem avaliados e os pontos de que devem ser feitas a contagem dos veículos. A terceira etapa é a etapa onde os levantamentos de dados necessários para a elaboração do trabalho são feitos. Os dados foram coletados nos dias 17 de agosto de 2021 (terça-feira) e no dia 18 de agosto de 2021 (quarta-feira), sendo que o período de coleta de dados foi das 16 horas às 19 horas, totalizando um período de 3 horas, e utilizou-se de vídeo para contagem do número de veículos. Também se realizou a contagem manual dos tempos relativos as sinalizações semaforicas. Na etapa quatro, foram realizadas simulações, tanto a do cenário base, como as dos outros dois cenários propostos, e todo o período de coleta foi

simulado. Para a configuração da rede primeiramente foi importado do *OpenStreet* e posteriormente ajustado no *NetEdit*, conforme necessário. Por fim, realizou-se na última etapa uma análise comparativa de todos os cenários propostos com o atual, conforme os dados de saída do tipo *tripInfo* do SUMO.

3.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO

Este trabalho analisa primeiramente o cenário base e possíveis mudanças futuras que possam trazer melhorias para a região de estudo. A área do estudo localiza-se na região sul da cidade de Joinville, e abrange as ruas a seguir: Rua Florianópolis, Rua Graciosa e Rua General Rondon que caracteriza uma interseção (interseção 1), Rua Guanabara que juntamente com a Florianópolis configura outra interseção, além da Rua Pedro Menezes que fará parte do estudo somente nas análises dos cenários propostos. A figura 8 apresenta a área de estudo.

- 1- Florianópolis com a Rua Graciosa;
- 2- Florianópolis com a Rua Guanabara;

Figura 8 - Escopo do Trabalho.



Fonte: *OpenStreet* (2021).

Na rua Monsenhor Gercino não se realizou nenhuma análise. Para a simulação, faz parte do escopo do estudo pois serve de rua auxiliar para início e fim de algumas rotas. Para uma melhor compreensão dos dados levantados e da simulação, a Figura 8 apresenta os sentidos das vias, sendo que o bairro Fátima geograficamente está localizado ao Sul, Centro ao Norte, tendo como referência a rua Florianópolis o bairro Guanabara localizado ao Leste e o bairro Itaum ao Oeste. O sentido Centro/Fátima (Norte/Sul) é o sentido indicado pela seta em vermelho, que são os veículos que trafegam na rua Florianópolis. A seta em azul indica o sentido Guanabara/Itaum (Leste/ Oeste), que inicia a sua rota na rua Guanabara e cruza a interseção 2 e seguem em direção a rua Monsenhor Gercino.

3.2 COLETA DE DADOS

Para realizar a contagem dos veículos, inicialmente, por existir radares em ambos os cruzamentos da área de estudo, o objetivo era obter os dados dos radares, pois os mesmos realizam as contagens, porém os radares foram desativados no período de realização desse estudo. Dessa forma, a contagem foi realizada através de vídeos, porém apesar de existir câmera da Polícia Militar de Joinville em um dos cruzamentos, não foi possível ter acesso à essa câmera, sendo assim foram gravados com uma câmera do autor vídeos para realizar as contagens. Fotos da etapa de levantamento de dados são apresentados no apêndice A.

As filmagens ocorreram em dois dias úteis da semana, no dia 17 de agosto de 2021 em uma terça-feira no cruzamento da rua Graciosa, e no dia 18 de agosto de 2021 em uma quarta-feira no cruzamento da rua Guanabara. Para estabelecer o período de contagem, inicial por indicação do SEPUIJ o período seria de uma hora, das 17 horas às 18 horas, porém por observação *in loco* viu-se que as 17 horas o fluxo já estava congestionado, sendo assim decidiu-se em aumentar o período de 3 horas, das 16:00 às 19:00 horas.

A contagem dos veículos por conta da simulação foi dividida por hora, as figuras que apresentam os resultados das contagens por hora estão no apêndice A. A Figura 9 mostra o número total de veículos do cruzamento da rua Graciosa com a rua Florianópolis durante o período de contagem.

Figura 9- Número Total de Veículos na Interseção 1

FLORIANÓPOLIS X GRACIOSA X RONDON						
Movimento	SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	Ônibus Coletivo	ÔNIBUS	MOTO
1	Centro/Fátima	1808	26	13	9	690
2	Centro/Graciosa	84	1	0	0	28
3	Centro/Rondon	105	2	0	0	26
4	Fátima/Centro	1587	14	9	28	255
5	Fátima/Graciosa	195	1	0	1	15
6	Fátima/Rondon	142	3	0	0	12
7	Graciosa/Rondon	462	7	0	2	65
8	Graciosa/Fátima	456	21	0	1	71
9	Graciosa/Centro	161	1	0	34	10

Fonte: Autor (2021).

A Figura 10 a seguir apresenta o número total de veículos que cruzaram a interseção da rua Florianópolis com a rua Guanabara durante o período de contagem.

Figura 10 - Número Total de Veículos na Interseção 2.

FLORIANÓPOLIS X GUANABARA						
Movimento	SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	Ônibus Coletivo	ÔNIBUS	MOTO
10	Centro/Fátima	1974	48	6	13	698
11	Centro/Guanaba	147	2	7	0	32
12	Centro/Itaum	119	2	0	0	13
13	Fátima/Centro	1569	24	9	30	246
14	Fátima/Guanaba	152	18	0	1	31
15	Fátima/Itaum	207	2	0	0	18
16	Itaum/Guanaba	635	8	0	3	180
17	Itaum/Centro	278	0	0	1	27
18	Itaum/Fátima	241	4	0	0	56
19	Guanaba/Itaum	212	2	0	0	28
20	Guanaba/Centro	137	0	0	0	9
21	Guanaba/Fátima	57	0	0	0	7

Fonte: Autor (2021).

As Figuras 11 e 12 apresentam alguns desses movimentos, os demais movimentos são apresentados no apêndice A.

Figura 11- Movimentos de 1 a 3 e 13 a 15.



Fonte: Google (2021).

Figura 12 - Movimentos de 4 a 6 e 10 a 12



Fonte: Autor (2021).

Alguns dados mostraram uma certa inconsistência, como por exemplo, a soma dos carros do movimento 1 e movimento 8, foi de 2264, porém deveria ser igual à soma dos carros dos movimentos 10, 11 e 12 que foi de 2240 veículos, essa diferença pode também ser justificada principalmente pela contagem ser em dias diferentes, mas também pelo fato de que existem estabelecimentos, residências e uma rua que se localizam entre esses dois pontos.

Além da contagem de veículos, com as filmagens foi possível cronometrar os tempos de semáforos dos dois cruzamentos, onde foi possível verificar que ambos os semáforos possuem três estágios, com os mesmos tempos e funcionam de forma simultânea, como apresentam as Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Tempos Semafóricos Florianópolis com Rua Graciosa

Estágios	Movimentos	Verde (s)	Amarelo (s)	Vermelho (s)
1	1	51	4	35
	4			
	5			
2	2	10	4	21
	6			
3	7	17	4	76
	8			
	9			

Fonte: Autor (2021).

Tabela 3 – Tempos Semafóricos Florianópolis com Rua Guanabara

Estágios	Movimentos	Verde (s)	Amarelo (s)	Vermelho (s)
1	10	51	4	35
	12			
	13			
	14			
2	11	10	4	21
	15			
3	16	17	4	76
	17			
	18			
	19			
	20			
	21			

Fonte: Autor (2021).

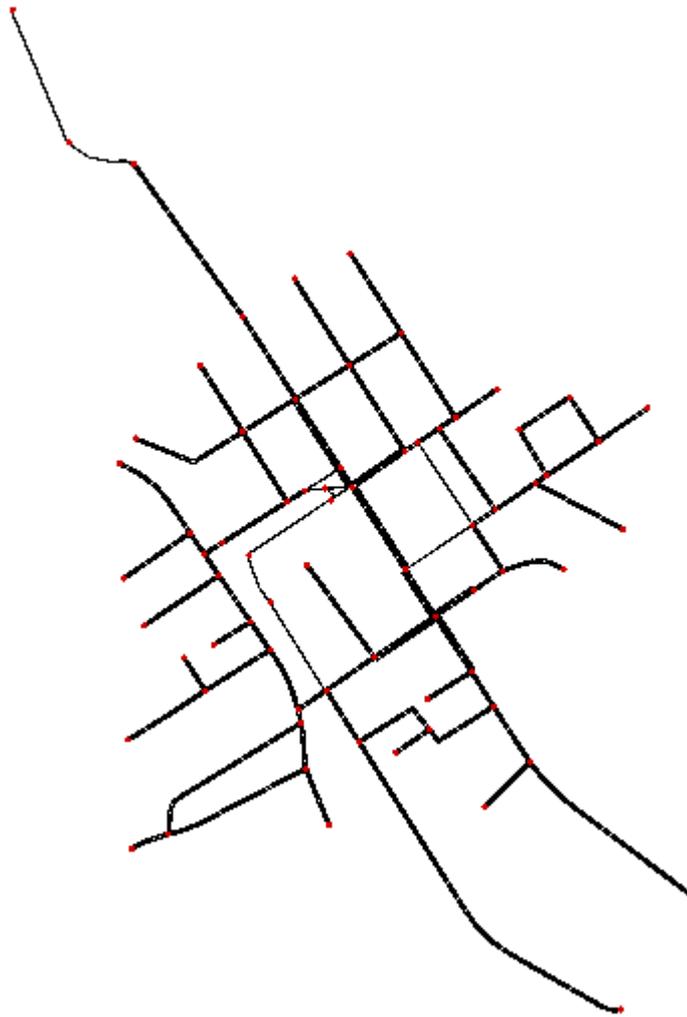
Após realizada a etapa de coleta de dados, é necessário a realização de alguns ajustes para que se tenha uma melhor representação da realidade pelo modelo de simulação. Na sequência, é feita esta abordagem.

3.3 CARACTERÍSTICAS DA SIMULAÇÃO

Após a coleta dos dados, é necessário tratar esses dados, para realizar uma simulação bem ajustada. Basicamente, a simulação no SUMO dá-se através de três arquivos, o arquivo da rede, o arquivo das rotas e o de configuração que recebe como entrada tanto o arquivo de rede como o arquivo de rotas, além de gerar um arquivo de saída onde os resultados são obtidos, para todos os cenários os dados de saída foram obtidos através do *TripInfo Output*.

O arquivo de rede é onde estão todas as informações da rede da área de estudo, e para este trabalho esses dados foram importados do site *OpenStreetMaps*, sendo necessário converter para arquivo xml pelo *NETCONVERT* para fazer todos os ajustes necessários no *NETEDIT*, pois nem todas as informações importadas refletem a realidade observadas *in loco*. A Figura 13 mostra a área de estudo importada do *OpenStreetMaps*.

Figura 13 - Área de estudo importada do OpenStreetMaps



Fonte: Autor (2021).

Dentre as informações que necessitaram de ajustes, uma delas foi a velocidade de parte da rua Florianópolis, o trecho ajustado foi do início da Rua Florianópolis, tendo como referência o sentido Centro/Fátima (Norte/Sul), até cruzar a interseção 1. Dos 1100 metros da rua Florianópolis, 645 metros foram ajustados, pois o arquivo importado traz a velocidade máxima da via que é de 60 km/h, porém no horário de pico por observação no local, os condutores se comportam de forma mais cautelosa, devido a esse fato e o fluxo intenso os veículos não conseguem atingir essa velocidade, por isso foi necessário alterar para 32 km/h, sendo um valor estimado cujo o comportamento no simulador refletiu bem a realidade do tráfego no local.

Outro ajuste que se fez necessário foi o sigma dos veículos, que altera o comportamento dos condutores dos veículos. Para o simulador quando se inicia a fase

amarela, os veículos no simulador param, porém não reflete a realidade observada *in loco*. Sendo assim, através do ajuste com o sigma o nível de agressividade dos condutores foi alterado em todas as rotas, com exceção das rotas da rua Florianópolis no sentido Centro/Fátima (Norte/Sul).

Os fluxos foram divididos por rotas, tipo de veículos e por hora, para que a distribuição de veículos seja mais fiel a realidade. Embora no Sumo seja possível simular uma moto, para o estudo as motos foram transformadas em carros conforme o fator de equivalência apresentado na Tabela 1, além disso os parâmetros de *default* de *accel* e *decel* dos carros que representam as motos na simulação foram alterados para os parâmetros de *default* das motos.

As rotas, os fluxos de cada tipo de veículos de cada cenário são todos definidos no arquivo de rotas, onde foi criado 19 rotas para cada um dos cenários, sendo que algumas se mantiveram iguais em todos os cenários e outras foram necessárias algumas mudanças, todas as rotas serão apresentadas no próximo capítulo.

Os fluxos foram divididos por rotas, tipo de veículos e por hora, para que a distribuição de veículos seja mais fiel a realidade

Outro ponto que vale destacar é o tempo de parada dos ônibus nos pontos, na área de simulação, existem dois pontos na rua Florianópolis, um para cada sentido, e foi estimado um valor de 10 segundos, sendo que nem todos os ônibus param nos pontos, por isso foi necessário diferenciar os ônibus do transporte coletivo para os ônibus fretados. Foi identificado que somente em três rotas existem pontos de ônibus, e todas essas rotas serão apresentadas nas seções a seguintes. Para visualizar melhor a programação, todos os fluxos e rotas do cenário atual são apresentados no apêndice B, os demais cenários seguiram da mesma forma alterando somente os dados e algumas rotas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CENÁRIO BASE

O cenário base foi simulado, e é possível observar através das Figuras 11, 12, apresentadas no capítulo 3, e as Figuras 35 e 36 apresentadas no apêndice A, que ao todo são 21 movimentos, que foram transformados em 19 rotas diferentes, como apresentam as Figuras 14, 15, 16 e 17, onde possuem cinco origens. A Figura 14 apresenta as rotas da rua Florianópolis sentido Fátima/Centro (Sul/Norte) com as rotas de 1 a 5.

Figura 14 - Rotas de 1 a 5.



Fonte: Autor (2021).

A Figura 15 apresenta as rotas que tem como origem a rua Florianópolis sentido Centro/Fátima (Norte/Sul) com as rotas de 6 a 10.

Figura 15 - Rotas de 6 a 10.



Fonte: Autor (2021).

A Figura 16 apresenta as rotas que tem como origem a Rua Guanabara no sentido Leste/Oeste, sendo rotas de 11 a 13.

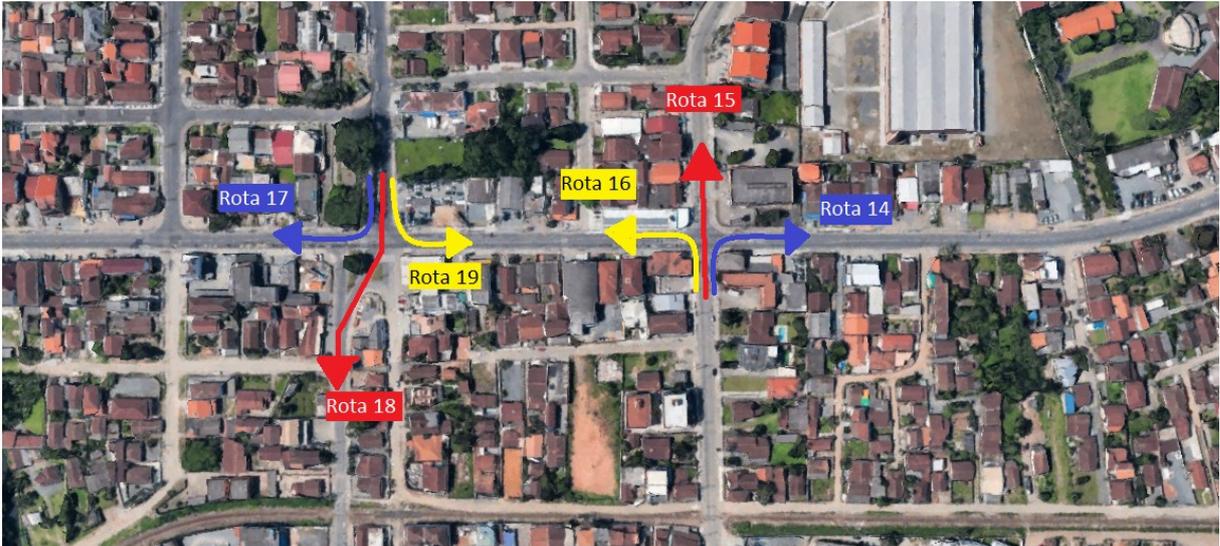
Figura 16 - Rotas 11 a 13.



Fonte: Autor (2021).

A Figura 17 apresenta as rotas que tem como Rua Monsenhor Gercino com as rotas 14 a 16 (Oeste/Leste), e as rotas que iniciam na rua e Rua Graciosa (Leste/Oeste) com as rotas de 17 a 19.

Figura 17 - Rotas 14 a 19.



Fonte: Autor (2021).

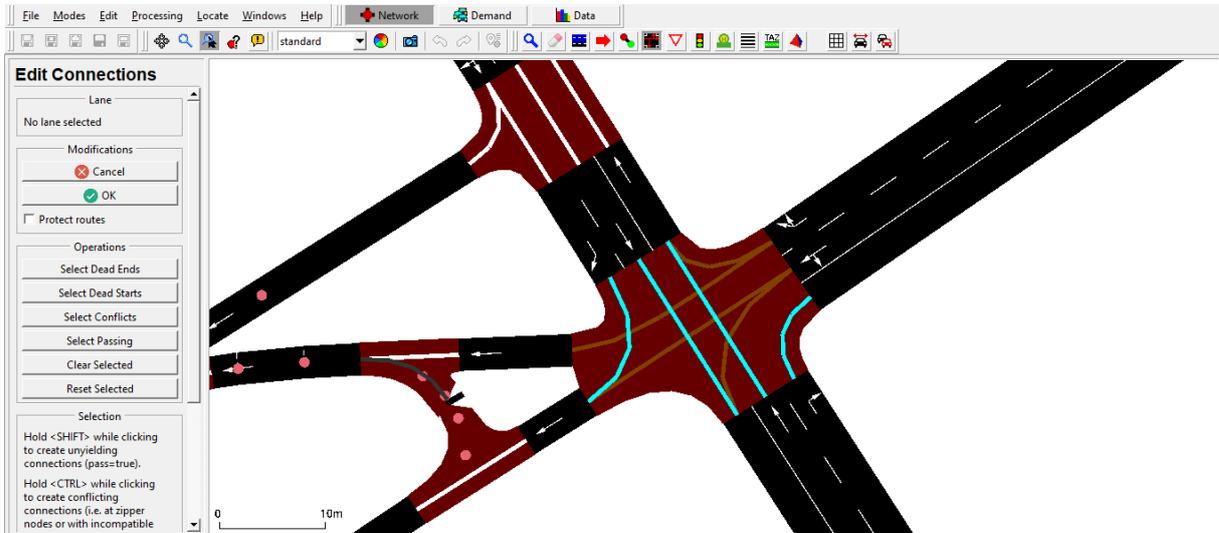
Para o cenário base é importante destacar duas ruas que apresentam trânsito bastante intenso, que é a rua Florianópolis no sentido representado pela rota 6 apresentado na Figura 15 e a rua Guanabara sentido representado pela rota 15 apresentado na Figura 17, sendo que essa rota o trânsito explicado também por ser uma via com pouca extensão, sendo assim com poucos carros a sua extensão pode ser completamente ocupada.

Todos os resultados obtidos do arquivo de saída serão analisados no capítulo 5 desse estudo.

4.2 CENÁRIO PROPOSTO 1.

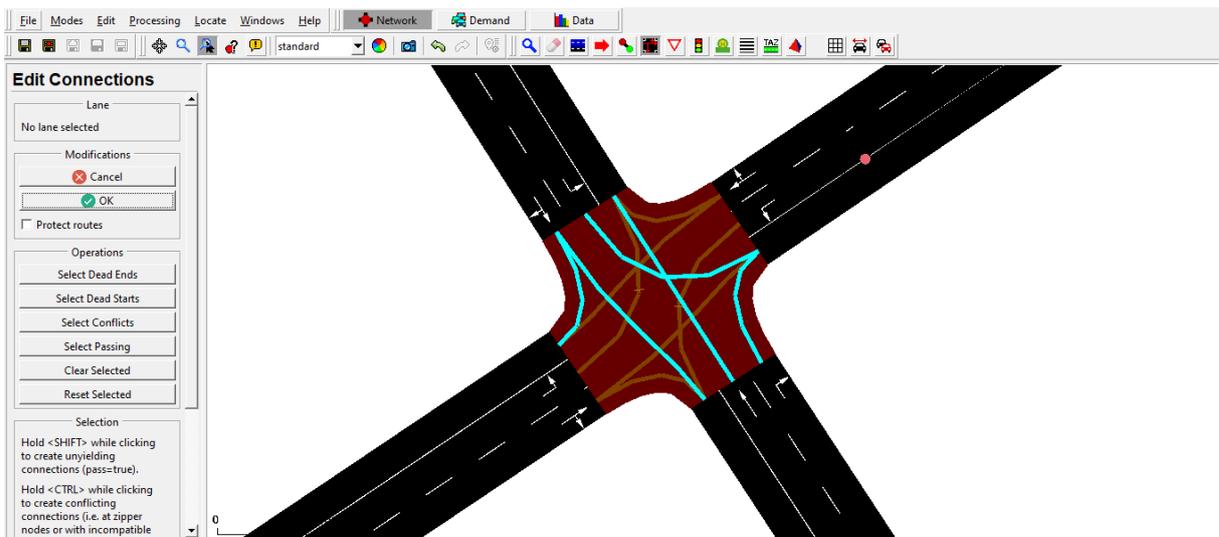
Para o primeiro cenário proposto a ideia é impedir conversão a esquerda em ambos os sentidos do cruzamento 1, além de impedir a conversão à esquerda no cruzamento 2 para o sentido Fátima/Centro, e com isso há uma mudança no tempo semafórico nos dois cruzamentos, sendo que no cruzamento 1 o estágio 2 é eliminado. As Figuras 18 e 19 mostram essas mudanças.

Figura 18 - Configuração da Interseção 1 para o Cenário 1.



Fonte: Autor (2021).

Figura 19 - Configuração da Interseção 2 para o Cenário 1.



Fonte: Autor (2021).

Com essas mudanças três rotas necessitaram de alteração, as rotas 3, 5 e 8, as novas configurações dessas rotas são apresentadas nas figuras 20,21 e 22.

Figura 20 – Rota 3 do Cenário Proposto 1.



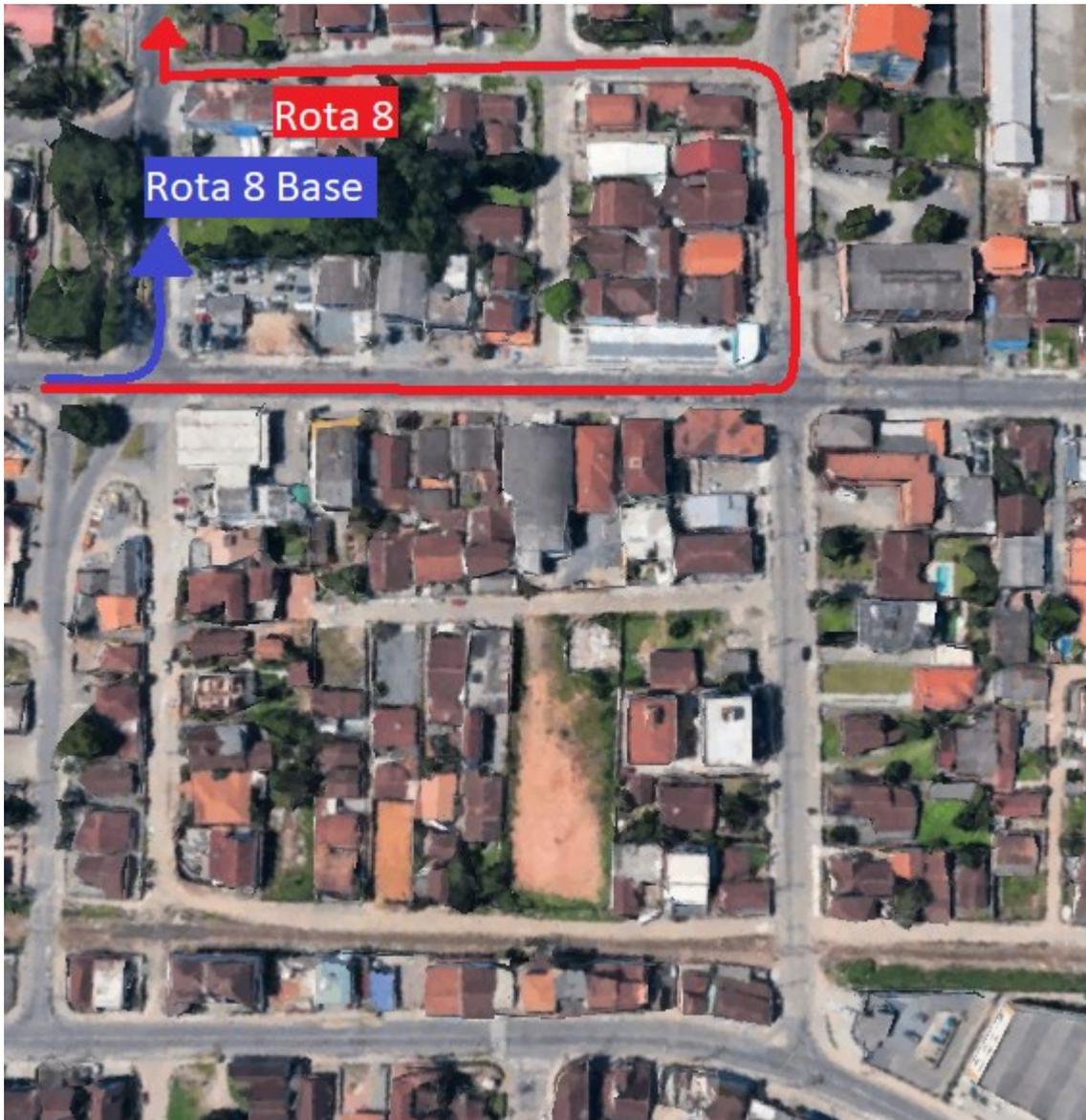
Fonte: Autor (2021).

Figura 21 - Rotas 5 do Cenário Proposto 1



Fonte: Autor (2021).

Figura 22 - Rotas 8 do Cenário Proposto 1



Fonte: Autor (2021).

Além das rotas os tempos semafóricos sofreram alteração, diminuindo um estágio do cruzamento 1 (Florianópolis/Graciosa), e para o cruzamento 2 a rota 6 e 9 (Norte/Sul e Norte/Oeste) se mantiveram com a sinalização verde também para o estágio 2.

Para configurar o novo tempo semafórico, foi aplicado o método de Webster somente para a interseção 2 para manter a sincronia entre os semáforos. Como o sumo possui uma configuração de tempo semafórico fixa para o período de simulação, foi necessário fazer uma média dos fluxos das aproximações, conforme a contagem apresentada nas Figuras 9 e 10 do capítulo 3, levando em conta o efeito de composição de frota. Sendo assim, a Tabela 4 apresenta o número de veículos para cada aproximação e as respectivas rotas.

Tabela 4 - Número de veículos Interseção 2

Aproximação	Rota	Tamanho (m)	Número de Veículos
1	1 a 5	5,5	730
2	14 a 15	3,9	423
3	6 e 9	3	823
4	10 e 8	3	91
5	11 a 13	4,8	141

Fonte: Autor (2021).

Para os cálculos do método, foi considerado o tempo perdido igual ao tempo total de amarelo. Aplicando as Equações (3), (4), (5), (6) e (7), foi obtido o valor de ciclo ótimo que foi de 79 segundos, assim o novo tempo semafórico das interseções 2 é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Tempo Semafórico da Interseção 2.

Aproximação	Sentido	Tempo de verde (s)	Tempo de Amarelo (s)	Tempo de Vermelho (s)
1 e 3	Sul/Norte e Norte/Sul	41	4	34
2 e 4	Oeste/Leste e Leste/Oeste	21	4	54
3	Norte/Leste	5	4	70

Fonte: Autor (2021).

Dessa forma o tempo semafórico para a interseção 1 foi distribuído conforme a sincronia entre eles. A tabela 6 apresenta o novo tempo semafórico.

Tabela 6 – Tempo Semafórico da Interseção 2.

Aproximação	Sentido	Tempo de verde (s)	Tempo de Amarelo (s)	Tempo de Vermelho (s)
1 e 3	Sul/Norte e Norte/Sul	50	4	25
2 e 4	Leste/Oeste	21	4	54

Fonte: Autor (2021).

As devidas análises dos dados desse cenário serão apresentadas no capítulo 5.

4.3 CENÁRIO PROPOSTO 2.

Foi proposto para o cenário 2 o impedimento de conversão à esquerda em ambos os cruzamentos e em todos os sentidos da rua Florianópolis, fazendo com que seja necessário a utilização da continuação da rua Graciosa, porém esse trecho possui uma estrutura viária bastante precária como mostra a Figura 23, por esse fato os resultados desse cenário devem mostrar uma melhora significativa para que o custo benefício seja justificado.

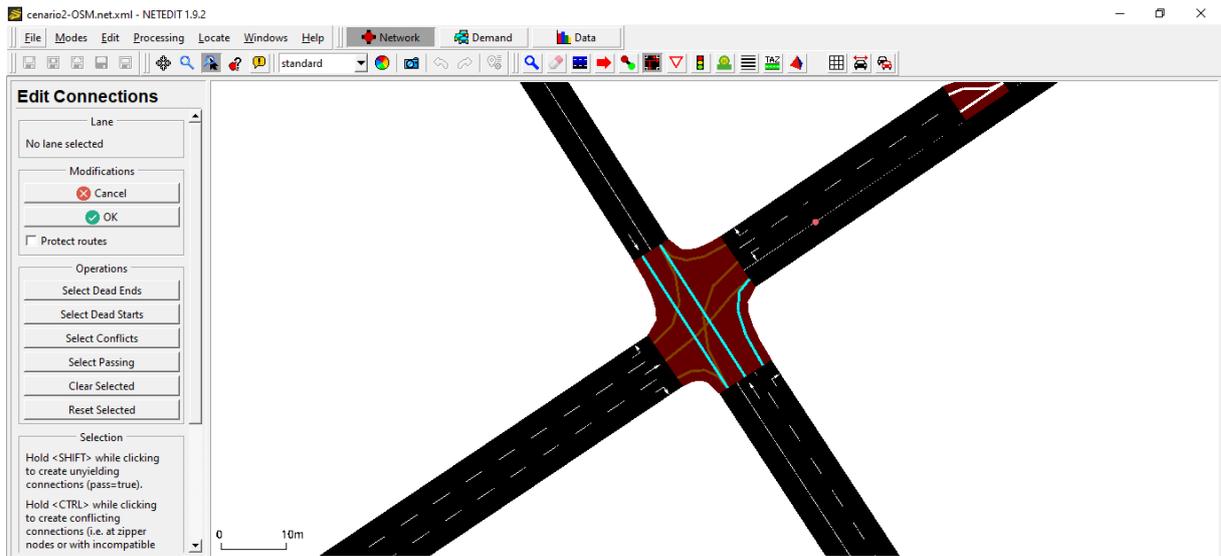
Figura 23 - Continuação da Rua Graciosa



Fonte: Autor (2021).

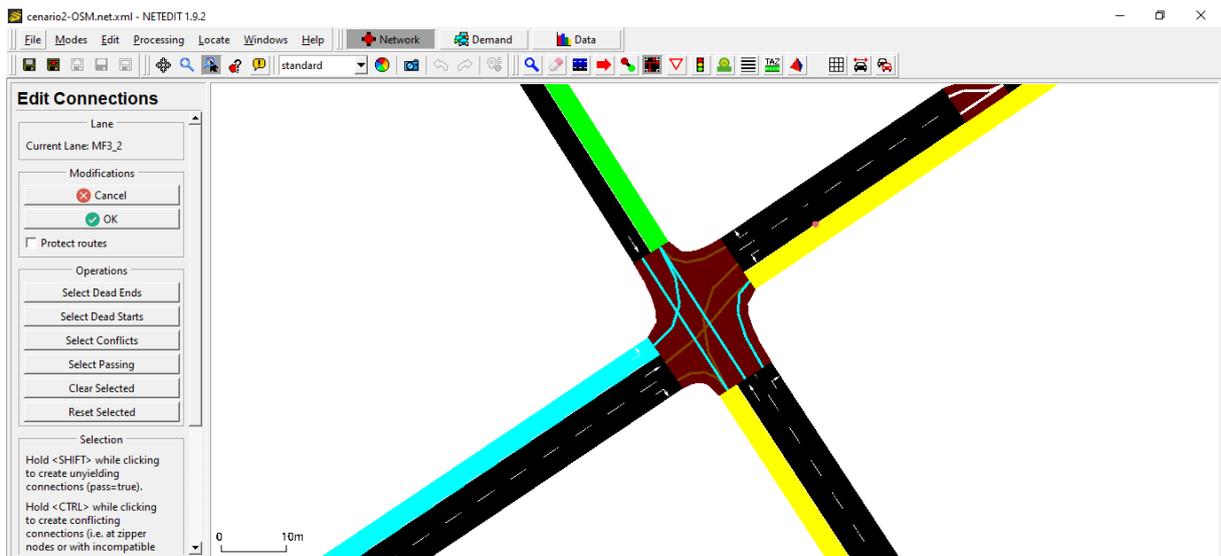
Outra mudança foi no sentido de uma faixa da rua Guanabara, que no cenário base o sentido é Oeste/Leste, para o cenário proposto 2 o novo sentido para essa faixa passa a ser Leste/Oeste. A interseção 1 não houve alteração com relação ao cenário proposto 1, as figuras 24 e 25 mostram a nova configuração da interseção 2.

Figura 24 - Configuração da Interseção 2 para o Cenário 2.



Fonte: Autor (2021).

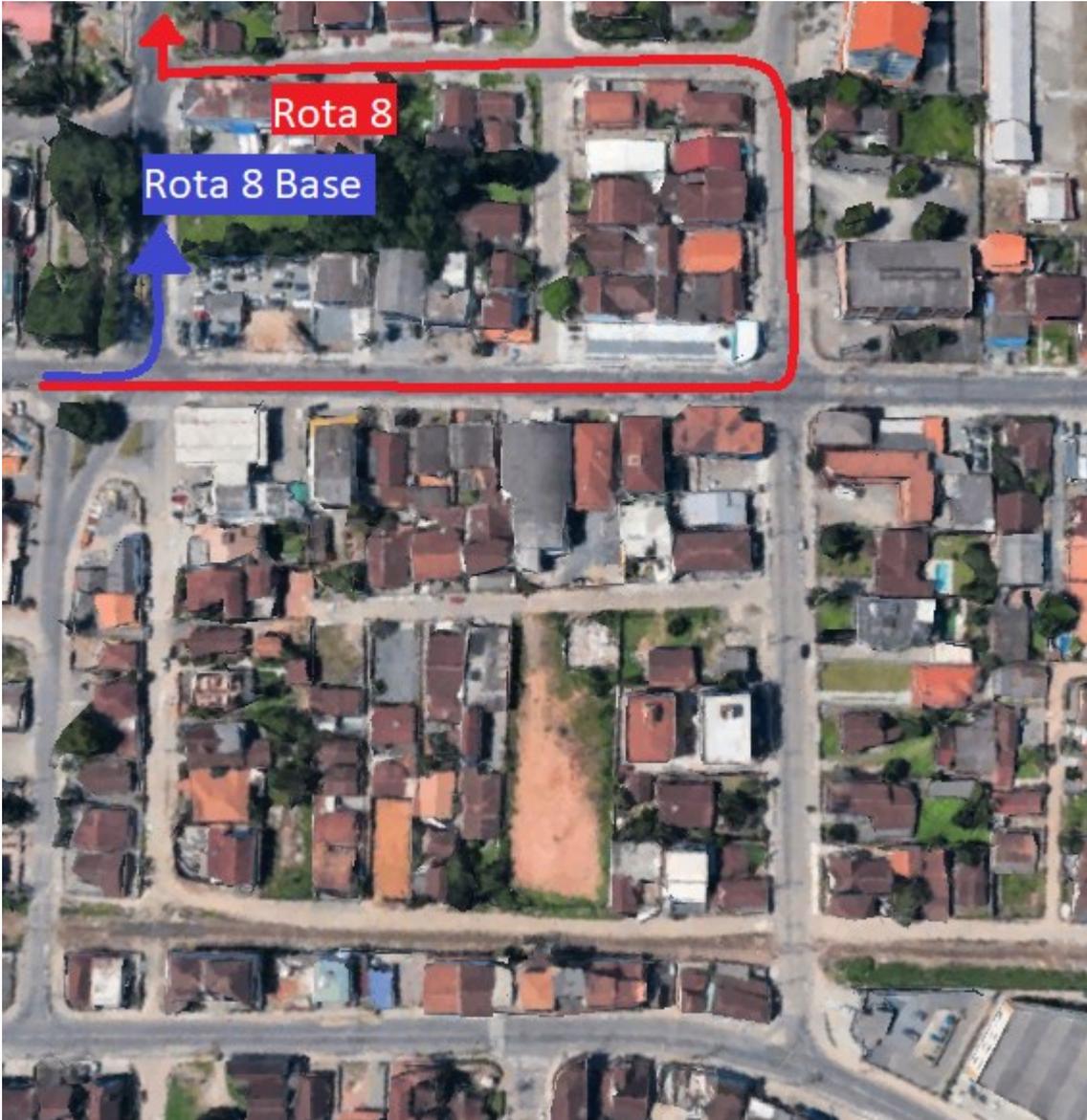
Figura 25 - Mudança de Sentido de uma Faixa da Rua Guanabara.



Fonte: Autor (2021).

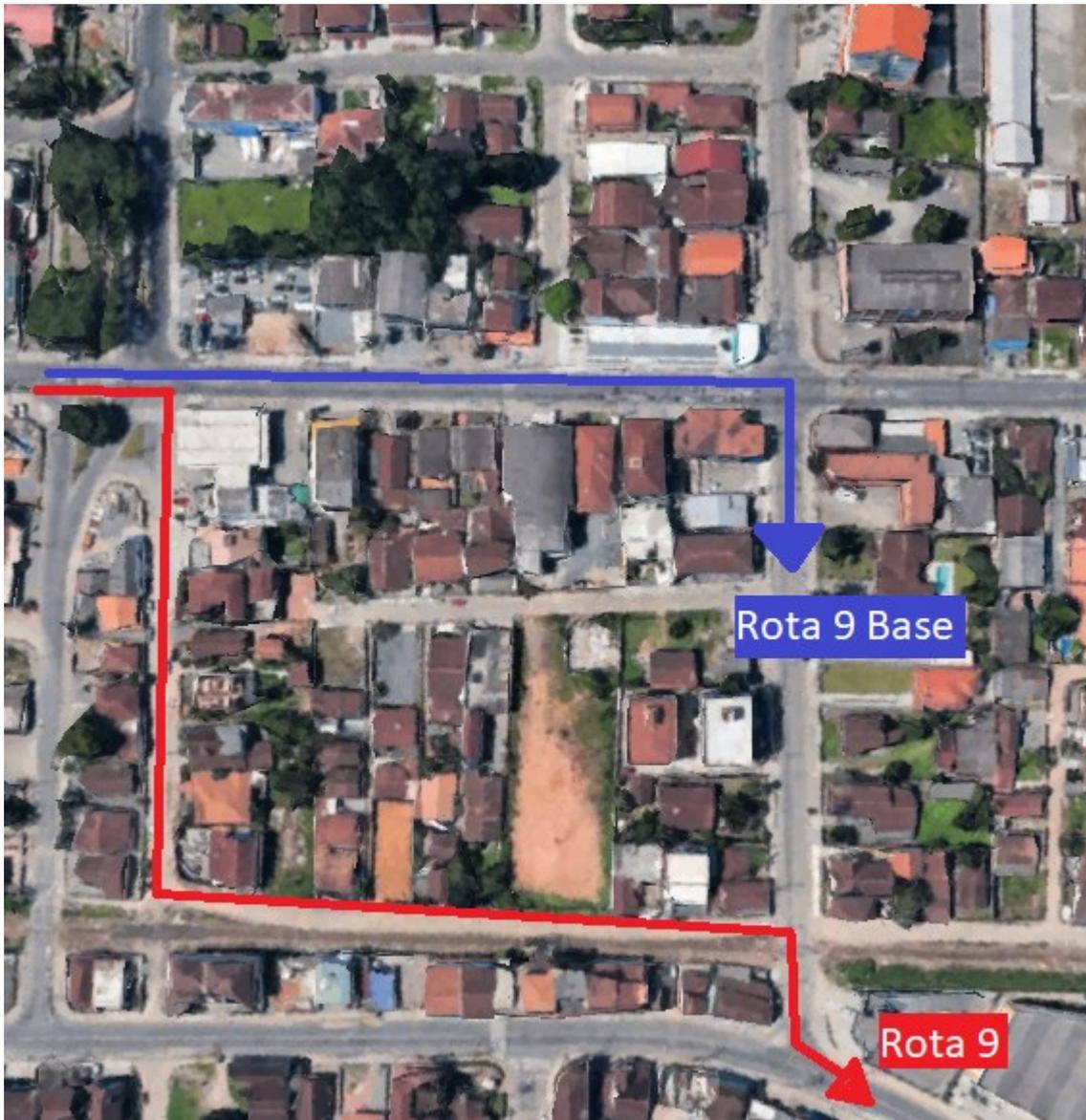
As rotas 3 e 5 se mantiveram iguais ao cenário proposto 1 conforme apresentam as Figuras 20 e 21. As rotas 8, 9, 10 e 12 sofreram mudanças, as Figuras 26, 27, 28 e 29 apresentam essas mudanças.

Figura 26 – Rota 8 Cenário Proposto 2.



Fonte: Autor (2021).

Figura 27 – Rota 9 Cenário Proposto 2.



Fonte: Autor (2021).

Figura 28 – Rota 10 Cenário Proposto 2.



Fonte: Autor (2021).

Figura 29 – Rota 12 Cenário Proposto 2.



Fonte: Autor (2021).

Para o cenário proposto 2, ambos os cruzamentos passaram a ter dois estágios, da mesma forma que para o cenário proposto 1, para configurar o novo tempo semafórico, foi aplicado o método de Webster, porém para esse cenário foi aplicado o método nas interseções. Como no cenário proposto 1 a ideia é de se manter a sincronia entre os semáforos, o tempo de ciclo ótimo foi definido pelo maior tempo de ciclo entre os dois cruzamentos. Assim, a Tabela 7 e 8 apresentam os números de veículos da Interseção 1 e 2 respectivamente, e os números de veículos para cada aproximação e as respectivas rotas.

Tabela 7 - Número de veículos Interseção 1

Aproximação	Sentido	Rota	Tamanho (m)	Número de Veículos
1	Sul/Norte	1 e 4	5,5	686
2	Norte/Sul	6 e 8 a 10	3	742
3	Oeste/Leste e Leste/Oeste	5, 12 e 17 a 19	4,8	618

Fonte: Autor (2021).

Tabela 8 - Número de veículos Interseção 2

Aproximação	Rota	Tamanho (m)	Número de Veículos
1	1 a 5	5,5	730
2	8, 10 e 14 a 16	3,9	514
3	6	3	781
4	11 e 13	4,8	67

Fonte: Autor (2021).

Para os cálculos do método, foi considerado o tempo perdido igual ao tempo total de amarelo. Aplicando as Equações (3), (4), (5), (6) e (7), foi obtido o valor de ciclo ótimo de 49 segundos para a interseção 1 e 55 segundos para a interseção 2, sendo assim o tempo de ciclo ótimo utilizado foi de 55 segundo para os dois cruzamentos, assim o novo tempo semafórico da interseção 1 é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Tempo Semafórico da Interseção 1.

Aproximação	Sentido	Tempo de verde (s)	Tempo de Amarelo (s)	Tempo de Vermelho (s)
1 e 3	Sul/Norte e Norte/Sul	30	4	21
2 e 4	Oeste/Leste e Leste/Oeste	17	4	34

A tabela 10 apresenta o novo tempo semafórico da Interseção 2.

Tabela 10 – Tempo Semafórico da Interseção 2.

Aproximação	Sentido	Tempo de verde (s)	Tempo de Amarelo (s)	Tempo de Vermelho (s)
1 e 3	Sul/Norte e Norte/Sul	50	4	25
2 e 4	Leste/Oeste	21	4	54

Fonte: Autor (2021).

Na seção seguinte são realizadas todas as análises para verificar se de fato as propostas realmente apresentaram melhoras em relação ao cenário base.

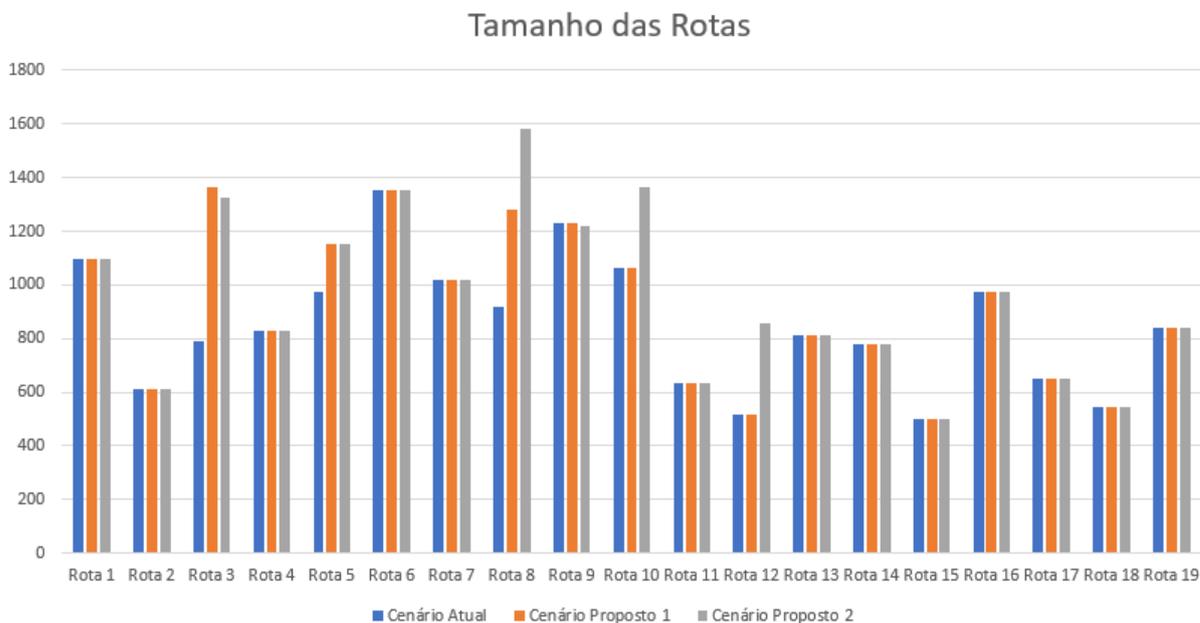
5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesse capítulo será apresentado os resultados obtidos nas simulações, será feito um comparativo dos dois cenários propostos com o cenário base. As variáveis analisadas serão os tamanhos das rotas, tempo de viagem em cada rota, tempo perdido, *waiting time* que calcula o tempo que os veículos permanecem com uma velocidade menor ou igual a 0,1 m/s e a velocidade média de cada rota.

5.1 TAMANHOS DAS ROTAS

O tamanho das rotas não é uma variável que traz resultados significativos para a análise desse estudo. No entanto esses dados precisam ser levados em consideração na análise das outras variáveis do estudo. O gráfico 1 apresenta esses resultados.

Gráfico 1 - Tamanho das Rotas



Fonte: Autor (2021).

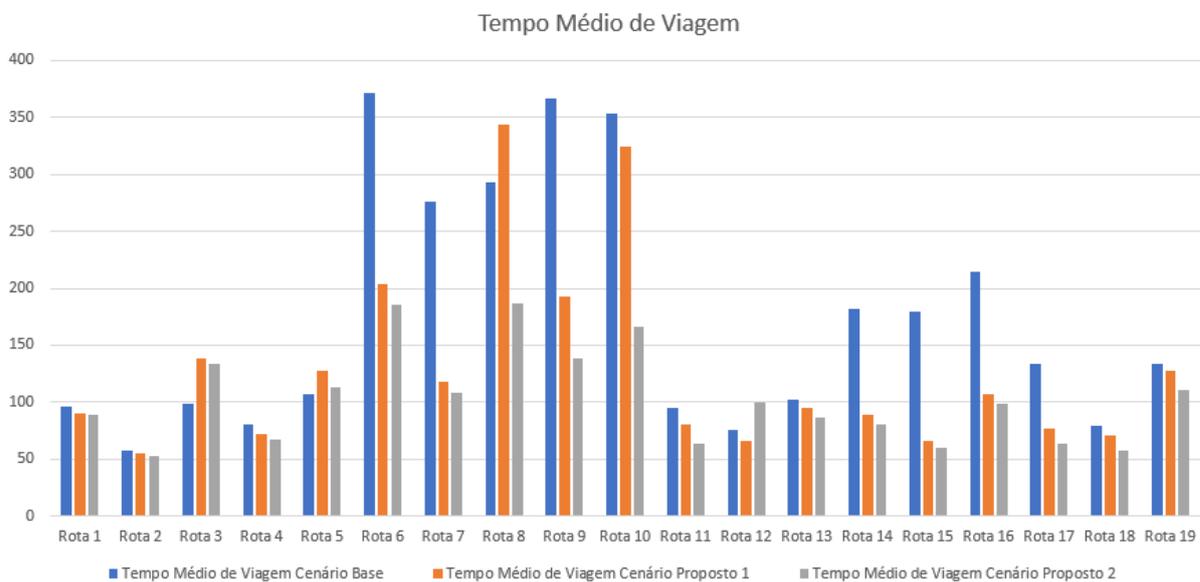
Na grande maioria das rotas o tamanho se manteve igual nos três cenários, fazendo com que o tamanho das rotas não seja um fator a ser considerado nas análises de outra variável. Para as rotas 3 e 5 houve um aumento em ambos os cenários propostos, porém não existe uma diferença significativa entre eles, assim como para a rota 9 do cenário proposto 2,

podendo ser comparado de forma direta. Já para a rota 8, 10 e 12 o cenário 2 apresentou diferenças significativas em relação aos demais cenários.

5.2 TEMPO DE VIAGEM

O gráfico 2 apresenta a média de duração de viagens de cada rota nos três cenários simulados, os dados apresentados são em segundos.

Gráfico 2 - Tempo Médio de Viagem.



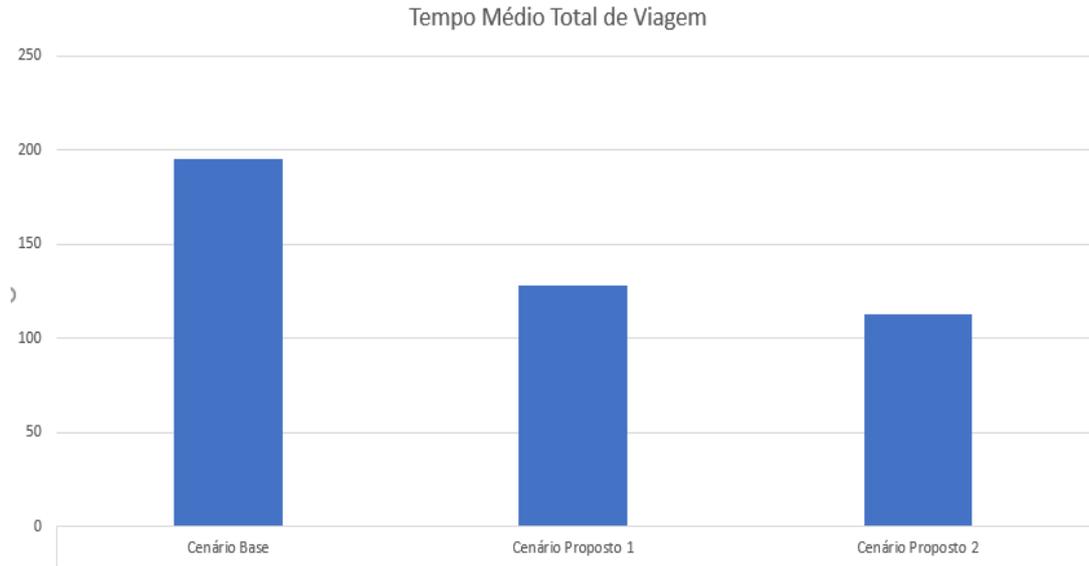
Fonte: Autor (2021).

Com base nesse gráfico fica claro observar a melhora que houve com as mudanças, pois somente nas rotas 3 e 5 que o tempo de viagem em comparação com o cenário base foi menor. Com relação a rota 3 isso pode ser explicado pelo acréscimo no tamanho das rotas, sendo de 576 metros e um aumento de 40 segundos com relação ao cenário 1 e 538 metros e 35 segundos para o cenário dois, da mesma forma para a rota 5 que teve um atraso de 20 segundo e 6 segundos com relação ao cenário 1 e 2 respectivamente.

É possível observar também uma melhora significativa de ambos os cenários propostos na rua Florianópolis no sentido Centro/Fátima (rotas 6 a 10), e isso é bastante positivo por ser o principal problema identificado na região, tendo veículos que percorram todo o percurso com tempo de 491 segundo (8 minutos e 11 segundos) no cenário base, e toda essa demora impacta diretamente na avenida Coronel Procópio Gomes que antecede a rua

Florianópolis, para o cenário 2 o tempo máximo que um veículo demorou para concluir sua rota foi 262 segundo (4 minutos e 22 segundos) para o cenário 2. O Gráfico 3 apresenta o tempo médio total de viagem para cada cenário.

Gráfico 3 - Tempo Médio Total de Viagens.



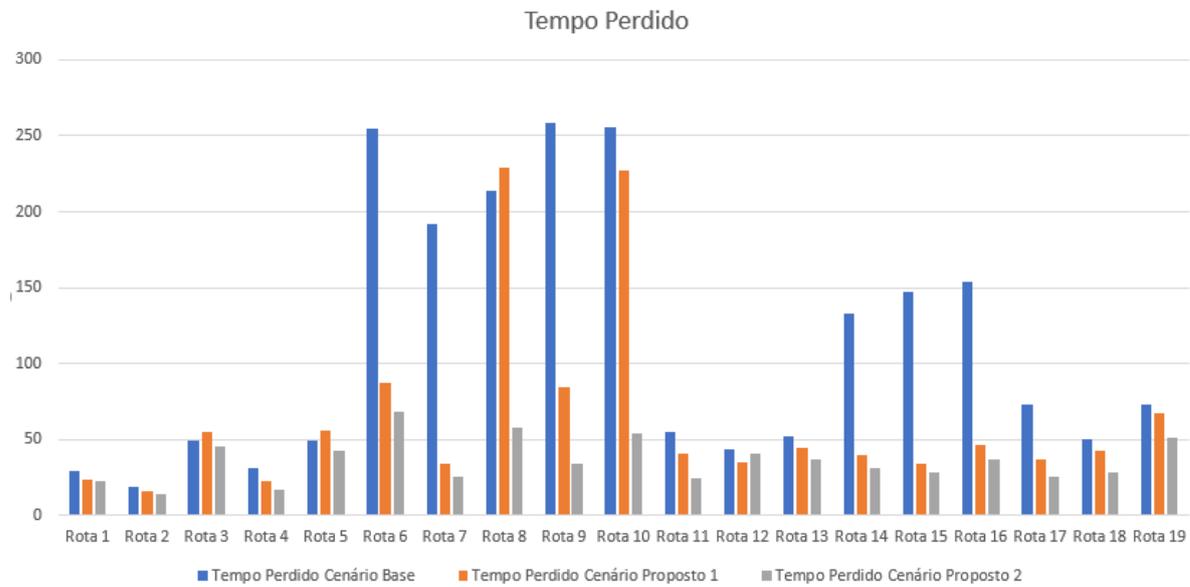
Fonte: Autor (2021).

Entre os cenários propostos de uma forma geral houve diferenças pontuais, como mostra o gráfico 3, por isso para essa variável o melhor cenário é o cenário proposto 1 por conta do seu custo benefício com relação ao cenário 2, devido ao investimento de infraestrutura e pavimentação necessário para a aplicação desse cenário.

5.3 TEMPO PERDIDO

O tempo perdido é uma variável que calcula o tempo no qual os veículos não andam na velocidade limite da via, isso pode ser por conta de trânsito, e desaceleração por conta de cruzamento, entre outros fatores. O gráfico 4 apresenta o tempo perdido por rota nos três cenários.

Gráfico 4 - Tempo Médio Perdido Por Rota.

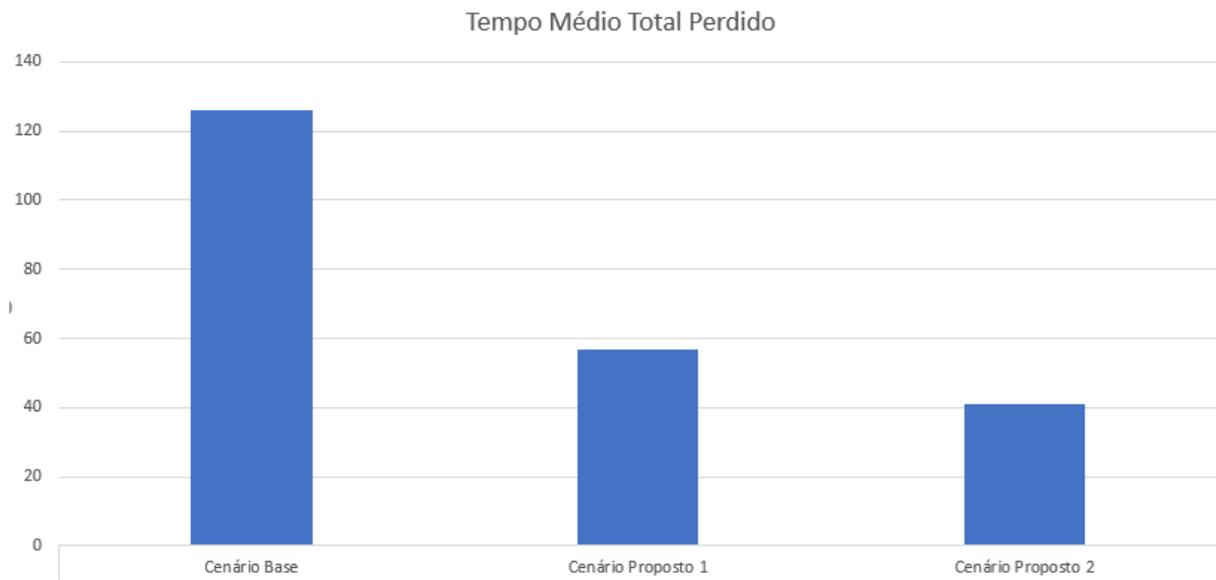


Fonte: Autor (2021).

O gráfico 4 apresenta com uma melhora nas rotas 6, 7, 9, para ambas as propostas e rotas 8 e 9 para a proposta 2. Vale a pena destacar também as rotas 14 a 16 da rua Guanabara no sentido (Oeste/Leste) obtiveram resultados positivos.

O gráfico 5 apresenta o tempo médio total perdido nos três cenários.

Gráfico 5 - Tempo Médio Total Perdido.



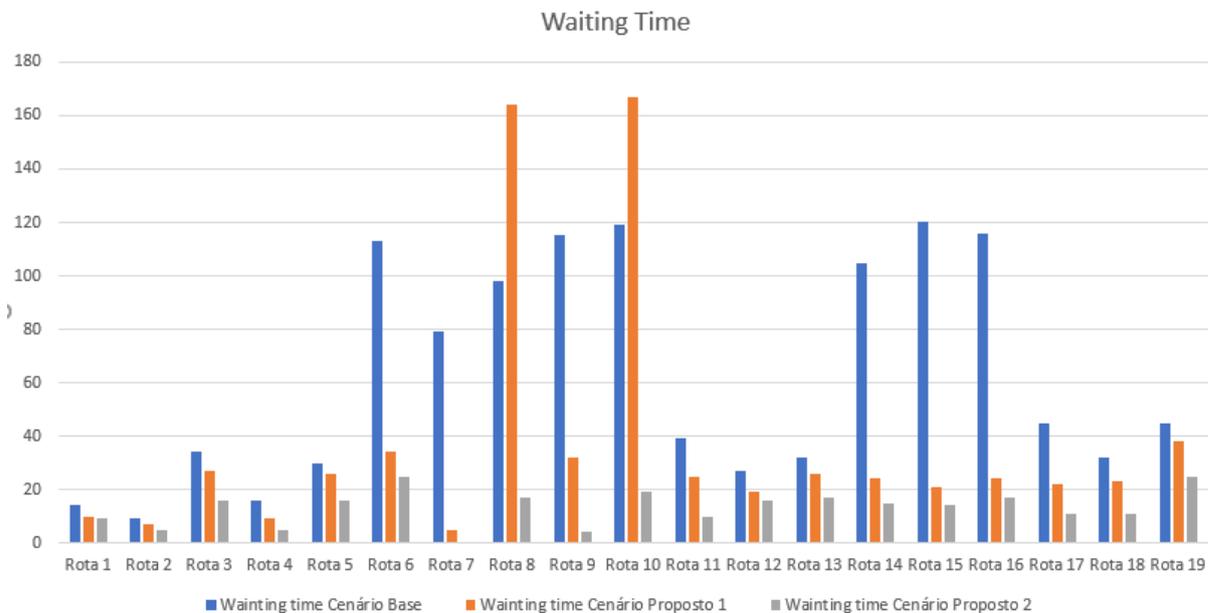
Fonte: Autor (2021).

Embora o cenário proposto 2 tenha apresentado um tempo menor, o cenário 1 seria novamente mais indicado devidos aos investimentos necessários em infraestrutura.

5.4 WAITING TIME

O *waiting time* é o parâmetro que calcula o tempo que cada veículo permanece parado sem contar as paradas programadas. O gráfico 6 apresenta a diferença significativa das rotas 6 a 10 que usam a rua Florianópolis no sentido Norte/Sul, que são as rotas de principal interesse nesse estudo, vale a pena destacar a rota 7 que nos cenários propostos basicamente eliminou esse tempo.

Gráfico 6 - *Waiting Time*

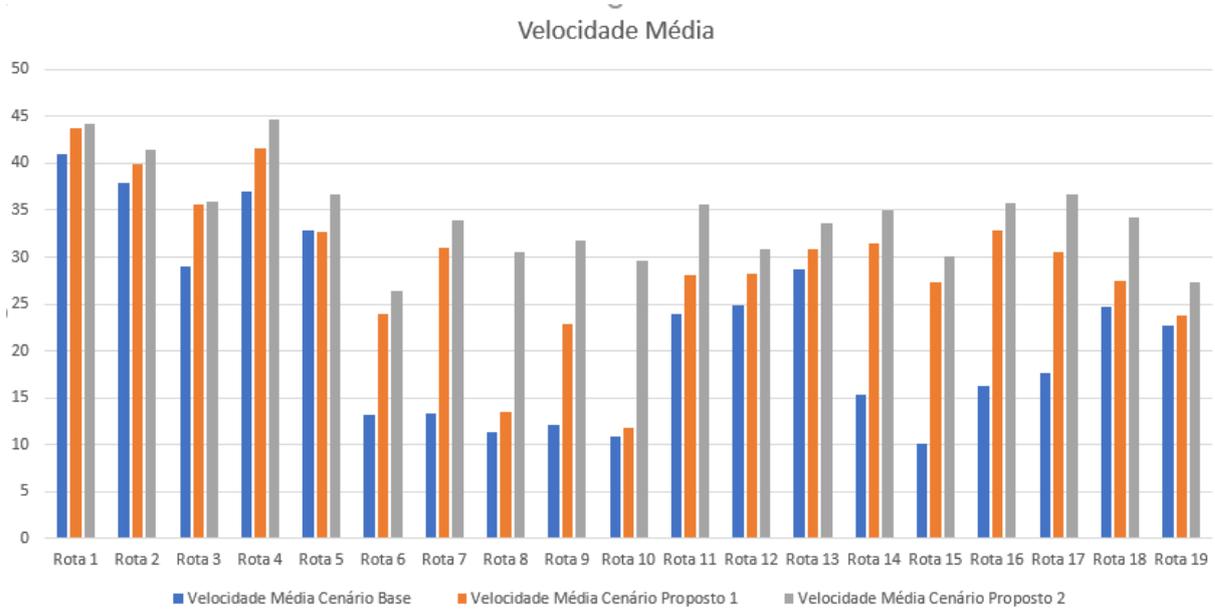


Fonte: Autor (2021).

5.5 VELOCIDADE MÉDIA

A velocidade média é uma variável que precisa ser analisada pois ela diz o quão próximo os veículos estão da velocidade máxima permitida na via. Em todas as vias presentes nesse estudo a velocidade máxima é de 60 km/h, com exceção ao trecho da rua Florianópolis sentido Norte/Sul, no trecho que antecede ambas as interseções. O gráfico 7 apresenta a velocidade média de cada rota.

Gráfico 7 - Velocidade Média.



Fonte: Autor (2021).

Nenhuma rota do cenário base apresentou valores melhores que os cenários propostos em relação a velocidade média. As vias que mais precisam que sua velocidade média chegue ao valor mais próximo ao da velocidade diretriz da via, são as que possuem maior volume. As rotas 6 a 10 (rua Florianópolis sentido Norte/Centro) e as rotas 14 a 16 (Graciosa/Centro) foram as que apresentaram os melhores resultados, destaque para a rota 7 que apresentou um aumento de 21 km/h do cenário 2 com relação ao cenário base. Para a velocidade média o melhor cenário foi o cenário 2, todas as rotas apresentaram resultados superiores ao cenário 1.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o crescente aumento no número de veículos na cidade, somado a falta de estrutura presente em diversas vias em Joinville, verifica-se a importância de estudos de tráfego como o desenvolvido neste trabalho para a região. Essa condição é possível observar na rua Florianópolis, por conta disso este trabalho teve como objetivo apresentar propostas que sejam capazes de melhorar o fluxo de veículos na rua Florianópolis sem prejudicar as vias secundárias.

Com a observação desse cenário atual e sabendo da possibilidade de melhoria desse cenário, foi definido o escopo do estudo cuja a área compreende as ruas Florianópolis, Guanabara, Graciosa, General Rondon e rua Pedro Menezes. Com o escopo definido foi feito o levantamento de todos os dados que influenciam o fluxo dessas vias, posteriormente com todos os dados tratados foi possível aplicar as simulações tanto do cenário atual como para os cenários propostos para poder fazer as devidas comparações.

Os objetivos foram alcançados pois em ambos os cenários propostos os resultados foram bastante positivos, embora em algumas rotas o cenário atual se manteve igual ou ainda um pouco melhor, todas essas rotas eram de vias secundárias. Para a rua Florianópolis onde de fato existe uma urgência por melhoria, pois a fila que resulta dessa sequência semaforica afeta o tráfego na Avenida Coronel Procópio Gomes, avenida que antecede a rua Florianópolis, os resultados para o tráfego nesse sentido foram bastante expressivos, sendo assim, as mudanças propostas foram positivas.

Entre os dois cenários propostos o cenário 2 foi o que apresentou os melhores resultados, com uma melhora de 54,5% da velocidade média total do sistema com relação ao cenário base, e uma melhora de 17% na velocidade média com relação ao cenário proposto 1. Levando em consideração que cenário 2 necessita de bastante investimento de infraestrutura na rua Graciosa, é preciso avaliar se o custo para a sua aplicação justificaria com as melhorias apresentadas.

As limitações encontradas durante o desenvolvimento do trabalho, foram em relação à coleta de dados, que foi obtida em dois dias diferentes, apesar dos dados obtidos nas contagens apresentaram resultados bastante próximos, ainda assim não é o ideal. Outro ponto que vale a pena destacar é que esse estudo não analisou os dois princípios de Wardrop para a realocação das rotas que foram alteradas.

Como sugestões de trabalhos futuros tem-se: estender o escopo do estudo compreendendo grande parte da Avenida Coronel Procópio Gomes, utilizando também a rua

Rio Doce que é uma rua lateral a rua Florianópolis e tem estrutura para receber mais veículos que hoje trafegam por ela, levando em conta os princípios de Wardrop. Outra possibilidade de trabalho futuro é a aplicação do mesmo estudo para o período da manhã.

REFERÊNCIAS

- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Engenharia de tráfego: Terminologia – NBR 7032**. Rio de Janeiro, ABNT, 1983.
- AYALA, Rosemary Janneth Llanque. **Procedimento para identificação dos principais parâmetros dos microssimuladores a serem considerados no processo de calibração. Dissertação de Mestrado em Transportes**. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013, 246p.
- BARCELÓ, J. **Fundamentals of Traffic Simulation, International Series in Operations Research & Management Science.[S.1]**: Springer Science Business Media, 2010.
- BAVELDI, Guilherme Arpini. **MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO APLICADA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA SEGURANÇA VIÁRIA EM ROTATÓRIAS: UM ESTUDO DE CASO NA RÓTULA DA UFSC/TRINDADE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
- BAYER, Ernani. **O planejamento urbanístico e as leis orgânicas dos municípios**. Florianópolis: UFSC, 1997.
- BEHRISCH, Michael,. BIEKER, Laura,. ERDMANN, Jakob,. e KRAJZEWICZ, Daniel. (2011). **SUMO – Simulation of Urban Mobility, An Overview**. Institute of Transportation Systems, 2011.
- BRASIL, EMBARQ. **Passo a Passo para a Construção de um Plano de Mobilidade Corporativa**. 2016. Disponível em: < <https://wricidades.org/research/publication/passo-passo-para-constru%C3%A7%C3%A3o-de-um-plano-de-mobilidade-corporativa>>. Acesso em 26 jul. 2021.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 10.257** de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 25 jul. 2021.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 12.587** de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm.htm. Acesso em: 25 jul. 2021.
- BROADDUS , A.; LITMAN T.; MENON G. **Transportation Demand Management**. GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Germany, 2009.

Cepam. Governo do Estado de São Paulo. **Plano Diretor passo a passo**. 2005. Disponível em: < http://www.cepam.sp.gov.br/arquivos/conhecimento/Plano_diretor_passo_a_passo.pdf >. Acesso em: 25 jul. 2021.

CINTRA, Marcos. **Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo**. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11576/TD%20356%20-%20Marcos%20Cintra.pdf>. Acesso em 7 set. 2021.

COELHO, E.C. **Avaliação dos níveis de congestionamento em vias arteriais com a utilização da micro-simulação**. 2009. Tese (Doutorado) – Dissertação de M. Sc., Programa de Pós graduação Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V: Sinalização Semáforica**, 2014. Disponível em: < https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-denatran/educacao/publicacoes/manual_vol_v_-2.pdf >. Acesso em: 15 jul. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Estudos de Tráfego**, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf .> Acesso em 15 nov. 2020.

DLR – Institute of Transportation Systems. **SUMO – Simulation of urban mobility**. Disponível em: < http://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-9883/16931_read-41000/ >. Acesso em: 30 jul. 2021.

FERRAZ, Antonio Clovis Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. **Transporte Público Urbano**. 2. Ed. São Carlos: Rima, 2004.

FHWA. Traffic Analysis Toolbox Volume II: **Decision Support Methodology for Selecting Traffic Analysis Tools**. [S.l.]: Federal Highway Administration, 2004b. Disponível em: https://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/tat_vol2/vol2_methodology.pdf. Acesso em 27 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de Veículos**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/pesquisa/22/0?ano=2020>. Acesso em: 7 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 23 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/joinville/panorama>. Acesso em: 7 set. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE. **PlanMOB Volume I. Plano de Mobilidade Urbana de Joinville**, 2016. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Caderno-PlanMOB-Volume-I-Plano-de-Mobilidade-Urbana-de-Joinville-Ed-02-2016.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

JOINVILLE. Prefeito Municipal. Câmara de Vereadores. **Lei Complementar N° 261**, de 28 de fevereiro de 2008. Dispõe sobre as diretrizes estratégicas e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município de Joinville e dá outras providências.

Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/joinville/lei-complementar/2008/26/261/lei-complementar-n-261-2008-dispoe-sobre-as-diretrizes-estrategicas-e-institui-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-sustentavel-do-municipio-de-joinville-e-da-outras-providencias>. Acesso 28 jul. 2021.

MARTINS, Débora Fonseca Resende. **A intermodalidade como alternativa ao uso exclusivo do modo rodoviário no transporte de veículos: um estudo de caso**. Florianópolis, 2009.

MATTEI, Daniel. **ANÁLISE DE PROPOSTA PARA DIMINUIÇÃO DO CONGESTIONAMENTO EM TRECHO DA RUA DONA FRANCISCA EM JOINVILLE UTILIZANDO O SOFTWARE SUMO**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia de Transportes e Logística – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

NORONHA, Henrique Dela Bruna. **ESTUDO COMPARATIVO DE DOIS MICROSSIMULADORES DE TRÁFEGO – AIMSUN E VISSIM**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

POYARES, C. **Critérios para análise dos efeitos de políticas de restrição ao uso de automóveis em áreas centrais**. Rio de Janeiro, RJ–Brasil, 2000.

PTV - **Planung Transport Verkehr**. PTV VISSIM 8 User Manual. Karlsruhe, Alemanha, 2015.

ROESS, Roger; PRASSAS, Elena; MCSHANE, William. **Traffic engineering**. 4. ed. New York, 2011.

SABOYA, Renato. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos**. 2007. Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.

SENNA, Luiz Afonso dos Santos. **Economia e planejamento dos transportes**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SHANNON R.E., **Introduction to the Art and Science of Simulation**. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. Texas, 1977.

SONG, J. et al. Research on car-following model based on sumo. In: IEEE. **Advanced Infocomm Technology (ICAIT), 2014 IEEE 7th International Conference on**. [S.l.], 2014.

STERN, Yvone et al. **Um estudo sobre o tráfego: sincronização de sinais**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1969.

SUMO. Tutorials. Disponível em: <https://sumo.dlr.de/docs/Tutorials/index.htmlTutorials>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

TSS – Transport Simulation Systems. **AIMSUN 8 Dynamic Simulator User's Manual**. [S.l.]. Transport Simulation Systems, 2014.

VOELCKER, John. **1.2 Billion Vehicles on World's Roads Now, 2 Billion By 2035**. Disponível em: https://www.greencarreports.com/news/1093560_1-2-billion-vehicles-on-worlds-roads-now-2-billion-by-2035-report. Acesso em: 23 nov. 2020.

WITTE, Ana Carolina. **ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE GASPAR ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia de Transportes e Logística – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

WORLD VEHICLES IN USE. **Oica**. Disponível em: https://www.oica.net/wp-content/uploads//Total_in-use-All-Vehicles.pdf. Acesso em: 23 ago. 2021.

APENDICE A – LEVANTAMENTO DE DADOS

Figura 30 - Interseção rua Florianópolis com rua Graciosa.



Fonte: Autor (2021).

Figura 31 - Interseção rua Florianópolis com rua Guanabara.



Fonte: Autor (2021).

Figura 32 - Contagem de Veículos das 16 às 17 horas.

FLORIANÓPOLIS X GRACIOSA X RONDON				
16:00-17:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	670	12	7	141
Centro/Graciosa	27	1	0	6
Centro/Rondon	53	2	0	8
Fátima/Centro	440	5	9	70
Fátima/Graciosa	70	1	0	1
Fátima/Rondon	44	3	0	6
Graciosa/Rondon	145	5	1	20
Graciosa/Fátima	137	7	1	22
Graciosa/Centro	53	0	8	4

FLORIANÓPOLIS X GUANABARA				
16:00-17:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	697	25	3	177
Centro/Guanaba	52	0	3	7
Centro/Itaum	35	2	0	7
Fátima/Centro	480	14	12	66
Fátima/Guanaba	36	10	1	9
Fátima/Itaum	54	1	0	6
Itaum/Guanaba	175	4	1	38
Itaum/Centro	69	0	0	8
Itaum/Fátima	84	2	0	11
Guanaba/Itaum	65	0	0	9
Guanaba/Centro	57	0	0	3
Guanaba/Fátima	16	0	0	0

Fonte: Autor (2021).

Figura 33 - Contagem de Veículos das 17 às 18 horas.

FLORIANÓPOLIS X GRACIOSA X RONDON				
17:00-18:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	555	8	7	292
Centro/Graciosa	29	0	0	11
Centro/Rondon	23	0	0	7
Fátima/Centro	603	3	17	88
Fátima/Graciosa	57	0	1	2
Fátima/Rondon	44	0	0	3
Graciosa/Rondon	171	2	0	27
Graciosa/Fátima	177	8	0	23
Graciosa/Centro	47	1	12	5

FLORIANÓPOLIS X GUANABARA				
17:00-18:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	670	10	7	328
Centro/Guanaba	47	1	2	17
Centro/Itaum	47	0	0	3
Fátima/Centro	579	3	11	91
Fátima/Guanaba	67	1	0	15
Fátima/Itaum	80	1	0	5
Itaum/Guanaba	215	2	1	67
Itaum/Centro	87	0	1	10
Itaum/Fátima	91	1	0	24
Guanaba/Itaum	80	0	0	8
Guanaba/Centro	41	0	0	4
Guanaba/Fátima	29	0	0	5

Fonte: Autor (2021).

Figura 34 - Contagem de Veículos das 18 às 19 horas.

FLORIANÓPOLIS X GRACIOSA X RONDON				
18:00-19:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	583	6	8	257
Centro/Graciosa	28	0	0	11
Centro/Rondon	29	0	0	11
Fátima/Centro	544	6	11	97
Fátima/Graciosa	68	0	0	12
Fátima/Rondon	54	0	0	3
Graciosa/Rondon	146	0	1	18
Graciosa/Fátima	142	6	0	26
Graciosa/Centro	61	0	14	1

FLORIANÓPOLIS X GUANABARA				
18:00-19:00				
SENTIDO	CARRO	CAMINHÃO	ÔNIBUS	MOTO
Centro/Fátima	607	13	9	193
Centro/Guanaba	48	1	2	8
Centro/Itaum	37	0	0	3
Fátima/Centro	510	7	16	89
Fátima/Guanaba	49	7	0	7
Fátima/Itaum	73	0	0	7
Itaum/Guanaba	245	2	1	75
Itaum/Centro	122	0	0	9
Itaum/Fátima	66	1	0	21
Guanaba/Itaum	67	2	0	11
Guanaba/Centro	39	0	0	2
Guanaba/Fátima	12	0	0	2

Fonte: Autor (2021).

Figura 35 – Movimentos de 7 a 9 e 16 a 18.



Fonte: Google (2021).

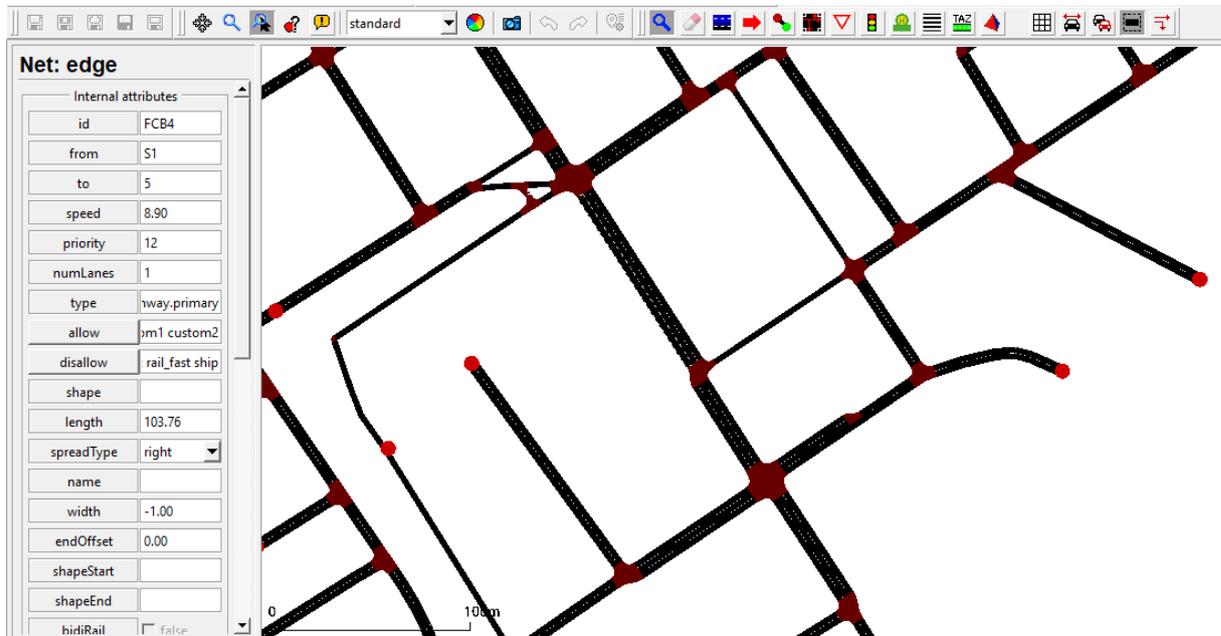
Figura 36 – Movimentos de 19 a 21.



Fonte: Google (2021).

APENDICE B – CARACTERÍSTICAS DE SIMULAÇÃO

Figura 37 - Alteração da Velocidade da Via.



Fonte: Autor (2021).

Figura 38 - Fluxos de Carros e Motos das 16 às 17 horas.

```

<flow type='carro' id='F1' color='0, 0, 255' vehsPerHour='366' begin='0' end='3600' route='R1' />
<flow type='carro' id='F2' color='0, 0, 255' vehsPerHour='36' begin='0' end='3600' route='R2' />
<flow type='carro' id='F3' color='0, 0, 255' vehsPerHour='54' begin='0' end='3600' route='R3' />
<flow type='carro' id='F4' color='0, 0, 255' vehsPerHour='70' begin='0' end='3600' route='R4' />
<flow type='carro' id='F5' color='0, 0, 255' vehsPerHour='44' begin='0' end='3600' route='R5' />
<flow type='carro' id='F6' color='255, 0, 0' vehsPerHour='583' begin='0' end='3600' route='R6' />
<flow type='carro' id='F7' color='255, 0, 0' vehsPerHour='53' begin='0' end='3600' route='R7' />
<flow type='carro' id='F8' color='255, 0, 0' vehsPerHour='27' begin='0' end='3600' route='R8' />
<flow type='carro' id='F9' color='255, 0, 0' vehsPerHour='35' begin='0' end='3600' route='R9' />
<flow type='carro' id='F10' color='255, 0, 0' vehsPerHour='52' begin='0' end='3600' route='R10' />
<flow type='carro' id='F11' color='255, 153, 255' vehsPerHour='16' begin='0' end='3600' route='R11' />
<flow type='carro' id='F12' color='255, 153, 255' vehsPerHour='65' begin='0' end='3600' route='R12' />
<flow type='carro' id='F13' color='255, 153, 255' vehsPerHour='57' begin='0' end='3600' route='R13' />
<flow type='carro' id='F14' color='255, 255, 102' vehsPerHour='84' begin='0' end='3600' route='R14' />
<flow type='carro' id='F15' color='255, 255, 102' vehsPerHour='175' begin='0' end='3600' route='R15' />
<flow type='carro' id='F16' color='255, 255, 102' vehsPerHour='69' begin='0' end='3600' route='R16' />
<flow type='carro' id='F17' color='0, 255, 0' vehsPerHour='53' begin='0' end='3600' route='R17' />
<flow type='carro' id='F18' color='0, 255, 0' vehsPerHour='145' begin='0' end='3600' route='R18' />
<flow type='carro' id='F19' color='0, 255, 0' vehsPerHour='137' begin='0' end='3600' route='R19' />
<flow type='moto' id='F20' color='0, 0, 255' vehsPerHour='19' begin='0' end='3600' route='R1' />
<flow type='moto' id='F21' color='0, 0, 255' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R2' />
<flow type='moto' id='F22' color='0, 0, 255' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R3' />
<flow type='moto' id='F23' color='0, 0, 255' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R5' />
<flow type='moto' id='F24' color='255, 0, 0' vehsPerHour='42' begin='0' end='3600' route='R6' />
<flow type='moto' id='F25' color='255, 0, 0' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R7' />
<flow type='moto' id='F26' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R8' />
<flow type='moto' id='F27' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R9' />
<flow type='moto' id='F28' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R10' />
<flow type='moto' id='F29' color='255, 153, 255' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R12' />
<flow type='moto' id='F30' color='255, 153, 255' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R13' />
<flow type='moto' id='F31' color='255, 255, 102' vehsPerHour='4' begin='0' end='3600' route='R14' />
<flow type='moto' id='F32' color='255, 255, 102' vehsPerHour='13' begin='0' end='3600' route='R15' />
<flow type='moto' id='F33' color='255, 255, 102' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R16' />
<flow type='moto' id='F34' color='0, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R17' />
<flow type='moto' id='F35' color='0, 255, 0' vehsPerHour='7' begin='0' end='3600' route='R18' />
<flow type='moto' id='F36' color='0, 255, 0' vehsPerHour='7' begin='0' end='3600' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 39 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 16 às 17 horas.

```

<flow type='onibus' id='F37' color='0, 0, 255' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R1' >
  <stop busStop='PontoBC' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F38' color='0, 0, 255' vehsPerHour='9' begin='0' end='3600' route='R1' />
<flow type='onibus' id='F39' color='0, 0, 255' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R2' />
<flow type='onibus' id='F40' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R6' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F41' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R6' />
<flow type='onibus' id='F42' color='255, 0, 0' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R10' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F43' color='255, 255, 102' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R15' />
<flow type='onibus' id='F44' color='0, 255, 0' vehsPerHour='8' begin='0' end='3600' route='R17' />
<flow type='onibus' id='F45' color='0, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R18' />
<flow type='onibus' id='F46' color='0, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R19' />
<flow type='caminhao' id='F47' color='0, 0, 255' vehsPerHour='10' begin='0' end='3600' route='R1' />
<flow type='caminhao' id='F48' color='0, 0, 255' vehsPerHour='10' begin='0' end='3600' route='R2' />
<flow type='caminhao' id='F49' color='0, 0, 255' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R3' />
<flow type='caminhao' id='F50' color='0, 0, 255' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R4' />
<flow type='caminhao' id='F51' color='0, 0, 255' vehsPerHour='3' begin='0' end='3600' route='R5' />
<flow type='caminhao' id='F52' color='255, 0, 0' vehsPerHour='10' begin='0' end='3600' route='R6' />
<flow type='caminhao' id='F53' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R7' />
<flow type='caminhao' id='F54' color='255, 0, 0' vehsPerHour='1' begin='0' end='3600' route='R8' />
<flow type='caminhao' id='F55' color='255, 0, 0' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R9' />
<flow type='caminhao' id='F56' color='255, 255, 102' vehsPerHour='2' begin='0' end='3600' route='R14' />
<flow type='caminhao' id='F57' color='255, 255, 102' vehsPerHour='4' begin='0' end='3600' route='R15' />
<flow type='caminhao' id='F58' color='0, 255, 0' vehsPerHour='5' begin='0' end='3600' route='R18' />
<flow type='caminhao' id='F59' color='0, 255, 0' vehsPerHour='7' begin='0' end='3600' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 40 - Fluxos de Carros das 17 às 18 horas.

```

<flow type='carro' id='F60' color='255, 255, 0' vehsPerHour='478' begin='3601' end='7200' route='R1' />
<flow type='carro' id='F61' color='255, 255, 0' vehsPerHour='67' begin='3601' end='7200' route='R2' />
<flow type='carro' id='F62' color='255, 255, 0' vehsPerHour='80' begin='3601' end='7200' route='R3' />
<flow type='carro' id='F63' color='255, 255, 0' vehsPerHour='57' begin='3601' end='7200' route='R4' />
<flow type='carro' id='F64' color='255, 255, 0' vehsPerHour='44' begin='3601' end='7200' route='R5' />
<flow type='carro' id='F65' color='255, 255, 0' vehsPerHour='461' begin='3601' end='7200' route='R6' />
<flow type='carro' id='F66' color='255, 255, 0' vehsPerHour='23' begin='3601' end='7200' route='R7' />
<flow type='carro' id='F67' color='255, 255, 0' vehsPerHour='29' begin='3601' end='7200' route='R8' />
<flow type='carro' id='F68' color='255, 255, 0' vehsPerHour='47' begin='3601' end='7200' route='R9' />
<flow type='carro' id='F69' color='255, 255, 0' vehsPerHour='47' begin='3601' end='7200' route='R10' />
<flow type='carro' id='F70' color='255, 255, 0' vehsPerHour='29' begin='3601' end='7200' route='R11' />
<flow type='carro' id='F71' color='255, 255, 0' vehsPerHour='80' begin='3601' end='7200' route='R12' />
<flow type='carro' id='F72' color='255, 255, 0' vehsPerHour='41' begin='3601' end='7200' route='R13' />
<flow type='carro' id='F73' color='255, 255, 0' vehsPerHour='91' begin='3601' end='7200' route='R14' />
<flow type='carro' id='F74' color='255, 255, 0' vehsPerHour='215' begin='3601' end='7200' route='R15' />
<flow type='carro' id='F75' color='255, 255, 0' vehsPerHour='87' begin='3601' end='7200' route='R16' />
<flow type='carro' id='F76' color='255, 255, 0' vehsPerHour='47' begin='3601' end='7200' route='R17' />
<flow type='carro' id='F77' color='255, 255, 0' vehsPerHour='171' begin='3601' end='7200' route='R18' />
<flow type='carro' id='F78' color='255, 255, 0' vehsPerHour='177' begin='3601' end='7200' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 41 - Fluxos de Motos das 17 às 18 horas.

```

<flow type='moto' id='F79' color='255, 255, 0' vehsPerHour='28' begin='3601' end='7200' route='R1' />
<flow type='moto' id='F80' color='255, 255, 0' vehsPerHour='5' begin='3601' end='7200' route='R2' />
<flow type='moto' id='F81' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R3' />
<flow type='moto' id='F82' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R4' />
<flow type='moto' id='F83' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R5' />
<flow type='moto' id='F84' color='255, 255, 0' vehsPerHour='90' begin='3601' end='7200' route='R6' />
<flow type='moto' id='F85' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R7' />
<flow type='moto' id='F86' color='255, 255, 0' vehsPerHour='4' begin='3601' end='7200' route='R8' />
<flow type='moto' id='F87' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R9' />
<flow type='moto' id='F88' color='255, 255, 0' vehsPerHour='6' begin='3601' end='7200' route='R10' />
<flow type='moto' id='F89' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R11' />
<flow type='moto' id='F90' color='255, 255, 0' vehsPerHour='3' begin='3601' end='7200' route='R12' />
<flow type='moto' id='F91' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R13' />
<flow type='moto' id='F92' color='255, 255, 0' vehsPerHour='8' begin='3601' end='7200' route='R14' />
<flow type='moto' id='F93' color='255, 255, 0' vehsPerHour='22' begin='3601' end='7200' route='R15' />
<flow type='moto' id='F94' color='255, 255, 0' vehsPerHour='3' begin='3601' end='7200' route='R16' />
<flow type='moto' id='F95' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R17' />
<flow type='moto' id='F96' color='255, 255, 0' vehsPerHour='9' begin='3601' end='7200' route='R18' />
<flow type='moto' id='F97' color='255, 255, 0' vehsPerHour='8' begin='3601' end='7200' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 42 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 17 às 18 horas.

```

<flow type='onibus' id='F98' color='255, 255, 0' vehsPerHour='3' begin='3601' end='7200' route='R1' >
  <stop busStop='PontoBC' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F99' color='255, 255, 0' vehsPerHour='7' begin='3601' end='7200' route='R1' />
<flow type='onibus' id='F100' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R4' />
<flow type='onibus' id='F101' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R6' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F102' color='255, 255, 0' vehsPerHour='3' begin='3601' end='7200' route='R6' />
<flow type='onibus' id='F103' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R10' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F104' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R15' />
<flow type='onibus' id='F105' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R16' />
<flow type='onibus' id='F106' color='255, 255, 0' vehsPerHour='12' begin='3601' end='7200' route='R17' />

<flow type='caminhao' id='F107' color='255, 255, 0' vehsPerHour='3' begin='3601' end='7200' route='R1' />
<flow type='caminhao' id='F108' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R2' />
<flow type='caminhao' id='F109' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R3' />
<flow type='caminhao' id='F110' color='255, 255, 0' vehsPerHour='7' begin='3601' end='7200' route='R6' />
<flow type='caminhao' id='F111' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R10' />
<flow type='caminhao' id='F112' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R14' />
<flow type='caminhao' id='F113' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R15' />
<flow type='caminhao' id='F114' color='255, 255, 0' vehsPerHour='1' begin='3601' end='7200' route='R17' />
<flow type='caminhao' id='F115' color='255, 255, 0' vehsPerHour='2' begin='3601' end='7200' route='R18' />
<flow type='caminhao' id='F116' color='255, 255, 0' vehsPerHour='8' begin='3601' end='7200' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 43 - Fluxos de Carros das 18 às 19 horas.

```

<flow type='carro' id='F117' color='255, 153, 0' vehsPerHour='388' begin='7201' end='10800' route='R1' />
<flow type='carro' id='F118' color='255, 153, 0' vehsPerHour='49' begin='7201' end='10800' route='R2' />
<flow type='carro' id='F119' color='255, 153, 0' vehsPerHour='73' begin='7201' end='10800' route='R3' />
<flow type='carro' id='F120' color='255, 153, 0' vehsPerHour='68' begin='7201' end='10800' route='R4' />
<flow type='carro' id='F121' color='255, 153, 0' vehsPerHour='54' begin='7201' end='10800' route='R5' />
<flow type='carro' id='F122' color='255, 153, 0' vehsPerHour='498' begin='7201' end='10800' route='R6' />
<flow type='carro' id='F123' color='255, 153, 0' vehsPerHour='29' begin='7201' end='10800' route='R7' />
<flow type='carro' id='F124' color='255, 153, 0' vehsPerHour='28' begin='7201' end='10800' route='R8' />
<flow type='carro' id='F125' color='255, 153, 0' vehsPerHour='37' begin='7201' end='10800' route='R9' />
<flow type='carro' id='F126' color='255, 153, 0' vehsPerHour='48' begin='7201' end='10800' route='R10' />
<flow type='carro' id='F127' color='255, 153, 0' vehsPerHour='12' begin='7201' end='10800' route='R11' />
<flow type='carro' id='F128' color='255, 153, 0' vehsPerHour='67' begin='7201' end='10800' route='R12' />
<flow type='carro' id='F129' color='255, 153, 0' vehsPerHour='39' begin='7201' end='10800' route='R13' />
<flow type='carro' id='F130' color='255, 153, 0' vehsPerHour='66' begin='7201' end='10800' route='R14' />
<flow type='carro' id='F131' color='255, 153, 0' vehsPerHour='245' begin='7201' end='10800' route='R15' />
<flow type='carro' id='F132' color='255, 153, 0' vehsPerHour='122' begin='7201' end='10800' route='R16' />
<flow type='carro' id='F133' color='255, 153, 0' vehsPerHour='61' begin='7201' end='10800' route='R17' />
<flow type='carro' id='F134' color='255, 153, 0' vehsPerHour='146' begin='7201' end='10800' route='R18' />
<flow type='carro' id='F135' color='255, 153, 0' vehsPerHour='142' begin='7201' end='10800' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 44 - Fluxos de Motos das 18 às 19 horas.

```

<flow type='moto' id='F136' color='255, 153, 0' vehsPerHour='24' begin='7201' end='10800' route='R1' />
<flow type='moto' id='F137' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R2' />
<flow type='moto' id='F138' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R3' />
<flow type='moto' id='F139' color='255, 153, 0' vehsPerHour='4' begin='7201' end='10800' route='R4' />
<flow type='moto' id='F140' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R5' />
<flow type='moto' id='F141' color='255, 153, 0' vehsPerHour='81' begin='7201' end='10800' route='R6' />
<flow type='moto' id='F142' color='255, 153, 0' vehsPerHour='4' begin='7201' end='10800' route='R7' />
<flow type='moto' id='F143' color='255, 153, 0' vehsPerHour='4' begin='7201' end='10800' route='R8' />
<flow type='moto' id='F144' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R9' />
<flow type='moto' id='F145' color='255, 153, 0' vehsPerHour='3' begin='7201' end='10800' route='R10' />
<flow type='moto' id='F146' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R11' />
<flow type='moto' id='F147' color='255, 153, 0' vehsPerHour='4' begin='7201' end='10800' route='R12' />
<flow type='moto' id='F148' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R13' />
<flow type='moto' id='F149' color='255, 153, 0' vehsPerHour='7' begin='7201' end='10800' route='R14' />
<flow type='moto' id='F150' color='255, 153, 0' vehsPerHour='25' begin='7201' end='10800' route='R15' />
<flow type='moto' id='F151' color='255, 153, 0' vehsPerHour='3' begin='7201' end='10800' route='R16' />
<flow type='moto' id='F152' color='255, 153, 0' vehsPerHour='6' begin='7201' end='10800' route='R18' />
<flow type='moto' id='F153' color='255, 153, 0' vehsPerHour='9' begin='7201' end='10800' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).

Figura 45 - Fluxos de Ônibus e Caminhão das 18 às 19 horas.

```

<flow type='onibus' id='F154' color='255, 153, 0' vehsPerHour='3' begin='7201' end='10800' route='R1'>
  <stop busStop='PontoBC' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F155' color='255, 153, 0' vehsPerHour='13' begin='7201' end='10800' route='R1' />
<flow type='onibus' id='F156' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R6' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F157' color='255, 153, 0' vehsPerHour='4' begin='7201' end='10800' route='R6' />
<flow type='onibus' id='F158' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R10' >
  <stop busStop='PontoCB' duration='10' />
</flow>
<flow type='onibus' id='F159' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R15' />
<flow type='onibus' id='F160' color='255, 153, 0' vehsPerHour='14' begin='7201' end='10800' route='R17' />
<flow type='onibus' id='F161' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R18' />

<flow type='caminhao' id='F162' color='255, 153, 0' vehsPerHour='7' begin='7201' end='10800' route='R1' />
<flow type='caminhao' id='F163' color='255, 153, 0' vehsPerHour='7' begin='7201' end='10800' route='R2' />
<flow type='caminhao' id='F164' color='255, 153, 0' vehsPerHour='5' begin='7201' end='10800' route='R6' />
<flow type='caminhao' id='F165' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R10' />
<flow type='caminhao' id='F166' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R12' />
<flow type='caminhao' id='F167' color='255, 153, 0' vehsPerHour='1' begin='7201' end='10800' route='R14' />
<flow type='caminhao' id='F168' color='255, 153, 0' vehsPerHour='2' begin='7201' end='10800' route='R15' />
<flow type='caminhao' id='F169' color='255, 153, 0' vehsPerHour='6' begin='7201' end='10800' route='R19' />

```

Fonte: Autor (2021).