



**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GUSTAVO DA SILVA GONÇALVES**

**ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE CAXIAS DO  
SUL/RS**

**CAXIAS DO SUL**  
**2019**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GUSTAVO DA SILVA GONÇALVES**

**ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE CAXIAS DO  
SUL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Civil pela  
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Matheus Lemos Nogueira

**CAXIAS DO SUL**

**2019**

**GUSTAVO DA SILVA GONÇALVES**

**ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE CAXIAS DO  
SUL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro Civil pela  
Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Matheus Lemos  
Nogueira

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca examinadora**

---

---

Prof. Orientador Me. Matheus Lemos Nogueira  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Jaqueline Bonatto  
Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Carolina Becker Pôrto Fransozi  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, especialmente minha mãe Sonia e meu pai Lairton que sempre fizeram o máximo pela minha educação e por todo incentivo ao longo da vida.

À minha irmã Caroline, que sempre me auxiliou e esteve presente de todas maneiras, enquanto meu foco era este trabalho.

Ao meu sobrinho Lucca, por trazer ainda mais alegria à minha vida.

À minha namorada Gabriela, pela paciência e carinho durante esses anos e também por todo apoio.

Agradeço aos meus amigos e colegas, em especial Gabriel Silvestri e Marcelo Bortolotto, que participaram desse momento especial da minha vida.

Ao meu orientador, Professor Matheus Lemos Nogueira, por todos os ensinamentos, pela dedicação e empenho no desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

A mobilidade urbana é relevante para as cidades independente do seu tamanho, e tem se mostrado cada vez mais importante na vida das pessoas, visto que cada vez mais precisam se locomover de um lugar a outro com mais rapidez e eficiência, seja por motivos pessoais ou profissionais. O crescimento do número de veículos particulares pode ser observado nas ruas. Na contramão desse aumento de veículos existem infraestruturas viárias que estão consolidadas e a manutenção e melhorias são quase que imperceptíveis. A implementação de novas vias nos centros das cidades acaba se tornando cada vez mais rara, devido às estruturas consolidadas de edificações já existentes. O surgimento de novos serviços de mobilidade também contribui para esse aumento de veículos nas vias urbanas. O presente trabalho tem como objetivo encontrar alguma solução que possa contribuir para a melhora da qualidade do tráfego, ou seja, uma melhora nos níveis de serviço viário nas vias da cidade de Caxias do Sul. Através de contagens de tráfego, foi possível identificar, dentro dos horários de pico, os volumes máximos de veículos e também os níveis de serviço para as ruas, Sinimbu, Armelindo Mandelli e Conselheiro Dantas. A rua Sinimbu tem grande importância para o deslocamento de veículos provenientes do centro da cidade que tem como objetivo final chegar em bairros da zona leste da cidade, utilizado também por pessoas que buscam chegar até a Universidade de Caxias do Sul e serve também como principal ligação com a BR-116, rodovia que pode levar a população para outras cidades. Depois de identificado o nível de serviço de cada uma das vias escolhidas utilizando metodologia mencionado no HCM 2000, foi possível simular um novo cenário. Este novo cenário compreendeu uma alteração na configuração de faixas da rua Armelindo Mandelli, com essa alteração foi possível realizar a criação de uma nova rota para pessoas que residem próximo ao trecho analisado da rua Sinimbu. Com esse novo cenário proposto, uma nova simulação de cálculo foi realizada. Essa nova simulação consistiu em realocar veículos em uma quantidade calculada que deixaram de utilizar a rua Sinimbu como rota para seu destino final (condomínio presente próximo à região de estudo) e passaram a utilizar as ruas Conselheiro Dantas e Armelindo Mandelli como outra possibilidade de rota. Os resultados apresentaram uma melhora no nível de serviço da rua Sinimbu sem que houvesse uma mudança agressiva no nível de serviço das outras vias analisadas. Para isso foi preciso realizar uma pequena alteração na configuração das faixas de rodagem da rua Armelindo Mandelli. Os níveis de serviço calculados para o novo cenário, apresentaram uma melhora na qualidade para a rua Sinimbu, onde antes existiam congestionamentos e o nível de serviço era "F", na nova simulação foi possível chegar em um nível de serviço "D" o que representa uma pequena porém considerável melhora no nível de serviço, sem prejudicar o nível de serviço das outras vias analisadas.

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. Infraestrutura. Nível de serviço. Caxias do Sul.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação Mobilidade e Acessibilidade de vias urbanas. ....	13
Figura 2 – Relação densidade X velocidade .....	17
Figura 3 - Relação densidade X volume.....	18
Figura 4 - Relação entre velocidade média no espaço e no tempo. ....	21
Figura 5 - Abordagem <i>car-following</i> .....	22
Figura 6 - Níveis de serviço.....	27
Figura 7 - Cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.....	28
Figura 8 - Caxias do Sul, região leste .....	29
Figura 9 - Bairro Lourdes e sentido da rua Sinimbu .....	30
Figura 10 - Corte rua Sinimbu .....	32
Figura 11 - Vias urbanas e seus sentidos .....	33
Figura 12 - Exemplo de variação volumétrica semanal .....	34
Figura 13 - Pontos de contagem de tráfego .....	35
Figura 14 - Metodologia para determinação do NS .....	38
Figura 15 – Esquina da rua Sinimbu com a rua Treze de Maio .....	42
Figura 16 – Esquina da rua Sinimbu com a rua Angelina Michelin.....	43
Figura 17 – Cruzamento entre as ruas Armelindo Mandelli e Conselheiro Dantas ...	44
Figura 18 – Rua Armelindo Mandelli (posto de contagem 4) .....	45
Figura 19 - Congestionamento no cruzamento entre as ruas Sinimbu e Treze de Maio, no período da manhã .....	46
Figura 20 - Congestionamento no cruzamento entre as ruas Sinimbu e Treze de Maio, no período da tarde.....	46
Figura 21 – Rua Sinimbu, condomínio e postos de contagem.....	47
Figura 22 - Pico, Sextas Feira 18hrs-19hrs (postos 1 e 2) .....	50
Figura 23 - Volume máximo por contagem (posto 1 e 2).....	50
Figura 24 - Pico, Sextas Feira 18hrs-19hrs (postos 3 e 4) .....	51
Figura 25 - Volume máximo por contagem (posto 3 e 4).....	52
Figura 26 - Pico Absoluto em UVP.....	53
Figura 27 - Configuração sugerida para via .....	58
Figura 28 - Volume de pico para simulação .....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fator de equivalência em veículos de passeio.....	37
Tabela 2 – Velocidade de fluxo livre por classe de via urbana.....	39
Tabela 3 – Volumes máximos (Posto 2).....	48
Tabela 4 – Volume máximo absoluto (Posto 2).....	49
Tabela 5 – Volumes absolutos UVP/faixa (Posto 2).....	49
Tabela 6 – Ciclo dos semáforos.....	54
Tabela 7 – Nível de serviço por classe de via urbana.....	55
Tabela 8 – Nível de serviço calculado.....	56
Tabela 9 – Frota em circulação em Caxias do Sul.....	57
Tabela 10 – Nível de serviço para novo cenário.....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição geral dos níveis de serviço .....	24
Quadro 2 - Métodos manuais de contagem de volume .....	36
Quadro 3 - Qualidade de estimativas de contagem.....	36
Quadro 4 – Classificação por função e categoria .....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>11</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1	Classificação das vias .....	12
2.1.1	<b>Vias de trânsito rápido</b> .....	<b>13</b>
2.1.2	<b>Via arterial</b> .....	<b>13</b>
2.1.3	<b>Via coletora</b> .....	<b>14</b>
2.1.4	<b>Via local</b> .....	<b>14</b>
2.2	TEORIA DO FLUXO DE TRÁFEGO .....	14
2.3	FLUXO .....	15
2.4	ABORDAGEM MACROSCÓPICA .....	16
2.4.1	<b>Densidade</b> .....	<b>16</b>
2.4.2	<b>Fluxo</b> .....	<b>18</b>
2.4.3	<b>Velocidade</b> .....	<b>19</b>
2.5	ABORDAGEM MESOSCÓPICA.....	21
2.6	ABORDAGEM MICROSCÓPICA .....	22
2.7	CAPACIDADE DE VIAS .....	23
2.8	NÍVEL DE SERVIÇO .....	24
2.8.1	<b>Nível de serviço A</b> .....	<b>25</b>
2.8.2	<b>Nível de serviço B</b> .....	<b>25</b>
2.8.3	<b>Nível de serviço C</b> .....	<b>25</b>
2.8.4	<b>Nível de serviço D</b> .....	<b>25</b>
2.8.5	<b>Nível de serviço E</b> .....	<b>26</b>
2.8.6	<b>Nível de serviço F</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	28
3.1.1	<b>Plano Diretor</b> .....	<b>30</b>
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA VIA .....	32
3.3	CONTAGEM DE TRÁFEGO.....	33

3.4	ROTEIRO DE CÁLCULO .....	37
<b>4</b>	<b>COLETA DE DADOS E RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS TRECHOS CRÍTICOS .....	41
4.2	CONTAGENS DE TRÁFEGO.....	48
<b>4.2.1</b>	<b>Posto de contagem 1 e 2.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Posto de contagem 3 e 4.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Comparativo entre os postos de contagem .....</b>	<b>52</b>
4.3	NÍVEL DE SERVIÇO .....	53
4.4	NÍVEL DE SERVIÇO PARA UM NOVO CENÁRIO.....	57
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE A – MODELO DE FICHA PARA CONTAGEM DE TRÁFEGO .....</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE B – PLANILHAS DE CONTAGEM .....</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE C – PICOS DOS HORÁRIOS E DIAS ANALISADOS .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um número bastante grande de pessoas vive em torno dos centros das grandes cidades, pois é nelas que se encontram os centros econômicos e financeiros. Existe também uma parcela que vive nos arredores, em bairros um pouco mais distantes da parte central. Entretanto esse crescimento urbano e populacional normalmente não é um fenômeno planejado e as conseqüentes transformações são constantes.

As cidades, quando não podem mais expandir para acomodar o volume crescente de pessoas por meio da construção de prédios mais altos, buscam os seus entornos para a criação de novos bairros, loteamentos e/ou condomínios. Essa expansão territorial e esse aumento populacional acabam se refletido também na infraestrutura viária dos municípios.

O aumento populacional acarreta em um aumento significativo na demanda de transporte coletivo. Pode ser citado também um crescimento considerável do transporte individual e particular, como o aumento de táxis ou transportes por meio de aplicativos como a implementação das empresas Uber e Garupa. O aumento da frota de carros e ônibus nas ruas centrais das grandes cidades é percebido quando se observa o aumento dos congestionamentos das vias urbanas.

Quando o transporte público coletivo é deficitário, ele acaba contribuindo negativamente para esse aumento de veículos particulares. À medida que o transporte público coletivo não atende às necessidades de algumas pessoas, as mesmas buscam outras alternativas para se locomover de um ponto a outro da cidade.

Populações com renda mais alta costumam encontrar no carro um meio para locomoção diária, atribuindo a ele um transporte com mais conforto, agilidade e segurança.

Em contrapartida desse crescimento da frota de automóveis, as infraestruturas das vias urbanas muitas vezes não recebem uma atenção especial, pode se dizer que recebem pouca manutenção ou quase nenhuma. Também deve ser considerado que, quando projetadas, o volume de veículos era menor do que atual e que nos últimos anos com incentivos do governo houve um aumento significativo na frota de veículos particulares (BARROS, 2015).

Outro ponto a ser analisado é a implementação de novas vias nas áreas centrais das cidades. Esse processo de implantação se torna cada vez mais difícil, já que nos centros das cidades, local onde ocorrem os maiores congestionamentos, existem edificações já consolidadas e a alteração dessa característica viária fica atrelada ao que se foi projetado tempos atrás, quando o cenário era outro (CORRÊA, 1995).

O presente trabalho é delimitado ao estudo do tráfego viário de um trecho da rua Sinimbu e seus arredores, com a finalidade de discutir formas de minimizar o congestionamento que ocorre na via em horários de picos, com a melhor utilização de ruas próximas que possam ajudar dando qualidade na mobilidade tanto dos moradores que vivem na área escolhida para o estudo, como de pessoas que utilizam a via para se locomover a outros pontos da cidade. Com o auxílio da metodologia baseada no *Highway Capacity Manual*, o intuito é identificar pontos críticos de congestionamento no referido trecho e estabelecer alternativas para que o fluxo de veículos seja melhorado.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar o tráfego da rua Sinimbu e no seu entorno, na região central de Caxias do Sul/RS.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) caracterizar a via;
- b) realizar contagem de tráfego;
- c) identificar trechos críticos da via escolhida;
- d) analisar o nível de serviço da via escolhida para cada cenário estabelecido neste trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Classificação das vias

Em termos funcionais, Carvalho (2002) cita que são duas as principais características das vias: acessibilidade e mobilidade. Para Caetano (2013), é possível determinar a classificação funcional como um conjunto de ruas e avenidas incluídas em um sistema integrado, onde, separadamente, cada uma dessas características possuem uma categoria e uma importância diferenciada para a cidade como um todo.

Para Baker (1975 *apud* Caetano, 2013), é em função da importância ou distância das viagens e também do nível de acesso às propriedades que se dá a classificação das vias em uma determinada categoria. Segundo Parra (2001), para enquadrar certa via em uma determinada categoria é preciso levar em conta o comprimento médio da viagem a ser realizada e também a velocidade média que se alcança nessa operação.

Conforme art. 60 do Código de Trânsito Brasileiro (1997), as vias abertas à circulação públicas localizadas dentro das áreas urbanas são divididas e classificadas em quatro categorias, apresentadas na sequência em ordem hierárquica:

- a) vias de trânsito rápido;
- b) via arterial;
- c) via coletora;
- d) via local.

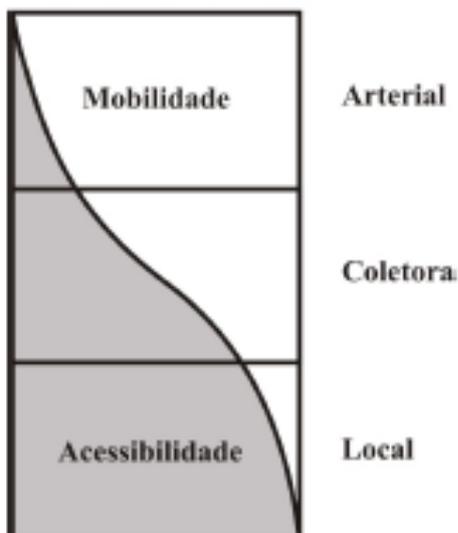
Já para vias rurais existe duas categorias conforme segue:

- a) rodovias;
- b) estradas.

A Figura 1 apresenta a relação entre mobilidade e acessibilidade que se encontra quando se trata de vias urbanas. A via arterial possui a característica de mobilidade maior quando comparada com a característica de acessibilidade, sendo assim sua principal função a de dar mobilidade aos veículos que por ela trafegam. Já quando se observa as características da via local, é possível perceber que a função que tem maior relevância é a função de acessibilidade, com uma pequena parcela de mobilidade.

Para a via coletora, as características de mobilidade e de acessibilidade têm parcelas semelhantes de contribuição.

Figura 1 - Relação Mobilidade e Acessibilidade de vias urbanas.



Fonte: FHWA (1989 *apud* Ribeiro, 2005).

### 2.1.1 Vias de trânsito rápido

Para Alves (2005), esse tipo de configuração de via aparece em cidades de grande porte, geralmente aquelas que possuem mais de 100 mil habitantes. É caracterizada pela existência de acessos especiais, trânsito livre, não possui acessibilidade direta aos lotes vizinhos da via e não possui acesso e travessia de pedestres em nível. Característica marcante das vias de trânsito rápido é a alta mobilidade e conseqüentemente com baixa acessibilidade.

Alguns usos são permitidos nas suas proximidades, mas com restrições. Por exemplo, postos de gasolina, áreas para informações turísticas, postos de controle policiais ou de fiscalização (ALVES, 2005). Possuem grandes volumes de tráfego e velocidade próxima a 80km/h, sendo seus acessos são controlados (AASHTO, 1994).

### 2.1.2 Via arterial

Segundo Caetano (2013), possuem interseções em nível e o controle do tráfego é feito por semáforos, permitindo o acesso a lotes que estão localizados próximos a ela. O principal objetivo da via arterial é dar possibilidade de trânsito entre as diversas regiões da cidade, assim cumpre sua função de fazer a ligação entre áreas distintas, sendo esse seu diferencial quando comparada com as demais vias.

A via arterial serve principalmente de ligação entre vias expressas e vias coletoras, já que tem a função de distribuir o tráfego oriundo da via expressa pela cidade e/ou região próxima a ela. Possui um menor volume de tráfego e a velocidade máxima não ultrapassa 60 km/h (AASHTO, 1994).

### **2.1.3 Via coletora**

A via coletora tem a função de movimentação local de veículos e também de fornecer acesso direto aos lotes vizinhos (AASHTO, 1994). Segundo Alves (2005), a mobilidade e acessibilidade em nível moderado fazem parte de suas características. As vias coletoras possuem cruzamentos controlados por semáforos e também possuem cruzamentos em nível.

Com sua principal característica sendo a ligação entre vias arteriais e localidades que estão próximas, ou seja, penetra mais a fundo nas zonas residenciais, possui uma baixa velocidade de trafegabilidade, por volta de 40km/h, (AASHTO, 1994).

### **2.1.4 Via local**

Conforme a definição de via local encontrada no CTB (1997), as suas características são as interseções em nível sem a presença de semáforo e seu uso restrito a determinados locais e áreas. Não possui nenhum tipo de ligação e é exclusiva para veículos restritos ou que possam ter algum tipo de interesse específico.

São vias onde o tráfego é formado principalmente por veículos locais. Exemplos deste tipo de via são as ruas de um condomínio fechado, vias que dão acesso a residências ou a locais de algum ramo profissional (AASHTO, 1994).

## **2.2 TEORIA DO FLUXO DE TRÁFEGO**

Segundo Maia (2007), a Teoria de Fluxo de Tráfego compreende na utilização de equações matemáticas, teoria de probabilidades e também de física para que seja possível descrever como se dá a trafegabilidade dos veículos no sistema viário.

Para Coelho (2009), a intenção é descrever de uma forma bastante realista o comportamento do tráfego com o auxílio de aplicações de leis da física e da matemática. A análise do fluxo deve ser feita com uma visão uniforme e homogênea, sabendo que os elementos envolvidos no tráfego se comportam de maneira previsível.

Ainda conforme Coelho (2009), o fluxo é composto por veículos e seus condutores, vias e o ambiente onde as vias estão localizadas. Em virtude disso, os componentes do fluxo não possuem comportamento constante e podem sofrer variações na sua operação e características como, por exemplo, ação e reação de condutores diante de alguma situação específica, redução de desempenho de veículos devido à falta de manutenção preventiva, condições climáticas que podem sofrer alterações a qualquer instante e também uma diminuição da capacidade da via por causa de um acidente ou até mesmo uma manutenção na malha viária. Segundo Maia (2007), o fluxo pode ser abordado segundo três análises diferentes: macroscópica, mesoscópica e microscópica.

### 2.3 FLUXO

O conceito de fluxo é uma importante definição no que diz respeito ao tráfego, pois se refere ao número de veículos que ultrapassam uma determinada seção transversal de uma via em uma unidade de tempo (SILVA, 1994).

Pode ser chamado também de volume e apresenta variações, podendo ser dado em valores anuais, sazonais alterando conforme as estações do ano, mensais, semanais e também em intervalos de hora (MAIA, 2007).

Para a determinação da hora de volume máximo tem-se a Equação 1, com a qual se calcula o Fator de Hora de Pico.

$$FPH = V_{hp} / (4 * V_{15}) \quad (1)$$

Onde:

FPH: Fator de Hora de Pico

$V_{HP}$ : Volume Hora de Pico

$V_{15}$ : Volume dos 15 minutos consecutivos de maior tráfego dentro da hora de pico.

## 2.4 ABORDAGEM MACROSCÓPICA

A análise macroscópica, segundo Hallamann (2011), baseia-se na Teoria do Fluxo Contínuo de Tráfego e tem como objetivo principal caracterizar a evolução da relação tempo-espaço das variáveis que configuram os fluxos macroscópicos: densidade, volume e velocidade.

Conforme Maia (2007), a Teoria do Fluxo de Tráfego é baseada em três variáveis: fluxo, velocidade e densidade. A relação fundamental pode ser representada pela Equação 2.

$$q = d * v \quad (2)$$

Onde:

q = fluxo (veíc/h);

d = densidade (veíc/km);

v = velocidade (km/h).

Devido as suas características, as análises macroscópicas têm a sua aplicabilidade em estudos de tráfego onde a densidade é alta, analisando o fluxo como um todo. Não existe análise para cada unidade em específico, mas sim para todo o somatório de unidades como se fosse um processo só (SILVA, 1994).

Em virtude de ser bastante abrangente, o nível de detalhes e informações é considerado baixo quando comparado às outras duas metodologias de análise (MAIA, 2007).

Nessa abordagem, Silva (1994) apresenta que a velocidade média de tráfego é uma razão entre fluxo e densidade, diferente e específica para cada situação, entretanto mantém-se constante para toda a extensão do percurso.

### 2.4.1 Densidade

A densidade segundo Furtado (2013), é um número de veículos por unidade de comprimento de via L, ou seja, em um determinado momento o número de veículos que ocupam uma certa extensão de via. Ela é expressa em veículos por quilômetros.

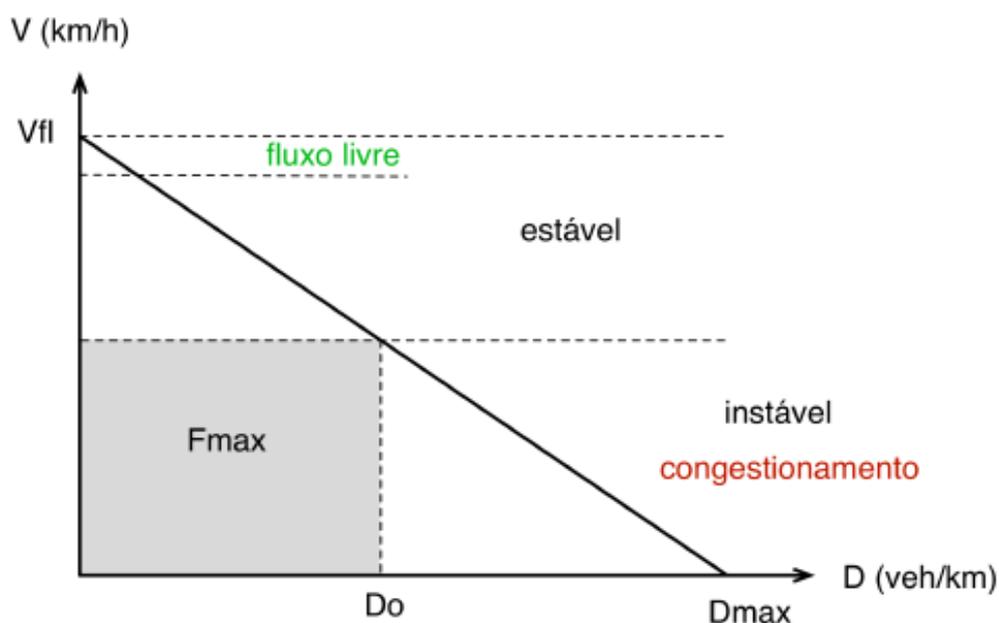
Furtado (2013) ainda destaca duas condições para a densidade:

a) densidade média: é a média do número de veículos por unidade de comprimento de uma determinada via, em um específico período de tempo;

b) densidade crítica: é a densidade de tráfego existente na via quando esta opera em capacidade total.

Na Figura 2 é representada (de forma linear) a relação que existe entre a densidade e velocidade, para vias que possuem acessos controlados. Para vias que não possuem controle, a curva que melhor representa essa relação é uma curva não-linear e com algum tipo de concavidade (HERING; GOLDNER, 2016).

Figura 2 – Relação densidade X velocidade



Fonte: (HERING; GOLDNER, 2016).

Onde:

$V_{fl}$ : velocidade de fluxo livre;

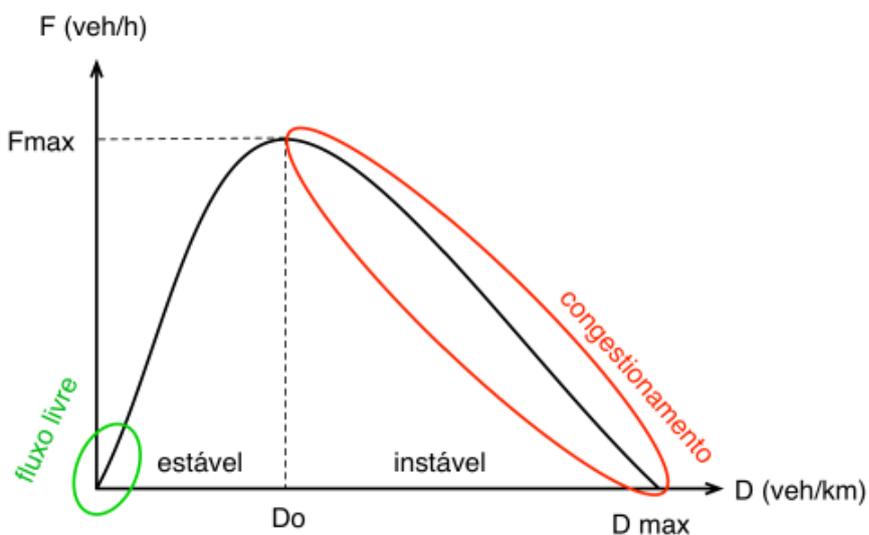
$D_o$ : densidade ótima;

$D_{máx}$ : densidade máxima.

Na Figura 3 é representada a relação entre densidade e volume de tráfego. Essa relação tem forma de parábola, pois para um aumento na densidade do tráfego acaba ocorrendo um aumento no volume da mesma até que seja atingida a densidade ótima, determinada pela variável  $D_o$ . A partir deste valor de densidade, o fluxo tende

a diminuir. Para cada tipo de via existe uma densidade ótima (HERING; GOLDNER, 2016).

Figura 3 - Relação densidade X volume



Fonte: (HERING; GOLDNER, 2016).

Onde:

F: fluxo (veíc/h);

Fmáx: fluxo máximo;

Do: densidade ótima;

Dmáx: densidade máxima.

## 2.4.2 Fluxo

O conceito de fluxo é uma importante definição no que diz respeito a tráfego, pois se refere ao número de veículos que ultrapassam uma determinada seção transversal de uma via em uma unidade de tempo (SILVA, 1994).

Pode ser chamado também de volume e apresenta variações, podendo ser dado em valores anuais, sazonais alterando conforme as estações do ano, mensais, semanais e também em intervalos de hora (MAIA, 2007).

Para a determinação da hora de volume máximo tem-se a Equação 1, com a qual se calcula o Fator de Hora de Pico.

$$FPH = Vhp / (4 * V15) \quad (1)$$

Onde:

FPH: Fator de Hora de Pico

$V_{HP}$ : Volume Hora de Pico

$V_{15}$ : Volume dos 15 minutos consecutivos de maior tráfego dentro da hora de pico.

### 2.4.3 Velocidade

Segundo Hering e Goldner (2016), a velocidade é um indicador importante e diretamente ligado à qualidade de serviço oferecido pelas vias, além de estar relacionada com análises feitas sobre segurança.

Entre as características que compõem o tráfego, a velocidade é uma das mais complexas para ser definida. Existem algumas limitações que envolvem a velocidade em função da própria via, do trânsito existente no momento da verificação, do tipo veículo, do comportamento dos motoristas, clima, do tipo da sinalização e dos equipamentos de controle que cada via pode possuir (HERING; GOLDNER, 2016).

De um modo geral, a velocidade é a grandeza que tende a variar ao longo da distância percorrida entre dois pontos e do espaço de tempo que demora para completar esse trajeto (SILVA, 1994).

Conforme Velloso (2014), apesar de ser complexa para ser definida, tem uma fácil percepção qualitativa e gestores de tráfego a utilizam para avaliar como está a qualidade de serviço sendo prestado aos usuários por meio da medição indireta referente ao tempo levado num determinado percurso.

A diversidade de possibilidades de escolhas que cada condutor tem sobre a velocidade atingida em uma via está diretamente ligada ao nível de conforto ou desconforto ao qual este condutor está submetido. No âmbito da segurança, a velocidade é ponto determinante nas questões que envolvem o campo de visão e visão periférica, tratado como alterações físicas, e também alterações cognitivas. No caso de velocidades altas, por exemplo, há redução no tempo de percepção de alguma nova informação e em como tratá-la (TAMAYO, 2006).

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT, 2006), podem ser definidos alguns tipos de “velocidade”, da forma que segue.

### *Velocidade de projeto*

Conforme trata DNIT (2006), pode ser nomeada também como velocidade diretriz. É a velocidade para o projeto da via e partindo dela devem surgir valores mínimos (ou máximos) de algumas características geométricas que estão diretamente ligadas ao movimento dos veículos e também à operação da via.

Tamayo (2006) cita que essa velocidade precisa atender às expectativas dos usuários quanto a fatores relacionados no que diz respeito ao conforto, economia de tempo e também segurança.

Todavia, pode-se se dizer que quando as velocidades de projetos possuem limites baixos, há maior probabilidade de exceder os limites de velocidade definidos por parte dos usuários, podendo causar assim até um aumento no número de acidentes.

### *Velocidade de fluxo livre*

É a média das velocidades de uma determinada via. Quando o volume de tráfego é baixo e não existe nenhum tipo de restrição quanto ao limite de velocidade, é possível afirmar que o motorista pode dirigir na velocidade de sua vontade (DNIT, 2006). O HCM (2000) também apresenta que a para a determinação da velocidade de fluxo livre não existe restrição em relação ao tráfego, ou seja, não existem veículos lentos nem dispositivos de controle de velocidade à jusante.

### *Velocidade de operação*

É a velocidade mais alta que um veículo pode transitar em uma determinada via, porém é preciso que atenda as imposições e limites de tráfego, desde que as condições de tempo sejam favoráveis (DNIT, 2006). A velocidade de operação em nenhuma hipótese pode exceder a velocidade de projeto definida. Conforme descreve o HCM (2000), o seu valor é afetado por alguns fatores como, atrasos provenientes dos semáforos e de algum tipo de controle realizado nas interseções da via.

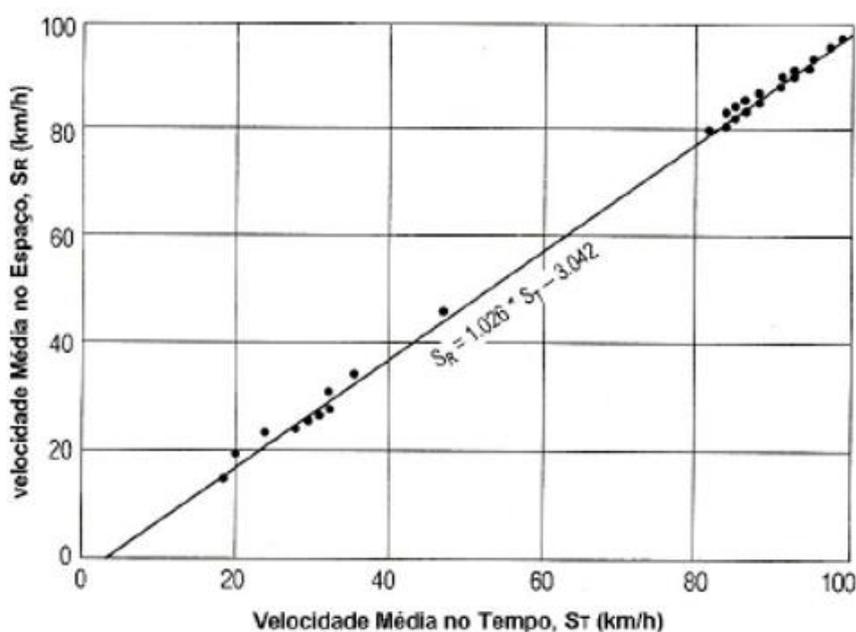
### *Velocidade percentual N% (VPN%)*

É determinada como a velocidade abaixo da qual N% dos veículos de uma via trafegam. Segundo (DNIT, 2006), é bastante usual utilizar a velocidade de VP85% como valor para poder determinar a “velocidade máxima permitida”, para que seja

regulamentada com sinalização. Ainda conforme apresentado pelo DNIT (2006), em algumas situações pode ser utilizado o VP15%, para a determinação da velocidade mínima permitida.

A Figura 4 apresenta a relação entre a velocidade média no espaço com a velocidade média no tempo. Vale ressaltar que a velocidade média no tempo é sempre maior que a velocidade média no espaço, porém essa diferença entre as velocidades diminui à medida que as velocidades aumentam (DNIT, 2006).

Figura 4 - Relação entre velocidade média no espaço e no tempo.



Fonte: (DNIT, 2006).

## 2.5 ABORDAGEM MESOSCÓPICA

A análise mesoscópica está situada entre a análise macroscópica e a microscópica, sendo uma alternativa intermediária entre elas. Neste caso, veículos como uma só unidade não são objetos de estudo, são os pelotões formados por um grupo de veículos a base dessa abordagem, o que torna esse estudo mais eficiente que a análise microscópica (NAZARETH; SOUSA; RIBEIRO, 2015).

Observando um veículo em um agrupamento, ou seja, em um pelotão, ele deixa de fazer parte de um cenário microscópico para se tornar mesoscópico, pois junta-se a outros veículos que podem ser retidos por algum obstáculo comum, como

um semáforo onde acontece uma breve parada e após são liberados para o deslocamento no restante da via. Os pelotões também podem ser formados no momento em que encontram um veículo mais lento à frente, ou alguma intervenção na via (COELHO, 2009).

Os modelos mesoscópicos não tratam cada veículo individualmente no sistema de tráfego, mas considera seu comportamento dentro frente as correntes de tráfego, e os pelotões aos quais estão inseridos (SILVA; TYLER, 2002).

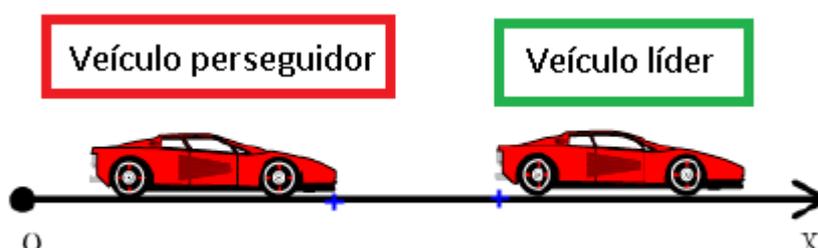
Conforme Nazareth, Sousa e Ribeiro (2015), esse tipo de abordagem é muito utilizado em áreas com predominância urbana e em vias que estão interrompidas, pois como já citado, considera-se sempre um pelotão de veículos, onde o controle de tráfego é sempre intenso.

## 2.6 ABORDAGEM MICROSCÓPICA

A análise microscópica tem seu uso indicado para obter informações em um nível elevado de detalhamento, já que tem seu estudo baseado no movimento individual de cada veículo. Assim é possível modelar ações particulares de cada um como aceleração, freada e troca de faixa.

De acordo com May (1990), nas décadas de 1950 e 1960 foram desenvolvidas algumas teorias sobre fluxo de tráfego, uma dessas abordagens é chamada de *car-following*, ou seja, onde um veículo persegue outro, sendo assim o veículo postado imediatamente atrás do veículo-líder seria uma espécie de espelho das ações do veículo a sua frente, conforme Figura 5.

Figura 5 - Abordagem *car-following*



Fonte: o autor (2018).

Quando a abordagem microscópica é realizada, é possível perceber que quando o veículo líder, que trafega à frente em um determinado tempo, provoca algum

estímulo e/ou ação, existe a resposta do veículo imediatamente anterior a ele. Quando ocorre uma aceleração no veículo líder, ocorre uma resposta de uma aceleração no mesmo espaço de tempo do veículo que trafega atrás; se ocorre uma diminuição de velocidade, o veículo que se desloca anterior a ele também sofre um desaceleração, mantendo assim a mesma distância do momento quando estavam em velocidade maior (MAY, 1990). O fluxo nesse caso é um espelhamento do veículo postado a frente, sempre que ele realiza uma ação, quem está logo atrás reage da mesma forma (COELHO, 2009).

## 2.7 CAPACIDADE DE VIAS

A definição de capacidade de vias é apresentada como o maior fluxo de veículos que uma via pode suportar. Também, pode-se dizer que é a taxa máxima de fluxo onde veículos cruzam um ponto ou uma seção de faixa ou pista em um determinado espaço de tempo, levando em consideração as características prevaletentes da via, tráfego e operação (HOEL; GARBER ; SADEK, 2011).

É valido salientar que a definição de capacidade do HCM (2000) leva em conta três importantes aspectos:

- a) o primeiro deles é definido em termos de veículos ou pessoas, neste trabalho será utilizado a relação entre veículos.
- b) o segundo define que a capacidade é estabelecida apenas para uma seção ou um ponto uniforme de uma determinada instalação. Essa, por sua vez, tende a variar com base em suas características geométricas, varia também com a diversidade de veículos que nela trafegam e também nas ações que possam controlar a instalação, por exemplo, redutor de velocidade e semáforos. Sendo assim, a definição de capacidade é traçada apenas onde trechos de vias são completamente uniformes ou homogêneos.
- c) o terceiro aspecto é definido como o maior número de veículos que uma via consegue suportar razoavelmente. Uma consideração muito “curiosa” é que o valor máximo obtido para instalações pode variar, assim o número máximo de capacidade não será adotado aquele que seja o maior dentre todos os coletados, mas sim aquele que quando

observado aparece repetidamente em períodos de pico em uma determinada instalação.

## 2.8 NÍVEL DE SERVIÇO

Segundo o HCM (2000), para que exista uma melhor análise da operação de uma via, não basta apenas identificar e determinar a sua capacidade, pois em uma determinada seção dela existe uma intensa interação entre veículos, o que acaba comprometendo a mobilidade de cada veículo inserido nesse cenário e por conta disso o fluxo acaba se tornando instável. Sendo assim, é quase impossível afirmar que uma via projetada irá operar em condições pré-estabelecidas ou projetadas, mas a intenção é que ela consiga operar em condições que possam atender a um determinado nível de qualidade.

O nível de serviço, então, não é apenas o número máximo de veículos que uma instalação pode acomodar. Ele tem como função quantificar a qualidade de operação em que os veículos podem trafegar em determinados trechos da via. O conceito é então uma medida qualitativa que engloba e depende de alguns fatores como velocidade e tempo de viagem, paradas no tráfego, alterações e liberdade de posições na via, distância entre veículos, segurança, conforto e conveniência (RIBEIRO, 2015).

Para o HCM (2000), os níveis de serviço em uma via são divididos e definidos em seis: A, B, C, D, E e F. Partindo de A, onde apresenta as melhores condições de operação, até F, correspondente às piores condições (RIBEIRO, 2015).

O Quadro 1 apresenta uma definição geral da classificação dos níveis de serviço individualmente.

Quadro 1- Definição geral dos níveis de serviço

Nível de Serviços	Condições Gerais de Operação
A	Fluxo livre
B	Fluxo razoavelmente livre
C	Fluxo estável
D	Fluxo próximo a instabilidade
E	Fluxo instável (limitado pela capacidade)
F	Fluxo forçado ou com interrupções

Fonte: (DNIT, 2010)

### **2.8.1 Nível de serviço A**

O nível de serviço A, é o que apresenta as melhores condições de tráfego. A operação nesse nível pode-se dizer que não é afetada devido à presença de outros veículos, existem pequenas alterações no fluxo, contudo elas são absorvidas sem que haja uma alteração na velocidade média do tráfego (HCM, 2000).

A concentração de veículos é bem reduzida, existe a liberdade de escolha de velocidade, fluxo livre e alta facilidade de ultrapassagens e quase não existe restrição em relação a liberdade de manobras dos veículos nas vias (RIBEIRO, 2015).

### **2.8.2 Nível de serviço B**

O nível B assemelha-se ao nível anterior, mas já é possível perceber a presença de outros veículos. A velocidade média observada no nível A, é a mesma encontrada neste nível, mas como é um nível inferior, a liberdade de manobra apresenta uma diminuição quando comparado com o nível A. Em virtude disso a velocidade de operação sofre uma pequena redução (HCM, 2000).

### **2.8.3 Nível de serviço C**

A densidade de tráfego torna-se marcante nesse nível, a liberdade de manobra dentro da corrente de tráfego começa a diminuir já que o número de veículos aumenta quando comparado ao nível B (HCM, 2000).

Quando surgem algumas pequenas perturbações no fluxo acabam causando sérias interferências no fluxo, provocando a formação de filas antes de gerar perturbações maiores (RIBEIRO, 2015).

### **2.8.4 Nível de serviço D**

A liberdade de manobra dá lugar a oportunidade de manobra, ou seja, elas são extremamente restritas já que o volume de tráfego teve um aumento significativo, a velocidade média de operação é reduzida (MELO, 2004).

As perturbações pequenas podem ser absorvidas no tráfego, com isso não surgem filas longas e não há muita redução no nível de serviço; é o ponto onde se aproxima de um fluxo instável (HCM, 2000).

### **2.8.5 Nível de serviço E**

É o nível de serviço em que a operação se aproxima ou chega no limite de capacidade, apresentando uma instabilidade no seu fluxo. A densidade agora se torna variável e o aumento da quantidade de veículos faz com que passem a circular com um menor espaçamento entre eles, sendo possível manter uniforme a corrente de tráfego (HCM, 2000).

As perturbações que ocorrem no tráfego já não são mais facilmente diluídas, o que acarreta na formação dos congestionamentos, ou seja, começam a ocorrer paradas de curta duração de tempo (MELO, 2004).

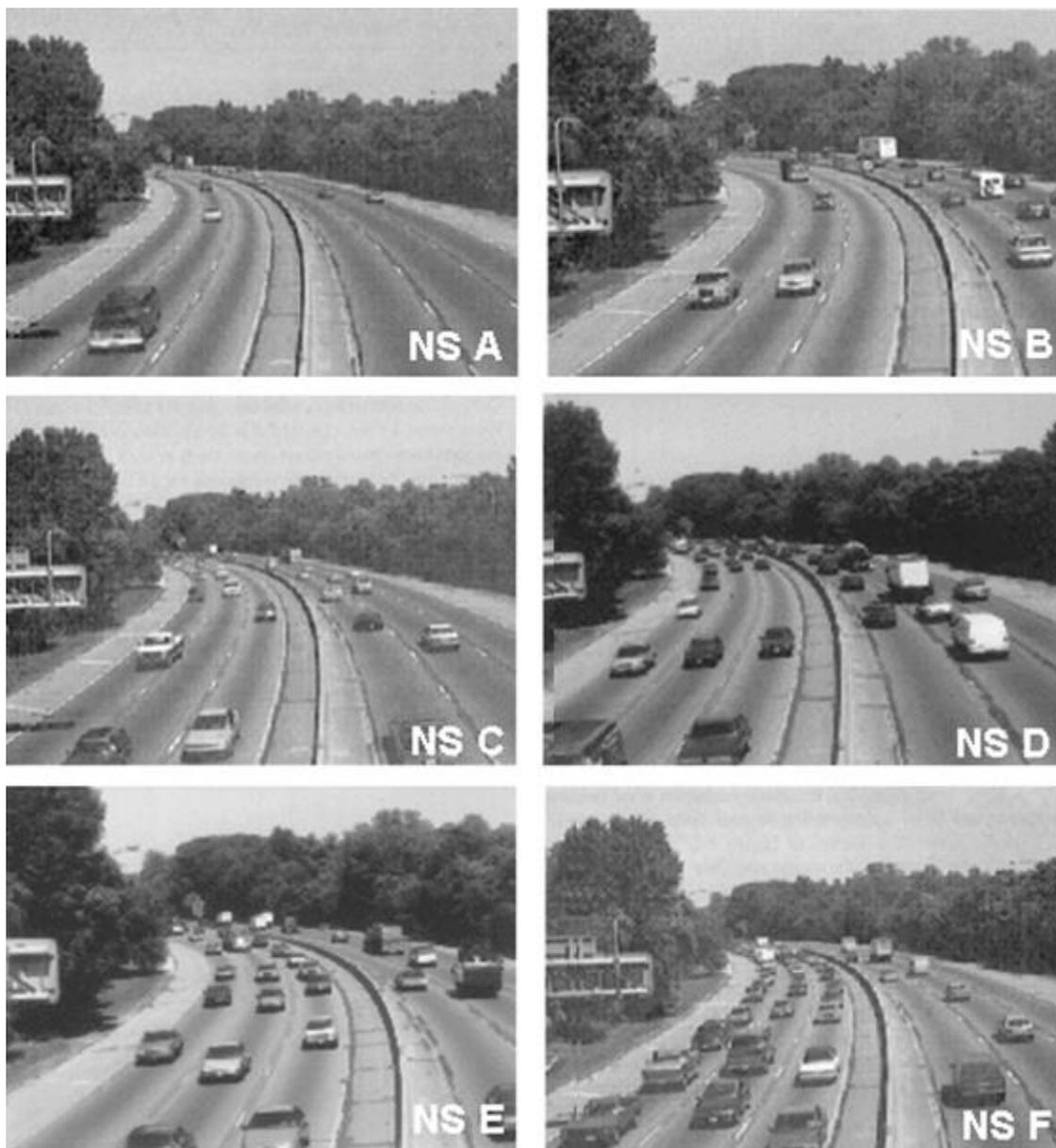
### **2.8.6 Nível de serviço F**

O nível de serviço F apresenta a pior configuração dentre os seis níveis e o fluxo acaba ficando forçado ou interrompido. Isso ocorre pois a demanda que está sendo solicitada é maior que a capacidade que a via pode oferecer (MELO, 2004).

As filas começam a se formar ainda com mais facilidade, a operação da via se torna totalmente instável, alternando momentos com paradas e pequenas movimentações (HCM, 2000), fazendo com que a velocidade de operação e o volume de tráfego cheguem a zero (MELO, 2004).

A Figura 6 apresenta a ideia de como é cada nível de serviço citado.

Figura 6 - Níveis de serviço



Fonte: adaptado de pelo Autor (HCM, 2000).

### 3 MATERIAOS E MÉTODOS

Este trabalho tem a proposta de realizar uma análise no sistema de transporte viário no bairro Nossa Senhora de Lourdes na cidade de Caxias do Sul - RS, mais precisamente em um trecho da rua Sinimbu e em seu entorno que tem início no entroncamento com a rua Treze de Maio e fim no entroncamento com a BR-116.

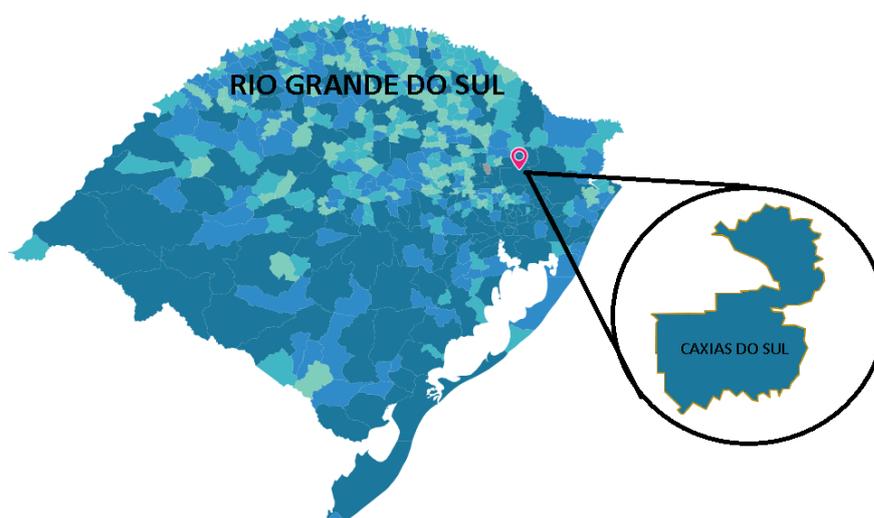
A motivação foi o tráfego diário intenso que existe na rua Sinimbu, uma via que tem a função de ligação da parte central da cidade com, por exemplo, a rodovia BR-116 e também bairros próximos na região.

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A região direcionada para este estudo está localizada na cidade de Caxias do Sul que, segundo dados do IBGE (2018), possui 504.069 habitantes e é a segunda cidade de maior população no estado do Rio Grande do Sul, sendo Porto Alegre, a capital do estado, a cidade com maior população, com um pouco mais de 1,41 milhão de pessoas.

Caxias do Sul com seu grande número de indústrias, principalmente no ramo metal-mecânico, acaba sendo visada por inúmeras pessoas que buscam oportunidades de emprego e uma condição de vida mais estável. A cidade está localizada no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul



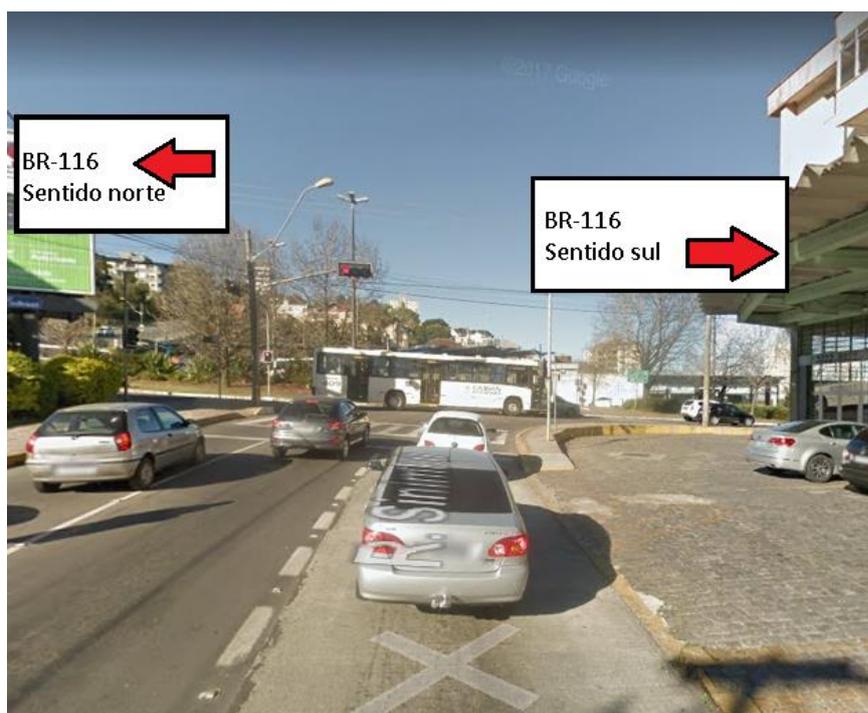
Fonte: Adaptado pelo Autor, (IBGE, 2018).

O crescimento do volume de carros aumenta a cada ano e é reflexo direto do crescimento da população da cidade. Quando o número de habitantes de uma cidade aumenta, aumentam também o número de veículos que transitam pelas vias do município, sejam eles veículos particulares ou de transporte público. Tal crescimento pode ser notado com o aumento dos congestionamentos das vias.

Como em toda a cidade, esse aumento pode ser visto nas vias do bairro Nossa Senhora de Lourdes. A rua Sinimbu, uma via que possui sentido único e é uma das mais importantes e movimentadas da cidade, tem ligação direta com a BR-116 em uma de suas extremidades.

O trecho da via a ser analisado contribui para o fluxo de carros que trafegam para o norte da cidade, no sentido do bairro Ana Rech e para sul no sentido dos bairros Planalto e São Leopoldo, ou até mesmo para pessoas que residem próximos ou precisam se deslocar até a Universidade de Caxias do Sul e bairros vizinhos. A Figura 8 apresenta a ligação do trecho a ser analisado, no entroncamento com a BR-116, final da rua Sinimbu conforme dito anteriormente.

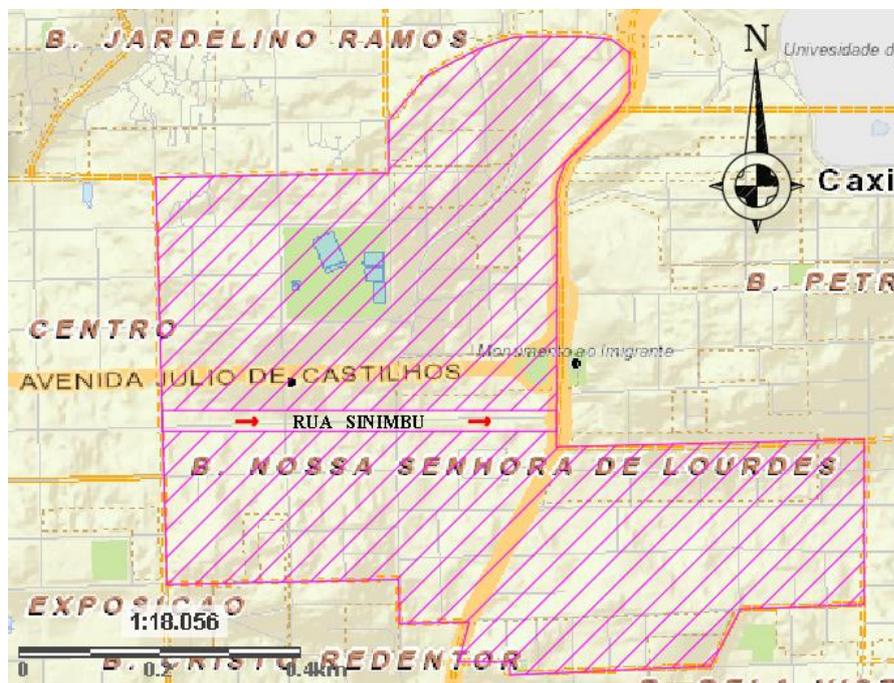
Figura 8 - Caxias do Sul, região leste



Fonte: adaptado pelo autor (2018).

A Figura 9 apresenta uma localização mais detalhada do bairro Nossa Senhora de Lourdes, com o trecho da rua Sinimbu analisado neste trabalho em destaque.

Figura 9 - Bairro Lourdes e sentido da rua Sinimbu



Fonte: adaptado de Geocaxias (2018).

### 3.1.1 Plano Diretor

A região analisada possui dois tipos de classificação conforme o Plano Diretor (2007) do município. Onde se encontra a rua Sinimbu a classificação é ZC1 (Zona Central 1), a região vizinha, onde se encontram as outras vias, tem a sua classificação dada como ZR 3 (Zona Residencial 3 – alta intensidade). As atividades permitidas em ambas as regiões são:

- habitação;
- ginásios, complexos esportivos, praças de esportes, academias esportivas, sedes recreativas de clubes, de entidades associativas e similares;
- comércio a varejo, inclusive galerias de pequeno e médio porte, restaurantes, lanchonetes e congêneres, supermercados, postos de abastecimento, lavam e lubrificação;

- estabelecimentos para atividades de prestação de serviço de profissionais autônomos e edifícios-garagem;
- estabelecimentos para atividades denominadas de economia criativa: tecnologia da informação, serviços de informática, entretenimento, televisão, rádio, cinema, vídeo, publicidade, arquitetura, design e artes em geral;
- hospitais, casas de saúde, ambulatórios, asilos, orfanatos, clínicas com internação;
- estabelecimentos de ensino, escolas, cursos, bibliotecas, museus, universidades e creches;
- empresas de transporte de pequeno porte, oficinas mecânicas, transportadoras e garagens coletivas a elas vinculadas;
- centros de convenções, cinemas, teatros, auditórios, templos e entidades associativas;
- clubes, boates, casas de espetáculo e similares;
- indústrias de pequeno porte.

Tem-se como predominância de uso nessa região casas, edificações residenciais. Há também uma instituição de ensino, o Colégio Madre Imilda e o supermercado Zaffari Caxias – Unidade Sinimbu. Outras edificações presentes são de maioria salas comerciais, restaurantes, edificações com instituições financeiras como, Banco Banrisul, Banco Bradesco e Banco Itaú.

Em ambas as regiões, a altura máxima permitida para as edificações é estabelecida pela Equação 3:

$$H \leq 1,5 * (L + AF) \quad (3)$$

Onde:

L: largura da via fronteira, sendo considerado o alinhamento;

AF: é dado pelo afastamento frontal efetivo do corpo do prédio. O afastamento frontal efetivo é a distância medida a partir dos sete metros de altura, sendo contado a partir do nível médio do passeio.

Na Zona Residencial 3, existe um limite de 75 metros para a altura. Já na Zona Central 1 não existe nenhuma restrição deste tipo.

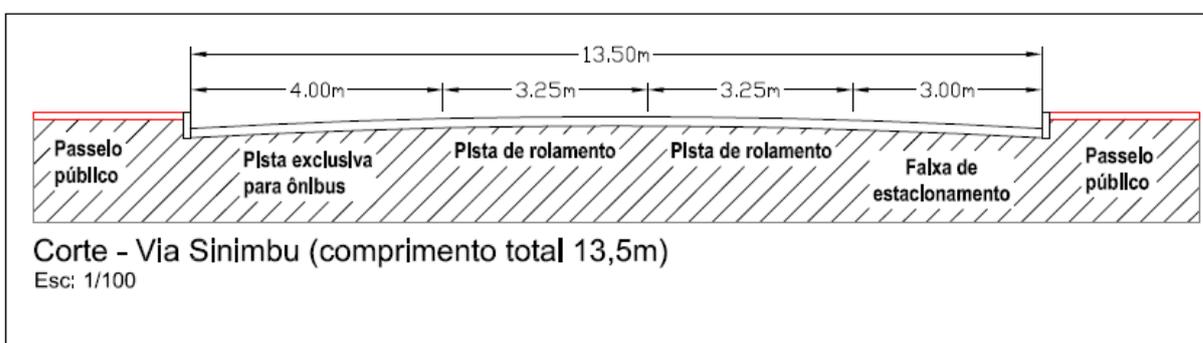
### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA VIA

A região a ser estudada é a rua Sinimbu e seu entorno, englobando as vias próximas, que são: rua Armelindo Mandelli e trechos das ruas Conselheiro Dantas e Treze de Maio.

O trecho escolhido para análise de estudo da rua Sinimbu, possui um comprimento total de 845,6m, tendo início no entroncamento com a rua Treze de Maio (onde se localiza o posto de contagem número 1) e seu término se encontra no entroncamento com a BR-116, passando pelo cruzamento das ruas Sinimbu e Angelina Michelin (onde se localiza o posto de contagem número 2).

A via Sinimbu é constituída de 4 faixas de sentido único, duas das faixas são destinadas a veículos leves e pesados, possuindo uma largura de 3,25m cada uma, a faixa de rodagem de ônibus possui largura igual a 4m e também possui a faixa de estacionamento com largura de 3m, totalizando assim uma largura de 13,5m, sem contar as larguras dos passeios que existem dos dois lados da via conforme esquema apresentado na Figura 10. Em todos os entroncamentos do trecho analisado da rua Sinimbu existem semáforos que auxiliam o trânsito de carros.

Figura 10 - Corte rua Sinimbu



Fonte: adaptado pelo autor (2019).

Outra via considerada na análise é a rua Armelindo Mandelli, que possui um comprimento total aproximado de 310m. Contudo, o trecho analisado neste trabalho possui um comprimento aproximado de 160m, sendo o fim do seu trecho o encontro

com a rua Salvador Sartori. Ela é constituída por três faixas, sendo duas destinadas para trânsito de veículos em geral com uma largura total de 6,20m, possuindo cada uma largura de 3,10m, e sua terceira faixa é utilizada como estacionamento e possui uma largura aproximada de 2,20m, totalizando assim uma largura total de 8,40m.

A rua Armelindo Mandelli pode ser classificada como uma via local, pois não possui semáforos e tem seu uso restrito para veículos que acessam uma região residencial.

No trecho analisado existem vias de sentido único e vias que possuem dois sentidos, conforme mostra a Figura 11, onde também é destacado em vermelho o trecho onde ocorre o congestionamento.

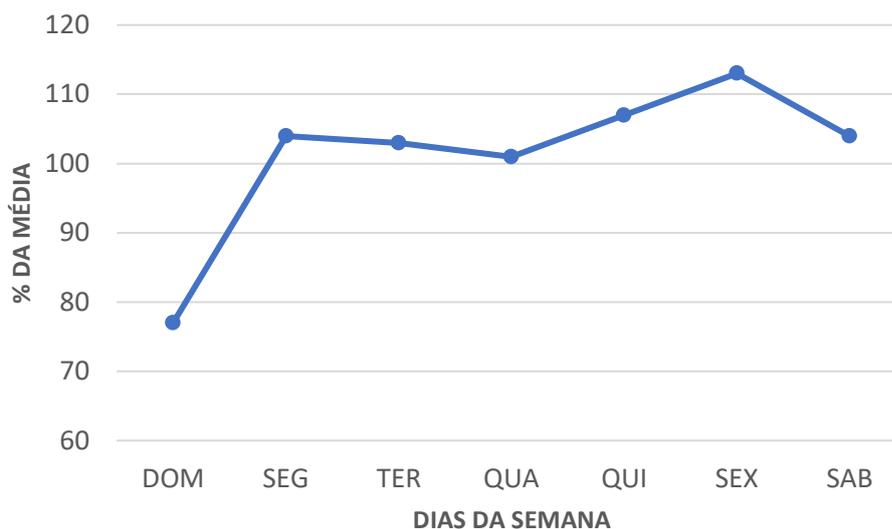
Figura 11 - Vias urbanas e seus sentidos



### 3.3 CONTAGEM DE TRÁFEGO

Conforme é apresentado o Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), ocorre durante o dia uma variação de volume de veículos que trafegam pelas vias, sendo possível identificar períodos críticos, denominados picos. Conforme este Manual, existe uma variação de tráfego no decorrer da semana, também mencionado em HCM (2000). A Figura 12 exemplifica essa variação semanal.

Figura 12 - Exemplo de variação volumétrica semanal



Fonte: Materiais de aula.

Com base nessa informação, foram realizadas contagens de tráfego às terças e sextas-feiras, pois são os dias indicados pelo DNIT (2006). O período escolhido para o início da coleta de dados, foi no mês de fevereiro de 2019, duas semanas antes do início do período letivo, tanto do Colégio Madre Imilda e também da Universidade de Caxias do Sul, para poder comparar com o volume de veículos quando a demanda é maior, que no caso é quando começam as aulas das instituições de ensino.

Outro ponto bastante importante foi para o início da contagem *in loco*, foi escolhido primeiramente a rua Sinimbu, pois ela apresenta um maior trecho e também era esperado um número bastante grande de veículos a partir do momento que se iniciasse o período letivo, já que o acesso até a Universidade de Caxias do Sul se dá boa parte pela via escolhida, tanto para veículos particulares como para o transporte coletivo municipal e também de outros ônibus que chegam de outras cidades trazendo alunos e professores para a instituição de ensino, esse início de ano letivo coincidiu também com o início das aulas no Colégio Madre Imilda.

Os horários escolhidos para realizar o processo de contagem foram nos intervalos das 12hrs até as 13hs e no período da tarde entre 18hs e 19hs, de maneira manual com um contador manual, por contar com.

Sendo escolhidos esses horários, em razão de que o pico do meio dia se dá devido à população que sai dos seus respectivos ambientes de trabalho para ir almoçar em casa, buscar seus filhos no colégio que está presente na região de estudo,



cada dia, para que possa ser atingindo um uma probabilidade satisfatória em relação ao erro da operação, conforme é apresentado pelo Quadro 2.

Quadro2 - Métodos manuais de contagem de volume

	Método	Nível de Precisão	Variações aceitáveis	Observações
1	Contagem durante 1 hora, em um dia da semana, entre 9 a.m. e 6 p.m.	D	A contagem pode ser estendida	
2	Contagem em 1 dia da semana, entre 6 a.m. e 10 p.m.	C ou D		
7	Usado para os métodos (1) e (2) em diferentes horas e dias	B	O número de vezes pode ser 2,3 ou 6 em vez de 4, alternando de forma semelhante o espaçamento	Calcular os totais de cada semana e então a média das 4 semanas

Fonte: adaptado de (DNIT, 2006).

No Quadro 3 é apresentado o nível de precisão de acordo com o método escolhido. Nesse caso, a probabilidade de o erro da contagem não ultrapassar 90% fica entre 5% e 10%, sendo uma margem satisfatória.

Quadro 3 - Qualidade de estimativas de contagem

Nível de precisão	90 % de probabilidade do erro não ultrapassar:	Interpretação da estimativa
B*	5% a 10%	Satisfatória para todas as necessidades normais

Fonte: adaptado de (DNIT, 2006).

Para auxiliar na contagem, e melhor organização das informações coletas em cada dia de contagem, foi utilizada a ficha apresentada no Apêndice A, essa ficha foi adaptada de um modelo apresentado pelo DNIT (2006).

Com essa ficha de auxílio, onde facilitou ao pesquisador/observador o preenchimento de cada situação, ela apresenta divisões entre tipos de veículos e também seccionada para intervalos de 15 minutos, sendo quatro intervalos a cada hora de contagem realizada.

Seguindo o que é apresentado pelo DNIT (2006), foi preciso realizar a equivalência de valores para cada tipo de veículo, ou seja, era necessário transformar

as unidades de motos, ônibus e caminhões em UVP (Unidade de Veículo de Passeio), a Tabela 1 apresenta os valores escolhidos.

Tabela 1 - Fator de equivalência em veículos de passeio

Tipo de Veículo	Veículo de Passeio	Motocicletas	Ônibus	Caminhões
Fator de Equivalência	1	1	1,5	1,5

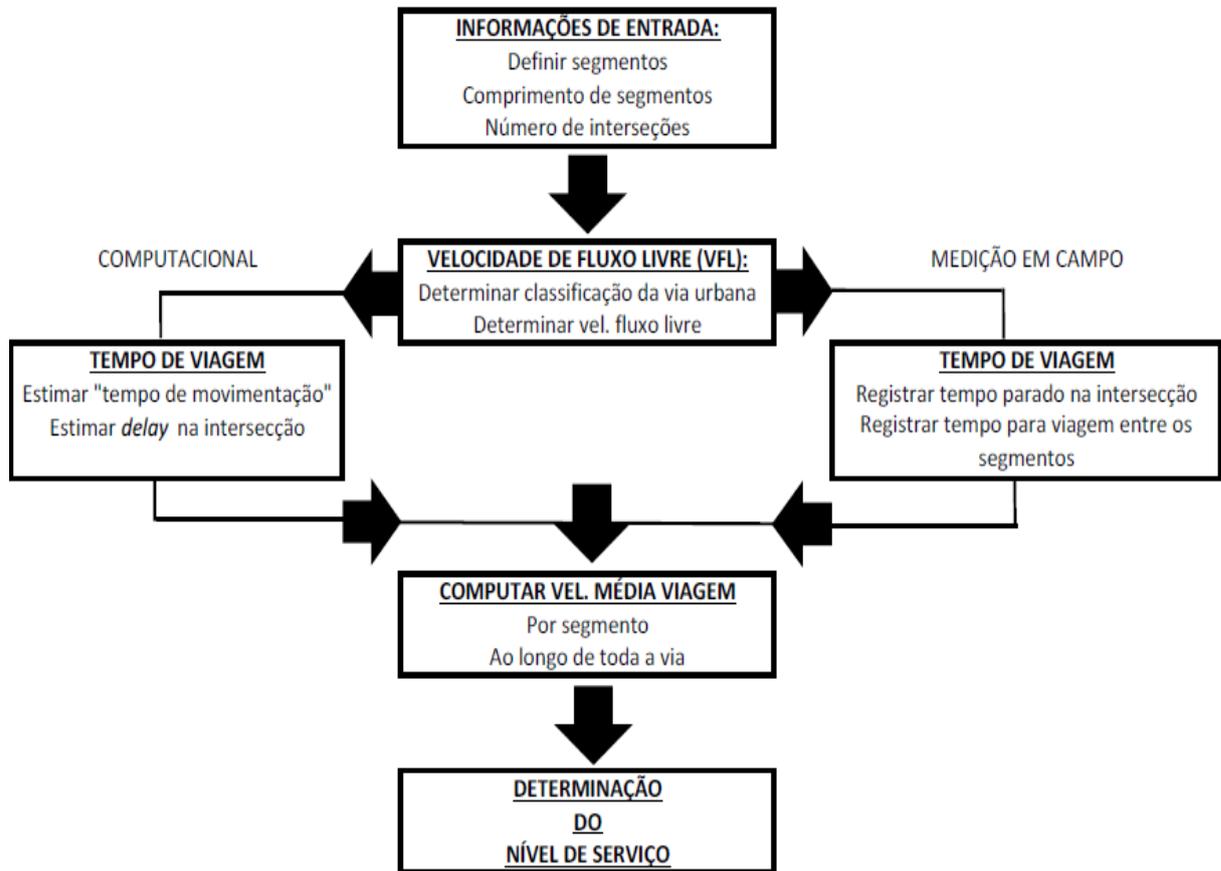
Fonte: adaptado de DNIT (2006).

### 3.4 ROTEIRO DE CÁLCULO

O roteiro de cálculo utilizado no desenvolvimento deste trabalho segue conforme o HCM (2000), de acordo com seus capítulos 15 (Vias Urbanas) e 16 (Interseções Sinalizadas), realizando os cálculos conforme dados obtidos em campo.

A Figura 14 apresenta um fluxograma das etapas para a determinação do nível de serviço de uma via, sendo que esta representativa do comportamento observado dos fluxos de tráfego do trecho analisado.

Figura 14 - Metodologia para determinação do NS



Fonte: adaptado de HCM (2000).

Com a realização das contagens, foi possível realizar os cálculos de forma manual para a obtenção dos resultados de densidade e volume de tráfego. O primeiro passo foi calcular o Fator Hora Pico, para então identificar os picos diários registrados nesses pontos, conforme a Equação 4.

$$FHP = \frac{VHP}{4 \times V15máx} \quad (4)$$

Onde:

FHP: fator horário de pico;

$V_{HP}$ : volume da hora de pico;

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

Também foi preciso calcular o *delay*, que ocorre pela demora causada nas intersecções que possuem semáforos, por meio da Equação 5.

$$d_1 = \frac{0,5C * (1 - \frac{g}{C})^2}{1 - [\min(1, X) \frac{g}{C}]} \quad (5)$$

Onde:

- $d_1$  = atraso uniforme (s/veíc);  
 $g$  = tempo efetivo de sinal verde (s);  
 $C$  = duração do ciclo semaforico (s);  
 $X$  = relação volume / capacidade para o grupo de faixas.

Outro fator importante é a informação sobre o ciclo de tempo dos semáforos, conforme Equação 6.

$$PF = \frac{(1 - P) * f_{PA}}{(1 - \frac{g}{C})} \quad (6)$$

Onde:

- $PF$  = fator de ajuste de progressão;  
 $P$  = proporção de todos os veículos que chegam no sinal verde;  
 $g/C$  = relação efetiva do sinal verde;  
 $f_{PA}$  = fator de ajuste suplementar para chegada de pelotão durante sinal verde.

Para definição de velocidade de fluxo livre, conforme a metodologia de vias urbanas, é preciso a classificação da via e depois determina a velocidade de fluxo livre, com base na Tabela 2 e Quadro 4.

Tabela 2 - Velocidade de fluxo livre por classe de via urbana

Classe via urbana	Vel. Típica (km/h)
I	80
II	65
III	55
IV	45

Fonte: adaptado de (HCM, 2000).

Quadro 4 - Classificação por função e categoria

Critério	Via expressa	Via arterial	Via coletora	Via urbana
Densidade de acessos	Muito baixo	Baixo	Moderado	Alto
Estacionamento	Não possui	Não possui	Possui pouco	Considerável
Semáforo / km	0,3 - 1,2	0,6 - 3,0	2 - 6	4 - 8
Velocidade limite (km/h)	75 - 90	65 - 75	50 - 65	40 - 55

Fonte: adaptado de (HCM, 2000).

Foram desenvolvidas planilhas de cálculo com o auxílio do *software Microsoft Excel*, possibilitando assim uma melhor organização de todas as informações coletadas. Conforme as contagens foram sendo realizadas, alimentou-se tais planilhas onde identificaram-se os valores reais do volume de veículos e também o nível de serviço das vias analisadas, sendo possível então a simulação de outro cenário.

Este novo cenário foi analisado por meio de uma nova simulação, utilizando as mesmas planilhas já criadas, com a finalidade de diminuir o número de veículos que transitam pela rua Sinimbu nos horários de pico.

Estes veículos excedentes foram realocados em vias localizadas no entorno da região escolhida para estudo, como a rua Armelindo Mandelli e Conselheiro Dantas, para verificação de uma possível melhora no nível de serviço da rua Sinimbu, sem que houvesse uma piora nos níveis de serviços das vias para onde os veículos foram realocados.

## 4 COLETA DE DADOS E RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS TRECHOS CRÍTICOS

Ao percorrer a via escolhida em direção a BR-116, dentro do trecho analisado, encontram-se pontos de grande relevância para a população que está inserida nesta região, exemplos: bancos, postos de combustíveis, colégio, supermercados, fruteiras, restaurantes, existe também uma unidade de atendimento móvel (Unimed-móvel), possui também outros tipos de comércios e edificações residenciais.

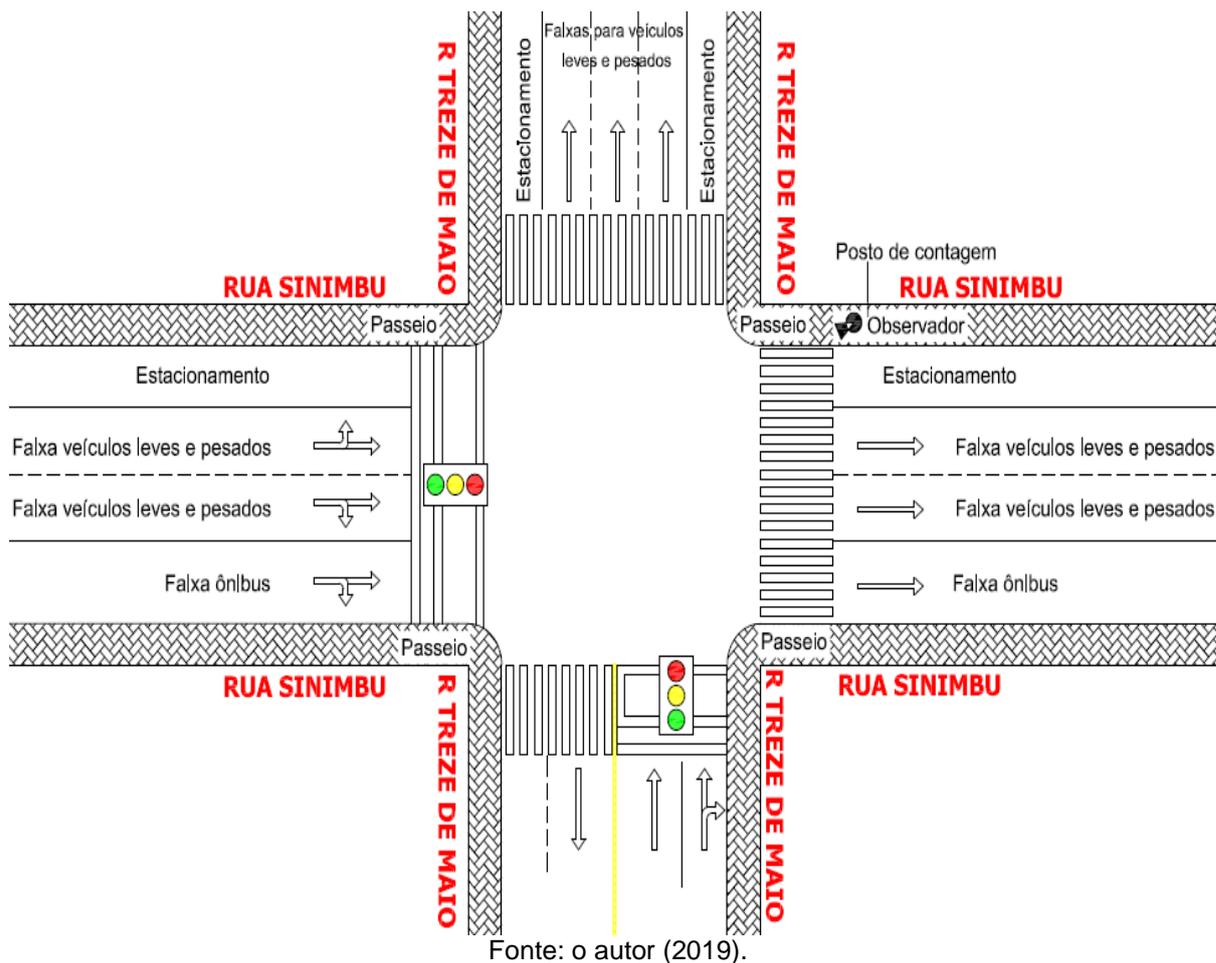
A partir dessas informações foram escolhidos dois locais onde foram realizadas as contagens, os pontos escolhidos apresentaram congestionamentos nos momentos de análise.

O ponto de contagem de número 1 fica no cruzamento da rua Sinimbu com a rua Treze de Maio, onde é possível realizar conversões para ambas direções, direita e esquerda. Vale salientar que as dimensões e sentido da rua Sinimbu não sofrem alterações durante todo o trecho analisado, conforme descrito anteriormente.

A Figura 15 apresenta um esquema de como são dadas as conversões, a distribuição semaforica, a configuração das faixas de rodagem e onde se localiza o posto de contagem definido para esse trecho.

O próximo cruzamento do trecho é com a rua Humberto de Campos, não analisado neste trabalho. Ali é possível seguir reto ou realizar conversões para a direita.

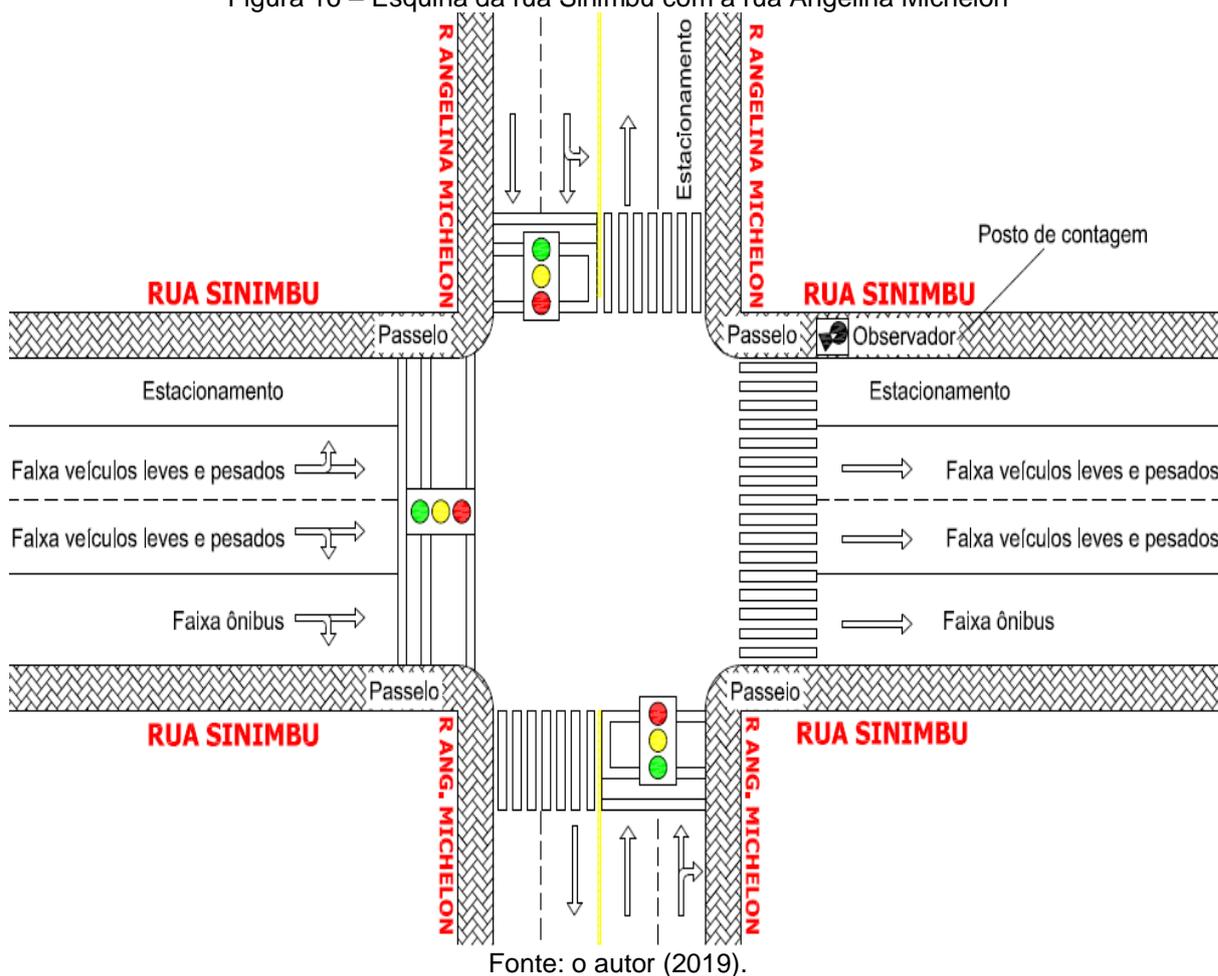
Figura 15 – Esquina da rua Sinimbu com a rua Treze de Maio



O entroncamento da rua Sinimbu com a rua Angelina Michelin também possui semáforo para auxílio e controle do trânsito e as conversões podem ser feitas tanto para a direita como para a esquerda.

A Figura 16 apresenta um esquema detalhado de como são dadas as conversões, a posição dos semáforos e onde se localiza o posto de contagem para esse trecho, o posto de contagem de número 2.

Figura 16 – Esquina da rua Sinimbu com a rua Angelina Michelon

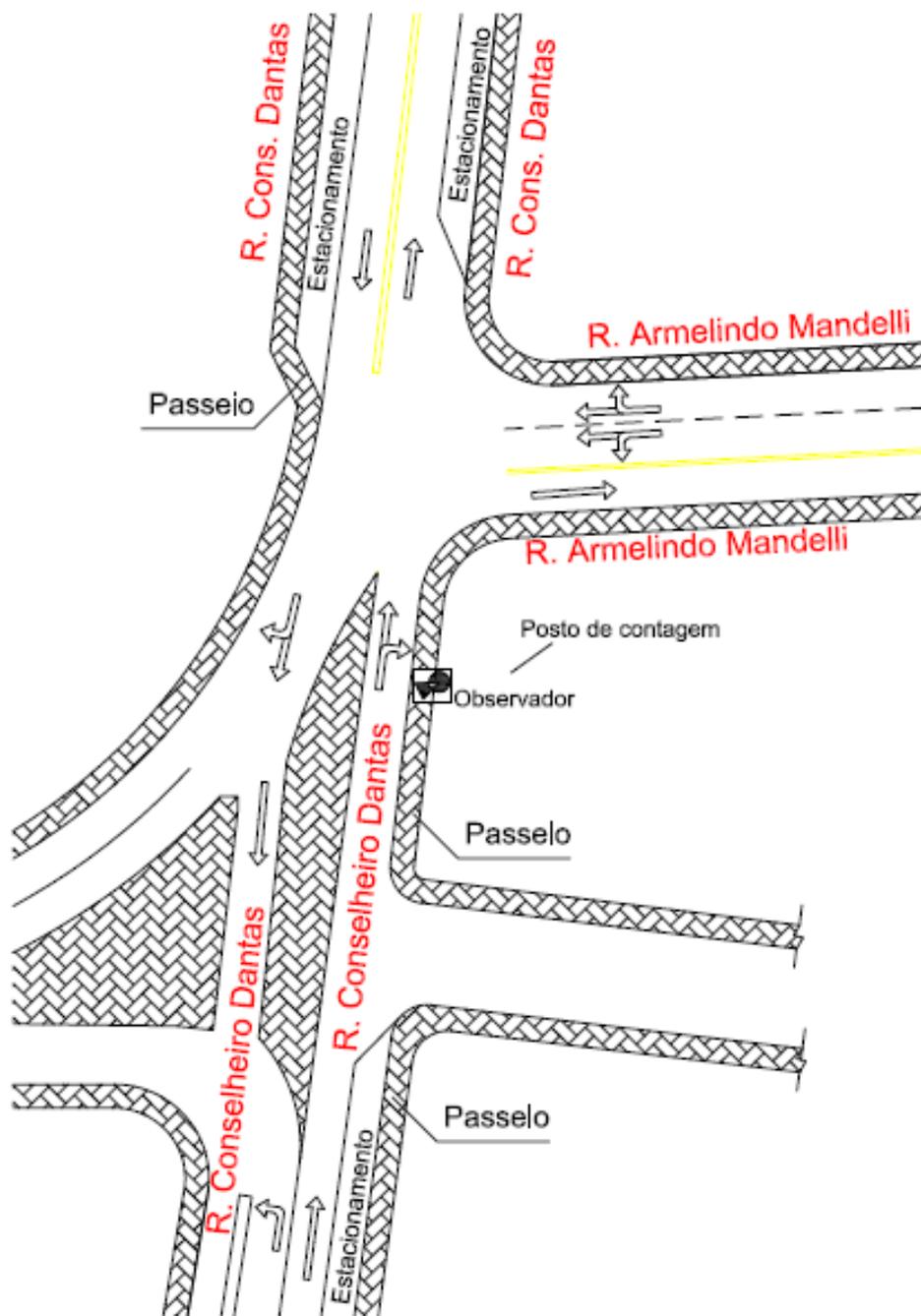


O posto de número 3 que estava localizado no entroncamento das ruas Armelindo Mandelli e Salvador Sartori, precisou ser alterado de local, visto que no momento da primeira contagem, percebeu-se que o volume de veículos ali é bastante baixo, por ser uma via pouco movimentada.

Devido essa observação, o posto de contagem de número 3 então foi definido no entroncamento das ruas Humberto de Campos e Armelindo Mandelli.

A Figura 17 apresenta a nova localização do posto 3, apresenta também a sua configuração de faixas de rodagem, possui comprimento aproximado de 165m e é composto por uma faixa de rodagem e uma faixa de estacionamento.

Figura 17 – Cruzamento entre as ruas Armelindo Mandelli e Conselheiro Dantas



Fonte: o autor (2019).

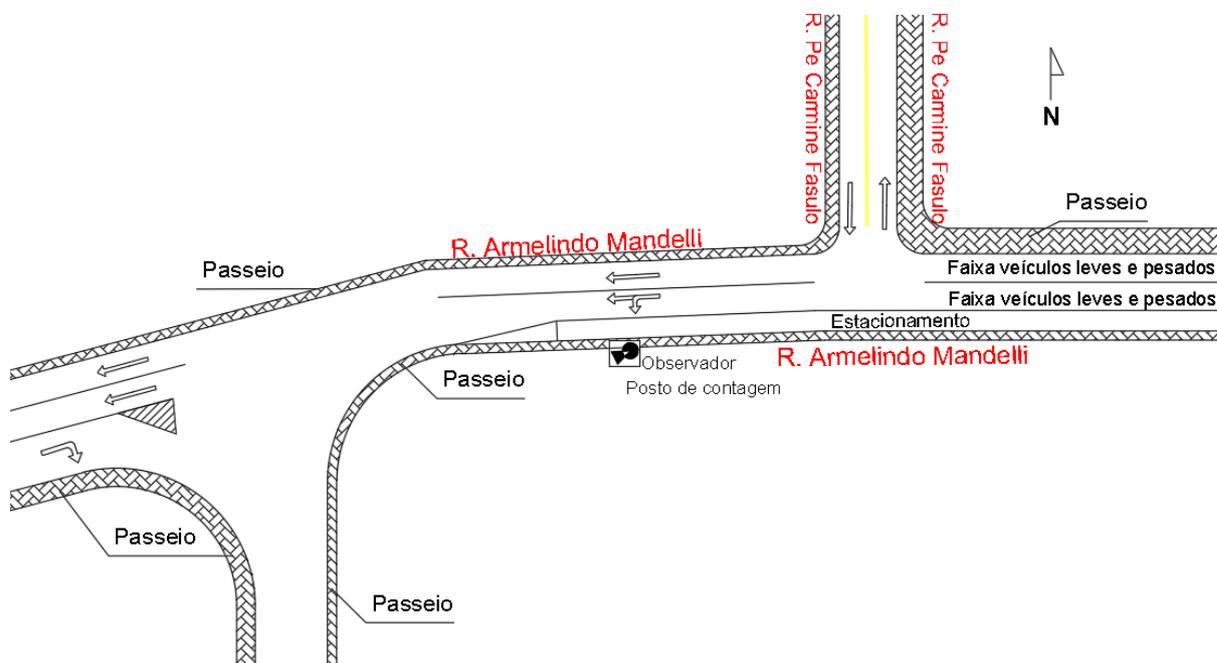
Para a análise de uma possível alternativa de melhoria do nível de serviço da rua Sinimbu, outro ponto foi estabelecido para a realização do estudo.

Foi adicionado então um quarto posto de contagem localizado próximo ao posto 3, na rua Armelindo Mandelli. O trecho analisado é alimentado pelo fluxo de carros provenientes de um viaduto existente na BR-116 (como ponto de referência

pode ser citado o Monumento ao Imigrante), caracterizando o início do trecho que possui comprimento aproximado de 160m. Esse segmento do trecho não possui semáforos e tem seu término na esquina da rua Salvador Sartori.

Na Figura 18 é apresentada a configuração da via no trecho de observação.

Figura 18 – Rua Armelindo Mandelli (posto de contagem 4)



Fonte: o autor (2019).

A configuração de faixas de rolagem do trecho onde se encontra o posto de contagem 4, se dá da seguinte maneira: duas faixas com largura de 3,10m cada com sentido BR-116 com sentido para rua Conselheiro Dantas e a terceira faixa possui largura de 2,20m e é utilizada como estacionamento.

Essa região de estudo, que envolve os pontos 3 e 4, tem sua predominância em edificações residenciais, possuindo apenas três edificações destinadas a serviços ou comércio.

Por meio das Figuras 19 e 20 é possível perceber o congestionamento que foi registrado durante o período das contagens de tráfego. O primeiro registro foi feito no fim da tarde, no intervalo das 18hrs e 19hrs, e o segundo durante uma das contagens realizadas no intervalo dos horários das 12hrs até as 13hrs, ambos os registros foram feitos no cruzamento das ruas Sinimbu e Treze de Maio.

Figura 19 - Congestionamento no cruzamento entre as ruas Sinimbu e Treze de Maio, no período da manhã



Fonte: o autor (2019).

Figura 20 - Congestionamento no cruzamento entre as ruas Sinimbu e Treze de Maio, no período da tarde

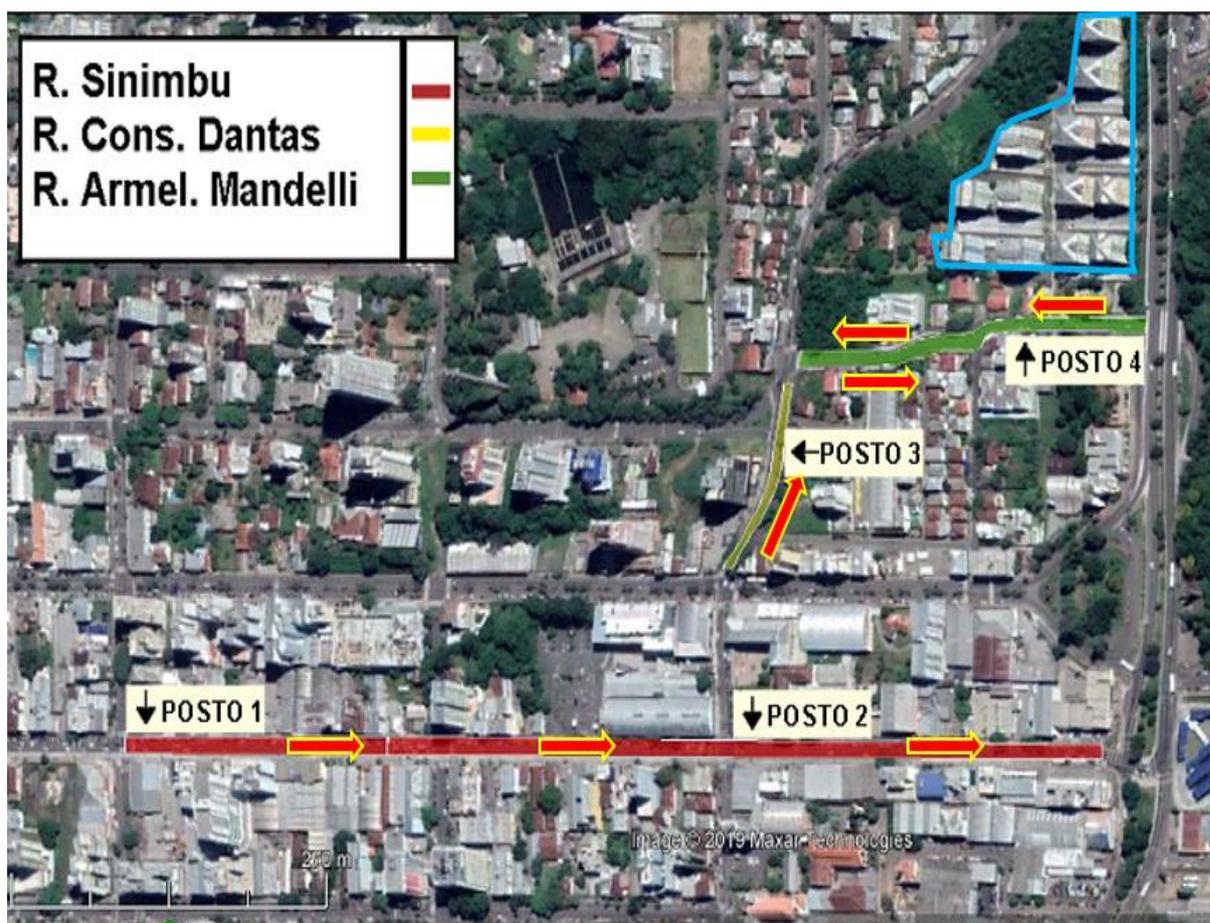


Fonte: o autor (2019).

Durante a coleta de dados, foi observado uma região que se encontra próxima à rua Sinimbu onde existe um grande condomínio e devido a isso uma grande quantidade de veículos utiliza a rua Sinimbu como rota principal para chegar no seu destino final (o condomínio).

Na Figura 21 é apresentada a localização do condomínio citado destacado em amarelo e um trecho da rua Sinimbu destacado em vermelho, na Figura também são apresentas as localizações dos 4 postos de contagem.

Figura 21 – Rua Sinimbu, condomínio e postos de contagem



Fonte: adaptado pelo autor (2019).

Levando ainda em consideração dados da população atual da cidade de Caxias do Sul, que apresenta mais de 500 mil habitantes (IBGE, 2018) e cruzando com dados da frota de veículos disponibilizados pelo Detran-RS (2019), para veículos particulares (automóvel, motocicletas, utilitários e caminhonetes) são mais de 280 mil unidades, chegando em um índice próximo a 1,78 habitante por veículo.

Para que fosse possível se aproximar mais da realidade do caso em estudo, foi levantado em campo a quantidade exata de unidades habitacionais (apartamentos) do condomínio em questão, para se ter uma noção de quantos veículos, em tese, utilizam a rua Sinimbu para chegar até suas casas. A quantidade total de unidades habitacionais encontrada foi de 416 apartamentos, divididos em treze torres de 32 apartamentos cada.

Esse dado é importante para as simulações de cálculos que serão apresentadas no decorrer deste estudo.

## 4.2 CONTAGENS DE TRÁFEGO

Para facilitar a organização dos dados, foi identificado o maior volume em cada contagem, e este valor foi transferido para um novo quadro, onde foram organizados somente os volumes máximos de cada contagem realizada. Para obter o maior valor de volume máximo foi multiplicado por 4 o maior volume encontrado para cada contagem. A organização dos volumes máximos é apresentada na Tabela 3, que apresenta uma das situações calculadas.

Tabela 3 - Volumes máximos (Posto 2)

		Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
		Carros	Motos	Ônibus	Pesados
Terças Feiras 12:00 - 13:00		1124	100	72	28
		1400	144	100	36
		1484	124	96	32
		1396	132	108	32

Fonte: o autor (2019).

Após a criação das tabelas de volumes máximos, foi encontrado o valor máximo absoluto para cada um dos postos de contagem, isto é, entre todos os valores que foram encontrados, foi escolhido o maior valor, o que representa o volume máximo calculado para a utilização da via em cada um dos horários e dias, a Tabela 4 apresenta essa simulação para os valores encontrados.

Tabela 4 - Volume máximo absoluto (Posto 2)

	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
Terça Feira 12h-13h	1484	144	108	36
Terça Feira 18h-19h	1556	172	128	36
Sexta Feira 12h-13h	1516	108	92	56
Sexta Feira 18h-19h	1608	160	116	48

Fonte: o autor (2019).

Como último passo foi-se obtido os valores em UVP conforme apresentado pelo DNIT (2006). Depois de realizada a conversão dos valores foram separados de acordo com a quantidade de faixas de rolagem existentes para cada trecho analisado. Para os ônibus não houve essa divisão por faixa nos postos 1 e 2, visto que existe uma exclusiva esse tipo de veículo, a Tabela 5 mostra um exemplo de como foi feita essa separação para o posto de contagem 2.

Tabela 5 - Volumes absolutos UVP/faixa (Posto2)

	Rua Sinimbú / Angelina Michelin	
	UVP/faixa	UVP/ faixa ônibus
Terça Feira 12h-13h	841	162
Terça Feira 18h-19h	891	192
Sexta Feira 12h-13h	854	138
Sexta Feira 18h-19h	920	174

Fonte: o autor (2019).

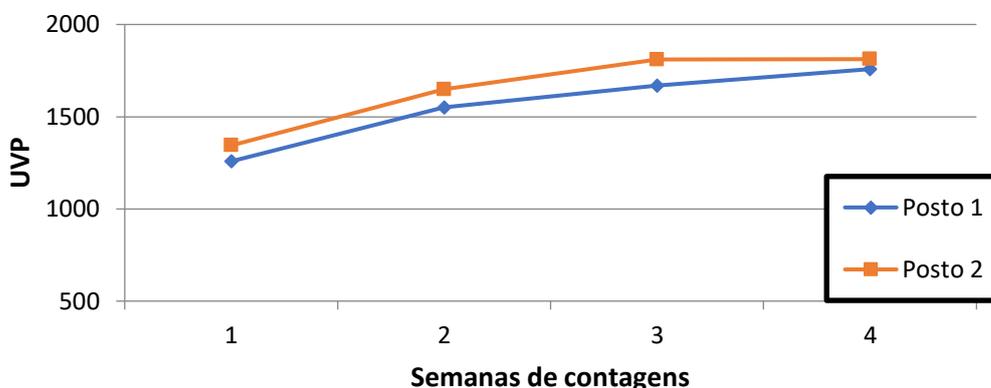
#### 4.2.1 Posto de contagem 1 e 2

Nos postos de contagens 1 e 2 foram realizadas as primeiras contagens, ainda no período que antecedeu o início das aulas para poder demonstrar a diferença do volume de tráfego em relação com o início do ano letivo nas instituições de ensino (Colégio Madre Imilda e Universidade de Caxias do Sul).

Na Figura 22 são apresentadas as quantidades máximas de veículos observadas nas contagens das sextas feiras, no intervalo das 18hrs até as 19hrs. A primeira contagem foi realizada, como já mencionado, antes do início período letivo. Com isso é possível observar um aumento significativo da quantidade de UVP que passam pelos dois pontos de contagem.

Esse comportamento foi identificado em todas as contagens referentes aos postos 1 e 2, conforme apresentado no Apêndice B deste trabalho.

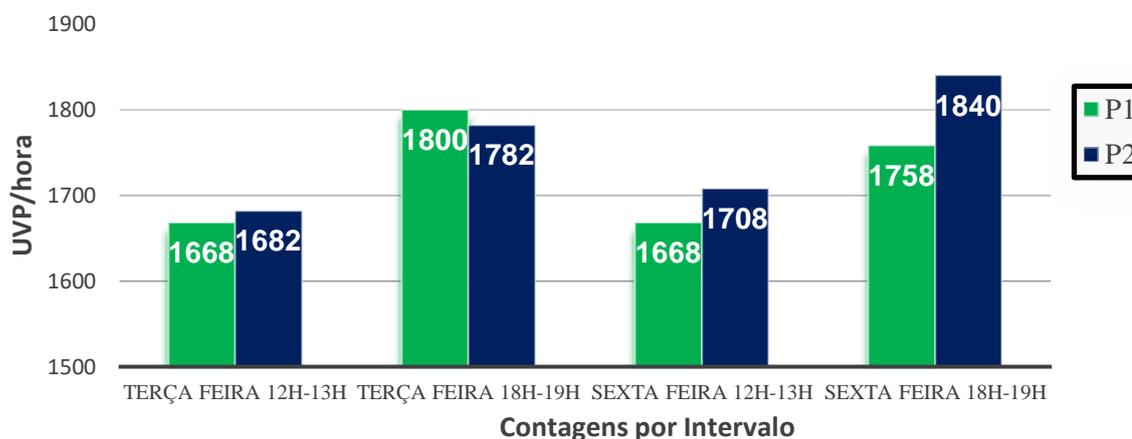
Figura 22 - Pico, Sextas Feira 18hrs-19hrs (postos 1 e 2)



Fonte: o autor (2019).

Com a Figura 23 é possível visualizar os maiores valores registrados nas contagens, já convertidos para unidade de veículos de passeio. É possível perceber que os valores se assemelham, já que os dois pontos estão localizados na mesma via. Percebeu-se também a proximidade das quantidades nos horários das 12hrs e depois para as contagens realizadas no fim do dia, no intervalo entre 18 e 19hrs.

Figura 23 - Volume máximo por contagem (posto 1 e 2)



Fonte: o autor (2019).

Com posse dessas informações, pode-se analisar que por se tratarem de postos que estão localizados um após o outro, na sexta feira existe um número maior de veículos que utilizam a via Sinimbu para se locomover, visto que depois do posto

de contagem número 1 até chegar no 2 existem mais carros entrando na via e seguindo por ela do que carros que deixam a via e optam por outros trajetos.

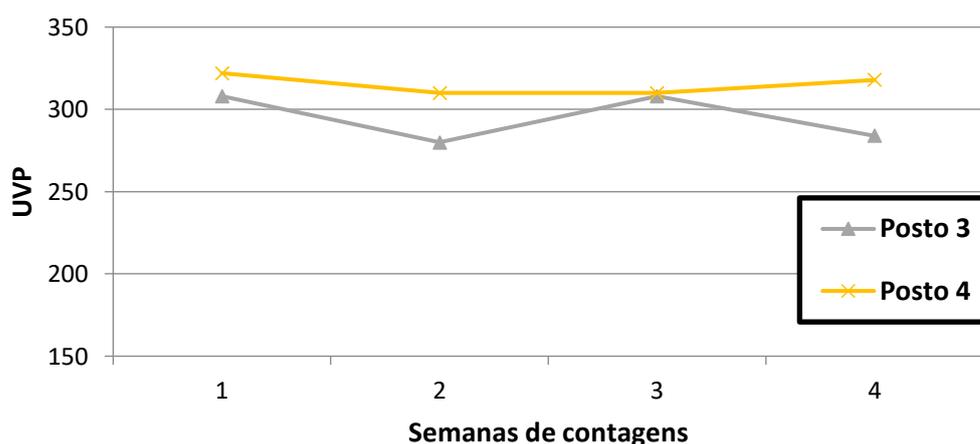
Dentro do trecho analisado existem as mesmas quantidades de saídas e de entradas, 2 para cada situação, mostrando que a rua Sinimbu é sim uma via bastante importante e utilizada na região do estudo.

#### 4.2.2 Posto de contagem 3 e 4

Os postos de contagem 3 e 4, localizados em vias que podem ser classificadas como locais, pois dão acesso a locais de interesses específicos dentro da região de estudo, seu tráfego tem principalmente veículos locais, ou seja, veículos que tem o fim de sua jornada naquele local onde foram realizadas as contagens.

Apesar da configuração das faixas de rodagem ser distinta entre estes postos (no posto 3 existe apenas uma faixa e no 4 existem duas), os valores encontrados como pico para cada horário se assemelham, conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Pico, Sextas Feira 18hrs-19hrs (postos 3 e 4)



Fonte: o autor (2019).

Depois das contagens, foi possível observar os volumes máximos encontrados para os dois postos. Como era esperado, os volumes são menores quando comparados àqueles da rua Sinimbu, foco principal de estudo deste trabalho.

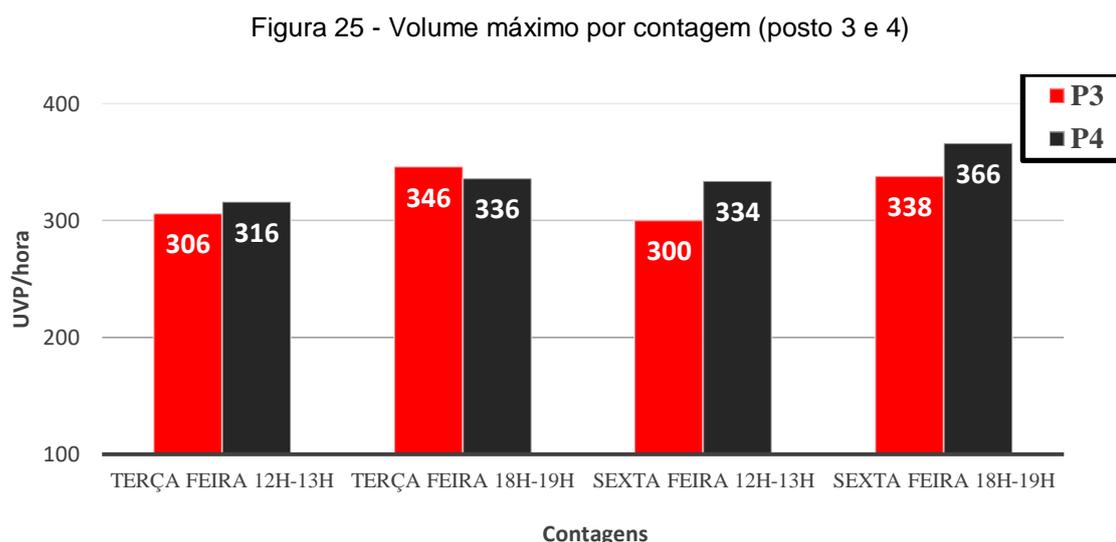
Diferente dos postos 1 e 2, as contagens foram iniciadas durante o período letivo.

Como já mencionado, apesar de se tratar de duas vias diferentes e com configurações de faixas de rodagens diferentes, os picos nos diferentes dias e

horários se assemelham, sendo a variação de volume é bastante baixa. A Figura 25 apresenta os valores de pico, para os pontos de contagem 3 e 4.

Esses valores confirmam o esperado, os volumes de tráfego nesses dois pontos foram muito inferiores quando comparados com os picos de contagem da rua Sinimbu.

Os valores de pico por horário e dia para os quatro pontos analisados são apresentados no Apêndice C.



Fonte: o autor (2019).

#### 4.2.3 Comparativo entre os postos de contagem

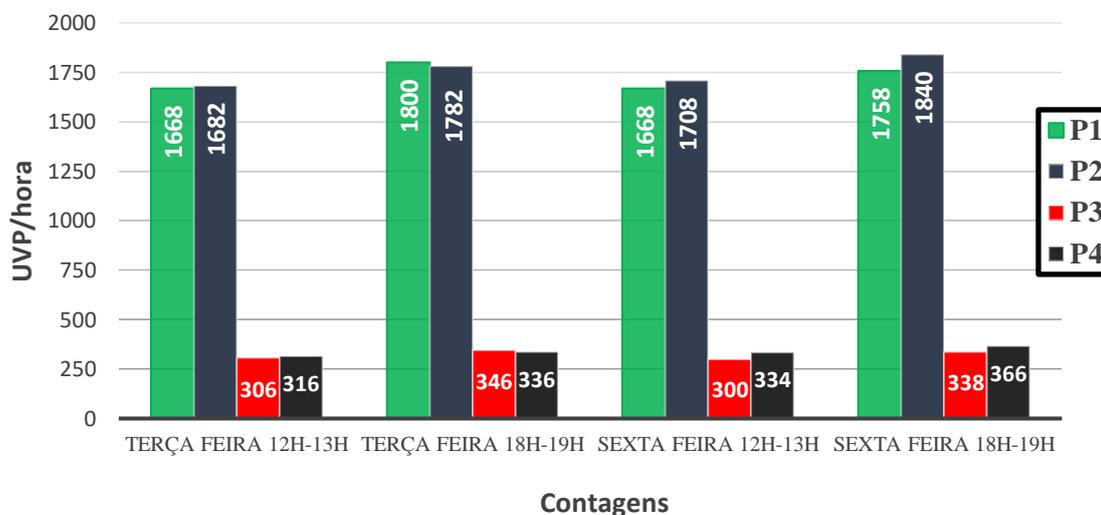
Depois das coletas, foi possível realizar algumas análises sobre os postos de contagem, com o auxílio da Figura 26:

- o maior volume encontrado em todas as medidas em campo foi de 1840 UVP/h, no posto 2 no intervalo das 18hrs e 19hrs, horário de término da jornada de trabalho que, por vezes, coincide com o deslocamento de alunos para a universidade e também de pessoas retornando para suas casas;
- os valores baixos de picos encontrados para os outros dois postos de contagem se deve ao fato das vias serem rotas pouco movimentadas e

que levam o fluxo para locais específicos, diferente da rua Sinimbu que possibilita diversas outras opções;

- c) por possuir a mesma configuração de faixas da rua Sinimbu os volumes resultam em valores semelhantes independente do dia e do horário da contagem realizada;
- d) os postos 1 e 2, que pertencem à rua Sinimbu apresentam tráfegos elevados, nos diferentes horários e dias da semana, o que já era esperado devido ao fluxo intenso que se percebeu durante a realização dos levantamentos em campo.

Figura 26 - Pico Absoluto em UVP



Fonte: o autor (2019).

#### 4.3 NÍVEL DE SERVIÇO

Outra informação importante coletada em campo foi o tempo do ciclo dos semáforos. Cada interseção do trecho em análise possui características distintas, e que na grande maioria das vezes não coincide seu funcionamento de fechamento e abertura.

Na Tabela 6 é apresentada a variação do ciclo do semáforo para os postos 1 e 2. Mesmo pertencendo a mesma via, os dois postos de contagem possuem características e taxa efetiva de sinal verde diferentes.

Tabela 6 - Ciclo dos semáforos

	Posto 1	Posto 2
Verde	42	41
Amarelo	3	3
Vermelho	41	46
Ciclo	86	90
Tempo em sinal Verde(%)	52%	49%
Tempo de sinal Verde(min/h)	31,4	29,3

Fonte: o autor (2019).

Com base nessas informações, é possível afirmar que para o posto 1 o tempo em que o sinal fica verde se refere a pouco mais de 50% ciclo total, ficando aproximadamente 31,4 minutos com o fluxo de passagem liberado. Essa taxa resulta da soma dos tempos do sinal verde e amarelo, visto que em diversos momentos mesmo no sinal amarelo alguns carros acabaram cruzando o entroncamento.

Para o posto 2, a taxa efetiva de sinal verde fica um pouco abaixo dos 50% do ciclo total, sendo igual a 49%, ou seja, 29,3 minutos dentro da hora de análise.

Já para os postos 3 e 4 o tempo efetivo de sinal verde foi adotado como 100%, visto que no entroncamento analisado não existe semáforo para controle de tráfego e a preferencial é dada no sentido do fluxo analisado. Isso possibilita um fluxo livre sem interrupções para os veículos que trafegaram pelos trechos analisados.

Com base no que é apresentado pelo HCM (2000), na metodologia de cálculo para a obtenção do Nível de Serviço do trecho, alguns parâmetros foram adotados para uma melhor definição de cada trecho. Um exemplo é que para trechos que possuem comprimento menor que 0,5km, precisam ser considerados como intersecções isoladas, e para os casos e trechos identificados neste estudo, o maior trecho encontrado foi de 0,27km, sendo admitido como início e fim a quadra anterior onde o posto de contagem foi determinado.

Para os valores de volumes, foram utilizados os valores de pico encontrados depois das medições realizadas em cada posto, já que se trata de um estudo visando a melhoria do nível de serviço das vias urbanas.

Devido aos altos valores encontrados na razão volume/capacidade, que para os postos 1 e 2 ultrapassaram o valor 1, ultrapassando esse limite em 1% no posto 1 e em 10% no posto 2, é possível afirmar que nos horários de pico a via recebe mais

veículos que sua capacidade aceita para obter um nível de serviço considerado adequado.

Conforme apresentado pelo HCM (2000), as velocidades de fluxo livre adotadas para os trechos são diferentes, pois os trechos da rua Sinimbu (postos 1 e 2), tem a classificação da via dada como classe III, sendo sua velocidade típica 55km/h.

Já para os trechos dos postos de contagem 3 e 4, que possuem classificação de via como classe IV, definida como 40km/h, mesmo que em outros momentos devido ao baixo fluxo de veículos as velocidades possam variar.

Foi tomado como base a Tabela 7, para a definição das velocidades típicas para cada trecho.

Tabela 7 - Nível de Serviço por Classe de via urbana

Classe da Via Urbana	III	IV
Intervalo de velocidade de fluxo livre	55 a 50 km/h	55 a 40km/h
Velocidade típica	55km/h	45km/h
Nível de Serviço	Velocidade Média (km/h)	
A	>50	>41
B	>39-50	>32-41
C	>28-39	>23-32
D	>22-28	>18-23
E	>17-22	>14-18
F	≤ 17	≤ 14

Fonte: adaptado de (HCM, 2000).

Para o valor de atraso inicial, denominado de (d<sub>3</sub>), foi considerado como zero, visto que se trata de uma situação onde não são registradas formações de filas muito longas.

Organizando os dados e com o auxílio de planilhas eletrônicas, foi possível a determinação do nível de serviço das vias. A Tabela 8 traduz em números o que foi visto em campo.

Nos piores casos houve uma lentidão bastante grande em determinados pontos, por muitas vezes até uma paralização total do fluxo na rua Sinimbu.

Tabela 8 - Nível de Serviço calculado

Parâmetros de Entrada	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4
Duração do Ciclo, C (s)	86	91	0	0
Taxa efetiva para o verde, g/C	0,52	0,49	1,00	1,00
Capacidade por grupo de faixas	884	833	1700	1700
Razão volume/capacidade (X)	1,0181	1,10444	0,20353	0,10765
Tipo de chegada AT	4	4	4	4
Comprimento do segmento (km)	0,270	0,255	0,165	0,165
Classe da via urbana, SC	III	III	IV	IV
Velocidade de fluxo livre, FFS (km/h)	50	50	40	40
Tempo em movimento (s)	23,8707	22,644	22,5885	22,5885
Cálculo do Atraso				
Atraso Uniforme, d1	21,0528	25,7933	0	0
Fator de ajuste de semáforo, k	0,5	0,5	0,11	0,11
Filtro de montante, l	0,09	0,09	0,922	0,922
Atraso Incremental, d2	40,8087	48,9725	0,05487	0,02591
Atraso Inicial da Fila, d3	0	0	0	0
Fator de ajuste de progressão, PF	0,767	0,767	1	1
Atraso de Controle, D (s)	56,9562	68,7559	0,05487	0,02591
Determinação do NS no segmento				
Tempo de viagem no segmento, ST (s)	80,8269	91,3999	22,6434	22,6144
Velocidade de viagem no segmento, As	12,03	10,04	26,23	26,27
NS do segmento	F	F	C	C

Fonte: adaptado de (HCM ,2000).

Após a apresentação dos resultados, percebeu-se que para as piores situações dos pontos 1 e 2, o nível de serviço identificado foi a categoria “F”, que é a pior configuração dentre os seis possíveis níveis, já que no fluxo acabam ocorrendo interrupções e este torna-se muitas vezes forçado e com baixas velocidades. É possível concluir que a demanda solicitada foi maior que a capacidade que a via poderia receber.

Quando a análise se volta para os pontos 3 e 4, apresentou-se o nível de serviço “C” para ambos. Ainda se pode dizer que é um nível de serviço aceitável, apesar de que os veículos já não possuem uma grande liberdade de manobras devido ao tráfego na via, mas ainda não existem sérias interferências e perturbações no fluxo.

#### 4.4 NÍVEL DE SERVIÇO PARA UM NOVO CENÁRIO

Ao longo da realização do estudo, como já mencionado, foi observado um condomínio com considerável número de veículos, que na sua grande maioria utiliza a rua Sinimbu como rota de deslocamento para chegar até seu destino final, visto que não existe outra possibilidade de acesso para essa região.

Conforme apresenta dados sobre veículos ativos na cidade de Caxias do Sul, as informações do Detran (2019) mostram que existem cerca de mais de 280 mil veículos, entre eles automóveis, motocicletas e utilitários/camionetes rodando na cidade.

Na Tabela 9 são apresentados valores aproximados de veículos no levantamento feito em abril de 2019.

Também de posse com a informação sobre a população atual da cidade em que o estudo foi realizado, segundo dados do IBGE (2018) a taxa de habitante/veículo fica próximo de 1,78.

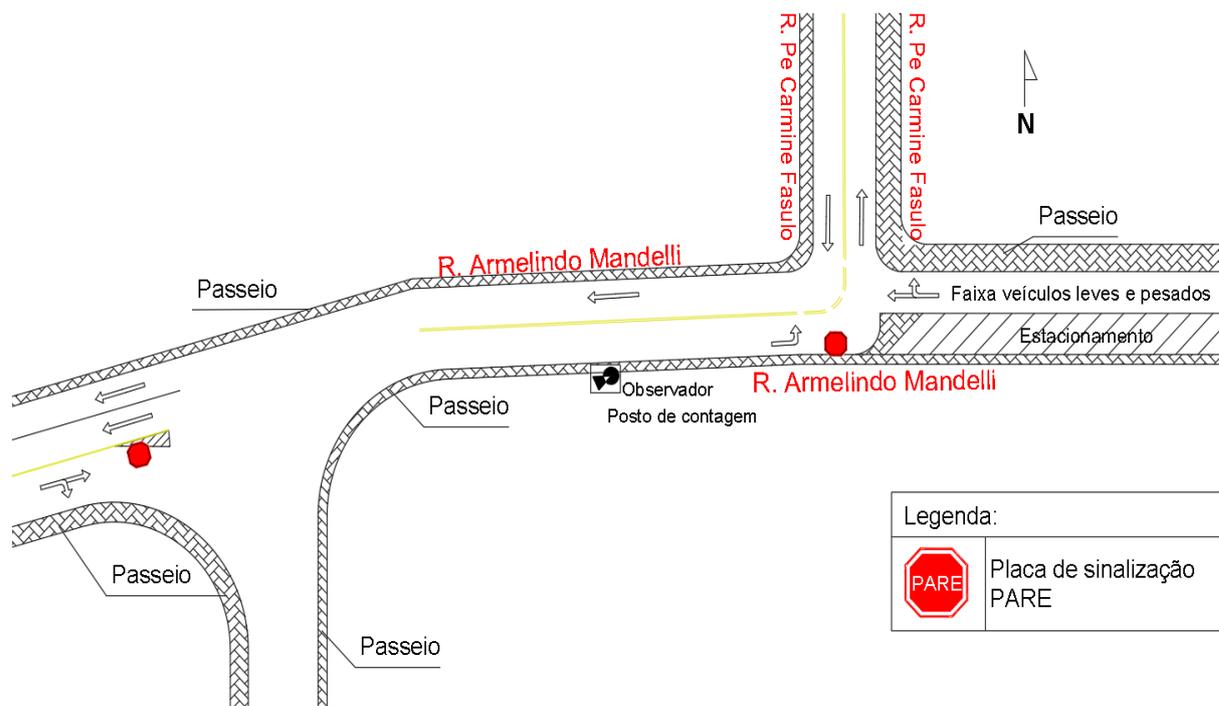
Tabela 9 - Frota em circulação em Caxias do Sul

Frota	Automóvel	Motocicleta, motoneta e ciclo motor	Utilitários, caminhonetes e camionetas	Total (veículos)
Caxias do Sul	203.333	36.407	44.014	283.754

Fonte: adaptado de (DETRAN, 2019).

Para esse novo cenário proposto, foi realizado uma alteração na configuração de uma das vias estudadas, da rua Armelindo Mandelli. A alteração sugerida pode ser observada na Figura 27, onde é apresentada o trecho que onde existem duas faixas de mesmo sentido, e que para essa proposta passa a existir uma faixa para cada sentido, possibilitando uma nova rota para veículos que possuem um destino final em comum.

Figura 27 - Configuração sugerida para via



Fonte: o autor (2019).

O referido condomínio, é composto por 416 unidades habitacionais (apartamentos) sendo assim seriam 416 famílias residindo no local. Para essa nova simulação de cálculo foi levado em consideração a taxa de 1,78 habitante/veículo, supondo que para cada apartamento exista pelo menos um veículo.

Entretanto podem ocorrer casos onde existam mais de um veículo por apartamento/família, e também podem existir situações onde a família não possui veículo.

Em razão desse fato e para efeito de cálculo foi utilizado uma taxa de mais de 70% de veículos para o total de 416 apartamentos, chegando assim em uma quantidade de 300 veículos (considerando um veículo para cada apartamento) que foram realocados, deixando de utilizar a rua Sinimbu como rota e passando a trafegar pelas ruas Conselheiro Dantas e Armelindo Mandelli usufruindo da alteração da configuração de sentido da rua Armelindo Mandelli.

A simulação para o novo cenário pode ser vista na Tabela 10. Houveram alterações nos níveis de serviço da rua Sinimbu, porém nos postos 3 e 4 o nível de serviço se manteve igual, com uma pequena diminuição na velocidade.

Tabela 10 - Nível de Serviço para novo cenário

Parâmetros de Entrada	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4
Duração do Ciclo, C (s)	86	91	0	0
Taxa efetiva para o verde, g/C	0,52	0,49	1,00	1,00
Capacidade por grupo de faixas	884	833	1700	1700
Razão volume/capacidade (X)	0,67873	0,7443	0,38	0,38118
Tipo de chegada AT	4	4	4	4
Comprimento do segmento (km)	0,270	0,255	0,165	0,165
Classe da via urbana, SC	III	III	IV	IV
Velocidade de fluxo livre, FFS (km/h)	55	55	45	45
Tempo em movimento (s)	23,8707	22,644	22,5885	22,5885
Cálculo do Atraso				
Atraso Uniforme, d1	15,3111	18,6285	0	0
Fator de ajuste de semáforo, k	0,27	0,27	0,11	0,11
Filtro de montante, l	0,65	0,65	0,922	0,922
Atraso Incremental, d2	1,50602	2,16693	0,13157	0,13228
Atraso Inicial da Fila, d3	0	0	0	0
Fator de ajuste de progressão, PF	0,767	0,767	1	1
Atraso de Controle, D (s)	13,2497	16,455	0,13157	0,13228
Determinação do NS no segmento				
Tempo de viagem no segmento, ST (s)	37,1204	39,099	22,7201	22,7208
Velocidade de viagem no segmento, As	26,19	23,48	26,14	26,14
NS do segmento	D	D	C	C

Fonte: adaptado de (HCM, 2000).

Esses 300 veículos que para motivo de cálculo foram retirados dos postos de contagem 1 e 2, foram realocados para os postos de contagem 3 e 4.

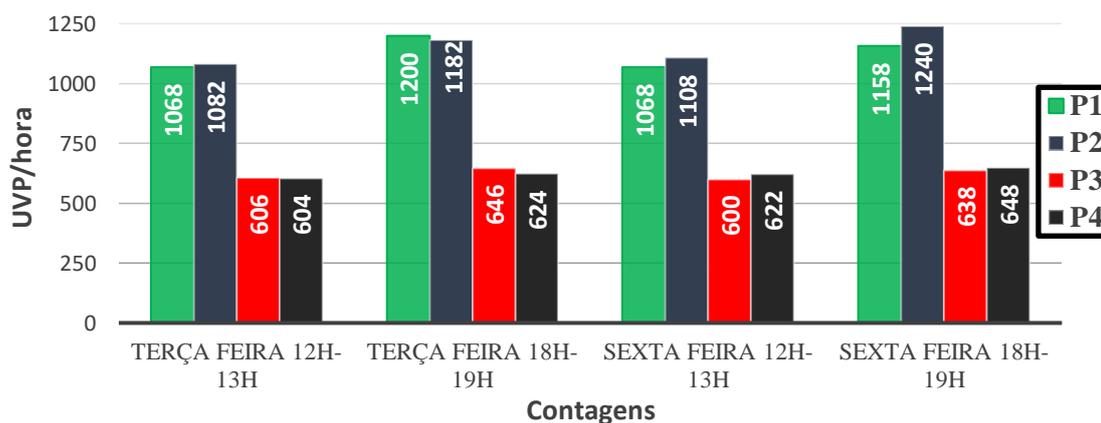
Levando em consideração o resultado, com a realocação dos 300 veículos que deixaram de trafegar pela rua Sinimbu, e utilizaram as ruas Conselheiro Dantas e Armelindo Mandelli para chegar no seu destino final, houve um salto de qualidade no nível de serviço da rua Sinimbu.

Na simulação real o nível apresentado foi encontrado como classificado em “F”, e com o novo cenário chegou a um nível de serviço classificado como “D”, que apesar de ter restrições de manobras e uma baixa velocidade de operação, é possível ainda assim notar uma melhora nesse caso. Outro importante fato a ser considerado é que com a alteração não houveram degradações extremas nos níveis de serviço das outras vias.

Por se tratar de uma simulação, foi realizado também a alteração dos volumes de picos realocando os 300 veículos, conforme apresenta a Figura 28, lembrando que os postos de número 1, 2 e 3 não sofreram nenhum tipo de alteração nas configurações das faixas para fluxo de veículos. A única alteração proposta foi para o posto 4, localizado na rua Armelindo Mandelli, onde antes haviam 2 faixas de rodagem de mesmo sentido, passaria a ter uma faixa de rodagem para cada sentido.

Como não existe faixa específica para tráfego de ônibus, nos postos 3 e 4, as unidades para esse tipo de veículo são consideradas nos volumes de pico também.

Figura 28 - Volume de pico para simulação



Fonte: o autor (2019).

Essa melhora no serviço de uma das vias mais movimentadas da cidade, pode gerar melhor qualidade no transporte para as pessoas que utilizam a via em seu dia a dia. Outro fato importante, é que mesmo com a realocação de veículos, não houve uma piora considerável do nível de serviço das vias onde iriam receber mais carros, visto que são vias de baixos volumes nos horários de pico, o que leva a pensar que em outros horários do dia os volumes de carros que transitam por essas vias tende a ser ainda menores.

## 5 CONCLUSÕES

Depois da finalização das análises das informações, algumas considerações podem ser feitas a respeito do comportamento do tráfego analisado para os pontos onde foram realizadas as contagens.

O posto de contagem 1, que se localiza no entroncamento da rua Sinimbu com a rua 13 de Maio, apresentou um tráfego bastante intenso, apresentando o valor nas contagens um volume de 841 UVP's como valor mais baixo por faixa no período referente a contagem no intervalo de horário das 12hrs até as 13hrs na terça-feira, e tendo o seu maior valor registrado em 920 UVP's também por faixa em uma contagem realizada na sexta-feira no horário de pico do fim do dia das 18hrs até as 19hrs.

Apesar de o semáforo durante a hora de análise permanecer cerca de 50% do tempo no sinal verde possibilitando a fluência do tráfego o nível de serviço encontrado para a via foi um nível crítico, nível de serviço "F".

O posto de contagem 2, localizado na mesma via do posto 1, porém no cruzamento das ruas Sinimbu e Angelina Michelin apresentou valores semelhantes, para os mesmos dias e horários. Na terça-feira e sexta-feira no intervalo das 12hrs até as 13hrs, o valor para cada faixa de rodagem chegou a 834 UVP's, e o pior caso registrado foi também na sexta-feira entre às 18hrs e às 19hrs, apontando um valor de 900 UVP's por faixa. Como era de se esperar visto a semelhança de valores registrados e também semelhança na configuração da via, o nível de serviço para o trecho também foi encontrado nível de serviço "F".

Em contrapartida, o posto de contagem 3 apresentou um nível de serviço "C". O maior valor de UVP's encontrado para o trecho foi de 346 unidades por faixa, lembrando que neste trecho existe apenas uma faixa de tráfego, volume esse encontrado no intervalo das 18hrs até as 19hrs, na terça-feira.

O ponto 4, teve seu volume de pico registrado em 183 UVP's, no período das 18hrs até as 19hrs, nas contagens realizadas na sexta-feira, o nível de serviço para o trecho também pode ser considerado bom, já que se chegou em um nível de serviço "C".

Baseado nos fatos encontrados, algumas suposições podem ser afirmadas sobre o fluxo de tráfego dos trechos analisados:

- a) os maiores valores encontrados geralmente ocorreram no fim no dia, pois como cultura da cidade, é o horário onde a grande maioria das pessoas segue sua rota para ir para casa;
- b) a rua Sinimbu, tem uma importante parcela de contribuição para o deslocamento dos veículos da cidade. Ela faz a ligação do centro da cidade com uma das principais rodovias do Brasil, visto que a rua Sinimbu tem seu término no entroncamento com a BR-116. A via tem a função de levar os veículos que nela trafegaram para bairros da região leste da cidade, pode levar também pessoas para instituições de ensino, como a UCS. Pode servir de rota também destinos localizados na zona sul e a zona norte da cidade de Caxias do Sul ou bairros localizados nessas zonas próximas ao entroncamento da rua Sinimbu com a BR-116;
- c) como esperado, as vias locais localizadas na região de estudo, possuem um volume UVP's, menor que quando comparado com a rua Sinimbu. Já que as vias locais têm funções mais específicas e geralmente seus usuários possuem um interesse em comum, como seu destino final, que nesse estudo foi identificado como um condomínio localizado nos arredores da rua Sinimbu;
- d) ao se deparar com vias onde o nível de serviço é classificado como crítico, nesse caso trechos onde o nível de serviço é da categoria "F", alguns serviços de utilidade pública podem sofrer com os congestionamentos, por exemplo, unidade de atendimento móvel como SAMU, serviço de bombeiros e policiamento, pois como se sabe podem ter sua eficiência prejudicada ao se deparar com filas de carros à sua frente.

Depois da realização do estudo foi possível traduzir em números, o que se vê na prática, e como é importante que existam planos de melhorias para as estruturas viárias das cidades, visto que cada vez mais existem veículos sendo inseridos na malha viária dos grandes centros urbanos.

Ao encontrar níveis de serviços críticos em dois pontos de uma via importante para a cidade como a rua Sinimbu, e imaginar soluções para que possa existir uma melhora significativa dessas condições, pensou-se em realizar uma pequena alteração na configuração de uma via já existente.

É possível atribuir essa grande demanda de veículos nos trechos analisados da rua Sinimbu, devido a pontos de comum interesse da população como: um grande supermercado, postos para abastecimento de combustíveis, instituições financeiras, academias, comércios e também alunos/professores/funcionários que se deslocam para a Universidade de Caxias do Sul.

Essa alteração sugerida em tornar um trecho da rua Armelindo Mandelli que hoje é dado como sentido único (sentido BR-116 para o centro), em um trecho de dois sentidos, com uma pequena modificação, tornando um segmento de via de um para dois sentidos.

Essa alteração da configuração das faixas de rodagem da rua Armelindo Mandelli possui pontos que podem ser ditos benéficos quando comparado com a situação atual do trecho, que são:

- a) a diminuição da quantidade de veículos que trafegam pela rua Sinimbu, acaba refletindo em uma melhora do nível de serviço da via;
- b) a melhora do nível de serviço encontrado para a rua Sinimbu após as simulações, não acarretaram em um piora do nível de serviço das ruas Conselheiro Dantas e Armelindo Mandelli;
- c) Para o condomínio que existe próximo a esse trecho passível de alteração, representa uma segunda opção de rota para poder chegar em casa.

Vale ressaltar que a simulação foi realizada com valores fictícios, mas próximos a realidade das situações mencionadas, outro ponto é a mudança da cultura dos motoristas que estão acostumados a trafegar pela rua Sinimbu, realizar outro caminho para chegar até seu destino final.

Todavia, foi possível perceber uma certa dificuldade no levantamento das informações. O processo de coleta de dados foi realizado manualmente e por apenas um observador, sendo assim era impossível realizar contagens nos quatro locais ao mesmo tempo, o que poderia refletir em resultados ainda mais reais para o estudo.

Caxias do Sul, é um grande centro industrial que acaba atraindo cada vez mais pessoas em busca de uma melhor qualidade de vida, mesmo não possuindo uma população igual ou parecida com grandes capitais onde existem rodízios para trafegar em determinados dias, apresentou valores elevados quando comparado a capacidade de alguns trechos de vias.

## REFERÊNCIAS

- AASHTO. **American Association State Highway and Transportation Officials**. A policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington, D.C., USA: [s.n.], 1994.
- ALVES, E. V. **Metodologia de análise de acidentes de trânsito com base na classificação funcional da via: Estudo de caso no distrito sede de Florianópolis-SC usando modelo logístico multinomial**. 2005. 151 f. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- BAKER, R. F. **Handbook of Highway Engineering**. New York, NY United States: Van Nostrand Reinhold, 1975.
- BARROS, M. <https://veja.abril.com.br>. **Veja Abril**, 2015. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/blog/cidades-sem-fronteiras/isencao-de-ipi-para-carros-alimentou-corrupcao-sem-contrapartidas-para-melhorar-vias-ou-transporte/>>. Acesso em: 19 Março 2019.
- CAETANO, F. D. **Classificação de vias urbanas: O código de trânsito brasileiro e os planos diretores municipais no estado do Paraná**. 2013. 65 f. Curso de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- CARVALHO, N. M. S. M. D. **Planeamento e traçado de vias urbanas**. Porto: MCV, 2002.
- CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. **Lei Nº 9.503**, 1997. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 12 Setembro 2018.
- COELHO, E. C. **Avaliação dos níveis de congestionamento em vias arteriais com a utilização da micro-simulação**. 2009. Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- CORRÊA, R. L. Resumo do livro O Espaço Urbano. In: CORRÊA, R. L. (Org.) **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 1995. p. p.1-16.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. Rio de Janeiro, 2010. 392 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA. **Manual de Estudos de Tráfego**: Rio de Janeiro, 2006. 384 p.
- DETRAN. Detran RS. **Detran RS**, 2019. Disponível em: <<https://www.detran.rs.gov.br/dados-rs>>. Acesso em: 3 Maio 2019.
- FURTADO, C. D. J. G. **Dinâmica de tráfego de veículos**. 2013. 94 f. Curso de Matemática, Faculdade de Ciências do Porto, Porto, 2018.

HALLMANN, H. V. **Comparação entre softwares simuladores de trânsito**. 2011. 104 f. Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

HERING, A.; GOLDNER, L. G. **Engenharia de Tráfego - Módulo 1, Conceitos Básicos**. Santa Catarina: [s.n.], 2016.

HOEL, L. A., GARBER, N. J.; SADEK, A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes**. [S.l.]: [s.n.], 2011.

IBGE. **IBGE Cidades**, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/caxias-do-sul/pesquisa/23/25207?tipo=ranking>>. Acesso em: 27 Outubro 2018.

MAIA, F. V. B. **Calibração e validação de modelos de meso e microssimulação do tráfego para a avaliação de intervenções tático-operacionais na malha viária urbana**. 2007. 123 f. Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MAY, A. D. **Traffic flow fundamentals**. New Jersey: Prentice Hall, 1990.

MELO, B. P. D. **Indicadores de ocupação urbana sob o ponto de vista da infraestrutura viária**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2018.

NAZARETH, V. S., SOUSA, L. A. P. D.; RIBEIRO, P. C. M. Rio de Transportes. **Rio de Transportes**, 2015. Disponível em: <<http://www.riodetransportes.org.br/wp-content/uploads/artigo18.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2018.

PARRA, Z. **Transporte coletivo público urbano: seleção de alternativas tecnológicas**. 2001. Curso de Engenharia de transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2018.

PREFEITURA DE CAXIAS DO SUL. Prefeitura de Caxias do Sul. **Prefeitura de Caxias do Sul**, 2007. Disponível em: <<https://caxias.rs.gov.br/servicos/planejamento/plano-diretor/lei-complementar-290-2007>>. Acesso em: 12 Outubro 2018.

RIBEIRO, P. J. G. **Estudo de Vias Urbanas: processo de seleção de indicadores ambientalmente sustentáveis de gestão de tráfego**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Curso de Vias de Comunicação, Universidade do Porto, Porto, 2018.

RIBEIRO, R. D. C. **Estudo de nível de serviço e capacidade viária - método (HCM 2010)**. 2015. 80 f. Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2018.

SILVA, P. C. M. D. **Apostila: Teoria do fluxo de tráfego**. Universidade de Brasília. Brasília. 1994.

SILVA, P. C. M.; TYLER, N. **Sobre a validação de modelos microscópicos de tráfego.** 2002. 49-64 f. Artigo (Transportes) - , University College London, Londres, 2002.

TAMAYO, A. S. **Procedimento para avaliação da segurança de tráfego em vias urbanas.** 2006. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2018.

TAVARES, L. D. **Um simulador de tráfego urbano baseado em autômatos celulares.** 2010. 90 f. Dissertação (Pós-Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB. **Highway Capacity Manual 2000:** HCM 2000. Washinton, D.C, 2000.

VELLOSO, M. S. **Estudo dos fatores intrínsecos e ambientais que afetam o comportamento do condutor em relação ao respeito à velocidade limite em vias urbanas.** 2014. Tese (Doutorado) - , Universidade de Brasília, Brasília, 2018.



## APÊNDICE B – PLANILHAS DE CONTAGEM

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	26/02/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	298	24	12	1
12:30	287	16	15	0
12:45	291	19	13	2
13:00	288	15	12	1

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	19/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	338	30	20	6
12:30	317	23	21	4
12:45	299	20	12	3
13:00	321	21	23	5

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	26/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	322	32	23	3
12:30	310	19	13	1
12:45	332	27	18	3
13:00	329	23	18	4

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	23/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	365	37	23	9
12:30	313	30	20	8
12:45	321	27	23	10
13:00	301	32	29	8

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	26/02/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	310	22	10	1
18:30	285	19	9	0
18:45	294	28	11	3
19:00	302	26	16	2

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	19/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	400	37	16	0
18:30	392	35	16	2
18:45	383	24	12	0
19:00	366	27	13	3

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	26/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	402	38	20	1
18:30	400	29	19	2
18:45	386	36	25	1
19:00	393	32	24	3

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	23/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	399	42	31	3
18:30	368	38	33	4
18:45	394	40	30	1
19:00	384	39	26	1

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	22/02/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	298	15	17	3
12:30	330	28	13	2
12:45	297	23	18	5
13:00	316	24	14	4

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	08/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	338	16	10	4
12:30	350	20	19	6
12:45	325	15	12	5
13:00	323	22	16	3

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	29/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	372	33	26	7
12:30	352	20	21	3
12:45	342	21	19	5
13:00	344	32	22	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	10/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	367	27	22	5
12:30	355	30	28	6
12:45	360	33	25	3
13:00	355	32	24	8

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	15/02/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	270	20	12	3
18:30	284	11	9	1
18:45	281	15	11	7
19:00	266	16	12	5

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	08/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	332	35	17	6
18:30	338	32	20	3
18:45	342	29	22	7
19:00	339	31	23	7

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:	29/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	347	31	20	2
18:30	359	35	17	4
18:45	370	30	19	8
19:00	351	29	24	2

Ponto :	Rua Sinimbú / Treze de Maio			
Dia:				
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	355	44	16	4
18:30	344	36	23	3
18:45	372	29	17	9
19:00	382	40	22	9

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	19/02/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	203	13	7	0
12:30	215	25	14	1
12:45	199	15	14	3
13:00	281	24	18	7

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	02/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	350	36	25	9
12:30	335	21	17	4
12:45	336	25	17	5
13:00	342	31	20	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	16/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	371	31	24	6
12:30	339	24	23	8
12:45	322	21	19	5
13:00	341	29	18	5

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	30/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	328	32	27	5
12:30	333	33	24	4
12:45	327	29	25	8
13:00	349	29	24	8

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	19/02/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	319	18	17	5
18:30	304	23	20	1
18:45	299	20	22	3
19:00	303	14	15	3

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	12/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	329	18	15	7
18:30	365	20	19	7
18:45	344	17	15	6
19:00	336	22	18	7

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	16/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	365	28	18	8
18:30	329	30	23	5
18:45	333	24	21	9
19:00	339	26	17	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	30/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	376	42	28	4
18:30	351	29	28	6
18:45	354	32	32	7
19:00	389	43	31	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	15/02/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	314	20	21	5
12:30	305	18	15	3
12:45	255	20	16	1
12:00	263	12	13	1

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	15/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	330	20	15	7
12:30	320	24	14	2
12:45	324	21	15	4
12:00	341	20	12	5

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	05/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	348	23	21	14
12:30	367	27	21	7
12:45	333	15	18	7
12:00	379	21	22	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	03/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	351	22	20	5
12:30	349	16	18	8
12:45	360	26	22	11
13:00	355	24	23	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	22/02/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	276	18	11	2
18:30	287	25	17	2
18:45	298	20	16	3
19:00	305	22	20	4

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	15/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	325	29	17	12
18:30	339	37	27	5
18:45	330	24	28	5
19:00	357	35	29	6

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	05/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	389	39	20	7
18:30	357	40	18	6
18:45	361	33	22	4
19:00	402	40	19	7

Ponto :	Rua Sinimbú / Angelina Michelin			
Dia:	10/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	378	38	20	8
18:30	364	40	19	3
18:45	401	37	22	4
19:00	400	35	17	5

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	05/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	48	3	0	0
12:30	30	5	1	0
12:45	37	2	1	0
12:00	43	6	1	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	12/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	50	6	0	1
12:30	31	4	1	0
12:45	47	1	2	0
12:00	50	5	2	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	09/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	52	8	1	0
12:30	40	9	0	0
12:45	33	1	0	0
12:00	57	3	2	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	07/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	53	5	1	3
12:30	47	4	0	0
12:45	46	4	0	0
13:00	51	8	1	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	05/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	64	4	1	2
18:30	60	5	0	0
18:45	68	5	0	1
19:00	61	3	1	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	02/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	65	8	0	0
18:30	58	5	2	0
18:45	60	7	1	1
19:00	66	4	0	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	09/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	61	7	1	0
18:30	50	1	0	3
18:45	55	8	2	1
19:00	51	2	0	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/ Arm. Mandelli			
Dia:	07/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	60	7	1	0
18:30	57	3	0	0
18:45	61	5	0	1
19:00	49	5	0	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	01/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	25	3	0	0
12:30	30	2	2	1
12:45	28	2	0	0
13:00	31	6	0	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	12/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	41	6	1	0
12:30	29	2	0	2
12:45	55	3	0	0
13:00	47	11	2	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	22/03/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	37	5	0	2
12:30	41	3	1	0
12:45	31	9	0	0
13:00	51	11	0	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	26/04/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	50	5	0	0
12:30	38	5	1	2
12:45	35	6	1	0
13:00	51	5	2	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	01/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	60	5	0	2
18:30	52	9	0	0
18:45	61	10	2	0
19:00	57	2	0	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	12/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	60	11	1	1
18:30	58	7	0	0
18:45	63	9	1	0
19:00	47	5	0	1

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	22/03/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	61	5	0	1
18:30	47	5	1	0
18:45	58	6	0	0
19:00	50	1	0	0

Ponto :	Conselheiro Dantas/Arm. Mandelli			
Dia:	26/04/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	59	4	0	2
18:30	49	4	0	0
18:45	60	5	1	3
19:00	40	3	0	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	14/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	66	1	0	0
12:30	52	0	0	1
12:45	67	0	0	0
13:00	61	3	0	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	28/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	65	2	0	0
12:30	58	1	1	1
12:45	61	0	0	0
13:00	57	2	0	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	21/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	64	0	2	0
12:30	60	2	0	0
12:45	51	1	0	1
13:00	56	2	0	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	04/06/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	60	2	0	0
12:30	59	3	0	1
12:45	63	1	1	2
13:00	62	2	0	1

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	14/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	71	2	0	0
18:30	61	0	0	1
18:45	53	0	1	0
19:00	60	1	0	2

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	28/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	60	2	0	0
18:30	59	3	0	1
18:45	63	1	1	2
19:00	62	2	0	1

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	21/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	63	0	1	0
18:30	69	4	0	0
18:45	54	0	1	2
19:00	57	0	1	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	04/06/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	59	0	2	0
18:30	60	1	1	2
18:45	55	2	0	1
19:00	57	3	1	2

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	17/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	64	2	1	0
12:30	70	0	1	0
12:45	61	1	1	0
13:00	63	2	2	3

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	31/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	66	2	0	0
12:30	65	2	0	1
12:45	57	0	1	2
13:00	62	2	0	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	24/05/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	61	0	2	0
12:30	62	1	0	0
12:45	67	2	0	0
13:00	55	1	0	1

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	07/06/2019			
Turno:	12 : 00 - 13 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
12:15	56	2	0	1
12:30	55	0	1	0
12:45	70	1	2	0
13:00	58	3	0	1

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	17/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	74	0	1	0
18:30	67	0	0	0
18:45	62	2	0	0
19:00	70	1	1	2

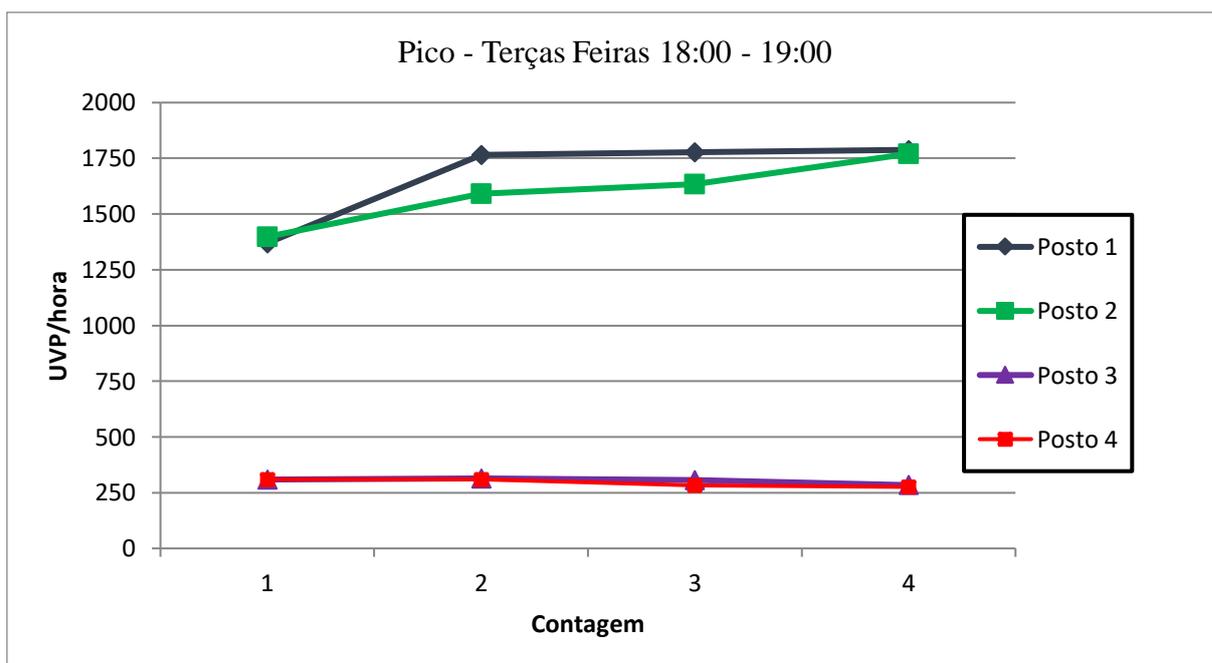
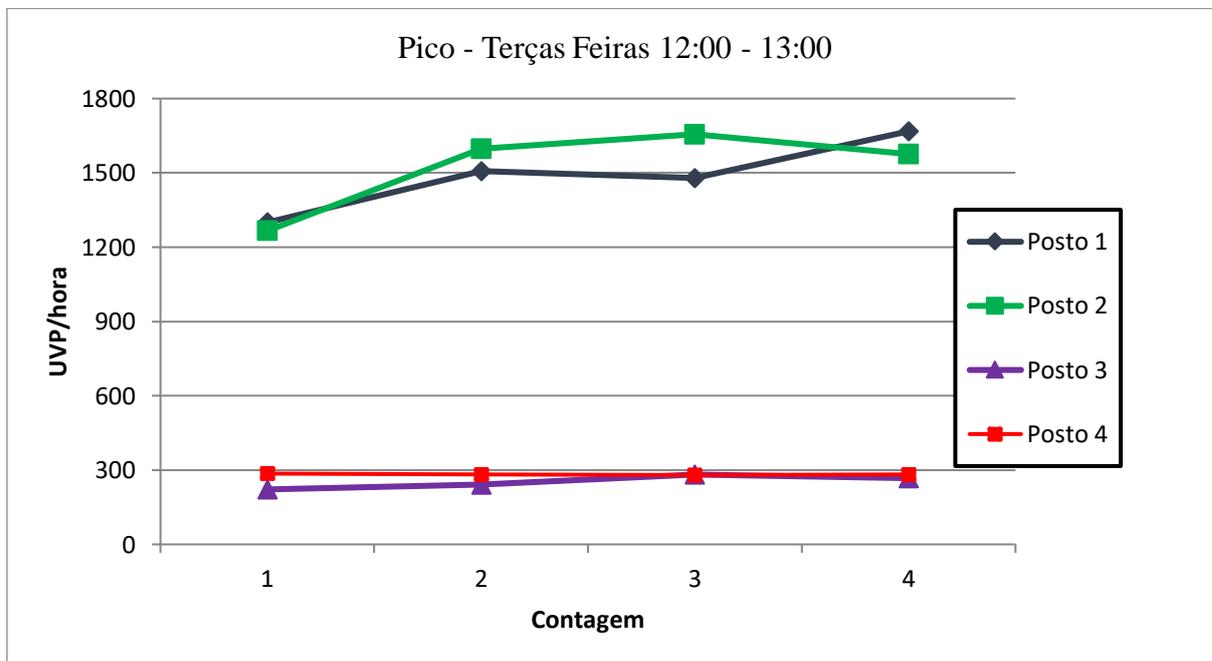
Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	31/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	61	0	1	0
18:30	53	2	2	2
18:45	56	0	3	0
19:00	67	3	0	2

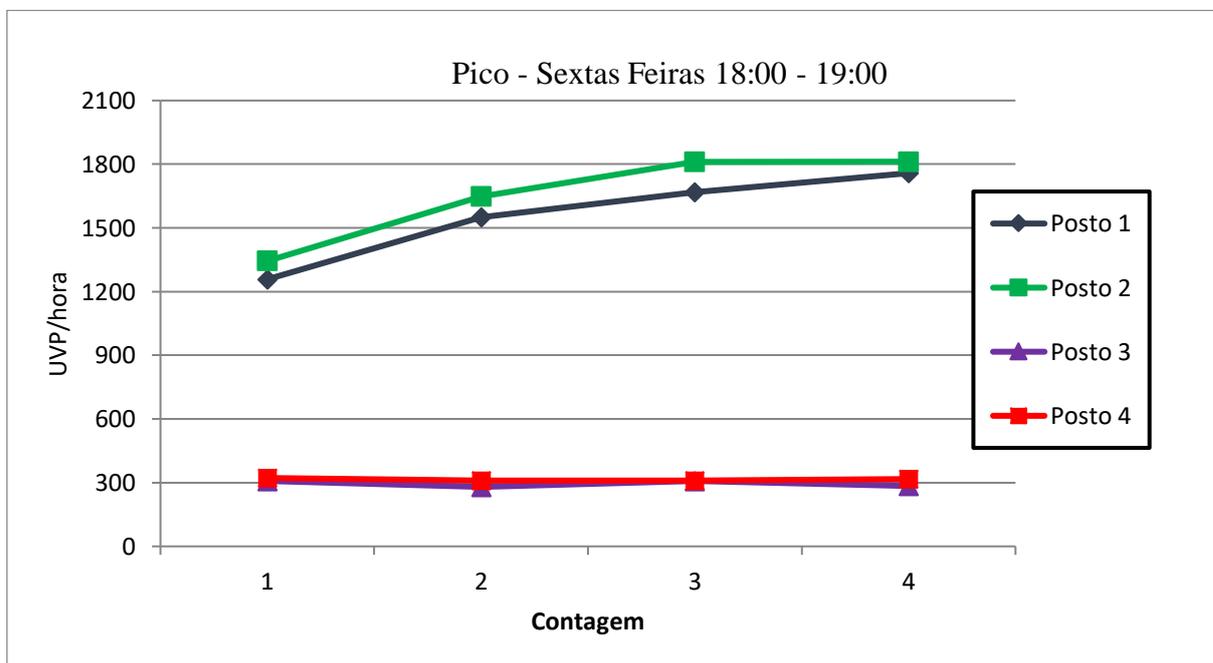
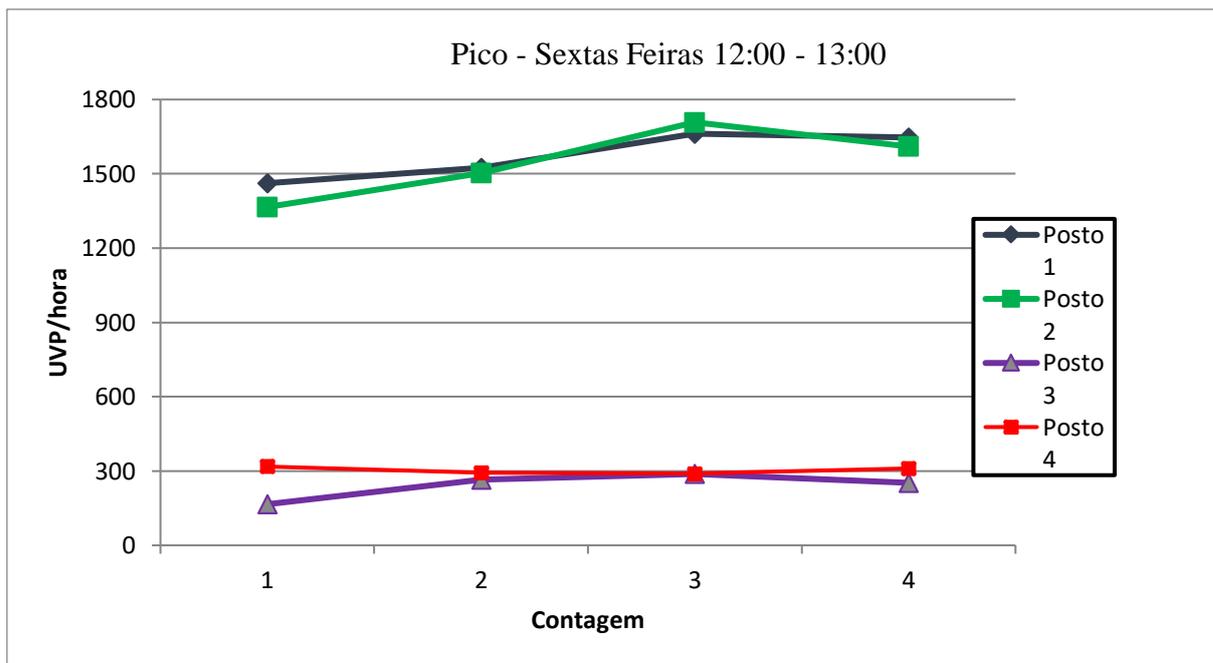
Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	24/05/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	62	1	0	1
18:30	62	0	1	0
18:45	54	1	0	3
19:00	69	0	2	0

Ponto :	Rua Armelindo Mandelli (P4)			
Dia:	07/06/2019			
Turno:	18 : 00 - 19 : 00			
Hora	Carros	Motos	Ônibus	Pesados
18:15	70	3	0	0
18:30	59	3	1	1
18:45	67	4	0	0
19:00	71	0	0	2

Fonte: o autor (2019).

## APÊNDICE C – PICOS DOS HORÁRIOS E DIAS ANALISADOS





Fonte: o autor (2019).