

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ROTATÓRIA ENTRE A AVENIDA COLOMBO E PR 317 MARINGÁ/PR:
VERIFICAÇÃO QUANTO A IMPLANTAÇÃO DE INTERSEÇÃO EM DESNIVEL
NA SOLUÇÃO DOS CONGESTIONAMENTOS DO LOCAL

WAGNER EVANGELISTA DA SILVA

MARINGÁ – PR

2017

Wagner Evangelista da Silva

**ROTATÓRIA ENTRE A AVENIDA COLOMBO E PR 317 MARINGÁ/PR:
VERIFICAÇÃO QUANTO À IMPLANTAÇÃO DOS CONGESTIONAMENTOS DO
LOCAL**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel(a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Paulo Nino.

MARINGÁ – PR

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO
WAGNER EVANGELISTA DA SILVA

**ROTATÓRIA ENTRE A AVENIDA COLOMBO E PR 317 MARINGÁ/PR:
VERIFICAÇÃO QUANTO A IMPLANTAÇÃO DE INTERSEÇÃO EM DESNÍVEL
NA SOLUÇÃO DOS CONGESTIONAMENTOS DO LOCAL**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da UniCesumar – Centro
Universitário de Maringá - como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel(a) em
Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Paulo Nino

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor – (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

ROTATÓRIA ENTRE A AVENIDA COLOMBO E PR 317 MARINGÁ/PR: VERIFICAÇÃO QUANTO À IMPLANTAÇÃO DE INTERSEÇÃO EM DESNÍVEL NA SOLUÇÃO DOS CONGESTIONAMENTOS DO LOCAL

Wagner Evangelista da Silva

RESUMO

O carro como meio de transporte e sua rápida disseminação tem gerado sérios conflitos entre a capacidade da infraestrutura das vias e quantidade de veículos que passam por elas. Resolver esse problema é um desafio para a Engenharia de tráfego. Estudos viários são meios adotados para solucionar esses conflitos com uso de placas de sinalização, rotatórias, semáforos, viadutos, trincheiras e outros mecanismos. Em Maringá/PR, na avenida Colombo com a PR 317 existe no local uma rotatória como meio de harmonizar e atender o fluxo dessas duas importantes vias e com grande demanda de veículos em razão de sua grande abrangência para a região. A área de abrangência em estudo recebe fluxo de veículos de duas importantes PR's e liga as cidades vizinhas que estão em crescimento, além de ser via para acesso a aeroporto, shopping etc. Tem-se notado com maior frequência e intensidade aumento no congestionamento **no local** mostrando que o modelo atual não atende à demanda do tráfego, com isso gerando transtornos aos motoristas e pedestres. Assim, o objetivo **desta pesquisa** é identificar a necessidade de uma interseção em desnível para atender à demanda local gerando maior fluidez e conforto para os usuários. Para isso, foi usado estudo de tráfego que são empregados para obtenção de dados, uma vez que a rotatória existente parece não atender à demanda atual.

Palavras-chave: Congestionamento. Interseção. Tráfego.

ROUNDAABOUT BETWEEN AVENIDA COLOMBO AND PR 317 MARINGA/PR: VERIFICATION OF THE IMPLANTATION OF INTERRELEASE IN DEVELOPMENT IN THE SOLUTION OF LOCAL CONGESTIONS

ABSTRACT

The car as a means of transportation and its rapid dissemination has generated serious conflicts between the capacity of the infrastructure of the roads and the quantity of vehicles that pass through them. Resolving these problems is a challenge for Traffic Engineering. Road studies are means adopted to solve these in Máringa/ PR, on Colombo Avenue with PR 317 there is a roundabout on the site as a means of harmonizing and attending to the flow of these two important roads and with the use of signposting, traffic lights, traffic lights, viaducts, trenches and other mechanisms. The area of study under study receives vehicular flow from two important PR and connects to neighboring cities vehicular flow from two being via to airport, shopping mall, etc. It has been noticed with greater frequency and intensity increase in congestion showing that the current model does not meet the traffic demand and with is so generating disorders and pedestrians. The objective of the work is to identify the need of an intersection in unevenness to meet the local demand generating greater fluidity and comfort for the users. For this we used traffic studies that are used to obtain data, since the existing traffic circle does not seem to meet current demand.

Keywords: Congestion. Intersecton. Traffic.

1 INTRODUÇÃO

Maringá tem apresentado nos últimos anos índices de crescimento econômico positivos não só para a própria cidade como também para região metropolitana. O resultado disso é o aumento do número de automóveis que compete com a infraestrutura que não tem mais suportado a nova frota que expande dia após dia. Este aumento de veículos é reflexo da cultura de uma cidade (e de um país) que quase sempre estimulou, seja por vias diretas ou indiretas, o uso do transporte individual que por outro lado não perde espaço para o sistema público de transporte seja por falta de investimento do setor e seja por falta de um sistema eficiente e de baixo custo. Os veículos leves (carros, camionetes, suv etc) correspondem ao tipo de veículo que mais roda nas vias da cidade, eles constituem aproximadamente 64% da frota de 309327 de automotores, que inclui motos (19%), caminhões (3.2%) e ônibus e microônibus (apenas 0.44% do total) segundo dados do DETRAN/PR, Junho-2017.

Aos dados acima apresentados, também pode-se incluir os números de veículos que circulam considerando outras cidade que fazem parte da região metropolitana (Paiçandu e Sarandi) que contribuem para o inchaço do trânsito. Assim, tem-se os veículos leves que correspondem a 67% da frota de 385801 de automotores, que inclui motos (21.77%) contra 0.47% da frota de ônibus DETRAN/PR-Junho -2017. Nesse contexto, é possível colocar outro dado importante fornecido pelo IBGE-2017 que diz respeito à população de Maringá. Essa em 2016 era de 403063 contra 406693 em 2017, colocando a par disso a região Maringá-Sarandi-Paiçandu a população cresceu 1.29% , fazendo uma comparação com a frota de veículos, nesse mesmo período o que se observa é essa aumentou 2.18% e número de ônibus para essa região, recuou -1.80%. Com isso, temos o seguinte panorama: a taxa de crescimento de veículos leves aumentou mais que o percentual da população no último ano segundo IBGE, mesmo com o país passando por uma recessão econômica. Esses números representam reflexo da tradição em privilegiar o automóvel em detrimento do transporte coletivo que não atrai por falta de investimento do setor público. Enquanto esse panorama não muda é necessário viabilizar novas adequações para atender o tráfego das regiões que têm o mesmo problema.

Na Avenida Colombo com a rotatória da PR 317 há um cruzamento que liga importantes vias de acesso. Recebe fluxo das cidades vizinhas, interliga a PR 317 ao contorno Norte, além de dar acesso a bairros, aeroporto, shopping etc. Quem passa pela região todo dia por motivo de trabalho tem notado que o volume de tráfego tem chegado a números que a infraestrutura local não tem suportado a demanda causando congestionamento, aumento de poluição atmosférica, estresse para os usuários, perdas indiretas com produtividade, risco a

pedestre que não tem segurança na travessia e aumento da poluição do ar. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo principal estudos de tráfego que propõem a necessidade de construção de uma intervenção em desnível em prol da melhoria do tráfego daquela região. Seria, a princípio, a alternativa mais adequada para aumentar a capacidade da interseção gerando maior fluidez dos veículos e maior conforto para motoristas e pedestres.

2 MOBILIDADE E PLANEJAMENTO

As cidades brasileiras apresentam graves problemas de transporte e qualidade de vida. Queda da mobilidade e da acessibilidade, degradação das condições ambientais, congestionamento crônicos e altos índices de acidentes de trânsito são problemas comuns em muitas cidades. As maiores cidades brasileiras, assim como muitas grandes cidades de países em desenvolvimento, inclinaram para a cultura do automóvel, isto que os sistemas de transportes público, apesar de investimentos importantes em locais específicos, permaneceram insuficientes para atender a demanda crescente e tem vivenciado crises cíclicas no que se refere a obter prioridade efetiva na circulação. Isso gerou um declínio em sua importância, em sua eficiência e criou um círculo vicioso no qual o transporte motorizado individual aumenta. Com as facilidades do automóvel, bem como das linhas de crédito e aquisição, o uso do automóvel as áreas de circulação são desenhada exclusivamente para o fluxo de veículos esquecendo que há a necessidade de atender também a demanda e conforto das pessoas não apenas dos veículos. Para que esse problema seja sanado deve haver uma configuração que implique na mobilidade voltada para o transporte público e desestímulo ao transporte individual. O traçado da cidade deve atender o coletivo, tanto aqueles que optam pelo público, como pelo individual atendendo a necessidade de todos.

Os custos para a sociedade brasileira deste modelo inadequado de transporte urbano são socialmente inaceitáveis e constituem importante obstáculo sob o ponto de vista estratégico. A permanência do modelo atual é assim incompatível não apenas com uma melhor qualidade de vida em uma sociedade verdadeiramente democrática, mas com a preparação do país para as novas exigências relacionadas às grandes transformações econômicas contemporâneas (TRANSPORTE HUMANO, 1997)

2.1 INTERSEÇÕES

A interseção é definida como o item que compõe a infraestrutura do sistema de transportes e entende-se como “[...] a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam”. Esses são locais que “[...] constituem elementos de descontinuidade em qualquer rede viária e representam situações críticas que devem ser tratadas de forma especial.” (BRASIL, 2005, p. 36).

As interseções são itens de descontinuidade nas rede de tráfego “[...] e representam situações críticas que devem ser tratadas de forma especial. O projeto de interseções deverá assegurar circulação ordenada dos veículos e manter o nível de serviço da rodovia.”. Dessa forma para assegurar um bom projeto “[...] garantindo a segurança nas áreas em que as suas correntes de tráfego sofrem a interferência de outras correntes, internas ou externas” (BRASIL, 2005, p. 39-40). No decorrer do trabalho ~~teremos~~ mais detalhes sobre projeto de interseção serão apresentados.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS INTERSEÇÕES

Para o Manual de Projetos de Interseções do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT, existem basicamente dois grandes grupos definido segundo o plano que o movimento se realiza: Interseções em Nível e Interseções em Níveis diferentes. Segundo Manual de Projeto de Interseções do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT, é classificada da seguinte forma (BRASIL, 2005, p.89-90)

a) Em função do número de ramos:

Interseção de três ramos ou “T”: interseção em nível com três ramos. A designação “T” decorre de ser comum que um dos ramos se situe no prolongamento de outro;

Interseção de quatro ramos: interseção em nível com quatro ramos.

Interseção de ramos múltiplos: interseção em nível com cinco ou mais ramos.

b) Em função das soluções adotadas:

Mínima: solução sem nenhum controle especial, aplicável normalmente onde o volume horário total (dois sentidos) em termos de (UCP) da via principal for inferior a 300 e o da via secundária for inferior a 50;

Gota: solução que adota uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda;

Canalizada: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos.

Rótula (rotatória): solução em que o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central.

Rótula vazada: solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.

c) Em função do controle de sinalização:

Sem sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.

Com sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo.

No caso de interseções em níveis diferentes, o Manual do DNIT (BRASIL, 2005, p. 93) indica que “[...] não há trocas de fluxos de tráfego entre rodovias que se interceptam, ou seja, o cruzamento em desnível não tem ramos de conexão”. Entretanto as interseções com vias de ligação são apresentadas como interconexões e apresentam várias configurações, conforme o mesmo Manual:

Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos. O aspecto geral do projeto faz com que seja designada por “T” ou “Y”. Quando uma das correntes de tráfego de um ramo executar giro próximo de 270° a interconexão é designada por “trombeta”;

Diamante: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. As conexões na via secundária são interseções em nível;

Trevo completo: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços (loops) e à direita por conexões externas aos laços;

Trevo parcial: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço;

Direcional: interconexão que utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. Quando todos os movimentos de conversão são feitos por ramos direcionais a interconexão diz-se “totalmente direcional”;

Semidirecional: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda;

Giratório: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária.

2.3 INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS

Uma confluência semaforizada é, de acordo com o Manual de Semáforos do Departamento Nacional de Trânsito DENATRAN, (BRASIL, 1979,p. 14), um mecanismo no qual “[...] um dispositivo de controle de tráfego que, através de indicações luminosas transmitidas para motoristas e pedestres, alterna o direito de passagem de veículos e/ou pedestres em interseções de duas ou mais vias.”. A sinalização através de cores luminosas

(verde, amarelo ou vermelho) , segundo o DENATRAN (BRASIL 1979) quando “[...] aplicada a uma ou mais correntes de tráfego é denominada fase .O tempo total, em segundos, para completar sequência de sinalização, numa interseção, é denominada ciclo”.

A aptidão de uma interseção semaforizada é definida como “[...] o número máximo de veículos, capazes de atravessar o cruzamento durante um período de tempo”. Dessa forma, “a capacidade de uma via interrompida por semáforo é determinada pelo fluxo de saturação e pelo tempo de verde oferecido pelo semáforo que a controla [...]” (BRASIL,1979,p.62).

Existem basicamente dois os tipos de controle que são obtidos pela sinalização semafórica. Em primeiro, o controle de tempo fixo e o segundo o controle atuado pelo tráfego, que opera em níveis distintos de resposta, sendo assim descritos:

a) Tempo fixo

O controle em tempo fixo utiliza planos semafóricos calculados com base em dados de tráfego disponíveis, obtidos por contagens volumétricas e outros levantamentos de campo. As contagens volumétricas, sempre que possível, **devem** ser classificatórias. O controle pode ser efetuado com base em um único plano semafórico, ou na adoção de planos específicos para atender a demanda de tráfego histórica de períodos distintos do dia e de diferentes dias da semana.

b) Totalmente atuado

O controle totalmente atuado decorre do monitoramento da demanda de tráfego na interseção, mediante a implantação de detectores de tráfego em todas as suas aproximações, permitindo alterações nos tempos dos estágios. O princípio básico do funcionamento em modo totalmente atuado é o da determinação do tempo de verde associado a cada estágio de sinalização, variando entre um valor mínimo e um valor máximo pré-estabelecidos. Esse tipo de controle pode permitir o ajuste em tempo real dos valores de alguns dos parâmetros de programação, como por exemplo, a prioridade a ser dada para uma aproximação congestionada.

Segundo o Manual de Semáforos, existem vários critérios para a implantação de semáforos, no entanto, é recomendado o uso de alternativas para que esta possa ser evitada, tais como as relacionadas a seguir:

- a) definição da preferência de passagem;
- b) remoção de interferências que prejudiquem a visibilidade;
- c) melhoria na iluminação;
- d) adequação das sinalizações horizontal e vertical;
- e) redução das velocidades nas aproximações;
- f) adequação na geometria;
- g) proibição de estacionamento;
- h) implantação de refúgios para pedestres;

- i) alteração de circulação;
- j) inversão da preferência de passagem;
- k) implantação de minirrotatórias;
- l) direcionamento dos pedestres para locais de travessia seguros;
- m) reforço da sinalização de advertência.

De acordo com o Manual, a utilização da sinalização semafórica gera resultados positivos nas demandas para controle de tráfego e outras muitas vantagens. No entanto, se for empregada de maneira imprópria não atende o requisito de controle de tráfego.

Conforme estudo segundo o Manual de Semáforos (2014), a implantação deste sistema é indicada nos casos que a via secundária apresentar fluxo igual ou maior que 150 veículos por hora, caso essa aproximação tiver duas ou mais faixas de trânsito. Situações que a aproximação mais carregada da via secundária tiver somente uma faixa, o valor mínimo é de 100 veículos por hora. No caso 2, os limites devem ser, respectivamente, 100 veículos/h e 75 veículos/h.

Nas figuras a seguir, são apresentados gráficos que ilustram bem quando se deve usar a sinalização semafórica em função do número de veículos.

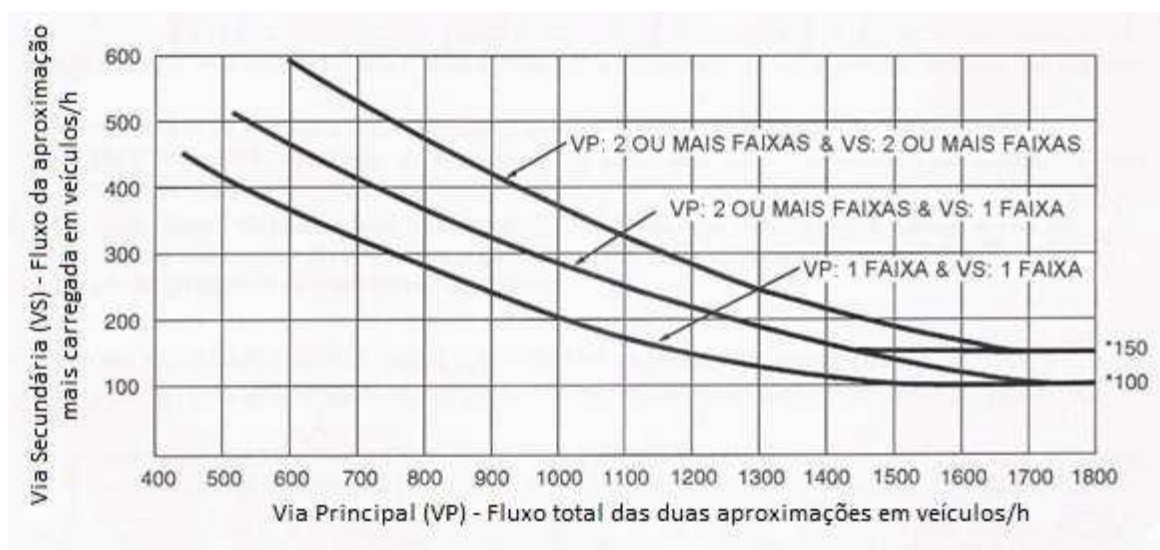


Fig 1: Valores de volume (fluxo) que justificam a implantação de sinalização semafórica em locais em fase de projeto: Caso 1. (Fonte: MUTCD-2003)

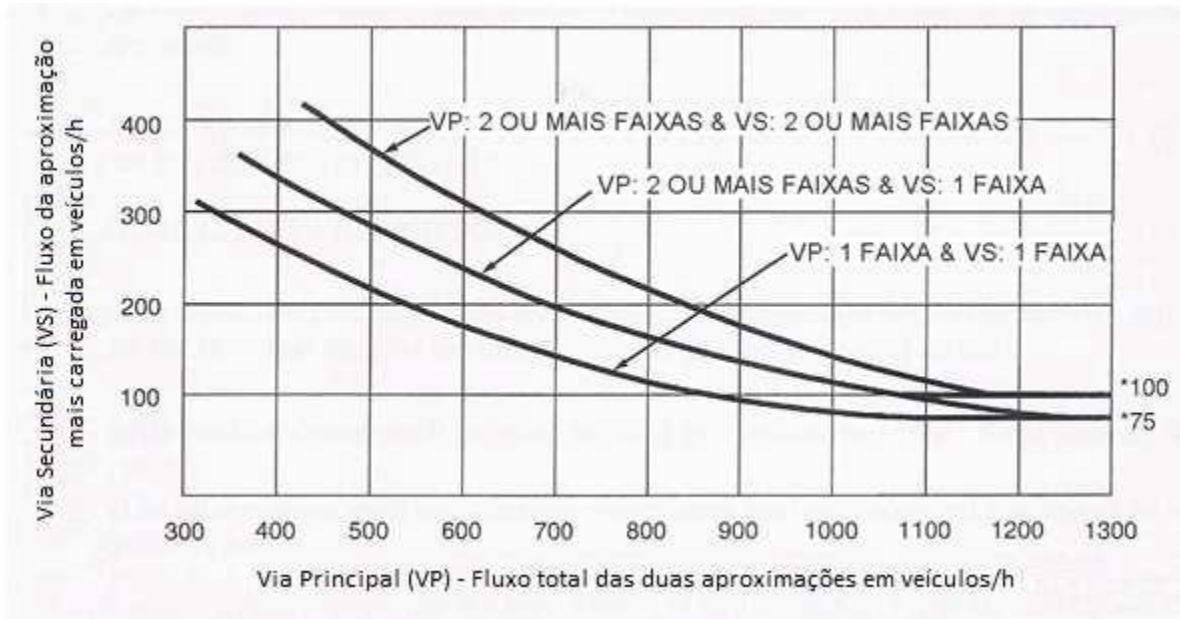


Figura 2: Valores de volume (fluxo) que justificam a implantação de sinalização semafórica em locais em fase de projeto: Caso 2 (Fonte: MUTCD-2003)

2.4 COORDENAÇÃO SEMAFÓRICA.

De acordo com o Manual de Semáforo (2014), a coordenação de semáforos em uma rede viária tem como objetivo melhorar o desempenho da passagem de veículos e/ou pedestres em rede aberta ou fechada, de tal forma que visa garantir que o maior número de veículos transita pelo local sem a necessidade de parar nos semáforos fechados.

A coordenação semafórica gera vantagem principalmente nas situações em que o deslocamento dos veículos entre interseções sucessivas ocorre na forma de pelotões. O deslocamento depende das combinações de diferentes fatores, entre eles o espaçamento das interseções controladas, além disso, os principais objetivos da coordenação semafórica são;

- aumentar o conforto dos usuários e reduzir os congestionamentos mediante a redução do atraso e do número de paradas provocados pela passagem do tráfego veicular ao longo de um conjunto de interseções controladas por sinalização semafórica;

- evitar o bloqueio de interseções próximas entre si devido à ocorrência de filas com extensão superior à capacidade de armazenamento do trecho viário entre eles;

- em casos especiais, facilitar a circulação de pedestres em travessias sucessivas semaforizadas (coordenação baseada no estágio de pedestres das diferentes travessias);

- aumentar a segurança de pedestres por meio da coordenação de travessias semaforizadas de meio de quadra com interseções semaforizadas próximas;

- priorizar o tráfego de veículos de transporte público e de veículos de emergência ao

longo de determinados itinerários;

facilitar o controle da velocidade nas vias que integram a rede visando aumentar a segurança dos usuários.

2.5 ESTUDO DO TRÁFEGO

Para iniciar qualquer implantação de viabilidade de um projeto, são feitos os estudos de tráfego, para que se obtenha “[...] dados de cinco elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e seu inter-relacionamento”. Dessa forma, são recolhidas informações para o projeto de interseções e investigação de dimensionamento, equivalência de nível de serviço, entre outros (BRASIL, 2006, p.19). Mais a frente serão explanados outros itens que compõem um estudo de tráfego.

2.6 VOLUME DE TRÁFEGO

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (BRASIL, 2006, p.63) é “[...] o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo”. Nesse volume está incluso qualquer tipo de veículo que passa pela via, seja em um ou mais sentidos da via.

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego, o volume de tráfego é utilizado para “[...] indicar a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, estimar benefícios esperados de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, calcular taxas de acidentes, prever as receitas dos postos de pedágio etc”. A demanda de tráfego e volume de tráfego tem variação de acordo com o mês do ano, o dia da semana, a hora do dia e variações dentro de uma hora.

O volume de tráfego varia ao longo do tempo, o Manual de Estudos de Tráfego usa termos recorrentes para os seguintes conceitos de volume médio diário:

-Volume Médio Diário Anual (VMDa): número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365;

-Volume Médio Diário Mensal (VMDm): número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere;

-Volume Médio Diário Semanal (VMDs): número total de veículos trafegando em

uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm;

-Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd): número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

Dos modelos de VMD indicados acima, DNIT (BRASIL, 2006, p.63) afirma que “O VMDa, ou simplesmente VMD, é o de maior importância”.

Além dos itens já mencionado, adota-se a hora como unidade de tempo, chegando-se ao conceito de Volume Horário (VH). O VH é usado para verificar as variações do fluxo de tráfego durante o dia, aplicada em número total de veículos trafegando em uma determinada hora (BRASIL, 2006, p.64).

2.7 CONTAGEM DE TRÁFEGO EM INTERSEÇÕES

A parte de contagem para volume de tráfego são de extrema importância, pois segundo o Manual de Estudo Tráfego do DNIT (BRASIL, 2006, p. 112), as contagens “[...] deverão ser executadas pelo menos durante três dias, escolhidos de forma a incluir o provável pico horário semanal. Normalmente, serão realizadas nos dias úteis, exceto onde predominarem problemas relacionados com o tráfego de fim de semana”. É recomendado ainda que as contagens poderão ser divididas em intervalos de 15 minutos, para determinar as variações dentro da própria hora de pico.

2.8 COLETA DE DADOS

O local estudado foi a Avenida Colombo com a rotatória da Pr 317, localizada na cidade de Maringá, no estado do Paraná, com latitude 23°24'44.28S e longitude 51°56'35.16°, o local é caracterizado por uma expansiva urbanização e com grande tráfego de veículos, pois no entorno da rotatória liga a várias cidades como Paranavai, Umuarama, Campo Mourão e além de ligar a várias cidades que englobam a região de Maringá.



Fig 1: a) Vista do local de coleta de dados b) Vista área do local de coleta

A figura 2 mostra a localização exata da avenida e seu entorno.

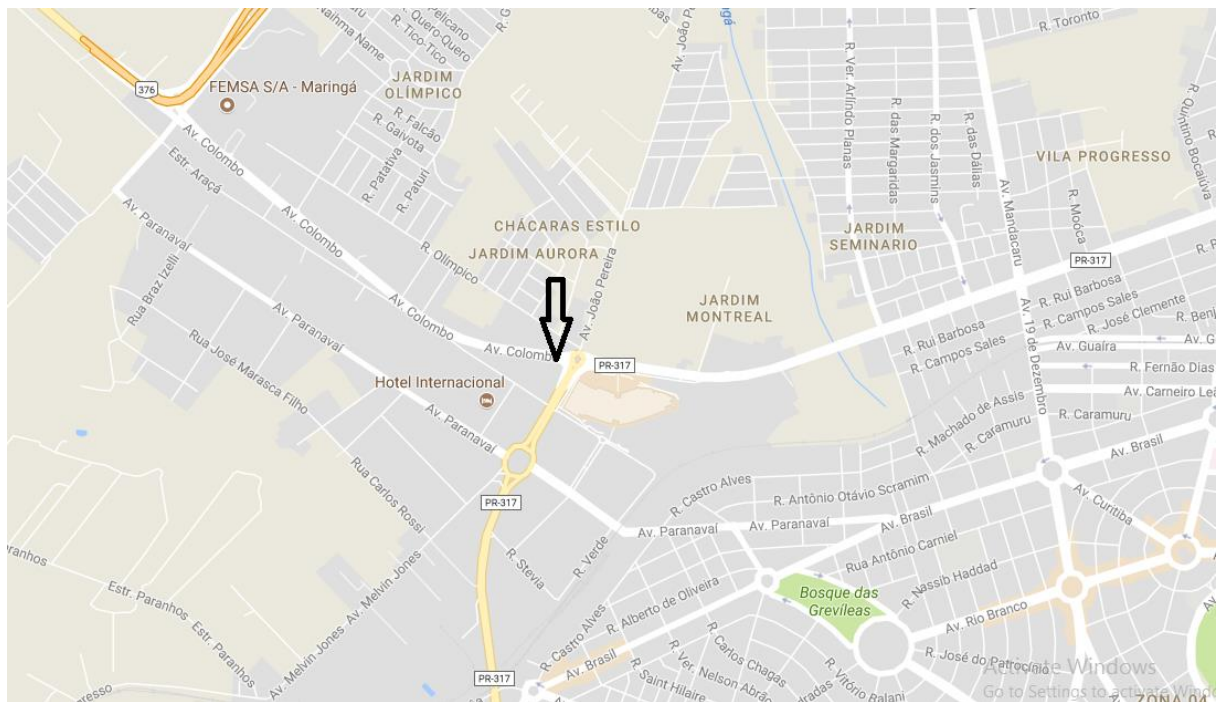


Figura 2: Mapa da localização do ponto de controle

2.9 PESQUISA DE CAMPO EXPLORATÓRIA

Para o levantamento de dados foi executado a contagem volumétrica dos veículos, em que no momento da contagem foram classificados por tipo de veículo (caminhões, ônibus e veículos escolares. Pois de acordo com o Manual de Estudo de Tráfego (BRASIL 2004 p. 56)

para alguns casos “[...] define equivalentes dos diversos tipos de veículos em unidades de carros de passeio, em outros utiliza a proporção desses veículos em unidades de carros de passeio... ou ainda considera que os resultados independem dos tipos de veículos etc.”.

As informações obtidas foram colhidas através de planilhas nas quais consta a data, os horários de coleta de dados que são em intervalos de 15 minutos, conforme as orientações do Manual, tipo de veículo que passa pelo local (auto, ônibus, caminhão, utilitários, veículo escolar e moto/bicicleta) e foi feita gravação *in locu*.

O levantamento foi realizado em 4 dias, sendo 2 dias na quinta, 1 dia na sexta e 1 no sábado nos horários das 17h30min às 19h30min.

2.9.1 CALCULO DO VOLUME DIÁRIO, SEMANAL, MENSAL E PROJEÇÃO ANUAL (CVH – CVS – CVM e VMDA)

O coeficiente de Variação Horária (CVH) é calculado que fornece o coeficiente de uma determinada faixa horária de um dia, comparado ao tráfego total do dia. Para obtenção do fator de correção foi calculado o coeficiente de Variação Semanal (CVS). E para gerar a projeção anual foi calculado o Fator de Correção (FC) que é multiplicado os dados da pesquisa de tráfego que é formada pelos 03 fatores de variação.

$$FC = 1 / CVM + CVS + CVH \quad \text{Equação 1}$$

Com essa fórmula se obtém o coeficiente do Fator de Correção e foi realizada a projeção anual da quantidade de veículos que circulam pelo trecho estudado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COLETA DE DADOS NO TRECHO EM ESTUDO

Na tabela a seguir é exposto o resultado do levantamento de 5 dias de coleta de dados. A tabela a seguir demonstra a quantidade de tipos de veículos que transitam na via. Os valores constante na tabela 01 são a soma dos levantamentos realizados.

Tabela 01: Quantidade de veículos por tipo e horário da coleta de dados

Horário	Automóvel	Ônibus	Caminhão 2 e 3 eixos	Utilitários	Veículos escolar	Moto	Bicicleta
17:30 as 17:45	1354	8	23	47	9	257	7
17:45 as 18:00	664	10	14	34	5	163	6
18:00 as 18:15	647	8	10	30	7	213	2
18:15 as 18:30	585	5	9	37	5	202	3
18:30 as 18:45	1515	15	21	67	13	319	8
18:45 as 19:00	1588	18	13	39	15	283	10
19:00 as 19:15	1556	11	7	41	17	243	6
19:15 as 19:30	1226	16	6	41	6	232	9
Total	9135	91	103	336	77	1912	51
						Soma	11705

3.2 VERIFICAÇÃO DO HORÁRIO DE PICO

As maiores concentrações de pico de congestionamento se dão nos horários entre 18h30 min às 19h15min, momento esse que o trecho tem os maiores índices de congestionamento, conforme a tabela 01. Após o horário de 19h30min a concentração de veículos diminui gradativamente.

3.3 AVALIAÇÃO DO CONGESTIONAMENTO

Além do fluxo de veículos ser alto por motivos já citados anteriormente, outro fator que gera um acúmulo de veículos é a rotatória no sentido de Campo Mourão para Paranavaí. É muito comum as carretas em vez de seguir sentido Colombo-Maringá, seguem o sentido para Paranavaí, com isso esses enormes veículos fazem a rotatória em baixa velocidade gerando acúmulo de veículos no sentido de quem vem de Maringá, pois a preferência é de quem está na rotatória. Essa grande frequência de carretas e caminhões usando o mesmo sentido é em razão de seguirem sentido ao Contorno Norte e evitar passar pelo centro de Maringá.

3.4 CÁLCULO DO VOLUME DE VEÍCULOS DIÁRIO, SEMANAL E PROJEÇÃO ANUAL DE VEÍCULOS DO TRECHO (CVH, CVS E VMDA)

Quando se deseja dimensionar a largura de uma via, número de faixas, sinalizações etc, é necessário verificar a quantidade de veículos que circula durante um ano, porém para obter tais resultados seria necessário dispendir custosas pesquisas de campo.

O tráfego tem suas variações, sejam elas mensais, semanais e horárias, tais variações deverão ser transformadas em VMDA (Volume Médio Diário Anual), com o intuito de multiplicar seu valor por 365, dessa forma, obtendo o total de veículos de um ano.

Para determinar o tráfego da via, é necessário realizar a contagem do número de veículos e corrigir o seu valor pelo Fator de Correção.

3.4.1 CÁLCULO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO SEMANAL

Tabela 02: Determinação do coeficiente de variação semanal

Dia do mês	Automóvel	Ônibus	Caminhão 2 e 3 eixos	Utilitários	Veículos escolares	Moto	Bicicleta	Total	CVS
07/07/2017	2084	23	34	80	15	417	9	2662	1,085467
08/07/2017	1782	20	29	69	13	357	8	2276	0,92807
14/07/2017	1819	20	29	70	13	364	8	2324	0,947643
15/07/2017	1894	21	31	73	13	379	8	2420	0,986788
23/07/2017	2020	23	33	78	14	404	9	2580	1,052031
							Soma	12262	
							Media	2452,4	

Para obter a média foi adotado o dia 14/07/2017 por ser o valor mediano da tabela conforme Akishino (2007).

$$\text{CVS} = \text{Total (14/07/2017)} / \text{Média} \rightarrow \text{CVS} = 2324 / 2452.4 = 0.94$$

Tabela 03: Determinação do coeficiente de variação horaária (CVH)

Dia do mês	Horário	Automóvel	Ônibus	Caminhão o 2 e 3 eixos	Utilitários	Veículos escolar	Moto	Bicicleta	Total
14/07/2017	18:45 as 19:00	317	5	4	14	3	64	2	409
							Total do dia		1966
								Media	245

Para levantar o cálculo do coeficiente de variação horária é adotado o horário de maior fluxo de veículos do dia 10/04/2014.

$$CVH = \text{Total (18h45 às 19h)} / \text{Média} \Rightarrow CVH = 409 / 245 = 1.67$$

3.4.2 Determinação do coeficiente de variação mensal (CVM)

De acordo com a metodologia foi adotado o valor 1.

3.4.3 Determinação do fator de correção (FC)

$$FC = 1 / (CVM + CVS + CVH) \Rightarrow FC = 1 / (1 + 0.94 + 1.67), \text{ portanto } FC = 0.27$$

3.4.4 Cálculo do Volume Médio Diário Anual (VMDA)

De acordo com as informações supracitadas foi concluído que o volume de veículos que efetivamente irão trafegar pelo trecho anualmente é de:

$$VMDA = \text{Média (veículos / dia)} * FC$$

$$VMDA = 2452 * 0.27$$

VMDA = 662 (veículos / dia) * 365, portanto, o VMDA = 241.630 (veículos / ano)

3.5 SUGESTÕES PARA MELHORIAS DO TRECHO

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) um dos itens mais eficazes de evitar o congestionamento é a utilização de interseções por rotatória.

Segundo Costa (2010) as rotatórias têm um custo de implantação e manutenção bem menor que o de um semáforo. No entanto, esse sistema já é utilizado no local de estudo e devido a fatores como expansão da urbanização e aumento do número de veículos, tal sistema não está atendendo a demanda local.

Conforme estudo, segundo o Manual de Semáforos (2014), para a implantação desse sistema é indicada nos casos em que a via secundária apresentar fluxo igual ou maior que 150 veículos por hora, caso essa aproximação tiver duas ou mais faixas de trânsito.

Na tabela a seguir se observa um número de veículos bem maior que a necessidade de 150 veículos por hora, justificando assim a implantação de um semáforo.

Tabela 04: Quantidade de veículos que passaram no dia 07/07/2017

Dia do mês	Automóvel	Ônibus	Caminhão 2 e 3 eixos	Utilitários	Veículos escolar	Moto	Bicicleta
17:30 as 17:45	274	3	4	14	3	48	1
17:45 as 18:00	308	3	5	15	3	54	2
18:00 as 18:15	233	2	3	12	2	41	1
18:15 as 18:30	329	3	5	16	3	58	2
18:30 as 18:45	361	4	5	18	4	63	2
18:45 as 19:00	290	3	4	14	3	51	1
19:00 as 19:15	292	3	4	15	3	51	1
19:15 as 19:30	275	3	4	14	3	48	1
Total							2939

A soma de veículos que passaram em um intervalo de duas horas é muito grande e mesmo com a implantação de um semáforo o sistema ainda fica com o trânsito parado em decorrência do grande número de veículos pesados que vem do sentido Campo Mourão – Paranaíba.

Outra alternativa que demandaria uma mudança de hábito instalado na sociedade Marigaense e que dependeria de grande incentivo de políticas públicas seria investimentos em transporte público. Pelos números, se identifica que a grande parcela que gera o maior volume

de tráfego são os veículos leves. No entanto, trata-se de uma alternativa que depende de um conjunto de muitos fatores e uma conjectura política e social diferentes da qual o país passa.

E a sugestão, que é uma alternativa de último caso, seria a implantação de uma trincheira na Colombo sentido Maringá-Paranavaí e na outra via um sistema de viaduto gerando uma maior mobilidade do tráfego.

Trincheira é um sistema no qual a via é rebaixada para facilitar o cruzamento da outra via. É um sistema que gera uma escavação no sentido longitudinal. O maior desafio para esse tipo de empreendimento é o transtorno de sua implantação.

Em Sarandi a construção de duas trincheiras na BR- 376, no perímetro urbano, região metropolitana de Maringá, gerou bons resultados em decorrência da melhora do fluxo de veículos que vem da rodovia.

Figura 6: Sistema de trincheira já em uso em Sarandi.



4. CONCLUSÃO

Estudos viários são ferramentas para que o engenheiro de tráfego possa identificar as melhores soluções no sistema de tráfego. Esses estudos visam identificar locais em que há maiores congestionamentos e propor melhorias.

Diante desse contexto, este trabalho propôs qual o melhor intervenção para desafogar o trânsito daquela região, entre Colombo e PR 316. Como se pode perceber a existência de uma

rotatória não vem atendendo a demanda de veículos e o uso de uma trincheira associado a um viaduto viabilizaria boa mobilidade do tráfego.

Partindo para tal necessidade, o estudo para interseção foi voltado para a implantação de uma trincheira, levando em conta a geometria do local. E deve-se destacar que estes estudo consideram a volumetria atual, sem a realização de projeções de crescimento de tráfego.

Assim, diante do exposto, para melhorar a fluidez do tráfego, recomenda-se a implantação de uma transposição tipo viaduto além do trincheira como já mencionado.

5 . REFERÊNCIAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de projeto de interseções**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisa Rodoviárias. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN), Brasília, Distrito Federal 1984.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2013.htm>. Acesso em: 13 maio, 2017.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ (DETRAN/PR). **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.detrان.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=detrان&id=469>. Acesso em :13 de maio, 2017

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **MANUAL DE ESTUDO DE TRÁFEGO** Publicação IPR 273. Disponível em :< <http://www.detrان.pr.gov.br/modules/catasg/servicos-detalhes.php?tema=detrان&id=469>> Baixado em 10 abril, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica**.

EDUARDO, A. Vasconcellos. **O Transporte Urbano do Século 21**. Revista dos Transportes Públicos. ANTP. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/336EF961-880A-4CA0-A99C-BAF082D6B187.pdf Acesso em: 28 de maio, 2017.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA). **Bancos de dados**. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=0&idtema=130>> Acesso em: em 21 de maio, 2017.

VILA NOVA, Luis. SINAL DE TRÂNSITO. **Crêterios para Implanta o de Semáforos**.2008. Disponível em:<
http://sinaldetransito.com.br/artigos/criterios_implantacao_semaforos.pdf>. Acesso em 10
junho, 2017.