

**IVAN DUARTE PINHEIRO**

**ANÁLISE EM INTERSEÇÕES DE TRÁFEGO NA AVENIDA  
MIGUEL PETRONI SÃO CARLOS-SP**

**SÃO CARLOS**

**2019**

**IVAN DUARTE PINHEIRO**

**ANÁLISE EM INTERSEÇÕES DE TRÁFEGO NA AVENIDA  
MIGUEL PETRONI SÃO CARLOS-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário Central Paulista, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Fernando Manuel Araújo Moreira

**SÃO CARLOS**

**2019**

Dedico este trabalho à minha mãe, mulher guerreira e de fibra que me ensinou a sorrir e ter fé mesmo nos momentos de dor. Sei que, apesar de não estar presente fisicamente, ilumina os meus passos e orienta as minhas decisões e, espero, um dia, poder sentir, novamente, seu abraço quente e seu colo fofo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, acima de tudo, pela oportunidade de existir e guiar meus passos, iluminando-me e conduzindo pelos melhores caminhos. A minha esposa Bianca Casale e meus enteados Ana Júlia e Júlio pelo simples fato de existirem e acreditarem nos meus sonhos. Mesmo com as dificuldades que encontramos no caminho, vocês, em momento algum, fizeram com que eu me sentisse sozinho no mundo. Amo vocês de forma incondicional. À minha orientadora, Elaine Ribeiro, pela sua dedicação, paciência e disponibilidade em me orientar, mas, principalmente, pelo carinho, palavras amigas e conselhos. Sou muito grato por tudo. Por fim, e não menos importante, ao meu pai, Donizete, que, apesar de tão pouco convívio, me ensinou a ter valores e ser a pessoa que sou hoje. Sei que, mesmo longe, você participou de cada segundo nesta jornada.

O ideal é ainda a alma de todas as realizações.

Getúlio Vargas



## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
JUSTIFICATIVA.....	2
OBJETIVO.....	3
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 MOBILIDADE URBANA.....	4
2.1.2 PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS VIÁRIOS E DE TRÂNSITO.....	4
2.1.3 CONTROLE DO TRÁFEGO EM CRUZAMENTOS.....	5
2.1.4 VIAS.....	6
2.1.5 VOLUMES DE TRÁFEGO.....	7
2.1.6 VOLUME MÉDIO DIÁRIO .....	8
2.1.7 VELOCIDADE (V).....	9
2.1.8 CONCEITOS DE VELOCIDADE .....	10
2.1.9 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO TRÁFEGO .....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>13</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO.....	14
4.1.2 CRUZAMENTO DE ESTUDO.....	15
4.1.3 ANÁLISE DO TRÁFEGO.....	16
<b>5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – GRÁFICO VDM ( CRESCIMENTO ANUAL).....	09
FIGURA 2 – INTERSEÇÃO .....	14
TABELA 1 - CONTAGEM VOLUMÉTRICA DO TRÁFEGO.....	17
TABELA 2 - VOLUMES E AJUSTES.....	17
GRÁFICO 1 - FROTA CIRCULANTE TOTAL DE AUTOMÓVEIS .....	05

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso foi elaborado com o objetivo de solucionar os conflitos do trânsito nos centros urbanos tornou-se um dos maiores desafios para a engenharia de tráfego nos últimos tempos. O crescimento constante da frota de veículos nas vias urbanas requer políticas voltadas ao planejamento urbano de qualidade que supram as atuais e futuras necessidades da população. Analisando o município de São Carlos /SP, a magnitude do crescimento da frota veicular nos últimos anos é claramente perceptível em muitas vias e locais da cidade, expondo os problemas urbanos de infraestrutura devido a falta de planejamento ou ações ao decorrer do tempo. O presente estudo consiste na procura de alternativas que melhorem o fluxo de veículos e a segurança aos usuários em uma interseção semaforica localizada na região central da cidade entre a Avenida Miguel Petroni. Por ser uma das principais vias de acesso ao centro, shopping, universidade e a outros bairros, o trânsito nesse trecho apresenta períodos de saturação e inconveniência aos usuários. No final deste estudo será proposto um projeto com recomendações de melhorias identificadas por métodos qualitativos e quantitativos.

**Palavras-chave:** engenharia de tráfego, interseções, estudos de tráfego.



# 1 INTRODUÇÃO

Vive-se um alto crescimento populacional que, diretamente, causa problemas críticos, e neste contexto será analisada a mobilidade urbana.

Cidades que prosperam necessitam de políticas adequadas que visem acompanhar o crescimento e ofereçam aos seus habitantes uma boa qualidade de vida.

Este é um grande desafio que administradores e planejadores municipais enfrentam, pois o uso intenso do transporte individual (automóvel) gera congestionamentos, atrasos, poluição e acidentes. E como fator agravante a conduta e velocidades irregulares praticadas por grande parte dos motociclistas aumentam o número de ocorrências de acidentes graves.

Um grande desafio, refere-se a atender às exigências da população quanto às suas necessidades de circulação dentro do perímetro urbano, visto que o acréscimo da frota de veículos é perceptível ao circular nas vias públicas. Para isso, é necessário gerenciar e investir no sistema viário e de transportes, de modo a facilitar a circulação de pessoas e mercadorias, assim como minimizar o impacto gerado pelo maciço uso de veículos, reduzir custos operacionais, poluições sonoras e atmosféricas decorrentes da intensidade de veículos e, principalmente problemas sociais e psicológicos, visto que o estresse causado pelo trânsito, tem afetado os cidadãos diariamente.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica devido à atual situação crítica da Rua Miguel Petroni, na zona oeste, pois é uma região que sofre com congestionamentos diários. Os principais fatores causadores são: a) serve como via de acesso à Rodovia Washington Luiz; b) os centros comerciais, centros médicos, órgãos públicos e outros estabelecimentos de serviços diversos, se localizam 90% na região central de São Carlos, fazendo com que a cidade se expanda para outras regiões com espaço geográfico capaz de crescimento, como é o caso da zona Oeste, em questão.

Esses fatos fizeram com que essa seja uma região cercada de condomínios residenciais, cada vez mais povoados, 02 (dois) grandes centros comerciais do setor atacadista, escolas, faculdade, entre outras residências já existentes, ocasionando em certos horários do dia um grande fluxo de veículos para uma única região, ocorrendo problemas no trânsito e que não eram previstos. A região, ainda conta com uma grande área propícia a ser ocupada, podendo ocasionar o caos num futuro breve.

A solução do planejamento urbano, deve ser imediato, já pensando na infraestrutura que não pode vir depois, ela tem que ser além de solução ao problema já existente, uma prevenção e novos projetos têm que ser implantados para que o fluxo veicular rodoviário não interfira nas atividades urbanas.

Para haver excelência, é necessário atualizar projetos urbanos, considerando que alguns levam décadas para serem implantados, e se forem baseados em padrões e diretrizes muito antigas certamente poderão se transformar num meio urbano que, recém-construídos, já requeiram adaptações e readaptações, que além de se tornarem um grande transtorno à população, poderá gerar numerários desnecessários aos cofres públicos.

O sistema viário deve ser um dos instrumentos para permitir a mobilidade da população com conforto, rapidez e segurança, aonde as tendências atuais para um bom planejamento do trânsito são dar prioridade ao pedestre, adoção de velocidades em via arterial, construção de rede de ciclovias e mobilidade (estas duas últimas, integradas uma, à outra), melhorar e dar prioridade ao transporte público.

O trânsito em condições seguras é um direito de todos e um dever dos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito, aos quais cabe adotar as medidas necessárias para assegurar este direito.

## **1.2 OBJETIVO**

Propor mudanças na avenida Miguel Petroni, São Carlos, SP, que visem a otimização do fluxo de veículos e da acessibilidade aos pedestres.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MOBILIDADE URBANA

“Mobilidade Urbana é o atributo que se refere à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano, por meios motorizados ou não motorizados. Resulta da Interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade.” (AFFONSO, BRITO E GRANADO, 2009, p. 13) . A mobilidade urbana tende em suprir a necessidade de deslocamento de pessoas e atores econômicos com a finalidade da realização de atividades cotidianas, como: lazer, cultura, educação, saúde, trabalho.

Desta forma, o município deve implantar medidas que garantam ao cidadão o direito de ir e vir, de forma segura e preservando a sua qualidade de vida.

#### 2.1.1 PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS VIÁRIOS E DE TRÂNSITO

O sistema de trânsito é o conjunto de normas de operação do sistema viário, tendo o objetivo de definir os sentidos, velocidades máximas, estacionamentos e sinalizações de trânsito das vias

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999), os principais objetivos do planejamento do sistema viário e de trânsito são:

- Priorização do transporte coletivo;
- Segurança no deslocamento de veículos e pedestres;
- Fluidez no movimento de veículos e pedestres;
- Facilidade de estacionamento.

Ferraz (1998) lista os principais princípios que uma cidade deve adotar para seu planejamento viário e de trânsito:

- Em pequenas cidades, onde as ruas possuem um pequeno volume de tráfego, as vias podem operar em duplo sentido visando a facilidade no deslocamento. Nas cidades maiores é mais indicado programar sentido único nas vias com grande volume de tráfego, garantindo uma maior velocidade de fluidez do trânsito;

- O espaço viário tem o melhor aproveitamento quando adotado sentido único nas vias, pois a capacidade e a velocidade serão maiores;
- O traçado das vias principais deve ser o mais reto e regular possível, evitando afastamento do eixo;
- Devem ser evitadas situações que o motorista necessite realizar mudança brusca de direção.

### 2.1.2 CONTROLE DO TRÁFEGO EM CRUZAMENTOS

Ferraz (1998) lista os principais tipos de controle de tráfego:

1) Cruzamento sem sinalização: O CTB (Código de Trânsito Brasileiro – 2008) determina que quando veículos estão transitando por fluxos que se cruzam e este local não for sinalizado, terá preferência de passagem: a) no caso de apenas um fluxo proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela; b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela; c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor. Os cruzamentos sem sinalização são comuns em vias com pequeno volume de tráfego nas regiões periféricas;

2) Cruzamento com sinal de parada obrigatória ou dê a preferência. Os veículos da via principal passam sem parar e os veículos da via secundária devem parar (no caso do sinal de parada obrigatória – PARE), e parar ou reduzir a velocidade (no caso do sinal dê a preferência). Essa sinalização é adequada para cruzamentos com volumes médios de tráfego. O CTB (Código de Trânsito Brasileiro – 2008) determina que a sinalização horizontal indicando a via com preferência é sempre obrigatória, já a sinalização horizontal é facultativa, sendo limitada apenas em cruzamentos com baixa visibilidade e com altos índices de acidentes.

3) Cruzamentos com semáforo: Os semáforos proporcionam alternância do direito de passagem dos veículos na interseção através de indicações luminosas (verde – siga em frente; vermelho – pare e amarelo – atenção). Esse tipo de sinalização é normalmente empregado em cruzamentos com altos volumes de tráfego.

4) Rotatórias: São dispositivos viários típicos de ordenamento e canalização do tráfego em interseções, são utilizadas quando várias correntes de tráfego se cruzam

num mesmo local. Normalmente operam com preferência para veículos que estão na rótula.

5) Retornos: São dispositivos viários que permitem aos veículos que desejarem mudar em 180° o sentido do seu movimento, ou seja, inverter o sentido de percurso. Usualmente operam com parada obrigatória para veículos que estão na alça de retorno.

6) Cruzamentos em desnível: Quando os volumes de tráfego de vias que se cruzam são muito altos, a solução é construir um viaduto para que os fluxos ocorram em níveis diferentes. Embora o custo de implantação desse tipo de solução seja muito alto, muitas vezes constitui a única alternativa satisfatória em muitos cruzamentos.

#### 2.1.4 VIAS

As vias se diferenciam uma das outras por questões de segurança no trânsito, algumas vias, por exemplo, permitem maior velocidade que outras, há vias em que são utilizadas como acesso à residência e que portanto não possuem uma grande movimentação de veículos e outras que e contrapartida a movimentação é mais alta, e por isso é que se resolveu classificar cada uma destas vias para que então tivessem um maior controle, tanto os condutores como os fiscalizadores e órgãos responsáveis pelo trânsito.

No Código de Trânsito Brasileiro – CTB, a via urbana é conceituada como “ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.” E se dividiram em quatro tipos de qualificações: vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e as vias locais.

A AASHTO (2001) descreve que existem quatro tipos de sistemas viários funcionais para áreas urbanas que as diferenciam da natureza e intensidade, elas são classificadas hierarquicamente da seguinte forma: artérias principais (trânsito rápido), artéria secundário, coletoras e locais. 22 As definições de cada tipo de via urbana são caracterizadas de acordo com AASHTO (2001), CTB (2008), DNIT 2010 e Simões (2011) da seguinte forma:

- Vias de trânsito rápido: não possuem interseções e travessia de pedestres em nível, sem acessibilidade aos lotes no seu entorno, com entradas e saídas controladas, não possuem semáforos, cruzamentos ou retornos, com velocidade máxima de 80 km/h e são geralmente construídas em cidades muito grandes.
- Arterial: liga diferentes regiões da cidade (bairros) possui fácil acessibilidade aos lotes no entorno e às vias coletoras e locais, acomodam linhas de ônibus, geralmente apresentam interseções semaforizada devido ao alto fluxo veicular e velocidade limite de 60 km/h.
- Coletor: pode penetrar nos bairros e realizar a coleta e distribuição do trânsito oriundo das entradas e saídas de veículos das vias locais (áreas residenciais) ou arteriais, facilitando o fluxo dentro dos bairros residenciais, comerciais e industriais da cidade, funciona também como trecho de coleta e distribuição de passageiros das linhas de ônibus, possui um fluxo veicular geralmente médio com velocidade máxima de 40 km/h.
- Local: não apresentam semáforos, linhas de ônibus, menor nível de mobilidade, permitindo acesso local ou áreas restritas como condomínios fechados e velocidade limite de 30 km/h.

### 2.1.5 VOLUMES DE TRÁFEGO

Define-se Volume de Tráfego como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (veic/d) ou veículos/hora (veic/h).

O projeto de avenidas ou ruas deve ser baseado nos volumes de tráfego e demais características desejadas. Todas as informações devem ser consideradas em conjunto: recursos disponíveis, natureza do solo, disponibilidade de materiais, custo da faixa de domínio e outros fatores que têm importância para o projeto. Entretanto, os volumes e natureza do tráfego são os indicadores das necessidades a atender e afetam diretamente as características geométricas, como o número de faixas e suas larguras, os raios das curvas e as rampas. Dados de tráfego são obtidos com pesquisas de campo. É função dos órgãos públicos responsáveis pela infraestrutura pois é necessário levantar regularmente os volumes, tipos e cargas dos veículos da malha viária existente. Essas informações ajudarão na previsão do

tráfego a ser atendido no futuro. As seções seguintes constituem uma breve revisão dos conceitos e fatores mais importantes, relativos aos dados de tráfego, que são utilizados em projetos viários. Para maior orientação, deve-se consultar o Manual de Estudos de Tráfego – DNIT – 2006.

### 2.1.6 VOLUME MÉDIO DIÁRIO

É a quantidade média de veículos que passa numa seção da estrada, durante um dia. Muitas vezes o seu cálculo é efetuado tomando-se o Volume Anual e dividindo-o pelo número de dias do ano (365). Ele é utilizado para avaliar a distribuição do tráfego, medir a demanda atual de uma estrada, programação de melhorias, etc. É muito empregada, na linguagem corrente, a expressão equivalente Tráfego Médio Diário.

Uma prática adota com certa frequência em estudos de tráfego é a definição de uma taxa de crescimento a partir de uma série histórica de valores do VDM.

Vamos supor :

$VDM_0 = 2000$  veículos / dia com uma taxa de crescimento de  $g=2,5\%$ aa

No final do 1ºano –  $VDM_1 = 2000 \cdot (1+0,025)$

No final do 2ºano –  $VDM_2 = 2000 \cdot (1,0025^2)$

No final do 3ºano –  $VDM_3 = 2000 \cdot (1,0025^3)$

Assim o modelo matemático adequado é:

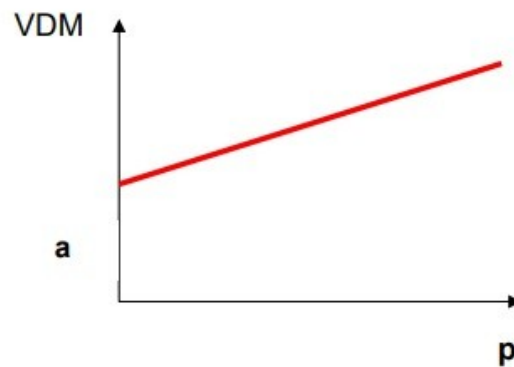
$$VDM = a \cdot b^p \quad \text{ou} \quad VDM = VDM_0 (1+g)^p \quad (1)$$

Onde:

p- número de anos (1,2,3....)

$VDM_0$  - Intercepto

g-taxa de crescimento de tráfego

**Figura 1 – Gráfico VDM (crescimento anual)**

Fonte: Própria (2019)

### 2.1.7 VELOCIDADE (V)

A velocidade pode ser definida como a medida da rapidez em que um determinado objeto movimenta-se. A sua determinação depende basicamente da razão entre uma distância percorrida e o tempo gasto. A chamada velocidade escalar média é resultado da razão entre o espaço total percorrido e o tempo total gasto no percurso. (AKISHINO, 2005).

Há sempre o interesse de se cruzar a maior distância possível no menor tempo, levando-se em conta fatores tais como conforto e segurança. A velocidade é dependente de alguns fatores: geometria da via, trânsito existente, de cada veículo e seu respectivo condutor, do clima e da sinalização.

De acordo com Silva, 1994, a velocidade é determinada pela seguinte equação (1):

$$V=Q/K \quad (2)$$

Onde:

v = velocidade média (km/hora);

$q$  = fluxo de tráfego;

$k$  = concentração ou densidade.

Segundo Goldner, 2010, o fluxo é dividido em dois tipos:

- Fluxo Ininterrupto: nesse caso, não existem elementos fixos para interromper o tráfego, podendo citar o semáforo como exemplo. E as condições de tráfego dependem diretamente das ações de cada veículo, assim como, a geografia da instalação de transporte e o meio ambiente ao seu redor.
- Fluxo Interrompido: existem elementos que causam interrupções, como por exemplo, sinalização vertical e horizontal.

### 2.1.8 CONCEITOS DE VELOCIDADE

a) Velocidade de projeto ou diretriz ( $V_p$ ): velocidade selecionada de acordo com o projeto geométrico da via. É a máxima velocidade de segurança que pode ser mantida. De uma maneira geral, quanto maior a velocidade diretriz, maiores são os custos de construção.

b) Velocidade média de projeto ( $V_{mp}$ ): média ponderada das velocidades de projeto dos diversos trechos de uma via.

c) Velocidade instantânea ou pontual ( $V_i$ ): é a velocidade desenvolvida por um veículo num dado instante, medida por velocímetros e/ou “radares”. Usada para efeito de fiscalização.

d) Velocidade de operação ( $V$ ): aqui tem especial importância a distribuição de velocidades em uma via, já que a velocidade de operação é definida como a Velocidade do 85º Percentil (velocidade abaixo da qual 85% dos veículos trafegam). Tem interferência direta da velocidade diretriz, do atrito com os demais veículos, da presença de aclives/declives e do nível de fiscalização.

e) Velocidade Comercial (ou média global): é a velocidade determinada pela extensão do trecho e o tempo de percurso, incluindo-se paradas.

A ocorrência de variações de velocidade se deve a alguns fatores:

- Volume de tráfego;

- Hora do dia (mais elevada de manhã e à tarde);

- Tipo de via e área (mais baixa em vias próximas ao centro das cidades e aumentando progressivamente à medida que se afasta das cidades)
- Tipo de veículo;
- Faixas da via (as velocidades são inferiores nas faixas externas, mais na direita que na esquerda, e aumentam nas faixas internas, da direita para a esquerda).

### 2.1.9. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO TRÁFEGO

- **Volume do Tráfego (Q):** é o número de veículos em um período de tempo T.  
Exemplo: Q = 900 veículos em 15 minutos.
- **Fluxo de Tráfego (q):** é a taxa na qual os veículos passam por um ponto da rodovia. Expressa normalmente em veic/h.  
Exemplo: 900 veículos em 15 minutos  
Fluxo(q) =  $(900/15) \times 60 = 3600 \text{ veic / h}$ .
- **Headway de tempo (ht):** é o tempo entre a passagem sucessiva de dois veículos por um ponto da rodovia. Expresso em segundos (seg).
- **Headway temporal médio ( ht ):** é a média de todos os headways temporais em uma rodovia. Normalmente expresso em segundos por veículo (seg/veic).  
$$ht = 3600 / q = 3600 / q_{(\text{veic / h})} = \text{seg / veic}$$
- **Velocidade média temporal (ht):** é a velocidade da rodovia baseada na média das velocidades individuais de todos os veículos na via. Expressa em km/h ou m/s.  
(velocidade no ponto – obtida por radar)
- **Tempo de viagem (t):** é o tempo que cada veículo leva individualmente para percorrer um comprimento de rodovia.
- **Velocidade média no espaço (us):** é a velocidade de uma rodovia baseada no tempo média de viagem para percorrer um comprimento de rodovia. Expressa em Km/h ou m/s.

$$us = \text{distância} / \text{tempo médio}$$

- **Densidade (k):** é a concentração de veículos na rodovia. É expressa em veic/Km, mas pode estar baseada em comprimentos menores de rodovia. Pode ser para toda a via ou por faixa.

Exemplo: Dado ¼ Km de via, com 3 faixas em uma direção, foram observados 20 veículos por faixa num determinado instante.

$$k \text{ faixa} = 20 \text{veic} / 1/4 \text{Km} = 80 \text{veic} / \text{faixa}$$

$$k \text{ via} = 80 \times 3 = 240 \text{veic} /$$

- **Headway médio espacial (hd):** é a média de todos os headways espaciais (hd) da via. É expresso em metros/ veículo, e pode ser obtido através da densidade.

$$hd = 1000 / k_{(\text{veic} / \text{Km})} = \text{metros}$$

- **Volume:** é o número total de veículos que passam por um cruzamento durante um determinado intervalo de tempo;
- **Taxa de fluxo:** é a taxa horária que equivale a passagem dos veículos por um cruzamento durante um determinado intervalo de tempo de menos de 1h, geralmente 15 min.

A distinção entre volume e taxa de fluxo é importante. Volume é o número de veículos observados ou previstos para passar por um ponto durante um intervalo de tempo, chamando assim de Volume Hora de Pico (VHP). A taxa de fluxo representa o número de veículos que passam por um ponto durante um intervalo de tempo inferior a 1 h, expresso no intervalo de 15 minutos, e expresso por Período de Pico (PP)

A equação utilizada é :

$$VPP = 4 * PP$$

Onde:

VPP = Volume Período de Pico (veículo/hora);

PP = Período de Pico (veículo/hora)

Este valor é uma estimativa do fluxo de veículos que passam por um cruzamento em uma hora de pico. É feita uma relação chamada Fator Hora de Pico (FHP), onde se divide o valor real coletado do volume pelo valor encontrado na estimativa, como mostra a equação. Observando sempre que a hipótese será maior do que o real.

$$FHP = \frac{VHP}{VPP}$$

Onde:

FHP = Fator Hora de Pico;

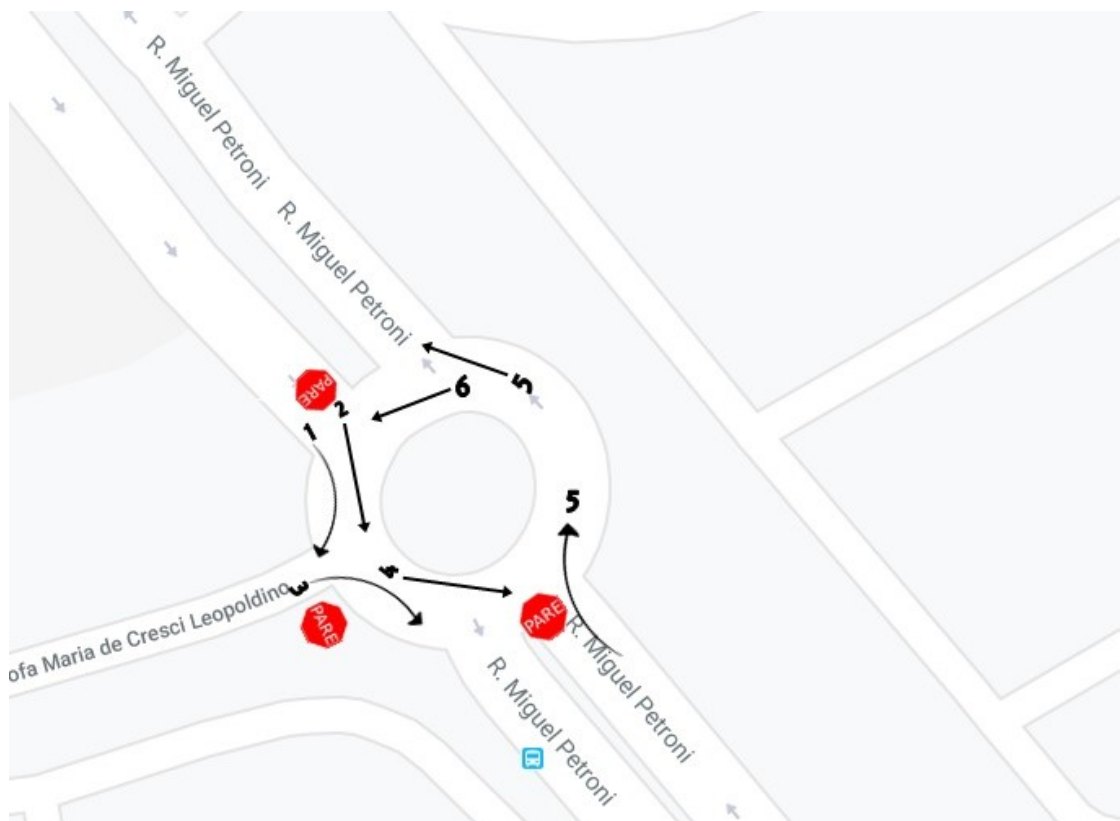
VHP = Volume Hora de Pico (veículo/hora);

VPP = Volume Período de Pico (veículo/hora)

### 2.1.10 PRIORIDADES DE FLUXOS

Alguns fluxos de tráfego têm prioridade integral, ao mesmo tempo em que outros devem dar preferência a fluxos de maior prioridade. Assim como determinado pelo Highway Capacity Manual (2000), é necessário identificar a preferência do direito de passagem de cada fluxo de tráfego.

Figura 01 - Interseção



Fonte: Google Maps, 2019.

### **3 MATERIAIS E MÉTODO**

O primeiro passo do trabalho foi definido como um estudo bibliográfico dos assuntos referentes ao planejamento do sistema viário urbano. Em seguida foi realizado através de uma avaliação indutiva, isto é, a partir de observações in loco foi possível identificar quais os principais problemas de circulação na Avenida Miguel Petroni e nas interseções críticas; verificar quais os principais obstáculos e desafios enfrentados pelos pedestres na via e nas interseções; verificar a situação das sinalizações verticais e horizontais da via, analisando se essas estão adequadas e em boas condições de acordo com o CTB (Código Brasileiro de Trânsito – 2008).

Posteriormente será realizado estudos in loco procurando anotar em modelos de fichas apropriados o resultado das contagens volumétricas de veículos da via. Durante a pesquisa, foram utilizados programas como, Microsoft Excell e Google Earth, os quais ajudaram a organizar os dados e propostas que o estudo ira concluiu.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

São Carlos como já descrito no trabalho é uma cidade com crescimento acelerado tanto populacional como da frota de veículos, e a problemática da mobilidade urbana. Ainda mais especificamente a Avenida Miguel Petroni, objeto de estudo deste trabalho, devido a ser rota acessível aos bairros Jardim Embaré, alguns condomínios em seu entorno, escolas em sua proximidade, via direta a rodovia Washington Luis e alguns empreendimentos que estão surgindo.

São alguns desses fatores citados acima que nos horários de pico tem um fluxo de tráfego intenso.

Localizado no bairro Parque Arnold Schmidt , a Avenida Miguel Petroni, e a principal avenida deste bairro, (Figura 2). Percebendo-se o porquê do grande Fluxo de Tráfego.

**Figura 2 – Parque Arnold Schmidt**



Fonte: Google Maps, 2019.

Em um ponto de vista analítico e pelo estudo de caso feito no local a intervenção semaforizada é considerada a mais viável para reduzir situações de risco e melhorar o funcionamento da via.

#### 4.1.2 CRUZAMENTO DE ESTUDO

Utilizei nesse trabalho conceitos do Highway Capacity Manual (HCM 2000), onde o seu início se dá pelo levantamento da contagem volumétrica de tráfego – carro, caminhão e ônibus – presente no cruzamento da Avenida Miguel Petroni com a Av Profa Maria de Cresci Leopoldino (Figura 2). A via era predominantemente residencial, entretanto, atualmente se caracteriza como uma via de acesso a cidade, tendo sofrido mudanças ao longo do tempo devido ao alto fluxo de veículos que a utilizam como rota para o centro da cidade, esta via é considerada uma via de trânsito rápido.

**Figura 2 –Cruzamento entre a Avenida Miguel Petroni e Profa Maria de Cresci Leopoldino**



Fonte: Google Maps, 2019

#### 4. 1.3 ANÁLISE DO TRÁFEGO

Com foco nos horários de pico nos dias úteis de uma semana, a contagem foi feita com auxílio do quadro 1 abaixo e teve seu início na segunda-feira, dia 12 de agosto de 2019, e fim, na quinta-feira, dia 15 de agosto de 2019, em dois períodos diferentes do dia, sendo eles:






- Matutino: 07:00 às 08:00;
- Noturno: 17:00 às 19:00.

**Quadro 1 - Quadro de contagem volumétrica de tráfego**

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA -

DATA    HORA INÍCIO  HORA TÉRMINO  SENTIDO  BAIRRO - CENTRO  
 CENTRO - BAIRRO

CÓDIGO DO PONTO  ENDEREÇO

TIPO	PERÍODO (em minutos)						TOTAL
	15'	15'	15'	15'	15'	15'	
Automóvel 							
Bicicleta 							
Moto 							
Ônibus 							
Caminhão 							
Sub-total							

Fonte: Própria, 2019

Posteriormente, os dados coletados foram organizados em tabelas com objetivo de identificar, dentre todos os dias e horários analisados, a pior hora. Tendo ocorrido no dia 13 de agosto das 18:00hs às 19:00hs, com um número total de 1198 veículos, a pior hora registrada. E como exposto, de acordo com o HCM 2000, é necessário os valores de contagem para um período de 15 minutos específico, sendo usado neste trabalho os valores do intervalo das 18:45hs às 19:00hs, com um total de 544. Os quais foram aplicados em planilha no Excel®, onde foi possível

verificar os níveis de serviço do cruzamento. Abaixo, são mostrados, através das tabelas, os valores calculados na planilha.

**Tabela 1 - Contagem volumétrica do tráfego**

MOVIMENTOS	1	2	3	4	5	6
VPP 18:45 às 19:00	130	115	23	45	37	177
VP	1	3	0	1	4	8

Fonte: Própria, 2019

A Tabela 1 mostra os valores referentes ao pior quinze minutos (maior contagem volumétrica), dentre toda a contagem feita no estudo de caso

**Tabela 2 - Volumes e ajustes**

VOLUMES E AJUSTES						
MOVIMENTOS	1	2	3	4	5	6
VOLUME NA HORA DO PICO (18:00 ÀS 19:00)	165	450	56	78	44	387
FATOR HORA PICO (FHP)	0,31	0,97	0,6	0,43	0,29	0,54
VOLUME DO PERÍODO DE PICO (VPP)	3	5	0	5	1	4
PROPORÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS	0,33	0,6	0	0,2	1	2

Fonte: Própria, 2019

Na Tabela 2 são levados em consideração os valores totais do intervalo da hora onde se encontra os valores dos piores quinze minutos, que posteriormente foram calculados através das formulações expostas anteriormente para VPP, PVP, VHP, para cada movimento específico.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Chegando ao final da análise da interseção formada pela Avenida Miguel Petroni, constata-se que existe a necessidade de mudança da atual configuração, visando principalmente melhorar a segurança e a fluidez para os usuários.

Notou-se, através de materiais consultados e pelo acompanhamento de trabalhos realizados, que profissionais capacitados atuando nas áreas de planejamento urbano são de suma importância para a sociedade, pois resultam em ganhos de qualidade na vida das pessoas.

O trabalho evidenciou que o trânsito de automóveis é elevado nos horários de pico e um polo gerador de longas filas, causados basicamente por movimentos divergentes, configuração semafórica ineficiente e conversões exclusivas com pouca relevância.

O estudo também constatou que as condições de segurança do cruzamento aos pedestres e de acessibilidade aos deficientes são precários e inseguros, pois não apresentam semáforos específicos e tempo hábil para se realizar a travessia com cautela e segurança.

Durante os estudos realizados chegou-se ao entendimento que realizar simples adequações de baixo custo e de fácil execução como a implantação de semáforos para pedestres, readequação das rampas de acessibilidade, reconfiguração dos tempos semafóricos, remoção de conversões exclusivas, alteração da sinalização horizontal e vertical e outros ajustes previstos pelo CTB, irão proporcionar um aumento significativo da segurança viária, bem como aprimorar a fluidez do trânsito. É necessário salientar que os estudos realizados consideram a volumetria atual, sem a realização de projeções de crescimento da frota. Desta forma, as alternativas propostas neste trabalho, o município deverá adotar alternativas de controle de tráfego nas vias e interseções adjacentes para não sobrecarregar ou mesmo ocorrer à alternância de local.

### Recomendações para trabalhos futuros

Sabe-se que a frota de veículos tende a continuar aumentando. Partindo-se dessa premissa, outros estudos e soluções poderiam ser abordados, a fim de aliviar o

trânsito na região de estudo. Assim, recomenda-se a realização de estudos sobre a teoria das filas, programação semafórica, influência dos fatores psicológicos sobre os motoristas e pedestres, bem como a viabilidade de implementação de uma rotatória ou elevada. Recomenda-se, ainda, expandir o estudo para demais cruzamentos da cidade, proporcionando uma melhoria do tráfego através de readequações da sinalização, o que contribuiria para um aperfeiçoamento da mobilidade urbana na cidade de São Carlos.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, Nazareno S; BRITO, Juliana M; CLÓVIS, Granado. **Mobilidade Urbana e Inclusão Social. Brasília, 2009.**

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C.: [s.n.], 2001.**

DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego**, 2006.

DNIT. **Manual de Projeto de Intersecções**, 2005.

FERRAZ, A.C.P. **Escritos sobre Transporte, Trânsito e Urbanismo. 1ª ed. Ribeirão Preto, São Francisco, 1998.**

FERRAZ, Antônio C.P; FORTES, F.Q; SIMÕES, Fernanda A. **Engenharia de Tráfego Urbano – fundamentos práticos. EESC – USP, São Carlos, 1999.**

GOLDNER, L. G. **Análise de Capacidade de Vias com base no HCM 2010.** Florianópolis, SC, 2015. Universidade de Santa Catarina, Departamento de Engenharia.

HCM 2000. Highway Capacity Manual. **Transportation Research Board.** National Research Council, Washington, D.C., 2000.

PORTUGAL, L.S. & GOLDNER, L.G., **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes**, Editora Edgard Blücher. 2003.

SOARES, L.R. **Engenharia de Tráfego.** Almeida Neves Editores LTDA, Rio de Janeiro, 1975.

VASCONCELLOS, E.A. (1996) – **Transporte urbano, espaço e equidade. Análise das políticas públicas.** 2ª Ed. NetPress. São Paulo – SP