

ESTUDO DE CASO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRA/ES

Rackelly Borges Pereira¹
Thiago Calmon Castiglioni Pereira²
Daniel Rizzo Vivas³

RESUMO

A mobilidade urbana é um grande desafio para as cidades. A falta de planejamento viário e urbano aliado ao aumento na frota de veículos individuais traz consequências graves como, congestionamentos, falta de fluidez, que reflete na queda da qualidade de vida de motoristas e no aumento dos casos de acidentes no trânsito, sobretudo as colisões e atropelamentos em interseções. Nesse contexto, o aprofundamento nos estudos de Engenharia de Tráfego se torna cada vez mais necessário e importante. Este artigo foca nos estudos do volume e comportamento dos veículos que trafegam no cruzamento da Avenida Dona Tereza Cristina e Rua João Evangelista de Souza, em Colina de Laranjeiras, Serra/ES, com o objetivo de propor soluções para a melhoria do fluxo e segurança do local através de um estudo de caso. Utilizou-se como metodologia a contagem volumétrica manual de veículos e pedestres, e a contagem do tempo de espera de veículos na via secundária. A partir dos dados coletados, este artigo analisa critérios para implantação de sinalização semafórica e propõe soluções de engenharia de tráfego para o cruzamento. O resultado da análise indica a necessidade de implantação semafórica, adequação na geometria e diversas melhorias na sinalização vertical e horizontal das vias.

Palavras-chave: Engenharia de Tráfego. Contagem Volumétrica. Sinalização Semafórica.

¹ Graduanda do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra – Multivix-Serra

² Graduando do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra – Multivix-Serra

³ Engenheiro Civil – Faculdade Capixaba da Serra – Multivix-Serra

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país em desenvolvimento e possui deficiências em diversas áreas, no qual podemos destacar o trânsito, associado à mobilidade urbana, como um dos grandes desafios das cidades, visto que causa impactos diretamente no cotidiano da população. A partir do momento em que a população urbana excedeu a rural, a preocupação com a mobilidade urbana se acentuou devido ao aumento da frota de veículos, ao baixo investimento em transporte público e falhas no planejamento urbano e viário das cidades.

O crescimento desordenado e sem planejamento das cidades, aliado à organização dos centros urbanos que priorizam os automóveis em detrimento do transporte público, torna, a cada ano, mais caótica e complicada a locomoção, tornando mais necessário e importante o aprofundamento nos estudos de Engenharia de Tráfego.

Pesquisas destacam que as grandes cidades no Brasil priorizam e estão organizadas em torno do transporte individual por carros. Tanto que a frota de veículos individuais no Brasil aumentou aproximadamente 60% entre 2001 e 2014. Paralelamente a esse aumento da frota de veículos, houve aumento no tempo médio de deslocamento nas regiões metropolitanas do Brasil, que subiu de 38,1 para 43,3 minutos nos últimos 10 anos (PAULA E BARTELT, 2016, p.14).

De acordo com Mello Jorge e Koizumi (2008), houve um aumento de 46,1% dos acidentes absolutos no Brasil entre 1998 e 2005, equivalente a uma taxa de acidentes de 208 para cada 100.000 habitantes, e uma taxa de acidentes em relação à frota de 9,1 para cada 1000 veículos⁴.

Diante desses dados, é notório que o problema da mobilidade urbana no Brasil é grave, e por ser uma questão multidisciplinar, a solução passa por várias esferas da sociedade. Este trabalho pretende aprofundar os estudos de Engenharia de Tráfego no cruzamento objeto desta pesquisa, para propor melhorias que visam aumentar a segurança, fluidez e qualidade de vida dos que trafegam pelo local, que são premissas básicas da Engenharia de Tráfego.

Este estudo tem como foco a contagem volumétrica de veículos que trafegam no cruzamento da Avenida Dona Tereza Cristina e Rua João Evangelista de Souza,

⁴ MELLO JORGE, M.H.P.; KOIZUMI, M.S. **Acidentes de trânsito no Brasil: um atlas de sua distribuição**. ABRAMET, São Paulo, 2008, p.54.

em Colina de Laranjeiras, Serra/ES, durante o horário de pico, utilizando o método de contagem volumétrica para o registro dos volumes de tráfego e do tempo de espera na via secundária, para verificar a necessidade de implantação de sinalização semafórica, entre outras soluções de Engenharia de Tráfego através de um estudo de caso. O cruzamento foi escolhido por estar inserido em uma região considerada um polo gerador de tráfego intenso e por estar em expansão residencial e comercial.

A hipótese deste é que, com a implantação de sinalização semafórica e melhorias na sinalização e geometria das vias, a fluidez do tráfego seja mais ordenada, os motoristas terão mais segurança em fazer as conversões no cruzamento e os pedestres poderão realizar a travessia com mais conforto e segurança.

Os dados volumétricos coletados em campo serão utilizados para elaboração de estudo de caso que contemplará além de soluções de engenharia de tráfego e melhorias para o local, a verificação da necessidade de implantação de semáforo no cruzamento.

2. ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Para atingir os objetivos desta pesquisa, é necessário aprofundar os estudos em Engenharia de Tráfego, examinar seu campo de atuação bem como seus principais conceitos e aspectos.

Segundo a literatura, a Engenharia do Tráfego, se relaciona com o projeto geométrico, o planejamento, o levantamento de dados, a operação nas vias públicas e as características do tráfego de estradas e vias urbanas, cuja finalidade é proporcionar a movimentação segura, eficiente e conveniente da população e mercadorias. (LEITE, 1980; GOLDNER; 2005; DNIT; 2006; ABNT, 1983).

Uma das necessidades básicas da engenharia de tráfego é o conhecimento do volume e comportamento dos veículos nas vias e, para tanto, deve-se aprofundar os estudos de tráfego do local objeto de estudo, com o objetivo de obter através de pesquisas de campo, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego, que são o motorista, o pedestre, o veículo, a via e o meio ambiente, a inter-relação entre eles.

Através dos estudos de tráfego é possível conhecer todas as variáveis que envolvem a mobilidade no local como, por exemplo, o número de veículos que circulam por uma via em um determinado período de tempo, as velocidades

praticadas, os locais de preferência de estacionamento, locais onde pedestres fazem travessia, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito etc.

Segundo Vasconcelos (1982), para estudo de tráfego, primeiramente deverá ser detectado um problema no trânsito do local definido, do qual serão feitos pré-julgamentos tendo como base as seguintes premissas: segurança, fluidez e qualidade de vida para, então, partir para a etapa de levantamento de dados e pesquisas do fluxo de tráfego. Serão utilizados como diretrizes o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT e o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V do CONTRAN.

Vasconcelos (1982) afirma que a pesquisa de fluxo de tráfego tem como objetivo “determinar a quantidade, direção e a composição do fluxo de veículos ou pedestres que utilizam uma seção ou interseção do sistema viário, numa unidade de tempo.” (VASCONCELOS, 1982, p. 31). O período básico de referência é de uma hora, onde o fluxo é chamado de volume horário, que constitui numa referência para a via local.

Define-se Volume de Tráfego – ou Fluxo 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 (vpd) ou veículos/hora (vph).

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), o volume de tráfego apresenta variações quanto ao tempo, dentre as quais se destaca para esta pesquisa a Variação ao Longo do Dia com as Horas de Pico, que contém os maiores volumes de veículo em um determinado dia. Esses volumes de horário de pico variam de local para local, mas se mantêm estáveis em um mesmo local nos mesmos dias da semana, e podem variar também de acordo com o dia da semana.

Uma variável do volume que será escopo deste estudo é o Volume x Segundo Por Hora (vps/h), que de acordo com o Manual do CONTRAN (2014), determina o tempo em segundos que os veículos da via secundária esperam para realizarem a conversão na via principal. Esta variável é utilizada como critério para implantação de sinalização semafórica em interseções.

3. CONTAGEM VOLUMÉTRICA

As contagens volumétricas são utilizadas para verificação da demanda que uma interseção solicita. Os dados de fluxo permitem saber quantos veículos passam, o movimento que fazem e a composição do fluxo. As pesquisas de fluxo também são utilizadas como comparação da demanda encontrada com a capacidade que a via oferece e aferir o grau de solicitação presente. Os dados a respeito do fluxo de tráfego são os de maior utilidade para os engenheiros e técnicos de tráfego, sendo que as contagens volumétricas são as mais utilizadas⁵.

O Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) destaca que as contagens em interseções tem como objetivos principais a obtenção de dados necessários para a elaboração de fluxogramas, que servirão de base para estudos para a Operação do Tráfego, seja através de sinalização vertical, horizontal, semaforica, ou outro instrumento. A forma mais simples e usual de apresentar os fluxos de veículos de uma interseção é montar um fluxograma, no qual constem os volumes de cada movimento.

Segundo consta no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), as contagens volumétricas podem ser classificadas quanto ao critério de contagem, como contagens Normais, Direcionais, Contagem de Movimento de Virada, Contagem de Classificação, Contagem de Espera/Atraso, contagem de Pedestres, entre outras.

Quanto à metodologia, as contagens são classificadas como Contagem Manual, Contagem Mecânica e Contagem Automática. E com relação ao período característico de contagem, podem ser Contagem de 24, 16 ou 12 horas, Contagem da Hora de Pico, Contagem de Fim de Semana, entre outras.

Para fins de realização desta pesquisa, serão realizadas contagens manuais do tipo direcional, classificatória, contagem de movimento de virada, contagem de espera de veículos na via secundária e contagem de pedestres. A vantagem do método manual é a fácil operação, o baixo custo, flexibilização dos postos de contagem e a possibilidade de contagem por tipo de veículo. A desvantagem está no fato das contagens manuais não permitirem contagens muito prolongadas.

As contagens direcionais e de movimento de virada são as que registram o número de veículos por sentido do fluxo e as conversões na interseção. Este tipo de pesquisa é utilizado para análise de capacidade da via, como justificativa para

⁵ VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. **Pesquisas e levantamentos de tráfego**. São Paulo, Companhia de Engenharia de Tráfego, 1982, p. 31.

implantação semafórica, como estabelecimento de movimentos proibidos, avaliação do número de acidentes e congestionamento.

A contagem classificatória é a que registra o tipo de veículo que trafega no local, de acordo com a sua categoria, que podem ser veículos de passeio, motocicletas, caminhões, ônibus, bicicletas, entre outros. Após a contagem é realizada equivalência das diversas categorias em Unidade de Carro de Passeio (UCP), conforme índices apresentados no Quadro 1 abaixo.

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1,00
Motocicleta	0,33
Ônibus	2,00
Caminhões (2 eixos)	2,00

Quadro 1 – Equivalência em Unidades de Carro de Passeio
Fonte: CONTRAN, 2014.

A contagem de espera na via secundária é a que registra o tempo, em segundos, que um determinado número de veículos fica parado na via secundária à espera para atravessar o cruzamento ou fazer as conversões possíveis. Esta contagem é utilizada como critério para implantação semafórica.

A contagem de pedestres registra os pedestres que realizam travessias no local. São definidas anteriormente as travessias críticas do cruzamento para então realizar a coleta de dados. Esta contagem também é utilizada como critério para implantação semafórica, implantação de faixas de pedestres ou construção de passarelas.

3.1. METODOLOGIA DE CONTAGEM

As contagens manuais, segundo Vasconcelos (1982), são realizadas por pesquisadores posicionados ao lado das vias, que utilizam contadores manuais e Folha de Campo e registram de cada movimento dos veículos em intervalos de 15 minutos.

Para Akishino (2011), para outras finalidades que não seja dimensionamento de pavimentos, as pesquisas podem ser realizadas no horário de pico, desde que se

conheça o horário de pico das diversas regiões do perímetro urbano em análise. Caso o horário de pico não seja conhecido, deverá ser realizada contagem volumétrica de 12, 16 ou 24 horas, a ser definida de acordo com as características de tráfego do local, para verificar o período crítico na faixa de 2 a 4 horas de maior volume dia para, enfim, realizar contagem volumétrica no período crítico e determinar com precisão a hora de maior volume.

Segundo Akishino (2011), os volumes de tráfego às terças, quartas e quintas-feiras são próximos, sendo o de segunda-feira um pouco abaixo da média e o de sexta-feira um pouco superior, isto é, na média geral dos dias úteis, a segunda-feira compensa a sexta-feira. Devido a isso, após a determinação do período crítico do dia, recomenda uma metodologia de pesquisa com período de 3 dias consecutivos nesse horário.

Para finalidade de verificação de implantação de semáforo, de acordo com o Manual do CONTRAN (2014), deverão ser feitas contagens de espera na via secundária durante o horário de pico. Inicialmente, deve-se estabelecer qual será a aproximação da via secundária a ser pesquisada para o caso da via ser de mão dupla, e escolher a que apresentar maior fila. Em seguida, deve-se escolher o horário de maior fluxo de veículos e um dia típico para realizar a pesquisa.

3.2. OPERAÇÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO

Dentre os instrumentos de controle do tráfego, os semáforos tem papel fundamental, visto que definem e informam as prioridades para passagem de motoristas ou pedestres. Entende-se como semáforo não apenas o de controle de interseções, mas também os sinais de controle de velocidade, sinais para pedestres, cruzamentos ferroviários etc. Dentre os conceitos, o que se destaca neste trabalho é o semáforo propriamente dito, que indica os sinais luminosos aos observadores nas interseções.

Segundo Leite (1980), as pessoas tem uma impressão errônea a respeito da implantação de semáforos em interseções, pois julgam que será a solução para todos os problemas nas interseções. No entanto, a instalação de semáforos traz tanto vantagens como desvantagens, que podem levar ou não à aplicação em determinada localidade.

Dentre as vantagens na implantação de semáforos está que, com este tipo de controle possibilita um movimento ordenado do tráfego, reduzem a probabilidade de determinados tipos de acidentes, providenciam interrupção no tráfego intenso, possibilitando a passagem de outros veículos a travessia de pedestres com máxima segurança e asseguram um fluxo contínuo ou quase contínuo na via, quando instalados de maneira correta⁶.

3.2.1. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

Segundo o CONTRAN (2014) – Volume V, a sinalização semafórica constitui um sistema elétrico/eletrônico com dispositivos luminosos, que são acionados alternativamente ou intermitentemente, responsáveis por controlar o tráfego e deslocamento, no qual alerta sobre o direito de passagem em vias com dois ou mais movimentos conflitantes ou informa sobre obstáculos/casos especiais na via, sendo classificada, respectivamente, como, sinalização semafórica de regulamente e sinalização semafórica de advertência.

Segundo o Manual do CONTRAN (2014), as vias que se interceptam em um cruzamento são classificadas em principais e secundárias, onde a via principal é aquela que tem maior volume de tráfego em relação àquelas que a interceptam, enquanto as demais vias são denominadas secundárias.

O referido manual de trânsito sugere que deve haver um gerenciamento de conflitos em interseções, baseado em uma rotina de análise pré-estabelecida, que engloba a identificação do problema, a determinação das causas prováveis e proposta de soluções. A tabela para gerenciamento de conflitos está disponível para consulta no Anexo A.

Dentre as alternativas para o gerenciamento de conflitos, a implantação de semáforos deve ser analisada com critérios e estudos para avaliar sua efetiva necessidade. Antes de optar pela implantação semafórica, a adoção de outras alternativas de sinalização devem ser avaliadas como por exemplo, a implantação de placas indicativas com definição da preferência de passagem, ou ainda a remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade, melhoria na iluminação, adequação das sinalizações horizontal e vertical, redução das velocidades nas aproximações,

⁶ LEITE, J. G. M. **Engenharia de Tráfego: métodos de pesquisa, características de tráfego, interseções e sinais luminosos**. CET. São Paulo, 1980, p. 139.

adequação na geometria, proibição de estacionamento, implantação de refúgios para pedestres, alteração de circulação, inversão da preferência de passagem, implantação de minirrotatórias, direcionamento dos pedestres para locais de travessia seguros e ainda reforço da sinalização de advertência.

3.2.2. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA

Após verificadas propostas alternativas de sinalização através do gerenciamento de conflitos, caso o resultado da avaliação aponte para a implantação de semáforo, existem alguns critérios a serem adotados para endossar a implantação deste tipo de sinalização. Dentre os critérios para verificar a necessidade de implantação de semáforo se destacam a abordagem sob o ponto de vista dos pedestres e dos veículos. O critério mais relevante para esta pesquisa é o da abordagem dos veículos, visto que além de verificar a necessidade de semáforo em função da espera dos veículos na via secundária, esta abordagem também considera a segurança dos pedestres na travessia da via. O fluxograma que descreve os critérios para implantação semafórica está disponível para consulta no Anexo B.

Abordagem do Veículo

A seguir apresenta-se os critérios a serem considerados para verificação da necessidade da implantação de sinalização semafórica sob o ponto de vista dos veículos em vias existentes, retirado do Manual de Sinalização Semafórica – Volume V (CONTRAN, 2014, p. 55-59).

- 1) Número de colisões com vítima, evitáveis por sinalização semafórica, é maior do que NL AV?

O número mínimo limite de colisões com vítimas, evitáveis por sinalização semafórica, (NL AV), que justifica a implantação de sinalização semafórica é igual a 7, observado nos últimos 3 anos ou 3 nos últimos 12 meses.

- 2) Efetuar pesquisas iniciais

Nesta etapa deve ser realizada contagem classificada de veículos, por tipo e quantidade, em todas as aproximações da interseção durante o horário de pico e fazer

levantamento de dados através de observação em campo, como por exemplo o número de faixas de rolamento em cada aproximação, o tempo de ciclo da rede, se a interseção estiver inserida em uma via com sinalizações semaforicas operando de forma coordenada, e distância da interseção estudada às interseções controladas por sinalização semaforica a montante e a jusante.

Após obter os dados, determinar o número de veículos equivalentes, a partir da conversão de todos os tipos de veículos observados em unidades de carros de passeio UCP.

3) Condição do local é segura?

Deverão ser verificados no local características que dificultam a visibilidade do motorista ou que comprometam a segurança na interseção. Essas características podem ser desde a geometria das vias, ou edificações que atrapalhem a visão ou a configuração da própria interseção que dificulta a identificação de qual é a via principal.

No caso de dificuldade na percepção de quem é a preferência na interseção, a sinalização semaforica irá se justificar após terem sido testadas diferentes alternativas para a solução do problema por meio da sinalização horizontal e vertical.

4) Número de ciclos vazios é maior ou igual a NL CV?

A implantação da sinalização semaforica na abordagem veicular visa, principalmente, propiciar segurança e fluidez ao fluxo da via secundária. Assim, para o caso da utilização de sinalização semaforica de tempo fixo, é preciso verificar se, para o tempo de ciclo que a sinalização semaforica teria caso fosse instalada, existiriam ciclos sem nenhuma demanda na via secundária, isto é, ciclos vazios. Para que a sinalização semaforica seja instalada segundo este critério, o número de ciclos vazios por hora, na hora-pico, deve ser inferior a um limite estabelecido pelo projetista (NLCV) em função das características gerais de cada cidade. No entanto, em todas as situações, NLCV deve ser menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora (NC).

A estimativa do número de ciclos vazios na hora-pico (sem demanda na via secundária) é feita de acordo com os passos a seguir:

- Passo 1: determinação do tempo de ciclo (C) em segundos, que a sinalização semafórica teria, se instalado, ou, no caso de interseção inserida em via com sinalização semafórica operando de modo coordenado, adoção do tempo de ciclo da rede. O tempo de ciclo da rede somente deve ser considerado se pelo menos uma das interseções adjacentes estiver a menos de 500m da interseção estudada.

- Passo 2: determinação do número de ciclos por hora (NC)

$$NC = \frac{3600}{C}$$

- Passo 3: determinação do fluxo total das aproximações da via secundária (FTS), expresso em termos de unidade de carros de passeio (ucp) por hora.

$$m = \frac{FTS}{NC}$$

- Passo 4: determinação do número médio de veículos por ciclo, em termos de ucp, nas aproximações da via secundária (m).
- Passo 5: determinação do número esperado de ciclos vazios nas aproximações da via secundária, ou seja, do número de ciclos em que não existem veículos na via secundária chegando à interseção (NCV).

$$NCV = e^{-m} \times NC$$

onde:

e = base dos logaritmos neperianos (igual a 2,72)

A determinação do NCV pressupõe que as chegadas às aproximações da via secundária são aleatórias, seguindo uma distribuição de Poisson.

Quando o fluxo que chega ao menos a uma das aproximações da via secundária for proveniente de uma sinalização semafórica a montante, o pressuposto de chegadas aleatórias não mais se verifica. Assim, o valor do NCV estimado pelo procedimento anteriormente descrito deve ser utilizado com reservas. O ideal, nesses casos, é estimar NCV por meio de recursos mais elaborados, como técnicas de simulação da operação do tráfego em rede.

5) Efetuar pesquisas de espera

Determinar o tempo total de espera dos veículos da via secundária

6) Na transversal, tempo total de espera indica sinalização semafórica?

Se o tempo total de espera for inferior a 6.000 ucp x segundo, por hora, que corresponde a um atraso médio de 15 segundos sofrido por um fluxo de 400 ucp/hora na via secundária (sem considerar as motos), a sinalização semafórica não deve ser implantada.

No caso do tempo total de espera ser superior a 14.000 ucp x segundo, por hora, que corresponde a um atraso médio de 35 segundos sofridos por um fluxo de 400 ucp/hora na via secundária (sem considerar as motos), a sinalização semafórica deve ser implantada.

Para tempo total de espera entre 6.000 e 14.000 ucp x segundo, por hora, a decisão para implantação da sinalização semafórica fica condicionada a análises complementares por parte do técnico encarregado do estudo.

7) Solução não semafórica

Adotar solução que promova a segurança do tráfego na interseção sem comprometer desnecessariamente a fluidez da via principal. Dentre as soluções possíveis destaca-se a redução das velocidades nas aproximações, adequação da geometria, implantação de minirrotatórias e mudança no sentido de circulação com eliminação do conflito.

8) Sinalização semafórica

Definir a estratégia e o tipo de controle a ser propiciado pela sinalização semafórica. O dimensionamento do plano semafórico para a situação definida não é escopo deste trabalho.

4. ESTUDO DE CASO

O bairro Colina de Laranjeiras, onde está localizado o cruzamento estudado, encontra-se na Região de Laranjeiras, no qual apresenta formação e expansão recente, o que vem a favorecer o crescimento imobiliário do município (PMS, 2017). O cruzamento está inserido em uma região que apresenta uma grande variedade comercial em sua proximidade, com presença de supermercados, shopping, faculdade e diversos conjuntos de condomínios residenciais, como mostra a Figura 1 abaixo.



Figura 1 – Vista aérea do entorno do cruzamento em estudo
Fonte: Google Maps, 2017.

A Rua João Evangelista de Souza é a via principal do cruzamento, possui duas pistas de rolamento em mão única por toda extensão e áreas destinadas à estacionamento nos dois lados da via. É uma das principais saídas no sentido Norte da Rodovia BR-101 para acesso ao bairro Colina de Laranjeiras, shopping MontSerrat, Supermercado Carone Mall, Faculdade Multivix, condomínios residenciais, entre outros.

A Avenida Dona Tereza Cristina, via secundária do cruzamento, é uma via de mão dupla com uma faixa de rolamento em cada sentido até o cruzamento com a via principal, quando a partir da interseção passa a ter três pistas de rolamento em mão única, com faixa de estacionamento apenas ao lado direito da via. É a principal saída

do bairro Colina de Laranjeiras para acesso à Rodovia BR-101 Sul e acesso ao polo comercial das proximidades, rota alternativa para acesso à Avenida Norte-Sul, além de ser via de acesso à alguns condomínios do bairro.

4.1 PESQUISAS E LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO

A contagem volumétrica dos veículos e pedestres foi realizada de forma manual, seguindo orientações de Vasconcelos (1982), no qual os pesquisadores se posicionaram ao lado das vias do cruzamento, munidos de contadores manuais e Folhas de Campo para preenchimento dos dados. Foram definidos dois postos de contagem chamamos de Posto de Contagem 1 (P1) para coleta do volume na via principal e Posto de Contagem 2 (P2) para coleta de dados da via secundária, conforme pode ser observado na Figura 2 abaixo. As Fichas de Contagem com o resultado do volume de veículos contabilizados estão disponíveis no Apêndice B – Contagem de Hora de Pico.

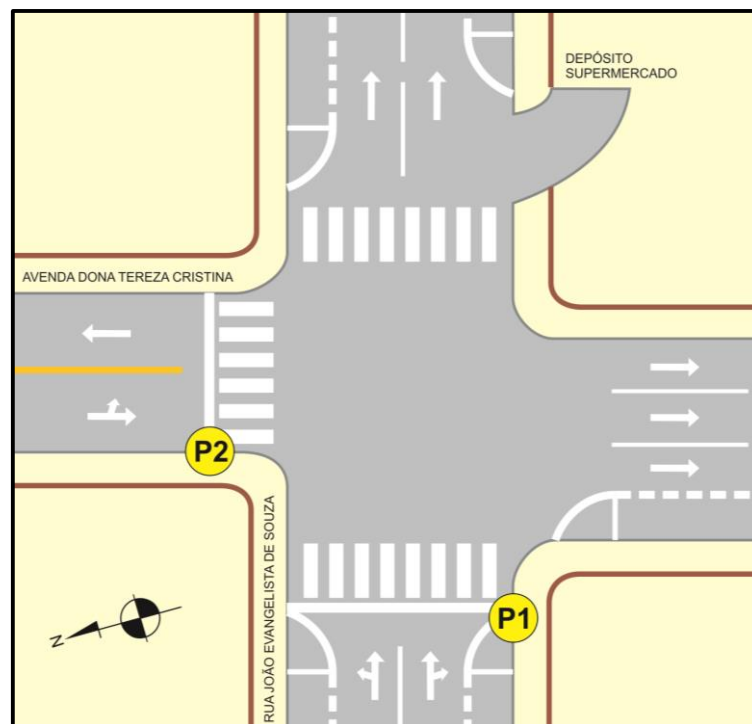


Figura 2 – Postos de Contagem e movimentos permitidos
Fonte: Autorial própria, 2017.

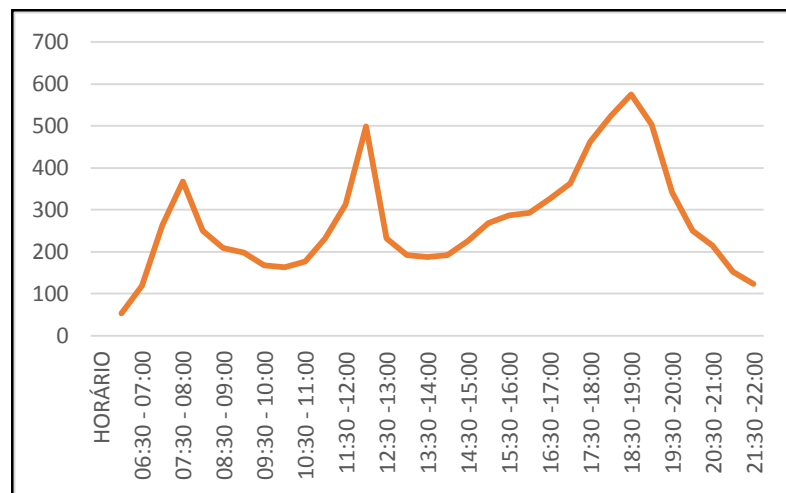
Foram objeto de contagem volumétrica os veículos, motocicletas e pedestres, os quais serão contabilizados individualmente. A contagem de veículos é do tipo contagem de classificação, onde se obtém o volume de cada classe de veículos do

tráfego, sendo elas 1) Carros de passeio; 2) Motocicletas; 3) Ônibus e Caminhões e 4) Pedestres. Não houve separação entre ônibus e caminhões, pois neste cruzamento não existe linha de transporte coletivo e o fluxo desses veículos é bem reduzido. Para as categorias de Carros de Passeio e Motocicletas foram definidos 3 conversões possíveis no cruzamento – Esquerda (E), Reto (R) e Direita (D), sendo esta última uma conversão possível apenas para quem segue pela via principal e acessa a via secundária.

O levantamento aconteceu em períodos de 15 em 15 minutos, para que fosse possível acompanhar a evolução do tráfego, seguindo orientação do Manual de Sinalização Semafórica do CONTRAN (2014). A cada passagem de veículos e pedestres anotou-se o quantitativo no campo referente à categoria, ao horário e ao tipo de conversão realizada – esquerda, reto ou direita.

De acordo com Akishino (2011), para implantação de sinalização semafórica é preciso acompanhar o volume global de veículos no cruzamento durante todo o dia, para que seja detectado o período mais crítico. Decidiu-se realizar a contagem volumétrica de 16 horas, de 6h00 às 22h00, no dia 18 de outubro de 2017, suficiente para determinar o período de maior volume devido às características de tráfego da região. A planilha de contagem volumétrica de 16 horas encontra-se disponível no Apêndice A. A contagem volumétrica aconteceu em períodos de 30 minutos, onde pode determinar que das 17h30 às 19h30 o volume de tráfego foi mais intenso, conforme mostra o Gráfico 1 abaixo.

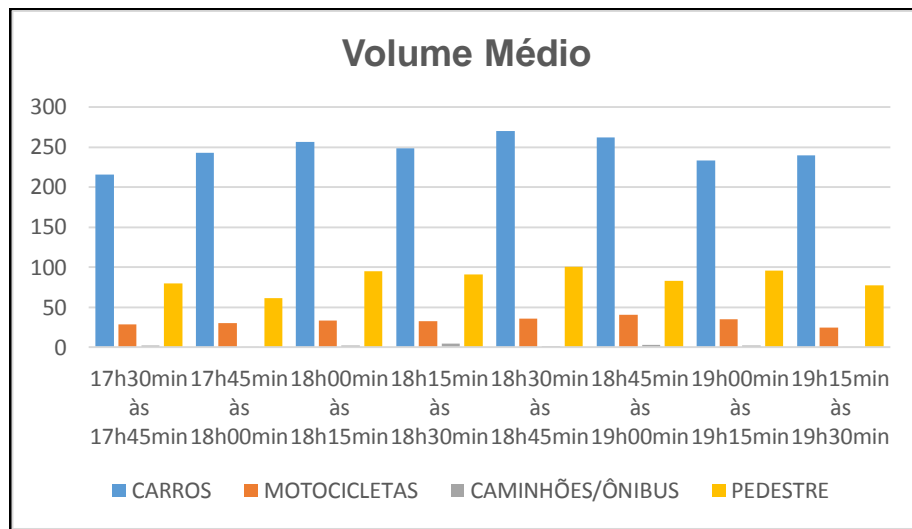
Gráfico 1 – Volume Diário de Veículos no cruzamento



Fonte: Autoria própria, 2017.

Após verificar o período do dia com maior fluxo de veículos, foi realizada a contagem volumétrica de 3 dias úteis consecutivos no período de 17h30 as 19h30, a fim de determinar dentro do período mais intenso a hora de maior volume, isto é, o horário de pico. As contagens foram realizadas na terça, quarta e quinta-feira, dia 24, 25 e 26 de Outubro de 2017. A partir do levantamento do tráfego no cruzamento e da média simples do volume nos três dias de contagem, foi possível verificar que o horário de pico acontece das 18h00 às 19h00 conforme mostra o Gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2 –Determinação do horário de pico



Fonte: Autoria própria, 2017.

Através dos dados coletados, é possível determinar o volume horário total do cruzamento em unidade de carro de passeio - UCP, conforme mostra o Quadro 2 abaixo.

TIPO	VOLUME HORÁRIO DE PICO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA	VOLUME (UCP/h)
Automóvel	1038	1,00	1038
Motocicleta	143	0,33	47
Ônibus/ Caminhões	12	2,00	24
TOTAL			1109

Quadro 2 – Volume Total no Horário de Pico no cruzamento em UCP/h

Fonte: Autoria própria, 2017.

Com a contagem direcional classificatória, é possível elaborar fluxograma de tráfego na hora de pico, com o volume de cada movimento realizado em unidades de carro de passeio, apresentado na Figura 3 abaixo.

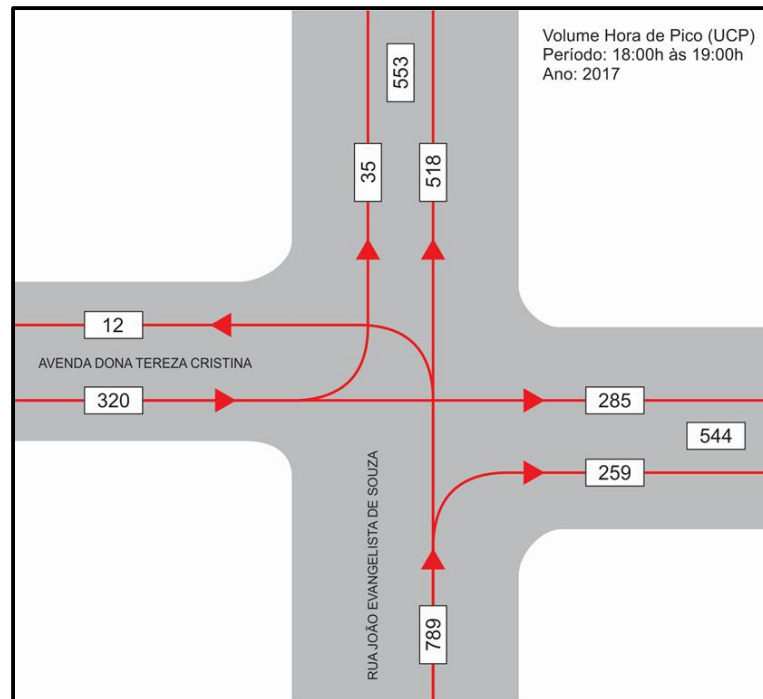


Figura 3 – Fluxograma de Tráfego em UCP
Fonte: Autoria própria, 2017.

Através do fluxograma é possível verificar que cerca de 90% dos veículos da via secundária e aproximadamente 65% dos veículos da via principal atravessam o cruzamento, ou seja, fazem movimento interceptante. O fluxo de veículos que converge à esquerda na via secundária corresponde a 1,5% do fluxo total da via principal, enquanto 1/3 dos carros fazem a conversão à direita na Avenida Dona Tereza Cristina.

4.2 DISCUSSÃO

Pelo fato desta região do bairro Colina de Laranjeiras ser relativamente nova, a sinalização e estruturação do cruzamento foram realizadas recentemente, porém ao longo das vias a ausência de sinalização vertical, em especial na via principal é evidente, com falta de placas ou mau posicionamento. Sendo assim, somente sinalização horizontal com faixas de pedestres não são suficientes, o que vem a dificultar o controle do fluxo, segurança dos pedestres e velocidade de veículos.

Os motoristas da via secundária são os mais prejudicados pela falta de sinalização semafórica no cruzamento, pois contam com apenas uma faixa no sentido de maior fluxo, fazendo com que se formem grandes filas de carro ao longo da via e, por não terem a preferência, o tempo de espera para a conversão é elevado. Há falta de segurança devido à geometria e sinalização precária das vias, sem contar a alta velocidade dos carros que trafegam na via principal.

Os condutores que chegam ao cruzamento pela via secundária possuem a visão comprometida, visto que nas duas laterais da via há muros de condomínios residenciais alinhados com a faixa de pedestres, reduzindo o campo de visão, dificultando a visualização dos carros que estão seguindo pela via principal. Dessa forma, além do tráfego ficar congestionado, essa situação dificulta a travessia dos pedestres, já que os motoristas precisam avançar a faixa de pedestres para terem uma melhor visão e consigam seguir com mais segurança, como mostra a Figura 4 abaixo.



Figura 4 – Avenida Dona Tereza Cristina – Via secundária
Fonte: Autoria própria, 2017.

A Rua João Evangelista, classificada como a via principal, possui faixas de pedestres antes e após o cruzamento, no entanto não possui placa de regulamentação ou advertência, como “PARE” e “Passagem sinalizada de pedestres”, como ilustra a Figura 5 a seguir. Por ser uma saída da Rodovia BR-101 os veículos trafegam com velocidade muito superior ao permitido de 40 km/h. Foi observado em

campo que quando veículos da frente param na faixa de pedestres, há freadas bruscas dos carros que seguem atrás, aumentando consideravelmente a chance de ocorrerem acidentes e atropelamentos. A falta de sinalização somada ao desrespeito dos motoristas com as leis de trânsito, interferem na fluidez do trânsito, na segurança de motoristas e pedestres.



Figura 5 – Rua João Evangelista de Souza – Via principal
Fonte: Autoria própria, 2017.

Diante do que foi observado em campo, foi reforçada a necessidade de avaliação de implantação semafórica no cruzamento e, para tanto, se fez necessária nova contagem volumétrica, desta vez apenas na via secundária no horário de pico, onde contabilizou-se o tempo de espera e a quantidade de veículos nas filas para cruzarem a via principal, parâmetro fundamental para avaliação da necessidade de semáforo.

A planilha de contagem do tempo de espera está disponível no Apêndice C. Além desse, há outros parâmetros ao qual podemos destacar o número de acidentes no cruzamento, a verificação de número de vazios e o fluxo total na via secundária. A seguir apresenta-se o detalhamento da contagem de espera e demais critérios para implantação de semáforo.

4.3 CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SEMÁFORO

Um dos primeiros critérios para implantação de semáforo é o número de acidentes no local estudado, para avaliar o número de colisões com vítimas que seriam evitados pelo semáforo. É necessário o levantamento dos acidentes dos últimos 3 anos ou dos últimos 12 meses, porém os dados não foram disponibilizados pelos departamentos responsáveis. Dessa forma, considera-se que esse critério não pôde ser atendido.

Dando continuidade a avaliação para implantação semaforica, foi preciso estimar o número de ciclos (NC) como se fosse implantado semáforo no cruzamento. Logo, estimou-se um valor para o ciclo em segundos, de acordo com valores praticados em semáforos nas adjacências. Após observação do ciclo semaforico da região estudada, considerou-se o tempo de ciclo de 60 segundos na via principal, o que gerou 60 ciclos por hora, de acordo com o cálculo apresentado abaixo.

$$NC = \frac{3600}{60} = 60 \text{ Ciclos/h}$$

O fluxo total na via secundária (FTS) durante a hora de pico foi de 320 UCP/hora. Para determinação do número médio de veículos por ciclo (m) foi utilizado a fórmula abaixo, no qual a média equivale a 5,17 UCP por ciclo.

$$m = \frac{320}{60} = 5,33 \text{ UCP}$$

Tendo em vista, que no cruzamento pela via secundária poderão existir ciclos onde não haverá carro, foi calculado o número esperado de ciclos vazios (NCV) nas aproximações da via secundária, prevendo que as chegadas nessas vias sejam aleatórias. Caso o valor de NCV encontrado seja menor ou igual a 10% do número de ciclos por hora, isto é, menor ou igual a 6, a implantação do semáforo é justificada. Utilizou-se a equação a seguir, onde $e = 2,72$:

$$NVC = 2,72^{-5,33} \times 60 = 0,29$$

O valor de NCV foi menor do que 6 ciclos por hora e, portanto, a implantação semaforica é justificada, com base no Manual de Sinalização Semaforica (CONTRAN, 2014).

Um dos critérios principais para verificar a implantação de semáforo é o tempo de espera na via secundária. Para determinar o tempo de espera dos veículos foi realizada a medição no horário mais crítico da via, quantificando o número de automóveis que esperam em fila, em intervalos de 5 segundos, para cruzar ou entrar na via principal. Para isso foi utilizado planilha modelo do Manual de Sinalização do CONTRAN e o resultado está disponível no Apêndice C.

A soma total da contagem foi de 2.942 UCP/hora, e esse valor é multiplicado por 5 segundos para determinar o volume de veículos em espera, que foi igual a 14.710 UCP x segundo/hora. Esse valor equivale à um atraso médio de 35 segundos por um fluxo de 420 UCP/hora. Segundo esse critério, para valores superiores a 14.000 UCP x segundo/hora o semáforo deverá ser implantado. Vale ressaltar que devido às dimensões e geometria da via, a quantidade máxima de veículos dentro do campo de visão do pesquisador e possível de ser contabilizados em espera foi de 14 veículos. Isso significa que a quantidade de carros em espera poderá ser ainda maior do que a contabilizada por esta pesquisa.

Tendo em vista todos critérios avaliados, a sinalização semaforica é justificada e se faz necessária para melhora da fluidez do tráfego no cruzamento em estudo, e para aumentar a segurança e conforto dos pedestres e motoristas. Contudo, outras alternativas de soluções propostas na tabela de gerenciamento de conflitos são vistas como importantes para melhora do fluxo e segurança na região estudada, como:

- A da Sinalização Vertical de Regulamentação, evitando que veículos trafeguem em alta velocidade. O reposicionamento de algumas placas já existentes nas vias, também trará benefícios, permitindo melhor visualização e desempenho por parte dos condutores e pedestres.
- A Sinalização Horizontal de Indicação, com Marcação de Área de Conflito (MAC), advertindo a região da pista onde os condutores não devem parar, se faz necessária, evitando prejuízo a circulação. A aplicação de legendas no pavimento da pista, também é relevante, pois tem o objetivo de complementar a sinalização vertical e de comunicar sobre as condições da via, garantindo maior fluidez.
- A mudança da geometria da via secundária, para mão única, ampliando para duas faixas, e conseqüente proibição de conversão à esquerda para quem segue pela via principal, contribuirá para redução das retenções de fluxos e congestionamentos. O fato da via secundária ser mão dupla causa movimento

conflitante dos veículos, dificulta a saída dos condutores que nela já estão. Tal mudança, também se justifica pela presença de um retorno, a alguns metros à frente desse cruzamento, dando a opção de contornar a esquerda com a mesma finalidade com que se faz na Avenida Dona Tereza Cristina.

Este artigo avaliou a necessidade de implantação de semáforo sob o ponto de vista dos veículos. Apesar do volume de pedestres ser intenso, contabilizando 371 pedestres na hora de pico, da dificuldade e falta de segurança na travessia, a implantação semaforizada seguindo o critério de abordagem de pedestres deve ser realizada mais detalhadamente, seguindo os parâmetros determinado no Manual de Sinalização Semaforizada, já que nessa pesquisa, não foi possível devido a limitação de pesquisadores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nesse estudo da contagem volumétrica de tráfego no cruzamento da Avenida Dona Tereza Cristina com a Rua João Evangelista de Souza, constatou-se a necessidade de melhora do fluxo de veículos e da segurança, com mudanças da geometria e reestruturação da sinalização horizontal e vertical do local.

Observou-se que o maior fluxo está na Rua João Evangelista de Souza, via principal, porém essa não encontra-se saturada, já que sua geometria, com 2 faixas e estacionamentos em ambos os lados, atende à demanda da região. No entanto, é necessário interferência na mesma, pois a falta de sinalização vertical afeta consideravelmente a travessia dos pedestres e o tráfego na Avenida Dona Tereza Cristina, formando frequentes congestionamentos e fila de carros.

O elevado tempo de espera dos veículos na Avenida Dona Tereza Cristina demonstra a importância da existência da sinalização semaforizada, visto que as placas de sinalização e faixas de pedestres dessa via não atendem a atual necessidade e não são respeitadas. Além disso, a mudança na sua geometria para mão única contribuirá para a segurança do tráfego, pois foi observado que atualmente muitos carros trafegam na contramão para realizar a conversão de maneira mais rápida.

O estudo do tempo de espera que os pedestres levam para atravessar as vias não foi realizado, porém os valores contabilizados do volume de pessoas que trafegam no local foi muito elevado e significativo, principalmente pelo fato da região

apresentar um grande polo residencial e comercial. Isto posto, a implantação da sinalização semafórica também apresenta grande importância para a segurança desse público, que atualmente fica inseguro ao atravessar sem nenhuma garantia.

A falta de atenção tanto dos pedestres, ciclistas como de condutores também é um dos motivos para a problemática, visto que muitos destes falam ao celular, não respeitam a pouca sinalização existente e trafegam na contra mão, o que vem a oferecer risco e causam aumento do congestionamento.

As alterações na geometria da via, a implantação semafórica e demais alterações de sinalização no cruzamento irão solucionar a deficiência na circulação no local. Apesar da dificuldade em coletar os dados referentes aos acidentes que ocorreram na região, os relatos dos usuários durante a coleta de dados evidenciou a preocupação com relação à segurança e a busca por melhorias por meio de sinalização luminosa.

Dessa forma, diante de todos critérios estudados e situações analisadas, tendo como premissa a melhora na fluidez do trânsito, a segurança, o conforto e qualidade de vida de motoristas e pedestres, a implantação semafórica é a principal alternativa para o cruzamento. Para dar continuidade a este estudo, se propõe para futuras pesquisas o dimensionamento do semáforo para determinação do tempo de funcionamento, a definição da posição que deverá ser implantando e o local apropriado para a travessia de pedestres.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKISHINO, Pedro. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. Universidade Federal do Paraná, 2011.
2. CONTRAN. **Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar em Vigor**. Instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09- 97. Brasília: DENATRAN, 2008.
3. CONTRAN. **Volume IV – Sinalização Horizontal. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, 2007.
4. CONTRAN. **Volume V – Sinalização Semafórica. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, 2014.
5. DE PAULA, Marilene; BARTELT, Dawid Danilo. **Mobilidade urbana no Brasil: desafios e alternativas**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2016.
6. DI MARIO, Andressa; Et. al. **Pesquisas de tráfego: contagens**. PUC/PR: 2012.
7. DNIT. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. IPR-723
8. GOLDNER, Lenise Grando. **Engenharia de Tráfego: 1º módulo**. Centro Tecnológico UFSC. Santa Catarina, 2011.
9. LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ªEdição. São Paulo: Atlas 2003.
10. LEITE, J. G. M. **Engenharia de Tráfego: métodos de pesquisa, características de tráfego, interseções e sinais luminosos**. Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. São Paulo, 1980.
11. LUZA, L. A.; ROLDO, L.Z. **Estudo para melhoria de tráfego do cruzamento das ruas Guarani e Nereu Ramos na cidade de Pato Branco-PR através de análise de implantação Semafórica**. UTFPR, Pato Branco, 2013.
12. MELLO JORGE, M.H.P.; KOIZUMI, M.S. **Acidentes de trânsito no Brasil: um atlas de sua distribuição**. ABRAMET, São Paulo, 2008.
13. VASCONCELOS, Eduardo Alcântara. **Pesquisas e levantamentos de tráfego**. São Paulo, Companhia de Engenharia de Tráfego, 1982, 184p., il. (Boletim Técnico CET, 31).

7. APÊNDICES

7.1. APÊNDICE A – Contagem de 16 horas

FACULDADE MULTIVIX SERRA		Engenharia Civil Turma 10ECINB	
CONTAGEM DE 16 HORAS			
POSTO: P1 e P2	CLIMA: Seco	MOVIMENTO: Intenso	
LOCAL: Rua João Evangelista de Souza x Avenda Dona Tereza Cristina	PESQUISADOR: Thiago/ Rackelly	DATA: 18/10/2017	
CATEGORIA		CARROS	
HORÁRIO			
06:00 - 06:30		53	
06:30 - 07:00		119	
07:00 - 07:30		264	
07:30 - 08:00		367	
08:00 - 08:30		249	
08:30 - 09:00		208	
09:00 - 09:30		198	
09:30 - 10:00		167	
10:00 - 10:30		162	
10:30 - 11:00		176	
11:00 - 11:30		231	
11:30 -12:00		312	
12:00 - 12:30		498	
12:30 -13:00		232	
13:00 - 13:30		192	
13:30 -14:00		187	
14:00 - 14:30		192	
14:30 -15:00		226	
15:00 - 15:30		268	
15:30 -16:00		287	
16:00 - 16:30		293	
16:30 -17:00		326	
17:00 - 17:30		362	
17:30 -18:00		462	
18:00 - 18:30		523	
18:30 -19:00		575	
19:00 - 19:30		503	
19:30 -20:00		342	
20:00 - 20:30		249	
20:30 -21:00		214	
21:00 - 21:30		152	
21:30 -22:00		123	
TOTAL		8712	

Fonte: Autoria própria, 2017.

7.2. APÊNDICE B – Contagem de Hora de Pico

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRAVES: ESTUDO DE CASO							Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P1									CLIMA: Nublado/Chuvisco	MOVIMENTO: Intenso			
LOCAL: Rua João Evangelista de									PESQUISADOR: Thiago	DATA: 24/10/2017			
CATEGORIA	CARROS				MOTOCICLETAS				PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	D	TOTAL	R	E	D	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	100	5	45	150	14	3	9	26	8	34	0	0	42
17h45min às 18h00min	87	3	62	152	11	0	9	20	6	33	0	2	41
18h00min às 18h15min	124	2	56	182	15	1	4	20	3	70	0	0	73
18h15min às 18h30min	123	6	68	197	12	0	2	14	17	34	1	0	52
18h30min às 18h45min	117	6	71	194	23	0	8	31	12	61	0	3	76
18h45min às 19h00min	134	4	56	194	24	0	4	28	18	61	0	0	79
19h00min às 19h15min	107	4	49	160	14	1	9	24	18	39	3	0	60
19h15min às 19h30min	85	1	56	142	8	0	7	15	13	46	0	0	59
TOTAL	877	31	463	1371	121	5	52	178	95	378	4	5	482

Fonte: Autoria própria, 2017.

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRAVES: ESTUDO DE CASO							Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P1									CLIMA: Seco		MOVIMENTO: Intenso		
LOCAL: Rua João Evangelista de									PESQUISADOR: Thiago		DATA: 25/10/2017		
CATEGORIA	CARROS				MOTOCICLETAS				PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	D	TOTAL	R	E	D	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	104	3	47	154	13	1	8	22	21	42	1	1	65
17h45min às 18h00min	95	8	64	167	14	1	7	22	6	29	0	0	35
18h00min às 18h15min	121	4	66	191	17	1	8	26	16	54	0	0	70
18h15min às 18h30min	100	4	60	164	21	0	11	32	15	40	1	0	56
18h30min às 18h45min	132	8	71	211	23	0	6	29	20	63	0	0	83
18h45min às 19h00min	123	4	65	192	22	2	9	33	6	49	0	0	55
19h00min às 19h15min	94	1	66	161	25	0	4	29	16	46	0	0	62
19h15min às 19h30min	94	5	69	168	14	2	2	18	11	35	0	0	46
TOTAL	863	37	508	1408	149	7	55	211	111	358	2	1	472

Fonte: Autoria própria, 2017.

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRAVES: ESTUDO DE CASO							Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P1									CLIMA: Seco	MOVIMENTO: Intenso			
LOCAL: Rua João Evangelista de									PESQUISADOR: Thiago	DATA: 26/10/2017			
CATEGORIA	CARROS				MOTOCICLETAS				PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	D	TOTAL	R	E	D	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	104	3	66	173	20	0	10	30	19	45	2	0	66
17h45min às 18h00min	122	4	64	190	15	1	9	25	13	33	2	0	48
18h00min às 18h15min	123	3	51	177	16	0	7	23	19	47	7	0	73
18h15min às 18h30min	101	6	70	177	15	1	4	20	26	53	1	0	80
18h30min às 18h45min	145	3	47	195	17	0	4	21	11	45	5	0	61
18h45min às 19h00min	118	2	70	190	26	2	9	37	7	46	1	2	56
19h00min às 19h15min	124	3	50	177	20	0	6	26	23	53	1	0	77
19h15min às 19h30min	99	3	55	157	11	1	6	18	7	30	4	0	41
TOTAL	936	27	473	1436	140	5	55	200	125	352	23	2	502

Fonte: Autoria própria, 2017.

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRA/ES: ESTUDO DE CASO										Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P2												CLIMA: Chuvisco		MOVIMENTO: Intenso		
LOCAL: Av. Dona Tereza Cristina												PESQUISADOR: Rackelly		DATA: 24/10/2017		
CATEGORIA	CARROS			MOTOCICLETAS			CAMINHÕES/ÔNIBUS					PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	TOTAL	R	E	TOTAL	R-C	R-M	E-C	E-M	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	52	6	58	2	0	2	0	2	1	0	3	0	18	0	0	18
17h45min às 18h00min	77	8	85	3	1	4	0	1	0	0	1	1	16	0	0	17
18h00min às 18h15min	61	7	68	5	2	7	2	0	2	0	4	0	31	0	0	31
18h15min às 18h30min	52	11	63	11	1	12	3	1	2	0	6	0	19	0	1	20
18h30min às 18h45min	60	11	71	9	0	9	0	0	0	0	0	4	16	2	0	22
18h45min às 19h00min	57	10	67	7	2	9	1	1	0	0	2	0	24	6	1	31
19h00min às 19h15min	48	9	57	4	0	4	1	1	0	0	2	3	20	3	3	29
19h15min às 19h30min	80	13	93	6	0	6	0	0	1	0	1	3	28	2	3	36
TOTAL	487	75	562	47	6	53	7	6	6	0	19	11	172	13	8	204

Fonte: Autoria própria, 2017.

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRA/ES: ESTUDO DE CASO										Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P2												CLIMA: Seco		MOVIMENTO: Intenso		
LOCAL: Av. Dona Tereza Cristina												PESQUISADOR: Rackelly		DATA: 25/10/2017		
CATEGORIA	CARROS			MOTOCICLETAS			CAMINHÕES/ÔNIBUS					PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	TOTAL	R	E	TOTAL	R-C	R-M	E-C	E-M	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	49	3	52	5	0	5	1	1	0	0	2	0	27	2	0	29
17h45min às 18h00min	68	7	75	7	1	8	0	0	0	0	0	1	25	3	0	29
18h00min às 18h15min	67	7	74	13	0	13	0	0	0	0	0	2	17	0	0	19
18h15min às 18h30min	52	12	64	10	0	10	2	0	2	0	4	0	21	2	2	25
18h30min às 18h45min	64	6	70	5	2	7	0	0	0	0	0	0	30	4	0	34
18h45min às 19h00min	63	5	68	6	0	6	2	2	0	0	4	0	6	7	1	14
19h00min às 19h15min	67	7	74	9	1	10	0	0	1	0	1	1	34	0	6	41
19h15min às 19h30min	64	11	75	5	3	8	0	0	0	1	1	3	13	5	5	26
TOTAL	494	58	552	60	7	67	5	3	3	1	12	7	173	23	14	217

Fonte: Autoria própria, 2017.

FACULDADE MULTIVIX SERRA		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ESTUDO PARA MELHORIA DE TRÁFEGO ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA NO CRUZAMENTO DA AVENIDA DONA TEREZA CRISTINA COM A RUA JOÃO EVANGELISTA DE SOUZA NA CIDADE DE SERRA/ES: ESTUDO DE CASO										Engenharia Civil Turma 10ECINB				
POSTO: P2												CLIMA: Seco		MOVIMENTO: Intenso		
LOCAL: Av. Dona Tereza Cristina												PESQUISADOR: Rackelly		DATA: 26/10/2017		
CATEGORIA	CARROS			MOTOCICLETAS			CAMINHÕES/ÔNIBUS					PEDESTRE				
HORÁRIO	R	E	TOTAL	R	E	TOTAL	R-C	R-M	E-C	E-M	TOTAL	1	2	3	4	TOTAL
17h30min às 17h45min	56	3	59	1	1	2	1	0	0	0	1	0	16	3	1	20
17h45min às 18h00min	57	3	60	9	2	11	1	1	0	0	2	1	11	1	2	15
18h00min às 18h15min	70	8	78	11	0	11	2	0	0	0	2	4	11	1	4	20
18h15min às 18h30min	76	5	81	11	0	11	1	2	1	0	4	2	36	1	2	41
18h30min às 18h45min	60	10	70	9	2	11	2	1	2	0	5	2	22	1	0	25
18h45min às 19h00min	69	7	76	8	2	10	1	1	1	1	4	4	10	0	0	14
19h00min às 19h15min	61	9	70	10	2	12	1	2	0	0	3	0	17	0	2	19
19h15min às 19h30min	68	16	84	7	1	8	0	0	0	1	1	2	23	0	0	25
TOTAL	517	61	578	66	10	76	9	7	4	2	22	15	146	7	11	179

Fonte: Autoria própria, 2017.

7.3. APÊNDICE C – Tempo de espera na via secundária

TEMPO TOTAL DE ESPERA DOS VEÍCULOS EM UMA APROXIMAÇÃO DA VIA SECUNDÁRIA													
Cruzamento: Rua João Evangelista de Souza x Avenida Dona Tereza Cristina													
Aproximação: Avenida Dona Tereza Cristina							Sentido: Rua João Evangelista de Souza						
Data: 08/11/2017				Hora de início: 18h00				Hora de término: 19h00					
Pesquisadores: Rackelly Borges Pereira e Thiago Calmon Castiglioni Pereira													
Observações:													
Número de veículos que está na fila na aproximação pesquisada (ucp)													
	SEGUNDOS												Sub Total
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
0	5	3	2	1	0	2	4	2	2	1	3	1	26
1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
2	1	1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	1	10
3	2	3	4	5	5	6	5	5	4	3	4	3	49
4	3	2	2	2	2	4	3	4	3	4	4	4	37
5	5	6	6	6	6	6	7	5	6	6	5	6	70
6	8	7	7	5	4	4	3	4	2	4	5	5	58
7	5	5	5	5	6	3	3	2	1	1	1	2	39
8	2	4	5	3	3	4	1	0	2	1	0	2	27
9	2	1	3	5	6	4	3	1	2	3	2	2	34
10	3	2	4	2	0	1	2	1	4	2	1	2	24
11	2	1	3	5	3	1	0	2	2	5	5	4	33
12	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0	1	0	16
13	0	2	4	2	1	0	0	0	1	2	3	3	18
14	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	39
15	4	2	2	2	1	0	1	0	1	2	2	3	20
16	3	5	7	9	10	12	13	14	14	12	10	11	120
17	11	11	10	9	8	8	6	7	7	5	5	6	93
18	5	4	3	1	2	3	3	2	1	1	0	0	25
19	2	2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	10
20	2	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	39
21	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	31
22	4	3	2	2	4	2	2	1	0	1	0	0	21
23	0	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	4	37
24	3	3	3	3	5	5	5	6	5	5	7	8	58
25	7	9	9	10	8	9	8	6	5	4	4	4	83
26	4	4	4	2	2	2	2	3	3	2	2	2	32
27	2	5	2	1	1	3	2	0	1	2	2	1	22
28	1	1	1	0	0	2	3	4	5	5	4	3	29
29	2	2	2	3	5	3	3	1	0	2	3	1	27
30	0	0	3	4	2	1	0	1	0	2	2	5	20
31	5	4	3	6	5	7	6	7	6	7	5	4	65
32	3	3	5	4	3	2	2	1	1	0	0	0	24
33	0	1	1	2	4	4	6	7	4	2	2	1	34
34	3	4	1	2	1	0	3	2	1	4	2	1	24
35	2	5	3	6	4	2	1	1	2	2	4	4	36
36	4	6	4	5	4	4	3	4	4	4	5	7	54
37	8	6	6	5	5	5	5	3	4	3	3	3	56
38	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	47
39	4	7	7	6	6	5	8	8	7	8	7	6	79
40	6	6	4	6	7	7	5	6	4	5	5	4	65
41	3	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	2	12
42	2	1	1	0	3	4	5	2	0	1	3	2	24
43	2	2	3	6	5	3	2	2	1	1	0	2	29
44	1	4	3	5	2	1	1	4	6	7	5	4	43
45	5	5	4	5	5	5	5	4	4	2	2	1	47
46	0	1	2	2	2	2	2	4	8	8	7	7	45
47	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	8	78
48	7	7	10	10	11	12	13	12	8	8	8	12	118
49	10	10	9	10	9	10	10	11	11	11	9	1	111
50	10	11	10	10	8	8	9	9	11	12	14	14	126
51	14	10	12	10	9	13	10	10	9	8	8	7	110
52	8	8	7	5	5	4	6	3	1	2	1	2	52
53	2	4	2	4	6	3	3	4	6	7	9	8	58
54	10	10	11	12	13	13	12	13	13	11	13	10	141
55	8	8	9	9	8	8	11	10	8	8	6	4	97
56	5	6	7	8	8	10	9	10	9	7	7	5	91
57	4	3	3	5	3	1	2	4	3	1	4	5	38
58	3	4	5	7	5	4	2	3	1	2	0	2	38
59	2	1	3	2	3	5	6	5	5	6	6	6	50
TOTAL												2942	

A espera sofrida pelos veículos da aproximação analisada, durante o período de uma hora pesquisado, é igual a: **14710 UCP x Segundo**

Fonte: Autoria própria, 2017.

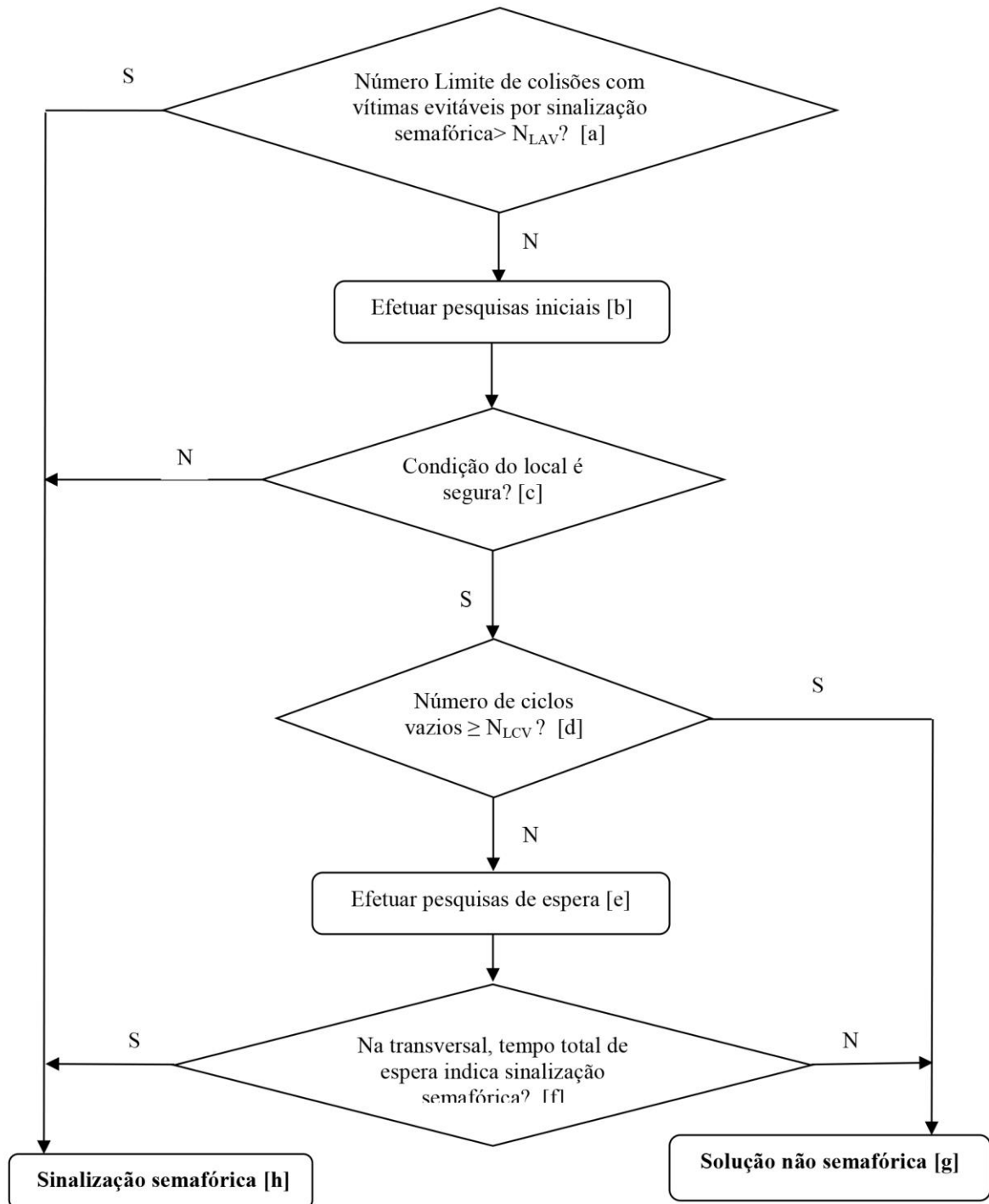
8. ANEXOS

8.1. ANEXO A – Tabela para gerenciamento de conflitos

PROBLEMA	CAUSAS PROVÁVEIS	SOLUÇÕES POSSÍVEIS	EXEMPLOS DE MEDIDAS QUE PODEM SER ADOTADAS
Fila excessiva de veículos para transpor uma intersecção	O condutor não enxerga as brechas no fluxo a ser transposto e não as aproveita	Melhoria das condições de visibilidade	Remoção de interferências visuais; Adequação de geometria para melhor posicionamento dos veículos
	Não há brechas suficientes para a transposição pela quantidade de veículos que desejam fazê-lo	Melhor aproveitamento das brechas existentes	Aumento da capacidade da aproximação, através de proibição de estacionamento ou alargamento de pista; Alteração de geometria Implantação de sinalização semafórica
	Muitos movimentos conflitantes	Alternância do direito de passagem	Implantação de minirrotatórias
			Implantação de sinalização semafórica
		Redução do conflito	Proibição de movimentos
			Implantação de rotatória ou minirrotatória
	Ocorrência de acidentes ou risco potencial de acidentes	O condutor não enxerga as brechas e transpõe a intersecção em condições impróprias	Melhoria das condições de visibilidade
Não há brechas para transposição		Alternância do direito de passagem	Implantação de rotatória ou minirrotatória Implantação de sinalização semafórica
As velocidades de aproximação são elevadas ou há dificuldade para avaliar a velocidade de aproximação de veículos da transversal		Redução da velocidade de aproximação	Implantação de sinalização de regulamentação de velocidade
			Implantação de fiscalização de velocidade
			Implantação de redutores de velocidade
As normas de preferência de passagem não são respeitadas		Definição das regras por meio de sinalização	Implantação de sinalização semafórica
			Definição da preferencial por meio de sinal R-1 – Parada Obrigatória ou R-2 – Dê a Preferência
	Redefinição da via preferencial – inversão da sinalização de preferência de passagem		
	Implantação de sinalização semafórica de advertência		
Muitos movimentos conflitantes	Redução dos conflitos	Implantação de rotatória ou minirrotatória	
		Implantação de sinalização semafórica de regulamentação	
		Proibição de movimentos por meio de sinalização Implantação de rotatória ou minirrotatória Alteração de circulação Implantação de sinalização semafórica (pares de vias com mão única de circulação, em sentidos opostos)	

Fonte: CONTRAN, 2014.

8.2. ANEXO B – Critérios implantação semafórica: abordagem veículos



Legenda: S=Sim; N=Não

Fonte: CONTRAN, 2014.