

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**BÁRBARA DANIELA FLORÊNCIO MORAIS MENDONÇA
TAYANE KARLA DA SILVA COSTA**

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA
NA RUA OSCAR NIEMEYER COM A AVENIDA BRASIL NA
CIDADE DE ANÁPOLIS - GOIÁS**

ANÁPOLIS / GO 2019

**BÁRBARA DANIELA FLORÊNCIO MORAIS MENDONÇA
TAYANE KARLA DA SILVA COSTA**

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA
NA RUA OSCAR NIEMEYER COM A AVENIDA BRASIL NA
CIDADE DE ANÁPOLIS - GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: FILIPE FONSECA GARCIA

ANÁPOLIS / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

MENDONÇA, BÁRBARA DANIELA FLORÊNCIO MORAIS/ COSTA, TAYANE KARLA DA SILVA.

Estudo para implantação semafórica na Rua Oscar Niemeyer com a Avenida Brasil no bairro Cidade Universitária em Anápolis – GO

84P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| 1. Trânsito | 2. Congestionamento |
| 3. Código de Trânsito Brasileiro | 4. Intervenção |
| I. ENC/UNI | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDONÇA, B. D.F.M; COSTA, T. K. S. Estudo para implantação semafórica na rua Oscar Niemeyer com Avenida Brasil bairro Cidade Universitária em Anápolis Goiás.

TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2019.

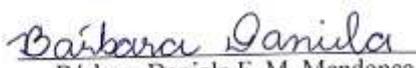
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bárbara Daniela Florêncio Moraes Mendonça, Tayane Karla da Silva Costa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo para implantação semafórica na Rua Oscar Niemeyer com Avenida Brasil bairro Cidade Universitária na cidade de Anápolis Goiás

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Bárbara Daniela F. M. Mendonça

E-mail:

b.florenciomorais@gmail.com



Tayane Karla da Silva Costa

E-mail: tayanekarlag3@hotmail.com

BÁRBARA DANIELA FLORÊNCIO MORAIS
MENDONÇA
TAYANE KARLA DA SILVA COSTA

ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO
SEMAFÓRICA NA RUA OSCAR NIEMEYER COM A
AVENIDA BRASIL NA CIDADE DE ANÁPOLIS - GOIÁS

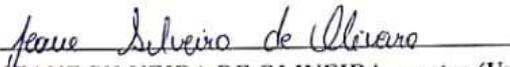
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL

APROVADO POR:

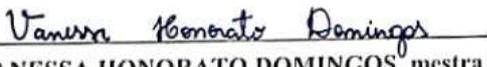


FILIPE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEvangélica)

(ORIENTADOR)



JEANE SILVEIRA DE OLIVEIRA, mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)



VANESSA HONORATO DOMINGOS, mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

ANÁPOLIS/GO, 04 de dezembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que abençoou para que eu concluísse mais essa etapa da minha vida, aos meus pais, que amo imensamente, Ismael Ribeiro Mendonça e em especial à minha querida mãe, Dalma Régina Florêncio de Moraes que sempre fez de tudo por mim, e que sempre me apoia e mostra o caminho certo. Ao meu irmão João Evangelista, que é meu companheiro de todos os dias e que amo muito, que juntos me deram todo o suporte, amor e sabedoria, me apoiando independentemente da situação.

Ao meu namorado Victor de Freitas Oliveira por todo carinho amor e compreensão, pela ajuda e apoio. Agradeço por suportar ao meu lado todas as dificuldades da vida acadêmica. Por cada palavra de apoio e incentivo em todos os momentos, mas principalmente no de angústia.

Aos meus amigos que fizeram parte dessa caminhada, agradeço por todos os momentos de alegria que passamos juntos, em especial agradeço imensamente a minha amiga Marise Nakao, que me ajudou sem hesitar para concluir esse trabalho, da melhor forma possível.

A minha amiga e parceira de trabalho, Tayane Karla, que durante essa jornada teve muita paciência, humildade e sabedoria. Que chorou e se desesperou junto comigo nas dificuldades encontradas, mas que também correu atrás e lutou para que no final desse tudo certo. Agradeço por todo apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador, o professor Filipe Fonseca Garcia pelos seus ensinamentos e muita paciência para com o nosso trabalho.

Bárbara Daniela Florêncio Moraes Mendonça

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me concedido a graça de poder estar concluindo uma graduação, por ter me dado forças para não desistir de um sonho mesmo diante de tantas dificuldades, por sempre caminhar comigo e ter sido meu sustento e, principalmente, por ter me dado uma jóia do céu para chamar de mãe. Agradeço em especial a minha mãezinha, Lusinete Gomes da Silva, que foi e sempre será o meu porto seguro, pela mãe incrível que ela é, por ter me ensinado tanto sobre ser uma pessoa melhor a cada dia e por sempre ter ficado ao meu lado nos momentos que mais precisei. Agradeço também ao meu pai de coração, Raimundo Neres Soares, que há 16 anos Deus me concedeu a graça de ter como pai, que sempre fez tanto por mim, que me deu os melhores conselhos e é o meu maior exemplo de humildade.

Agradeço um amigo especial e colega de profissão, Eduardo da Costa, que me incentivou muito a persistir e não desanimar e por ter se mostrando um verdadeiro amigo no meus momentos de dificuldades. Também sou muito grata a Rute Naves e Wanderson Naves por todas as orações e por terem me dado apoio num momento tão difícil pelo qual passei.

Imensa gratidão a minha psicóloga, Juliana Hassel, que me acolheu com todo amor e carinho, através de um trabalho voluntário prestado à UniEvangélica, por ter me ajudado a não desistir da vida, por toda preocupação e dedicação e principalmente por ter me mostrado que sou capaz e a ver o lado bom da vida. Agradeço o diretor do departamento de Engenharia da CMTT, Igor Lino, que sempre foi prestativo e não mediu esforços para nos ajudar com o presente trabalho, compartilhando todo seu conhecimento profissional.

Agradeço muito minha amiga e companheira de tcc, Bárbara Daniela, que sofreu, cansou, chorou e desesperou junto comigo, mas que sempre foi otimista e me animava dizendo “vai dar tudo certo, amém”. E por fim e não menos importante, agradeço ao meu orientador Filipe Fonseca Garcia, por toda a paciência, dedicação e orientações prestadas.

Tayane Karla da Silva Costa

RESUMO

Neste trabalho foi apresentado um estudo de caso para implementação semafórica na Rua Oscar Niemayer com a Avenida Brasil Norte, bem como um retorno na Avenida Brasil Norte no Bairro Cidade Jardim em Anápolis – Go, com o objetivo de propor melhoria na eficiência do tráfego. A metodologia utilizada para estudo foi segundo os critérios do Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (2009) para justificar a implantação semafórica, onde foram realizadas contagens volumétricas, seguindo os padrões da Companhia Municipal de Trânsito e Transporte de Anápolis (CMTT), para o levantamento de dados e a partir de então, ser realizados cálculos para a análise do tráfego no trecho proposto. Como o local em questão ainda está em fase de projeto, a contagem foi feita em um ponto próximo de onde será feita a implementação, utilizando assim parâmetros baseados em previsão de demanda e em hipóteses sobre as características de operação do tráfego. Com os resultados obtidos do estudo, foi observado o alto fluxo de veículos principalmente nos horários de pico, confirmando a necessidade das implementações de sinalização semafórica e retorno para que haja um controle nos gargalos ali formados. A proposta final consiste na sugestão de projeto de intervenção da via para melhoria do tráfego.

PALAVRAS – CHAVE:

Manual on Uniform Traffic Control Devices. Fluxo de Tráfego. Intervenção Semafórica. Congestionamento.

ABSTRACT

In this paper, we present a case study for semantic implementation on Oscar Niemayer Street with Brasil Norte Avenue, as well as a return on Brasil Norte Avenue in Cidade Jardim Neighborhood in Anápolis - GO, with the objective of proportional improvement in market evaluation. The methodology used for the study was according to the requirements of the Manual of Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (2009) to justify a traffic light deployment, where volumetric contactors were executed, following the standards of the Municipal Traffic and Transportation Company, for the data tracking and thereafter, calculations will be performed for traffic analysis without proposed stretch. As the site in question is still in the design phase, a count was made at the next implementation point, using as demand forecast parameters and assumptions about traffic operating resources. With the results obtained in the study, it was observed the high flow of vehicles at peak hours, confirming the need for signaling and return signaling implementations to have a control in the bottlenecks of all graduates. A final proposal is the suggestion of intervention project via traffic improvement.

KEY WORDS:

Manual on uniform traffic control devices. Traffic flow. Semaphoric Intervention. Co-management

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
CMTT	Companhia Municipal de Trânsito e Transportes
CONATRAN	Código Nacional de Trânsito
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CRT	Conselho Regional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FHP	Fator horário de pico
Vhp	Volume da hora de pico
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Devices
FHWA	Federal Highway Administration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cores da Sinalização de regulamentação	14
Figura 2– Sinalização de regulamentação	15
Figura 3 – Sinalização de advertência	15
Figura 4 - Placas de advertência	16
Figura 5 – Sinalização de indicação	16
Figura 6 – Placas de orientação de Destino	17
Figura 7 – Placas educativas.....	17
Figura 8 – Padrões de cor e tonalidade.....	19
Figura 9 – Faixa transversal de pedestres	20
Figura 10 - Marcação de área de conflito	21
Figura 11 - Dimensões Recomendadas	21
Figura 12 - Marcação de área de Conflito	22
Figura 13 - Marcações de sinalização de sentido	23
Figura 14 - Marcação de sinalização de indicação de escola	23
Figura 15 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (Parte 1)	25
Figura 16 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (Parte 2)	26
Figura 17 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada.....	27
Figura 18 - Dispersão de Pelotão ao longo do Segmento Viário.....	34
Figura 19 - Trombeta.....	36
Figura 20 - Diamante.....	36
Figura 21 - Trevo completo	37
Figura 22 - Trevo parcial	37
Figura 23 - Interconexão direcional.....	38
Figura 24 - Giratório.....	38
Figura 25 - Interseção de três ramos tipo "T"	39
Figura 26 - Interseção em três ramos tipo "Y"	39
Figura 27 - Interseção com quatro ramos tipo reta oblíqua e defasada	40
Figura 28 - Interseção de ramos múltiplos	40
Figura 29 - Interseção tipo Gota.....	41
Figura 30 - Interseção tipo Canalizada.....	41
Figura 31 - Interseção por rótula	42
Figura 32 - Interseção do tipo rótula vazada	42

Figura 33 - Movimentos convergentes	43
Figura 34 - Movimentos divergentes.....	44
Figura 35 - Movimentos Interceptantes.....	44
Figura 36 - Movimentos não interceptantes	45
Figura 37 - Procedimentos para a implantação e avaliação da sinalização semafórica	47
Figura 38 – Valores de Volume Caso 1.....	50
Figura 39 – Valores de Volume Caso 2.....	50
Figura 40 - Volume na Hora de Pico.....	51
Figura 41 - Volume na Hora de Pico.....	52
Figura 42 - Sistema de Progressão Semafórica	53
Figura 43 - Cidade de Anápolis - GO.....	55
Figura 44- Evolução da frota de veículos em Anápolis.....	57
Figura 45 - Hierarquia do Sistema Viário	59
Figura 46 - Avenida Brasil com Rua Dr. Oscar Niemeyer.....	62
Figura 47 - Movimentos do Local de Contagem.....	63
Figura 48 - Fluxo de Veículos no Ponto A.....	64
Figura 49 - Fluxo de Veículos no Ponto B	64
Figura 50 - Fluxo de Veículos no Ponto C	65
Figura 51– Horário Mais Crítico da Contagem.....	66
Figura 52 - Horário mais Crítico 3° Turno	66
Figura 53 - Horário mais Crítico 3° Turno.....	67
Figura 54 - Gráfico de Média de Veículos	68
Figura 55 - Gráfico de Média de Veículos	68
Figura 56 - Gráfico de Média de Veículos	69
Figura 57 - % de Veículos	69
Figura 58 - % de Veículos	70
Figura 59 - % de Veículos	70
Figura 60 - Vista Superior do Projeto Proposto	74
Figura 61 - Vista Superior do Projeto Proposto	75
Figura 62 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto.....	75
Figura 63 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto.....	76
Figura 64 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto.....	76
Figura 65 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Formas e dimensões das lentes dos focos semaforicos	26
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do semaforo	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume mínimo de veículos.....	48
Tabela 2 - Interrupção de fluxo	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	JUSTIFICATIVA	8
1.2	OBJETIVOS	8
1.2.1	Objetivo geral.....	8
1.2.2	Objetivos específicos.....	9
1.3	METODOLOGIA.....	9
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	HISTÓRICO	11
2.2	DEFINIÇÃO.....	12
2.2.1	Sistema viário.....	12
2.2.2	Vias.....	13
2.2.3	Sinalização	13
2.2.4	Sinalização Horizontal	18
2.2.5	Sinalização Semafórica	23
2.2.6	Tempo de Ciclo	28
2.2.7	Congestionamento	28
2.3	SISTEMA BINÁRIO	29
2.4	PESQUISA DE TRÁFEGO	30
2.4.1	Volume de Tráfego	31
2.4.2	Variações dos Volumes de Tráfego	31
2.4.3	Taxa de Fluxo.....	33
2.5	PELOTÕES	33
2.6	AS INTERSEÇÕES.....	34
2.6.1	CLASSIFICAÇÕES DAS INTERSEÇÕES.....	35
2.7	TIPOS DE MOVIMENTOS E CONFLITOS	43
2.7.1	Movimentos	43
3	METODOLOGIA.....	46
3.1	CRITÉRIOS GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE SINLALIZAÇÃO SEMAFÓRICA	46
3.1.1	Volumes Mínimos Veicular em Todas as Aproximações da Interseção	48
3.1.2	Volume Veicular de Quatro Horas	49

3.1.3	Horário de Pico	51
3.1.4	Volume de Pedestre	52
3.1.5	Cruzamento de Escolares.....	53
3.1.6	Sistema de Progressão Semafórica.....	53
3.1.7	Histórico de Acidentes.....	53
3.1.8	Interseções Complexas	54
4	ESTUDO DE CASO.....	55
4.1	A CIDADE DE ANÁPOLIS	55
4.1.1	Crescimento da Cidade	56
4.1.2	Sistema de Transporte	57
4.1.3	Malha Viária	57
4.1.4	Companhia Municipal de Trânsito e Transportes	59
4.1.5	Avenida Brasil.....	60
4.1.6	Local de Estudo.....	61
4.2	ANÁLISE DA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO	62
4.3	CRITÉRIOS ATENDIDOS.....	70
4.3.1	Volumes Mínimos Veiculares em Todas as Aproximações da Interseção.....	71
4.3.2	Horário de Pico	71
4.3.3	Sistema de Progressão Semafórica.....	73
4.3.4	Interseções Complexas	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado que o Brasil vem enfrentando, principalmente nas últimas décadas, tem gerado grande deficiência nas questões de mobilidade e acessibilidade. Com o aumento da população e a aquisição dos automóveis, viu-se a necessidade de criar órgãos e leis que melhorassem a circulação dos veículos. E é de competência dos engenheiros planejarem e desenvolver técnicas que visam melhoria do crescimento urbano, pois o desenvolvimento de uma cidade está associado ao seu sistema de transporte, que são indispensáveis para a circulação de pessoas, de riquezas e serviços e possibilita a aproximação entre homens.

Conforme o art. 1º, § 1º do Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1998, p.19) “Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga e descarga”. Considerando esses aspectos, o presente trabalho tem por objetivo analisar a Rua Oscar Niemeyer com a Avenida Brasil localizado em Anápolis – GO, onde será implantado um semáforo para que seja possível que os veículos retornem na Avenida Brasil, sem que invada a nova linha feita para os ônibus, por meio de levantamentos de fluxo de veículos e dados demográficos a fim de apresentar uma proposta de melhoria para este, de forma a contemplar o ponto em destaque e os demais pontos conflitantes quanto ao tráfego.

Segundo TEIXEIRA (2011), “o sistema de trânsito tem importância social e econômica no cotidiano das cidades. A locomoção a fim de suprir suas necessidades é característica do ser humano”. A partir disto, podemos ver o quanto é necessário que se tenha uma atenção maior para manter a organização das áreas urbanas, promovendo eficiência e segurança no deslocamento das pessoas. Com isso, é dever do município promover iniciativas que visam garantir ao cidadão o seu direito e a sua necessidade de ir e vir, de forma segura e preservando a sua qualidade de vida.

Atualmente a cidade de Anápolis, possui uma população de 381.970 habitantes (IBGE, 2018), o que gera certa preocupação, pois é nítido que o aumento da população relativa vem crescendo a cada ano e, conseqüentemente, o fluxo de veículos também. Segundo dados da Companhia Municipal de Trânsito e Transporte, em 2016 foram registrados, cerca de 2840 acidentes, incluindo motos, carros, transportes públicos e transportes de cargas (CMTT, 2016).

Diante de tais problema, foi escolhido um local específico na cidade de Anápolis, no qual apresenta uma grande deficiência de mobilidade urbana, onde há várias problemáticas em

questão fazendo com que o trânsito na via seja muito intenso. Através de estudos e levantamentos serão analisadas tais questões para propor solução dos problemas.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com dados da Companhia Municipal de Transito e Transporte de Anápolis (CMTT, 2016), em 2010, a cidade contava com uma frota de 172.013 veículos, e hoje conta com mais de 267.068 veículos, um aumento de mais de 42%. Estes dados mostram o motivo dos grandes congestionamentos ocorridos nas ruas e avenidas da cidade, principalmente nos horários de pico. O estudo tem o objetivo de buscar intervenções para que possa melhorar a fluidez do tráfego, apresentando estudos da região e soluções para o local.

O congestionamento é um fator presente em diversas regiões da cidade, principalmente nos horários de pico. Fato esse, que levou o interesse pelo tema abordado, onde se deve buscar uma solução acessível para veículos e pedestres.

Deve-se também levar em consideração a questão da mobilidade urbana, muito presente na cidade de Anápolis, como por exemplo, o Transporte Rápido por Ônibus, (BRT), presente ao longo da Avenida Brasil.

Na questão social, justifica-se o trabalho, pois se a melhoria for aplicada, beneficiará as classes econômicas, o que leva a melhora na qualidade de vida, influenciando a economia da cidade, pois o aumento financeiro se dará pelo rápido fluxo no trânsito.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho visa fazer o estudo de caso sobre a viabilidade técnica da implementação semafórica na Rua Oscar Niemayer com a Avenida Brasil Norte, bem como um retorno na Avenida Brasil, tendo em vista a melhoria do fluxo do trânsito no local.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar o tráfego na Área;
- Detalhar os pontos críticos no trecho em questão;
- Levantamento dos dados relativos aos horários de pico no trecho em estudo;
- Estudar a viabilidade técnica da implantação de mão-única;
- Viabilidade técnica de implantação de retorno e semáforo no trecho;
- Coletar informações sobre o tráfego de volumetria dos veículos.
- Propor sugestões de projetos, caso haja necessidade de implantação de retorno e sinalizações verticais, horizontais e semaforicas.

1.3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso onde será realizado levantamento de dados no trecho proposto, no qual apontarão os problemas a serem abordados, fotos das problemáticas, estatísticas de trânsito e um auxílio do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e da Companhia Municipal de Trânsito e Transportes (CMTT). Com a análise dos dados, serão propostas sugestões para a diminuição dos congestionamentos, visando também uma maior mobilidade para as pessoas que utilizam a via.

Através desse estudo, conseguiremos apresentar os locais onde há maior fluxo de trânsito e, conseqüentemente onde estarão as maiores problemáticas relacionados à mobilidade. Sendo assim, poderão ser determinados os pontos de urgência para intervenções, mudança de sentido da via, implantação de sinalização horizontal e vertical, sistema binário, implantação semaforica e entre outros fatores que contribuem para a melhora do fluxo entre veículos e pedestres, acarretando na melhoria da segurança e qualidade da mobilidade da região.

O estudo será feito de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e o manual estrangeiro Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) publicado pelo Federal Highway Administration (FHWA), apresentaremos os critérios presentes no manual e abordaremos se foi ou não atendido algum dos critérios para justificar a implantação semaforica.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além desse capítulo que introduz o assunto de maneira geral, e o motivo que levou a elaboração, o estudo contará com mais quatro capítulos.

No capítulo 2, será abordado o trânsito, descrevendo os elementos que o compõe bem como suas representações através de figuras e quadros explicativos.

No capítulo 3 será abordada a metodologia através do Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) com figuras e quadros dos critérios que foram atendidos pelo método.

No capítulo 4 será apresentado o estudo de caso baseado na metodologia apresentada no capítulo 3.

No capítulo 5 abordará as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO

Conforme a evolução da humanidade, suas necessidades de sobrevivência e qualidade de vida foram aumentando e com isso, veio a necessidade de locomoção. O ato de caminhar é considerado os meios de locomoção primários depois surgiram algumas invenções que permitiram de forma mais rápida e fácil o deslocamento de pessoas e bens, tais como a roda, canoa, trenó, etc. Com o desenvolvimento dos meios de locomoção, houve também a necessidade do desenvolvimento e melhoria das estradas, o que ao longo dos séculos gerou o aumento de veículos e conseqüentemente o aumento do fluxo dos mesmos (MOLETA, 2008).

Após a Revolução Industrial (1760-1830), em 1897, foi criado o motor a combustão interna, o que possibilitou a criação do automóvel que chegou ao Brasil, importado da França. Conta-se que o primeiro acidente de trânsito no Brasil, foi provocado pelo poeta Olavo Bilac na cidade do Rio de Janeiro, cujo carro pertencia ao ativista José do Patrocínio (FRANZ; SEBERINO, 2012).

Em 1903, as autoridades dos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro, criaram a concessão das primeiras licenças para dirigir, cujo objetivo, era criar regras de circulação para proteger pedestres e motoristas e tornar o trânsito mais seguro. (HONORATO, 2004)

Em 1954, após a morte de Getúlio Vargas, e a posse de Juscelino Kubitschek, o automóvel, tornou-se artigo de consumo da classe média, que antes era reduzido apenas à elite. Nesta época, estradas e avenidas multiplicaram-se, com o intuito de acomodar um número cada vez maior de veículos (FRANZ; SEBERINO, 2012).

Em meados da década de 40, no século XX, a população rural brasileira era consideravelmente maior do que a população urbana, porém em menos de um século essa estatística mudou. Com o aumento da população urbana, a quantidade de automóveis e motocicletas aumentou na mesma proporção, acarretando alteração na qualidade de vida da população de forma negativa. Com isso, houve uma grande necessidade de mudança dessas condições, o que deu origem a Lei Federal nº 12.587 de 2012, que trata sobre Política Nacional de Mobilidade Urbana. Segundo a lei citada, mobilidade urbana se trata do deslocamento de pessoas e cargas dentro do espaço geométrico das cidades (Revista UFG, 2012).

“O primeiro Código Nacional de Trânsito, foi instituído pelo Decreto Lei n. 2.994, em 28 de janeiro de 1941, e disciplinava a circulação de veículos automotores de qualquer natureza,

nas vias terrestres, abertas a circulação pública em qualquer ponto do território nacional” (MOLETA, 2008). Com apenas oito meses de duração, esse código foi revogado pelo Decreto Lei n. 3.651, de 25 de setembro de 1941, criando assim o CONATLAN (Conselho Nacional de Trânsito), que é subordinado ao Ministério da Justiça e os CRT (Conselhos Regionais de Trânsito) nas capitais dos Estados.

O Decreto Lei n. 3.651/41, ficou em vigência durante mais de 20 anos, logo após foi invalidada em 1966, pela Lei n. 5.108/66, que era composta por 131 artigos. A nova lei ficou em vigor durante 31 anos, até que o CTB (Código de Trânsito Brasileiro) foi aprovado pela Lei n. 9.503 de 23 de setembro de 1997. (MOLETA, 2008)

Hoje as cidades não comportam mais o volume de veículos que circulam, sendo esse um dos problemas que desafia. Nos anos 20 e 40, ninguém esperava que a cidade de Anápolis fosse crescer tanto a ponto de ter fábricas de automóveis e indústrias de todo tipo. Esse desenvolvimento começou com a chamada “Marcha para o oeste” que foi colocada em prática antes da construção de Brasília. (BARBOSA, 2015)

2.2 DEFINIÇÃO

2.2.1 Sistema viário

Sistema viário ou rede viária são compostos por vias onde sua utilização se dá por meio dos veículos, pessoas e animais, sejam isolados ou em grupo, com o escopo de operação de carga e descarga, circulação, paradas e estacionamento, segundo CTB (2008). É fundamental que ocorra o ordenamento e o planejamento territorial do município em conformidade com as leis federais e estaduais.

A ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos) (2007) declara que o modelo de organização espacial de uma cidade é determinado pela estrutura do tecido urbano, que é formado pelo sistema viário. Uma vez implantado, só pode ser modificado através de procedimentos complexos e de alto custo.

2.2.2 Vias

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2008), via é a superfície onde é permitido o trânsito de veículos, pessoas e animais; composta por pista, passeio, acostamento, ilha e canteiro central, podendo ser consideradas elementos formadores dos sistemas viários.

O CTB (2008) também classifica as vias de acordo com a sua utilização, classificando-as em Vias Urbanas e Vias Rurais. As vias rurais são classificadas apenas por serem ou não pavimentadas, distinguindo-se em rodovias para as vias rurais pavimentadas e estradas para as não pavimentadas. Já as vias de caráter urbano são aquelas cujo estão situadas em áreas urbanas, que possuem edificações e são abertas à circulação pública; podendo ser classificadas da seguinte forma:

De trânsito rápido - caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

Arterial - caracterizada por interseções em nível, geralmente controladas por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

Coletora - destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

Local - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinadas apenas ao acesso local ou a áreas restritas. (CTB, 2008, p.36)

Estes também são classificados quanto à velocidade de tráfego permitido na via. Para vias urbanas:

- Trânsito rápido: 80 km/h;
- Arterial: 60 km/h;
- Coletora: 40 km/h;
- Local: 30 km/h.

2.2.3 Sinalização

De acordo com o Código Brasileiro de Trânsito (CTB) (2010), sinalização é o agrupamento formado pelos sinais de trânsito e dispositivos de segurança que são colocados nas vias públicas a fim de garantir sua utilização adequada, gerando melhoria no fluxo de trânsito e aumentando a segurança de veículos e pedestres. A sinalização viária ainda pode ser classificada em sinalização vertical e sinalização horizontal.

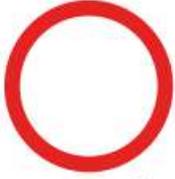
2.2.3.1 Sinalização Vertical

Sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, onde são utilizados sinais sobrepostos em placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre as vias, pintadas ou em formas luminosas transmitindo mensagens de caráter permanente ou, eventualmente aos usuários, segundo CTB (2010). Esta pode ser classificada conforme sua função.

2.2.3.1.1 Sinalização de Regulamentação

Sua finalidade é regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições na utilização das vias. Suas mensagens são definitivas, o desrespeito a elas gera infração. A forma padrão da sinalização de regulamentação é baseada em placas circulares nas cores brancas e vermelhas, porém em algumas exceções podem ser apresentadas em formas triangulares ou octogonais, representado nas figuras 1 e 2.

Figura 1 – Cores da Sinalização de regulamentação

Forma		Cor	
 OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO	 PROIBIÇÃO	fundo	branca
		símbolo	preta
		tarja	vermelha
		orla	vermelha
		letras	preta

Fonte: CONTRAN (2007a).

Figura 2– Sinalização de regulamentação



Fonte: CONTRAN (2007a)

2.2.3.1.2 Sinalização de Advertência

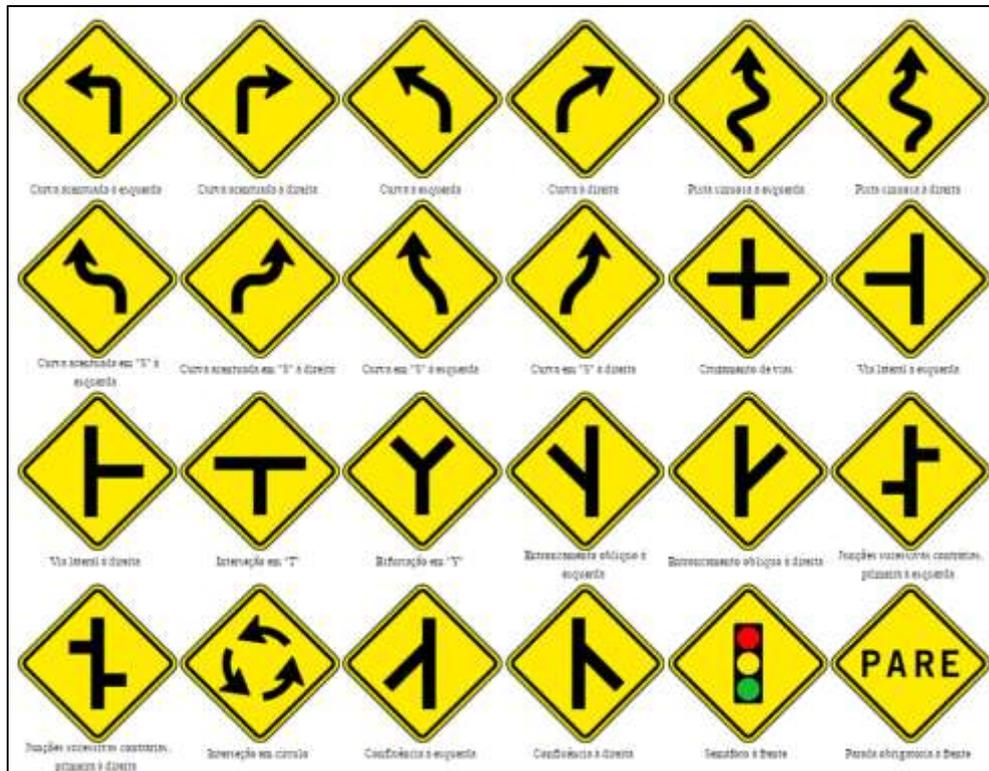
Esta tem por objetivo advertir os usuários da via sobre condições com potencial de risco, tais como escolas e passagens de pedestres; depressões na pista de rodagem, curvas perigosas e ferrovia à frente. São de cores amarela e preta e apresentam formas quadradas com um dos ângulos na vertical representada na figura 3 e 4.

Figura 3 – Sinalização de advertência

Forma	Cor	
		fundo
símbolo		preta
orla interna		preta
orla externa		amarela
legenda		preta

Fonte: CONTRAN (2007b).

Figura 4 - Placas de advertência



Fonte: CONTRAN (2007b).

2.2.3.1.3 Sinalização de Indicação

Este tipo de sinalização possui a finalidade de indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços, além de transmitir mensagens educativas, a fim de ajudar o condutor em seu deslocamento. As placas de indicação podem ser divididas de acordo com o grupo a qual pertence:

Placas de identificação: posiciona o condutor durante seu deslocamento conforme figura 5 a seguir.

Figura 5 – Sinalização de indicação



Fonte: CONTRAN (2014a).

A figura 6 mostra uma representação de placas de orientação de destino: informa aos condutores a direção a ser tomado para a chegada em determinados locais, conduzindo a distância e/ou percurso.

Figura 6 – Placas de orientação de Destino



Fonte: CONTRAN (2014a).

Placas educativas: têm por objetivo educar os usuários da via tanto quanto ao seu comportamento adequado e seguro no trânsito, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Placas educativas



Fonte: CONTRAN (2014a).

2.2.4 Sinalização Horizontal

O CTB (2010) designa que a sinalização horizontal alcança a organização do fluxo de veículos e pedestres por meio de linhas, símbolo, marcações e legendas, pintados ou sobrepostos no pavimento das vias. Além disso, este tipo de sinalização controla e orienta os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos, complementa a sinalização vertical e aumenta a segurança em condições adversas, reduzindo então transtornos nas vias.

Segundo o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) (2007), a sinalização horizontal, assim como a vertical, deve seguir as seguintes normas:

- Legalidade: Código de Trânsito Brasileiro – CTB e legislação complementar;
- Suficiência: Conceder fácil entendimento, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;
- Padronização: Seguir padrão legalmente estabelecido;
- Uniformidade: Situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios;
- Clareza: Transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão;
- Precisão e confiabilidade: Ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade;
- Visibilidade e Legibilidade: Ser vista à distância necessária; ser interpretada em tempo hábil para a tomada de decisão;
- Manutenção e conservação: Estar sempre limpa, conservada e visível;

A sinalização horizontal é classificada de acordo com sua função que é definida pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito volume IV do CONTRAN (2007):

- Ordenar e conduzir o fluxo de veículos;
- Encaminhar o fluxo de pedestres;
- Orientar a locomoção de veículos em relação das condições físicas da via, tais como, geometria, topografia e obstáculos;
- Adicionar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação, com o intuito de destacar a mensagem que o sinal transmite;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Uma das vantagens da sinalização horizontal é que a mesma proporciona maior aproveitamento do espaço viário disponível, informando tanto motorista, quanto pedestres. Sua

mensagem está sempre visível, mesmo em condições de chuva, onde há maior dificuldade de visão. Porém, tem a sua vida útil reduzida em situações de tráfego elevado, pois seu desgaste é alto.

Este tipo de sinalização segue um padrão de formas e cores, sendo as formas: linhas contínuas ou tracejadas, setas e textos indicativos ou legendas. As cores são apresentadas em amarelas, brancas, vermelhas, azuis e pretas, cada uma com sua determinada função. São elas:

- Amarela: Separar as vias para que os movimentos veiculares em sentidos opostos se organizem, a fim de definir áreas de ultrapassagens e deslocamentos laterais, demarcar áreas para proibir estacionamento e/ou paradas e demarcar lombadas físicas.
- Branca: Dividir os espaços da via para veículos que se movimento em fluxos iguais, delimitar áreas de estacionamento e faixas de pedestres, definir área de ultrapassagem, inscrever pinturas de textos, símbolos e legendas.
- Vermelha: Demarcação de ciclovias ou ciclo faixas e inscrição de símbolos de cruz.
- Azul: É a base para a demarcação de símbolos em áreas especiais de estacionamentos ou paradas de embarque para idosos ou portadores de deficiência física.
- Preta: Utilizada para possibilitar contraste com as outras cores em diferentes tipos de pavimento.

O manual do CONTRAN estabelece que as cores devam obedecer ao padrão Munsell, de acordo com as normas das ABNT conforme Figura 8.

Figura 8 – Padrões de cor e tonalidade

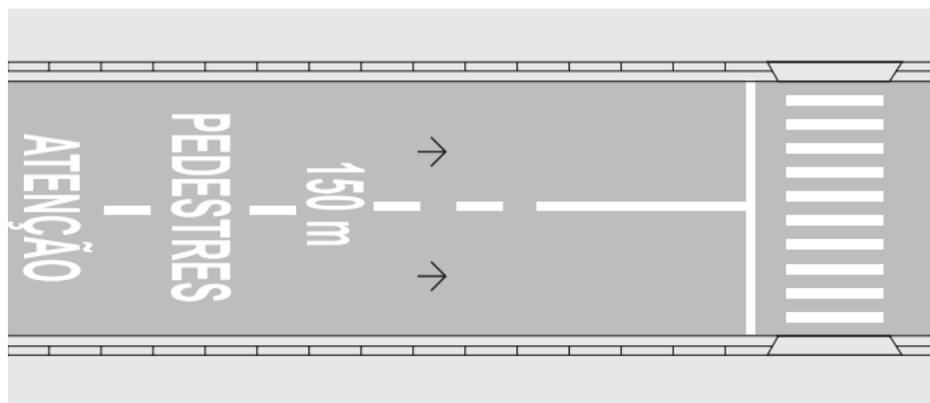
Cor	Tonalidade
Amarela	10 YR 7,5/14
Branca	N 9,5
Vermelha	7,5 R 4/14
Azul	5 PB 2/8
Preta	N 0,5

Fonte: CONTRAN (2007c).

2.2.4.1 Faixa de Travessia de Pedestres – FTP

O CONTRAN (2007, p. 47) define a faixa de pedestres como: “A FTP delimita a área destinada à travessia de pedestres e regulamenta a prioridade de passagem dos mesmos em relação aos veículos, nos casos previstos pelo CTB.” Representada na figura 9, a faixa de pedestre pode ser apresentada de duas maneiras, paralela ou zebraada, o que pode ser observado na figura 9.

Figura 9 – Faixa transversal de pedestres

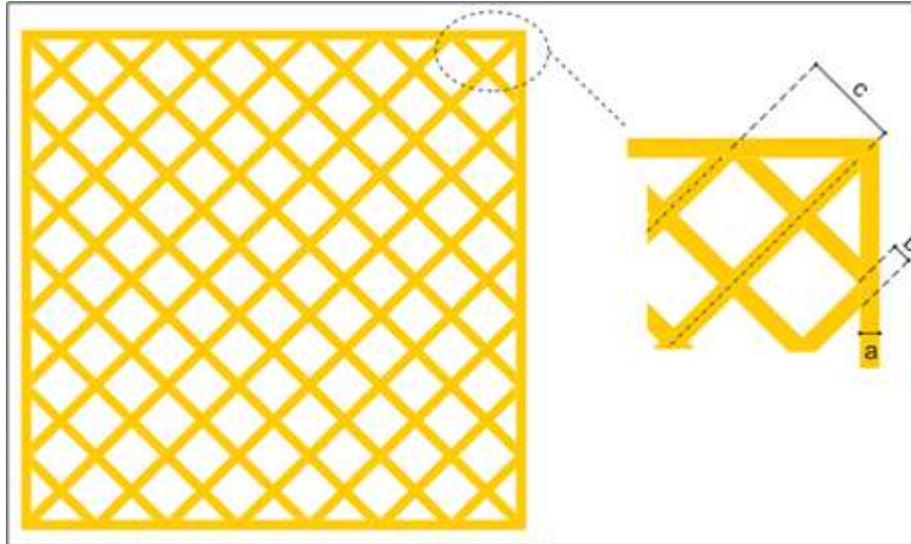


Fonte: CONTRAN (2007c).

2.2.4.2 Marcação de Área de Conflito – MAC

Pintada com tinta amarela e contendo faixas de 10 a 15 centímetros, distantes no máximo 2,50 metros entre si, devendo cobrir totalmente a área de interseção, a marcação de área de conflito tem o objetivo de designar ao motorista, áreas onde não se devem parar ou estacionar o veículo, com o propósito de não obstruir o fluxo da via. Conforme é explanado nas figuras.

Figura 10 - Marcação de área de conflito



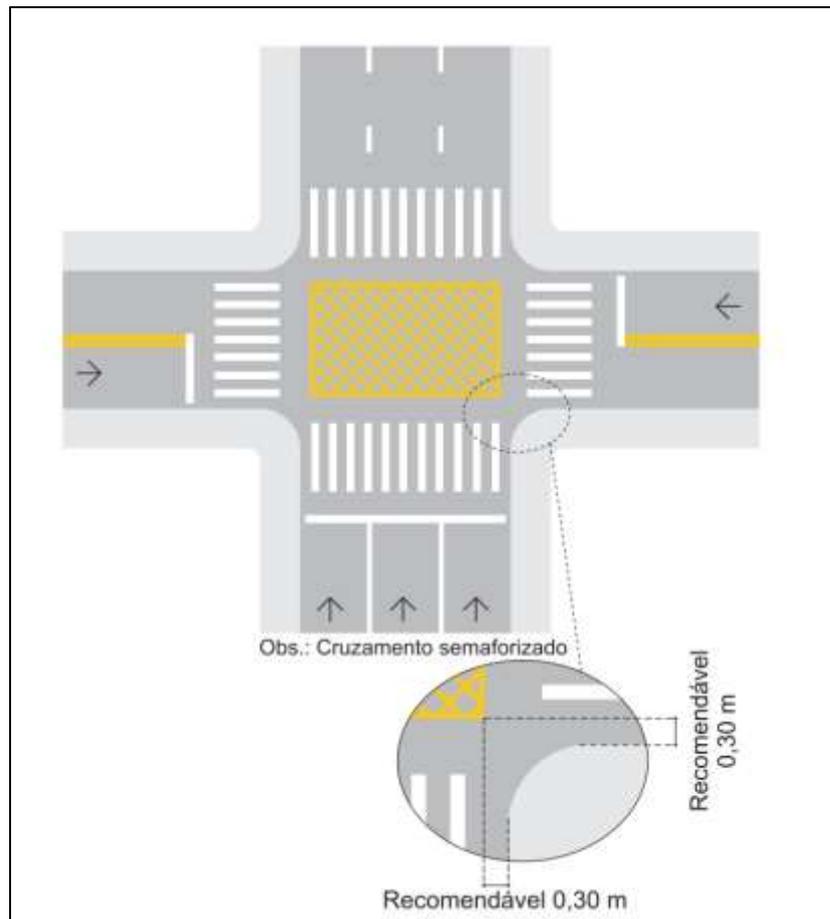
Fonte: Manual de sinalização horizontal – CONTRAN (2007c).

Figura 11 - Dimensões Recomendadas

DIMENSÕES RECOMENDADAS (m)	
Largura da linha da borda externa – a	0,15
Largura das linhas internas – b	0,10
Espaçamento entre os eixos das linhas internas – c	2,50

Fonte: Manual de sinalização horizontal – CONTRAN (2007c).

Figura 12 - Marcação de área de Conflito

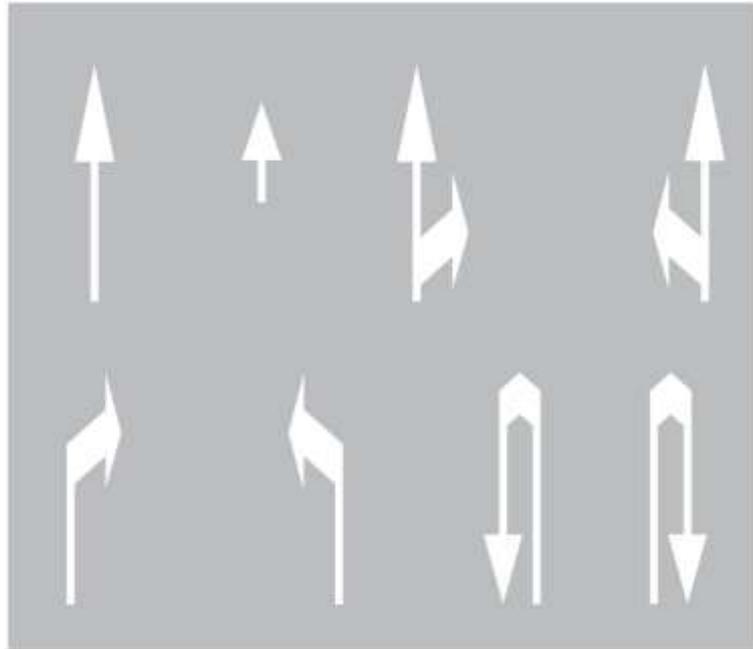


Fonte: Manual de sinalização horizontal – CONTRAN (2007c).

2.2.4.3 Inscrições no Pavimento

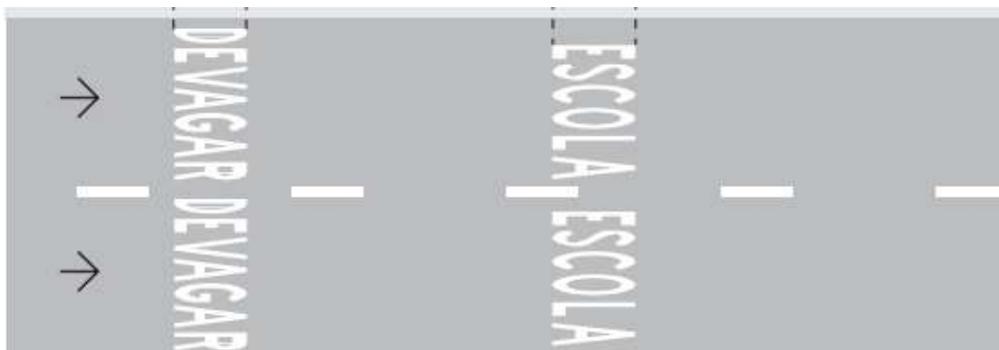
As inscrições no pavimento são sinalizações indicativas horizontais, elas têm por objetivo gerar a melhoria do entendimento do condutor quanto ao funcionamento da via, podendo indicar caminhos exigidos a serem seguidos, cruzamentos, locais de reuniões de públicos e prováveis riscos que o condutor estaria exposto. Encontra-se em formas de setas direcionais, legendas ou símbolos, conforme as Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Marcações de sinalização de sentido



Fonte: CONTRAN (2007c).

Figura 14 - Marcação de sinalização de indicação de escola



Fonte: CONTRAN (2007c).

2.2.5 Sinalização Semafórica

O semáforo é um aparelho de sinalização urbana, rodoviária ou ferroviária que possui a finalidade de controlar e assegurar tanto os veículos como os pedestres. Devido à sua característica de intervir no direito de passagem para os diferentes movimentos de veículos ou de pedestres, em interseções ou em outros locais ao longo das vias, o semáforo exerce uma profunda influência sobre o fluxo de trânsito, podendo reduzir a frequência de acidentes; organizar o trânsito nas interseções, diminuindo conflitos, o que pode aumentar sua capacidade de escoamento; podem ser usados para interromper o trânsito a fim de permitir a passagem de pedestres; entre outros fatores que contam como vantagem do semáforo. (DETRAN-RJ; 2017).

O subsistema de sinalização semafórica é formado por um conjunto de indicações luminosas, que podem estar localizados ou suspensos sobre a via, de forma que seja visível ao condutor. Os elementos de sustentação do conjunto que se encontra suspenso são conhecidos como postes, e também por dispositivos elétrico/eletrônico que são responsáveis por acionar as indicações luminosas em suas respectivas cores.

Assim como para a sinalização de trânsito em geral, na sinalização semafórica existem princípios e padrões a serem seguidos, conforme apresentado abaixo:

- **Legalidade:** estar em conformidade com o CTB e legislação complementar;
- **Suficiência:** fazer com que o foco mais importante seja percebido de forma rápida e fácil, através da quantidade de sinalização necessária a ser implantada;
- **Padronização:** respeitar o padrão que foi estabelecido legalmente e seguir a regra de que em situações semelhantes os critérios para a sinalização devem ser iguais.
- **Clareza:** repassar mensagens de forma objetiva e de fácil compreensão, a fim de evitar conflitos de informações no direito de passagem;
- **Precisão e Confiabilidade:** ser ao mesmo tempo precisa e confiável, satisfazer à situação existente; ter credibilidade; respeitar as condições técnicas mínimas de segurança viária e fluidez, intercalando o direito de passagem dos movimentos considerados conflitantes;
- **Visibilidade e Legibilidade:** proporcionar ao condutor uma visão de qualidade para que em uma distância precisa, ele tenha o tempo necessário tomada de decisão e ação;
- **Manutenção e Conservação:** estar sempre limpa, conservada e com boa visibilidade; quando necessário sofrer adequações de acordo com a necessidade, de forma que acompanhe a dinâmica do trânsito.

2.2.5.1 Formas, cores e sinais.

Com o objetivo de transmitir informações aos condutores e pedestres, o CONTRAN (2014) utiliza as combinações de formas, cores e sinais distintos que tem como objetivo repassar informações necessárias aos condutores e pedestres de acordo com os diferentes significados que cada complemento semafórico possui.

Nas figuras 15, 16 e 17 e quadro 1, são apresentadas as combinações de acordo com os focos de forma circular e retangular, respectivamente, conforme o estabelecido na Resolução Nº 160/04 do CONTRAN (Anexo II do CTB).

Figura 15 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (Parte 1)

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Circular	Vermelha		Indica a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo
	Amarela		Indica o término do direito de passagem	O condutor deve parar o veículo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta
	Amarela (intermitente)		Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo	O condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta
	Amarela com seta (opcional)		Indica término do direito de passagem em semáforo direcional	O condutor deve parar o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança

Fonte: CONTRAN (2014b)

Figura 16 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma circular (Parte 2)

	Vermelha		Indica a proibição do direito de passagem de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo de acordo com a indicação luminosa
	Verde		Indica a permissão do direito de passagem de acordo com a direção e sentido da seta apresentada na indicação luminosa	O condutor tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha, podendo efetuar os movimentos de acordo com a indicação luminosa e observar as normas de circulação e conduta
	Vermelha		Indica por meio do símbolo "X" a proibição de circular na faixa sinalizada	O condutor não deve circular pela faixa sinalizada
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada
	Vermelha		Indica para o ciclista a proibição do direito de passagem	Obrigatoriedade do ciclista em parar o veículo
	Verde		Indica para o ciclista a permissão do direito de passagem	O ciclista tem a permissão de iniciar ou prosseguir em marcha

Fonte: CONTRAN (2014b)

Quadro - 1 Formas e dimensões das lentes dos focos semafóricos

SEMÁFOROS DESTINADOS A	FORMA DO FOCO	DIMENSÃO DA LENTE (mm)
Veículos automotores	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Bicicletas	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Faixas reversíveis	Quadrada	Lado de 300 (mínimo)
Advertência	Circular	Diâmetro de 200 ou 300
Pedestres	Quadrada	Lado de 200 ou 300

Fonte: CONTRAN (2014b)

Figura 17 - Cores e sinais da sinalização semafórica em focos de forma quadrada

FORMA	COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
Quadrada	Vermelha		Indica para o pedestre a proibição da travessia	O pedestre não deve iniciar a travessia
	Vermelha (intermitente)		Indica para o pedestre o término do direito de iniciar a travessia. Sua duração deve permitir a conclusão das travessias iniciadas no tempo de verde.	O pedestre não deve iniciar a travessia. O pedestre que já iniciou a travessia no tempo de verde deve concluí-la, atentando para o fato de que os veículos estão prestes a receber indicação luminosa verde.
	Verde		Indica para o pedestre a permissão do direito de travessia	O pedestre tem a permissão de iniciar a travessia
	Vermelha		Indica, por meio do símbolo "X", a proibição de circular na faixa sinalizada	O condutor não deve circular pela faixa sinalizada
	Verde		Permite a circulação na faixa indicada pela seta	O condutor tem a permissão de circular pela faixa sinalizada

Fonte: CONTRAN (2014b)

2.2.5.2 Tipos de semáforo

A sinalização semafórica pode ser classificada de acordo com sua função, fazendo então com que existam dois tipos, podendo ser de regulamentação e de advertência.

2.2.5.2.1 Sinalização Semafórica de Regulamentação

A sinalização semafórica de regulamentação foca em realizar o controle do trânsito numa interseção ou seção de via, através das indicações luminosas, alternando a preferência da passagem dos inúmeros fluxos procedente dos veículos e/ou pedestres.

2.2.5.2.2 *Sinalização Semafórica de Advertência*

Este tipo de sinalização tem como função advertir os usuários da via quanto à presença de algum tipo de obstáculo ou até mesmo alguma situação que possa acarretar perigo, levando o condutor reduzir a velocidade do veículo e tomar medidas de segurança, para se precaver dos tipos de perigos que se apresentam na via, para seguir adiante.

2.2.6 Tempo de Ciclo

Tempo de ciclo é denominada a sequência completa das indicações de uma sinalização semafórica, ou seja, é o tempo necessário para que um ciclo inteiro seja cumprido em uma interseção, ou seção de via, e é determinado pela soma dos tempos de todos os estágios programados para o controle do tráfego no local (DENATRAN, 2016).

2.2.7 Congestionamento

Não há uma definição universal de congestionamento, porém uma via pode ser considerada congestionada se a velocidade média estiver abaixo da capacidade para a qual foi projetada. Por exemplo, em uma via projetada para uma velocidade média de 40 quilômetros por hora, se a velocidade média estiver abaixo desse valor, é considerada congestionada, fazendo com que os veículos tenham paradas frequentes ou fiquem todos parados em filas, durante quilômetros em estradas, pistas, ruas ou avenidas, acarretando na diminuição do fluxo de movimento.

Estes trazem grandes transtornos tanto pelo desperdício de tempo quanto de dinheiro. Esse fenômeno do trânsito geralmente acontece em horários de pico, momento em que a demanda de veículos excede a capacidade da via provocando um grande problema urbano, perdas de tempo e consumo desnecessário de combustível. O fenômeno é comum também em feriados e pode ser causado por acidentes de trânsito ou veículos quebrados na pista (DENATRAN, 2016).

2.3 SISTEMA BINÁRIO

O binário de trânsito é um sistema que visa melhorias no sistema viário, transformando vias paralelas e próximas, de mão dupla, em vias de sentido único, com o intuito de diminuir conflitos entre veículos, pedestres e ciclistas (C. W. N. Fernandes, S. L. S. Taglialha, F. S. Tiburcio e V. M. D. Silva, 2016).

Para que esse sistema seja concebido como solução operacional, é necessário que haja:

- Acidentes com frequência envolvendo mais de um automóvel, pedestres e ciclistas, se caracterizando devido ao tráfego em dois sentidos;
- Conversões à esquerda são difíceis para saída e acesso da via em questão;
- Semáforos deixam de organizar apenas a preferência de passagem e passam a ser indispensáveis para algum tipo de movimento veicular que poderia ter outra solução para o problema;
- Congestionamentos que causam o aumento excessivo do tempo de viagem tanto de veículos particulares quanto do transporte coletivo, fazendo com que a frequência de ônibus em uma determinada região diminua, necessitando do aumento da frota para atender a demanda existente de passageiros.

Assim como os outros sistemas, o binário de trânsito deve seguir critérios de viabilidade, são eles:

- Deve existir uma via paralela a via em questão;
- As vias, além de paralelas, devem ser próximas, pois assim o deslocamento extra, causado pela alteração do sentido de operação das vias, que será percorrido pelos condutores e também por pedestres ao caminharem para acessar o transporte público,
- A capacidade das vias deve ser compatível com a demanda de tráfego a ser recebida; ambas as vias terão apenas um sentido, sendo assim, cada via deverá comportar o volume de tráfego que já possuía em um determinado sentido acrescido a demanda da outra via no mesmo sentido;
- As vias que serão transformadas em binário devem possuir as mesmas condições de pavimento;
- A presença de Hospitais, Brigadas do Corpo de Bombeiro ou similares pode ser um fator limitante para a implantação de um binário, pois pode aumentar a distância ao acesso dos mesmos ou prejudicar a saída desse tipo de instituição.

2.4 PESQUISA DE TRÁFEGO

Os procedimentos mais comuns utilizados para levantamento de dados na engenharia de tráfego são as pesquisas. Dentre essas pesquisas, estão as contagens volumétricas que, segundo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), objetiva determinar a composição, o sentido e a quantidade de veículos que trafegam por um ou mais pontos indicados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo.

O Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006) classifica as contagens volumétricas três categorias, são elas:

- Contagens Globais: onde é registrado o número de veículos que circulam por um determinado trecho de via, independentemente de seu sentido. São utilizadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego.
- Contagens Direcionais: o registro do número de veículos se dá pelo sentido do fluxo e são empregadas para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais, justificação de controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes, etc.
- Contagens Classificadoras são aquelas onde são anotados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. São empregadas para cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas.

Os métodos para contagem podem ser realizados de forma manual ou mecânica. As contagens manuais são feitas por pessoas, com auxílio de fichas e contadores manuais. Elas são ideais para a classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas. Para contagens em vias urbanas é comum adotar um critério de grupo de veículos com base em suas características de operação (automóveis, ônibus, motocicletas e caminhões).

Já as contagens mecânicas são utilizadas para as contagens de longo intervalo de tempo, por meio de dispositivos mecânicos que coletam os dados relevantes. A contagem manual tem 95% de precisão, porém é mais cara que a mecanizada. Em contra partida, a contagem mecanizada apresenta a desvantagem de sua exposição a roubos e vandalismos.

2.4.1 Volume de Tráfego

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), o volume de tráfego, também chamado de fluxo de tráfego, é a quantidade de veículos que trafegam por uma via ou faixa, num período de tempo. Esse volume pode ser calculado pelo razão de veículos por dia (vpd) ou pela razão de veículos por hora (vph).

Existem duas classificações para o volume de tráfego, são elas: volume médio diário e volume horário. Para analisar o volume horário, é adotada a hora por unidade de tempo em que os veículos circulam nesse determinado horário, chegando ao conceito de Volume Horário (VH). Já o volume médio diário (VMD), que é o de maior importância, é a média de veículos que trafegam numa determinada seção da via no período de 24 horas. Ele é estimado num ciclo representativo, podendo ser anual (VMDa), mensal (VMDm), semanal (VMDs) e diário em um dia específico da semana (VMDd).

O VMD se caracteriza como mais importante pela sua eficiência em indicar necessidades a serem sanadas, como a de melhorias de vias existentes ou de construção de novas vias, calcular taxas de acidentes, etc.

2.4.2 Variações dos Volumes de Tráfego

Existem características do volume de tráfego que são de extrema importância e devem ser bem analisadas como a variação generalizada, pois elas influenciam diretamente no número de veículos, fazendo com que haja variação dentro da hora, dia, semana, mês, ano e no mesmo local, variando de acordo com a faixa transitada. Segue abaixo algumas dessas variações, de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006):

2.4.2.1 Variação ao longo do dia

Há uma variação dos volumes horários ao longo dia, onde são atingidos pontos máximos, determinados picos. Os horários de pico são responsáveis pela ocorrência dos eventos mais relevantes, tais como acidentes e congestionamentos, por conter os maiores números de veículos de uma via em um determinado dia.

Também há variações dentro da hora de pico, pois o número de veículos que passam dentro de uma seção de uma via em determinado tempo não é uniforme. Para isto existe o Fator

de Horário de Pico (FHP), que serve para medir essa variação e mostrar o grau de uniformidade do fluxo, utilizando geralmente um intervalo de 15 minutos.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15m\acute{a}x}} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

FHP = fator horário de pico

V_{hp} = volume da hora de pico

$V_{15m\acute{a}x}$ = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico

2.4.2.2 Variação Semanal

Em vias urbanas os volumes de pico se concentram nos dias da semana, de segunda a sexta-feira, devido aos trajetos de ida e volta aos locais de trabalho. Geralmente, o fluxo de tráfego na terça, quarta e quinta são bem semelhantes, diferindo das segundas que é pouco inferior a sua média, e das sextas que é um pouco superior.

2.4.2.3 Variação por Faixa de Tráfego

Geralmente os veículos tendem a evitar faixas onde há muitas paradas de ônibus e/ou de táxis, agravando as interferências provocadas por movimentos de giro e acesso a elas. Também é comum que veículos em maior velocidade transitem pela esquerda e, veículos com menor velocidade, pela direita. Em casos de existência de duas faixas, os veículos tendem a usar a da esquerda e, no caso de três faixas, tendem a usar a do meio. Esses são exemplos de variação por faixa de tráfego em vias urbanas.

2.4.2.4 Variações Especiais

Ocorrem sempre em datas especiais como dia de jogos de futebol, feriados, Natal, etc. o que faz com que o engenheiro tome medidas cabíveis para a melhoria do tráfego, já que são datas previsíveis. Já fatores como acidentes, inundações, alterações da ordem pública, não tem

data certa para ocorrer, porém pode ser estudado de antemão para que haja solução ou otimização desses tipos de problemas.

2.4.3 Taxa de Fluxo

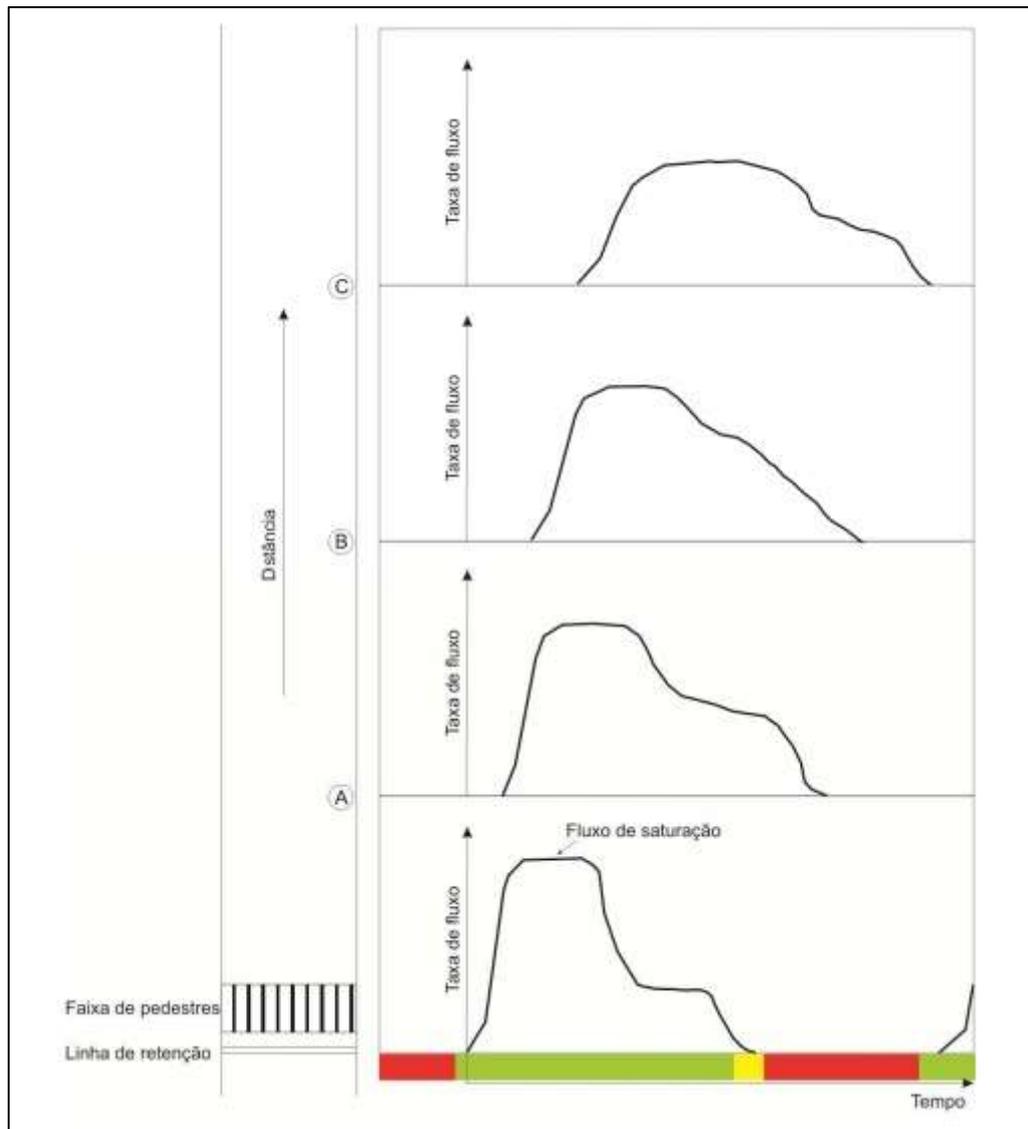
A taxa de fluxo é definida como o número de veículos que trafegam em uma dada seção de via, durante intervalos de tempo inferiores há uma hora, geralmente em intervalos de 15 minutos ao longo do período estabelecido. Assim como o volume, o fluxo é uma variável que dimensiona a quantidade de veículos que utilizam uma via durante um período definido de tempo.

A análise da capacidade de um sistema viário é feita através dos valores obtidos pelas máximas taxas de fluxo, sendo ela juntamente com os volumes observados nos horários em que fatores determinam a hora de pico.

2.5 PELOTÕES

Quando o intervalo vermelho do semáforo é acionado, é gerado um agrupamento de veículos que ficam retidos atrás da linha de retenção. Conforme são liberados pelo intervalo verde, é iniciada uma circulação em grupos compactos, que são os chamados pelotões. À medida que o pelotão vai se afastando da linha de retenção, tende a se dispersar, processo denominado dispersão de pelotões. A Figura 18 apresenta esse processo ao longo de um segmento viário localizado a jusante de uma faixa de pedestres controlada por sinalização semafórica.

Figura 18 - Dispersão de Pelotão ao longo do Segmento Viário



Fonte: CONTRAN - Volume V (2014)

2.6 AS INTERSEÇÕES

De acordo com o Manual de projeto de interseções do DNIT, interseção, conhecidas também como bifurcação e entroncamento, são cruzamentos entre vias no sistema viário de uma cidade. É o local onde duas ou mais vias se cruzam ou se unem, facilitando o movimento dos veículos (DNIT, 2005).

2.6.1 CLASSIFICAÇÕES DAS INTERSEÇÕES

Há basicamente dois grupos grandes que são definidos em função dos planos em que são realizados os movimentos do cruzamento

Há basicamente dois grupos grandes que são definidos em função dos planos em que são realizados os movimentos do cruzamento. Interseção em nível são vias que se cortam e apresentam a mesma cota, e interseção em níveis diferente, ou desnível, são vias que se cruzam de forma distinta.

As interseções são subdivididas em mais três outros grupos, sendo eles, cruzamento, rotatória ou entroncamento, sendo o primeiro utilizado quando o trecho da via for cortado por outro, o segundo feito para distribuir o fluxo de veículos, e o último utilizado quando a via se inicia ou termina em outra, ou quando duas ou mais vias se encontram.

2.6.1.1 Interseções em Desnível (Nível Diferente)

As interseções em desnível são classificadas em duas classes, sendo eles cruzamento em níveis diferentes sem ramos e interconexões.

- a) Cruzamento em níveis diferentes sem ramos: Quando não há troca de fluxo de tráfego entre as rodovias que se cruzam. O conceito de cruzamento, e dado por passagem superior no qual a via principal passa pela parte superior da via secundária. Quando não se tem um alto volume de tráfego entre as vias, a retirada dos ramos ocorre, mas em casos onde o terreno seja desfavorável, tornam-se as conexões de ramos não viáveis.
- b) Interconexão: é quando a intercessão, além do cruzamento em desnível, conta com os ramos que direcionam os veículos de uma via à outra. As interconexões são divididas em sete tipos básicos:
 - Em “T” ou “Y”: são interconexões que possuem três ramos, também conhecido como trombeta, onde uma das correntes de tráfego de um dos ramos realiza um giro de aproximadamente 270°, conforme a figura 19.

Figura 19 - Trombeta



Fonte: Flickr: Fotos GOVBA (2014)

- **Diamante:** é usada em interseção de uma via principal, onde possui uma saída à direita para cada direção de sua principal rota no mesmo nível, antes do cruzamento, onde os ramos são curtos com entrada e saída de fácil acesso, como mostra a figura 20.

Figura 20 - Diamante



Fonte: DNIT (2005)

- **Trevo completo:** é um modelo de interconexão que executa os movimentos no encontro de quatro quadrantes que realizam a conversão à esquerda chamada também como loops ou laços, conforme a figura 21.

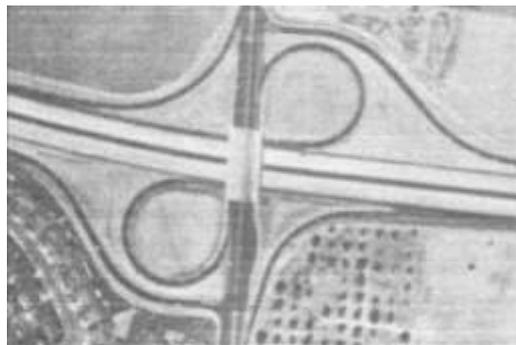
Figura 21 - Trevo completo



Fonte: Flickr Crédito: Wendel Ferraz (2018)

- Trevo parcial: Assim como o trevo completo é também composto por ramos, porém, é formado pela a eliminação de um deles, mostrando assim no mínimo um ramo em laço, conforme figura 22.

Figura 22 - Trevo parcial



Fonte: Brasil (2005)

- Direcional e semidirecional: Utilizados em um ou mais movimentos de conversão à esquerda feita por ramos direcionais, conforme apresentado na figura 23.

Figura 23 - Interconexão direcional



Fonte: Google Maps (2019)

- Giratório: É uma interconexão que faz uma ligação da rotatória na via secundária, de acordo com a figura 24.

Figura 24 - Giratório



Fonte: http://www.amazonianarede.com.br/Complexo_Viario_Bola_do_Coroado-4.jpg (2014)

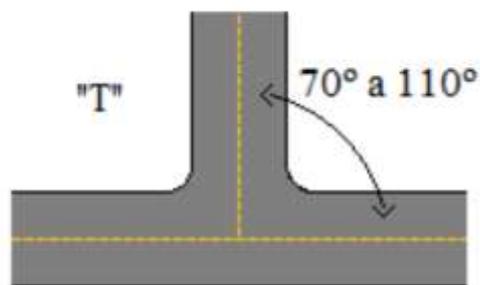
2.6.1.2 Interseções em nível

Para as interseções em nível, divide-se conforme:

a) Quantidade de ramos:

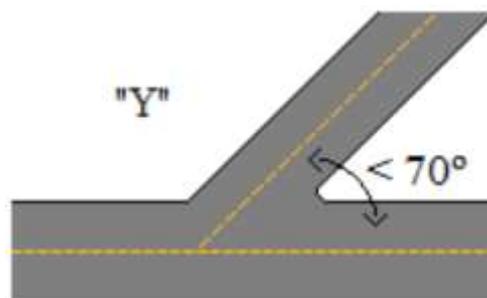
- Em três ramos, em forma de “T” com ângulo entre 70° e 110° ou “Y” com ângulos menores que 70° . Para interseções com quatro ramos são adotados para pequenos volumes de tráfegos e menores manobras de contorno, pode ser considerado como retas para ângulos entre 70° e 110° , e oblíqua para ângulos menores que 70° ou defasada, e também interseções com mais de cinco ramos, porém aconselha-se que possua no máximo quatro. Segue abaixo as figuras 25, 26, 27 e 28 que representam a interseção.

Figura 25 - Interseção de três ramos tipo "T"



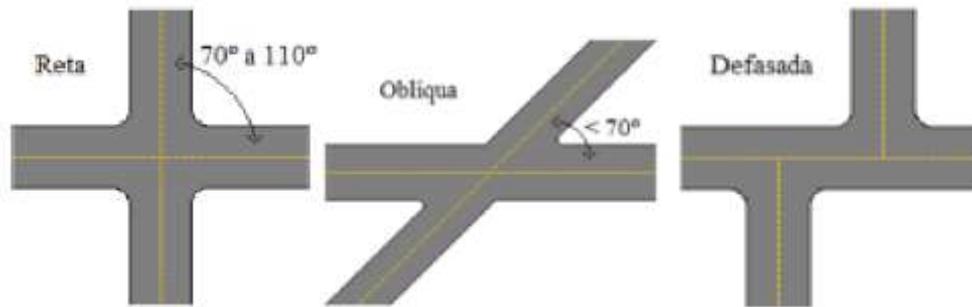
Fonte: DNIT (2005)

Figura 26 - Interseção em três ramos tipo "Y"



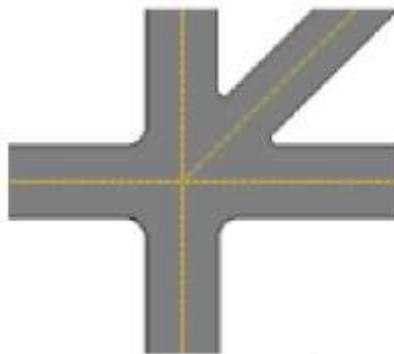
Fonte: DNIT (2005)

Figura 27 - Interseção com quatro ramos tipo reta oblíqua e defasada



Fonte: DNIT (2005)

Figura 28 - Interseção de ramos múltiplos



Fonte: DNIT (2005)

b) Domínio da sinalização:

- Mínima: É usado geralmente quando os parâmetros de UCP, que é dada em unidade de carro de passeio, da principal via for inferior a 300 UCP, e de via secundária inferior a 50 UCP.
- Gota: É quando na resolução estabelecida é utiliza-se uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária, com intuito de direcionar a circulação à esquerda.
- Canalizada: É utilizada quando os movimentos do fluxo de tráfego são determinados pela sinalização horizontal, ilhas e outras ferramentas, sendo uma solução para diminuir os conflitos.
- Rótula ou rotatória: Com circulação na forma anti-horária passando em volta de uma ilha central.
- Rótula vazada: Quando o fluxo de tráfego da via principal, circula pela ilha central que por sua vez é vazada atravessando-a, e, o fluxo das vias secundárias realiza conversão com movimento circular na ilha em sentido anti-horário.

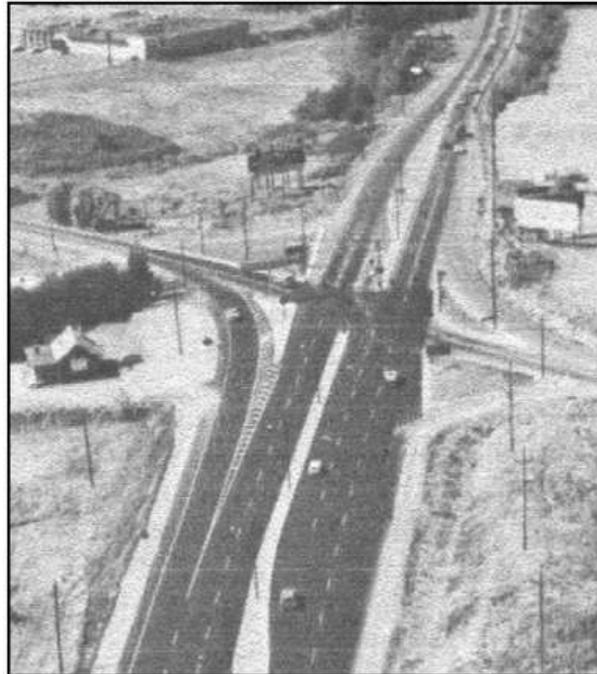
As figuras 29, 30, 31 e 32, mostrarão um exemplo de cada uma.

Figura 29 - Interseção tipo Gota



Fonte: DNIT (2005)

Figura 30 - Interseção tipo Canalizada



Fonte: DNIT (2005)

Figura 31 - Interseção por rótula



Fonte: Google Maps (2019)

Figura 32 - Interseção do tipo rótula vazada



Fonte: Google Maps (2019)

c) Domínio da sinalização

- Sem sinalização semafórica, no qual é muito comum na zona rural, ou em zonas urbanas com fluxo de tráfego pequeno, o curso é dominado apenas por sinalização horizontal e vertical.

- Com sinalização semafórica, no qual é muito utilizada em zonas urbanas com grande fluxo de veículos, geralmente a sinalização é composta por semáforo.

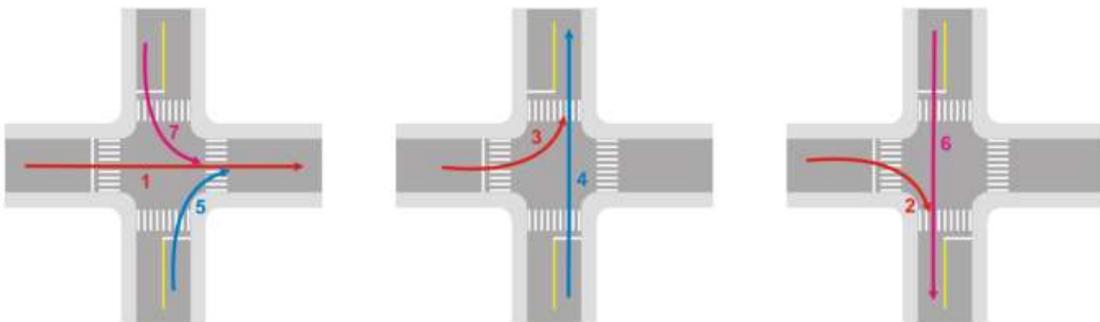
2.7 TIPOS DE MOVIMENTOS E CONFLITOS

2.7.1 Movimentos

Um simples movimento entre as regiões da cidade pode ser feito de diversas formas, passando por diversas vias, sem alterar o destino final. Por inúmeros motivos, como congestionamentos, acidentes ou fechamento de ruas, torna-se necessária a mudança de direção. Os movimentos podem ser classificados conforme a sua trajetória, de acordo com o DENATRAM (2007):

- Convergentes: Movimentos com mesmo início e diversas proximidades e mesmo destino final, conforme Figura 33 a seguir.

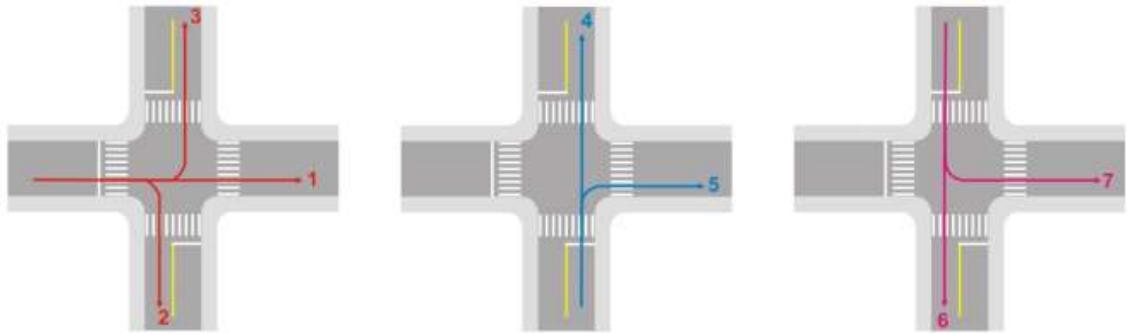
Figura 33 - Movimentos convergentes



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2014)

- Divergente: Movimentos com mesma proximidade inicial, mas com destinos distintos (Figura 34).

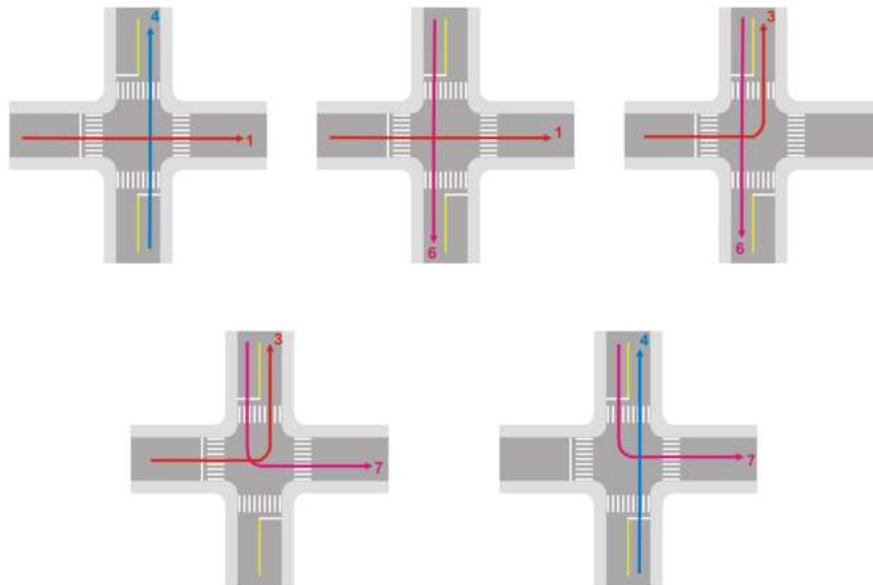
Figura 34 - Movimentos divergentes



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2014)

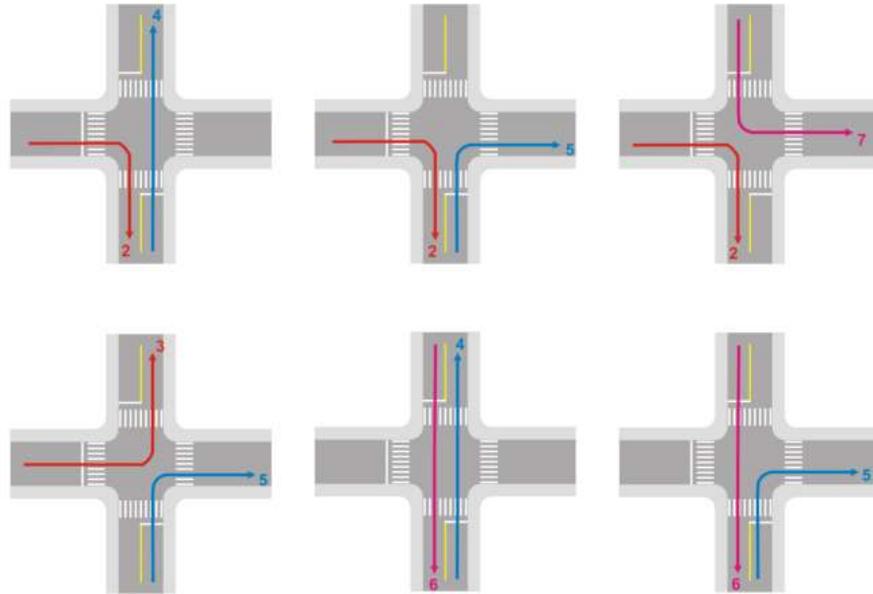
- Interceptantes: Os movimentos possuem aproximação e origem distintas que se cruzam em certo ponto da interseção. (Figura 35)

Figura 35 - Movimentos Interceptantes



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2014)

- Não-interceptantes: São os movimentos que não se interceptam em nenhum ponto da interseção. (Figura 36)

Figura 36 - Movimentos não interceptantes

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V - Sinalização Semafórica (2014)

3 METODOLOGIA

3.1 CRITÉRIOS GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014) explana a sinalização semafórica como uma das alternativas para gerenciar conflitos existentes em interseções ou meio de quadras.

Quando a sinalização semafórica é utilizada de forma apropriada, são grandes os impactos positivos sobre o trânsito, porém quando utilizada de forma inadequada, contraria os Princípios da Sinalização de Trânsito e pode trazer grandes consequências negativas ao desempenho e segurança do trânsito (CONTRAN, 2014). No quadro 2 a seguir são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens da implantação semafórica justificada e não justificada.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens do semáforo

IMPLANTAÇÃO JUSTIFICADA	IMPLANTAÇÃO NÃO JUSTIFICADA
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da segurança viária • Melhoria da fluidez do trânsito, na medida em que promove distribuição adequada dos tempos destinados a cada movimento. • Controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e pedestres com a consequente redução de conflitos • Redução de atrasos • Credibilidade por parte dos usuários em relação à sinalização 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de ocorrência de acidentes de trânsito • Imposição de atrasos excessivos • Indução ao desrespeito à sinalização devido à ociosidade na operação • Descrédito em relação à sinalização • Gastos desnecessários de recursos públicos

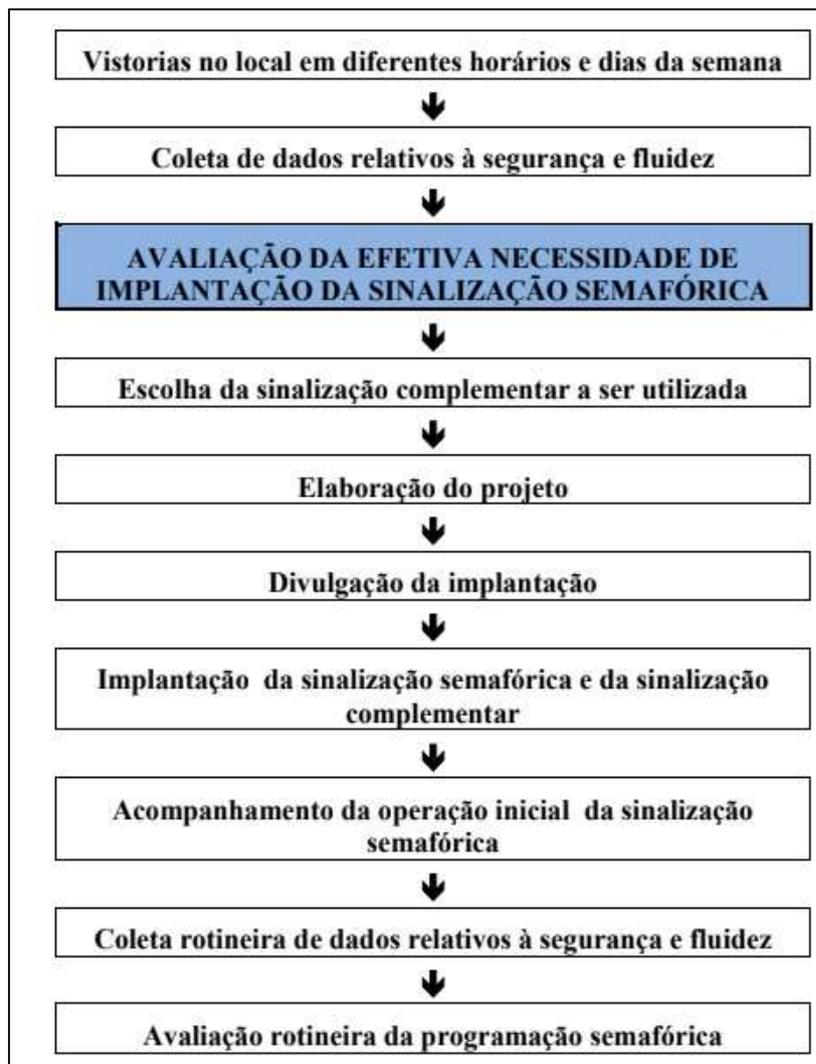
Fonte: CONTRAN (2014b).

Para a implantação semafórica é necessário que alguns critérios sejam seguidos, respeitando procedimentos de verificação através de estudos que avaliam sua eficácia. Com a

realização do estudo, é possível reunir documentos que o compõem para que seja feito um relatório técnico, com o propósito de auxiliar o gestor de trânsito na tomada de decisão para implantação ou não da sinalização semafórica e também como histórico para consultas futuras.

Os procedimentos apresentados a seguir, na Figura 37, fazem parte do estudo que define a necessidade ou não da implantação semafórica. No caso do estudo em locais em fase de projeto, dentre aqueles que poderão sofrer alteração de geometria e/ou sinalização, os dois primeiros procedimentos listados devem ser substituídos por parâmetros baseados em estudos de previsão de demanda e em hipóteses sobre as características de operação do tráfego.

Figura 37 - Procedimentos para a implantação e avaliação da sinalização semafórica



Fonte: CONTRAN (2014b)

Além do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito existem vários outros manuais que são utilizados como parâmetros para estudos de tráfego, inclusive manuais estrangeiros,

como Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD), publicado pelo Federal Highway Administration (FHWA).

O MUTCD (2009) estabelece nove critérios, nos quais oito são para vias livre de tráfego ferroviário, que têm por objetivo a verificação da necessidade de semáforos. Sendo nenhum dos critérios atendidos não há razão para a implantação, sendo pelo menos 1 (um) critério atendido, pode haver necessidade de semáforo. Segue abaixo os critérios apresentado pelo manual:

3.1.1 Volume Mínimo Veicular em Todas as Aproximações da Interseção

O volume mínimo de veículo, condição apresentada na tabela 1, destina-se à aplicação em locais onde um grande volume de cruzamento de tráfego é o principal motivo para considerar a instalação de semáforo. A interrupção do tráfego contínuo, condição apresentada na tabela 2, destina-se à aplicação em locais onde a condição A não é satisfeita e onde o volume de tráfego em uma rua principal é tão intenso que o tráfego em uma rua menor sofre atraso ou conflito excessivo ao entrar ou atravessar a rua principal.

Tabela 1 - Volume mínimo de veículos

Nº de faixas de tráfego por aproximação.		Veículos equivalentes por hora na preferencial dos dois sentidos (100%)	Veículos equivalentes por hora, na secundária, apenas uma direção (100%).
Preferencial	Secundária		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fonte: MTCUD (2009) – adaptado.

Tabela 2 - Interrupção de fluxo

Nº de faixas de tráfego por aproximação.		Veículos equivalentes por hora na preferencial dos dois sentidos (100%)	Veículos equivalentes por hora, na secundária, apenas uma direção (100%)
Preferencial	Secundária		
1	1	750	75
2 ou mais	1	900	75
2 ou mais	2 ou mais	900	100
1	2 ou mais	750	100

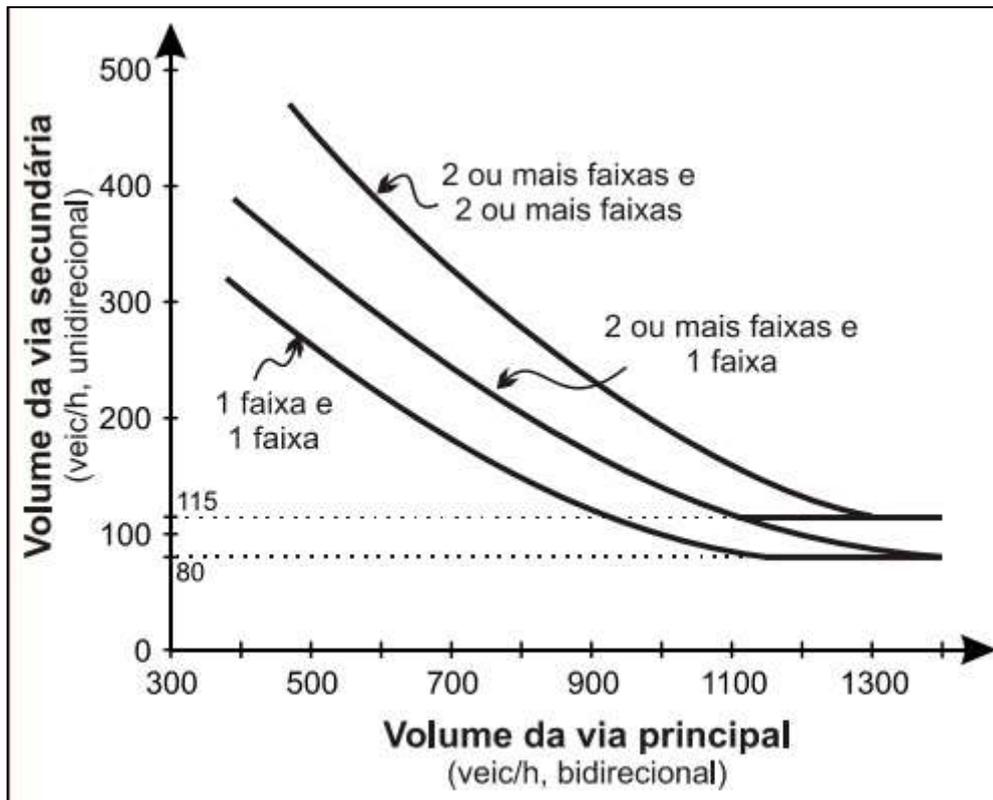
Fonte: MTCUD (2009) – adaptado

3.1.2 Volume Veicular de Quatro Horas

A necessidade de um semáforo deve ser considerada se o estudo constatar que, para cada 4 horas em um dia médio, os pontos encontrados representando os veículos por hora na via principal (nos dois sentidos) e os veículos correspondentes por hora na via secundária de maior volume abordagem (apenas uma direção, aproximação mais pesada) caem acima da curva aplicável na Figura 21 para a combinação existente de faixas de aproximação. Na rua secundária, o volume mais alto não deve estar na mesma abordagem durante cada uma dessas 4 horas.

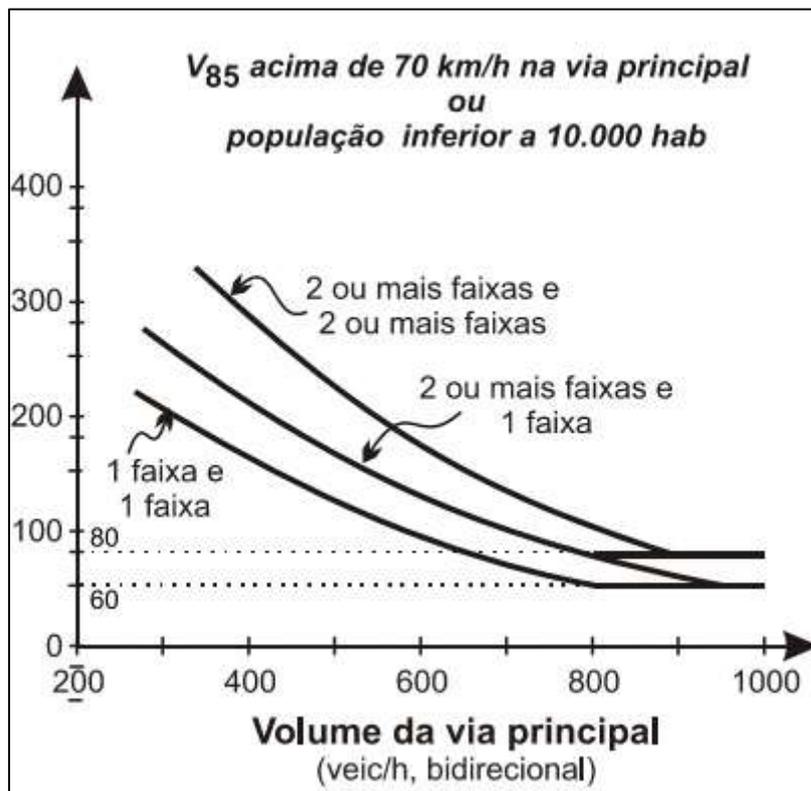
Se o cruzamento se encontra dentro da área construída de uma comunidade isolada com uma população inferior a 10.000, A Figura 39 pode ser usada no lugar da Figura 38.

Figura 38 – Valores de Volume Caso 1



Fonte: MTCUD (2009) - adaptado

Figura 39 – Valores de Volume Caso 2



Fonte: MTCUD (2009) – adaptado

3.1.3 Horário de Pico

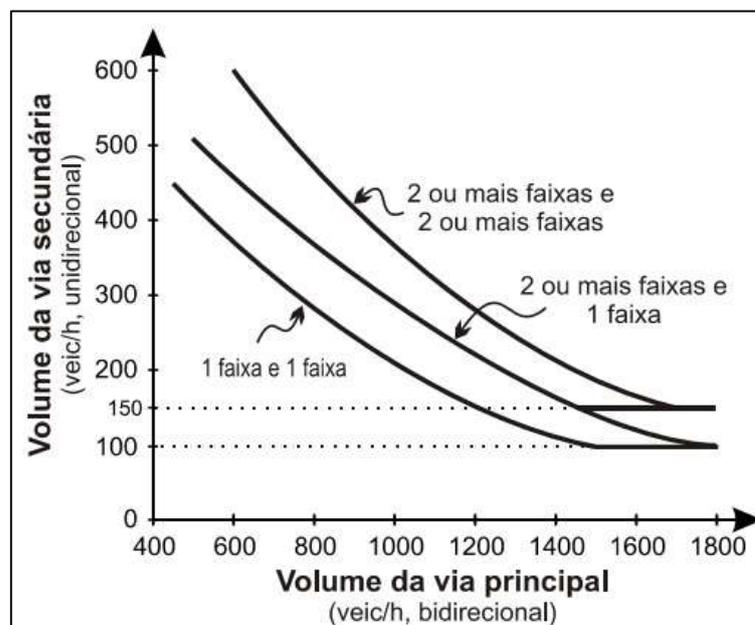
O critério de horário de pico deve ser usado em um local em que as condições de tráfego sejam tais que mínimo de 1 hora em um dia médio, o tráfego nas vias secundárias sofre atrasos indevidos ao entrar ou atravessar a via principal.

A necessidade de um semáforo deve ser considerada se o estudo feito verificar que os critérios de uma das categorias a seguir são atendidos.

As figuras 40 e 41 a seguir apresentam o volume de horário de pico em cidade com diferentes números de habitantes.

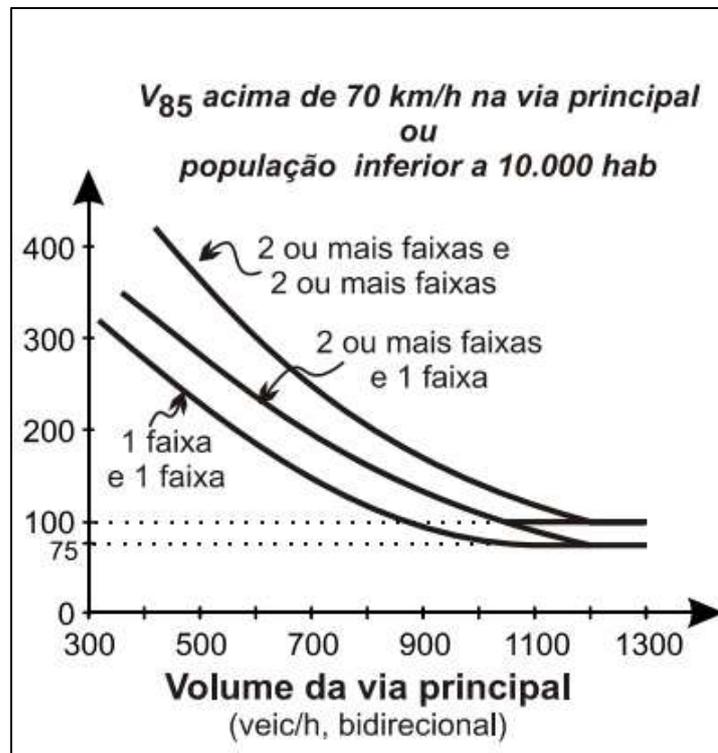
- Atraso total na secundária durante 60 minutos (4 intervalos de 15 min)
- $Atraso\ Total_{sec} > 4\ veic.h;$
- $V_{sec} > 100\ veic/h;$
- $V_{princ} > 800\ veic/h$ (4 aproximações);
- $V_{princ} > 650\ veic/h$ (3 aproximações).

Figura 40 - Volume na Hora de Pico



Fonte: MTCUD (2009) - adaptado

Figura 41 - Volume na Hora de Pico



Fonte: MTCUD (2009) - adaptado

3.1.4 Volume de Pedestre

Este critério destina-se à aplicação em que o volume de tráfego na via principal é tão intenso que causam atrasos excessivos aos pedestres ao atravessarem a via. A necessidade da implantação semafórica deve ter atendida considerando os seguintes critérios:

- 4 horas do dia $V_{ped} \geq 100$ ped/h;
- Menos de 60 ciclos vazios/h no fluxo;
- Na hora de pico $V_{ped} \geq 190$ ped/h;
- Menos de 60 ciclos vazios/h no fluxo.

Onde:

Ciclos vazios = ciclos sem nenhuma demanda na via secundária.

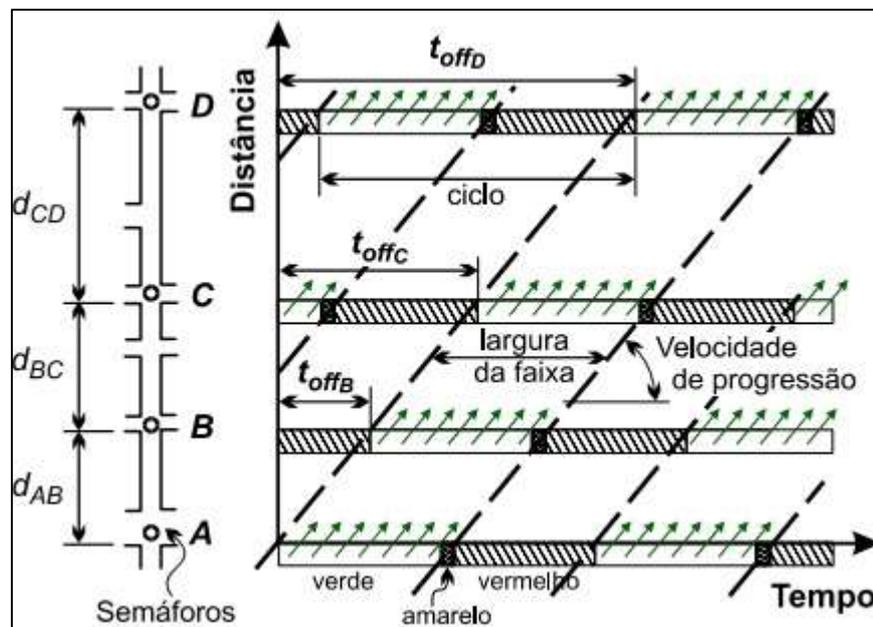
3.1.5 Cruzamento de Escolares

Neste critério é preciso analisar o tamanho e a frequência de ciclos vazios para atravessar a rua. Onde deve ser constatado se há menos de 1 ciclo vazio/minuto nos períodos de entrada/saída de escolares, se sim, será necessário botoeira para acionamento do semáforo.

3.1.6 Sistema de Progressão Semafórica

Este critério tem como objetivo garantir a progressão dos pelotões em uma via arterial, como explica a Figura 42.

Figura 42 - Sistema de Progressão Semafórica



Fonte: MTCUD (2009) - adaptado

3.1.7 Histórico de Acidentes

Este critério julga-se necessário quando:

- Outras alternativas com observância e aplicação satisfatórias não conseguiram reduzir a frequência de colisão;
- 12 meses anteriores houve cinco ou mais acidentes graves ou com vítima que poderiam ser evitados pelo semáforo;

- Quando atendido 80% dos 3 primeiros critérios.

3.1.8 Interseções Complexas

A instalação de semáforo em alguns cruzamentos pode ser justificada para organização do fluxo de tráfego em uma rede viária, constatando que a interseção de duas ou mais rotas principais atende a um ou ambos dos seguintes critérios:

- Volume mínimo na hora de pico em dia útil ≥ 1000 veic/h;
- Volumes que atendem a um ou mais dos critérios 1, 2 e 3 durante um dia da semana médio;
- Volume mínimo de 5 horas das 24 horas de sábado ou domingo ≥ 1000 veic/h;

Além dos itens citados acima, é preciso que uma rota principal deva ter pelo menos uma das seguintes características:

- Faz parte do sistema de via ou rodovia que serve como principal rede viária para fluxo de tráfego;
- Inclui rodovias rurais ou suburbanas, entrando ou atravessando uma cidade;
- Serve como uma rota principal em um plano oficial ou como um plano de via principal em um tráfego de área urbana e estudo de transporte.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A CIDADE DE ANÁPOLIS

Anápolis (Figura 43) é uma cidade localizada no estado de Goiás, (Figuras 43 e 44) com 112 anos, está a 53 quilômetros da capital, Goiânia, e é um dos principais entroncamentos rodoviários da Região Centro- Oeste do Brasil, pois tem ligação com três rodovias federais (BR-060, BR-153 e BR-414) e três estaduais (GO-222, GO-437 e GO-330). O município com sua localização privilegiada proporcionou um maior desenvolvimento no âmbito econômico, modificando então a sua infraestrutura através de obras.

Porém, a cidade cresce em progressão geométrica, enquanto a solução é em progressão aritmética. A estrutura do centro da cidade é o mesmo desde 1957, são mais de 60 anos sem mudanças na estrutura do trânsito, e sem planejamento para receber tal quantidade de veículos. (BARBOSA, 2015). A cidade nasceu sem ser planejada, e hoje sofre com o trânsito desordenado, principalmente na região central da cidade, com engarrafamentos e acidentes de trânsito. (BARBOSA, 2015).

Figura 43 - Cidade de Anápolis - GO



Fonte: Google Maps, (2019).

4.1.1 Crescimento da Cidade

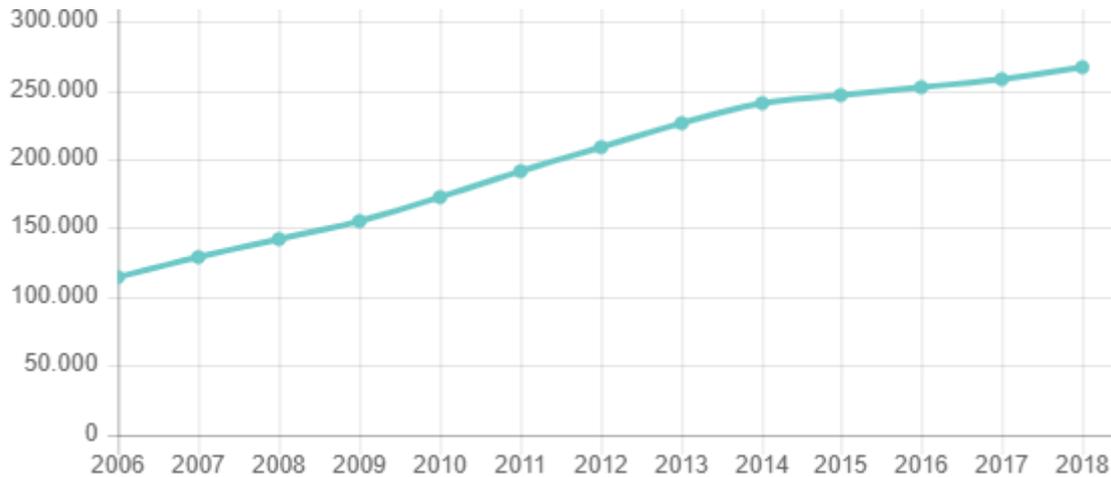
Com diversas indústrias instaladas, Anápolis é a principal cidade industrial e centro logístico do Centro-Oeste Brasileiro. Possui diversas indústrias farmacêuticas, e forte presença de indústrias de secos e molhados, o que a torna uma economia forte voltada para indústria de transformação, medicamentos, comércio atacadista, indústria automobilística e também a educação.

Criado no ano de 1976, o Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), tinha como objetivo, agregar valor à produção agropecuária e mineral da região. Com posição estratégica, a cidade contribuiu para que o projeto inicial fosse suplantado. Com área de 593 hectares, muito próximo à BR-060/153 e GO-330, também são ligadas ao Porto de Santos pela ferrovia Centro Atlântico e é também o marco zero da ferrovia Norte-Sul.

Com mais de 20 empresas farmacêuticas, como Laboratórios Teuto (40% sendo da Pfizer), Neoquímica (da Hypermarcas), Greenpharma, Geolab, Champion, Kinder, Vitapan, Novafarma, Genoma, e muitos outros, que juntos empregam mais de dez mil pessoas. E, além das industriais do ramo farmoquímico e químico, o distrito possui também empresas de adubos, fertilizantes, óleos vegetais, e carros.

Em 1990, foi criado o Porto Seco, consolidando a cidade de Anápolis como o 22º maior município importador do Brasil com 1,5 bilhão em volume, é destinado à prestação de serviços de estocamento de mercadorias.

Com inúmeros investimentos e também incentivo para o desenvolvimento do município, aumentou-se o número de vagas de emprego, ocasionando aumentos nos números populacionais e estrutura física da mesma, aumentando também o número da frota de veículos, demonstrando a evolução desse crescimento, conforme a Figura 44.

Figura 44- Evolução da frota de veículos em Anápolis.

Fonte: IBGE (2018)

4.1.2 Sistema de Transporte

O sistema de transporte público da cidade de Anápolis é feito pela empresa privada URBAN de Mobilidade Urbana de Anápolis, que possui totalidade no regime de concessão do transporte coletivo. As linhas de ônibus tem como ponto inicial o terminal urbano, que fica localizado no centro da cidade, o que facilita o deslocamento dos passageiros.

De acordo com a Companhia Municipal de Trânsito e Transporte de Anápolis - CMTT (2018), Anápolis possui mais de 120 linhas de ônibus, e mais de 1.500 pontos distribuídos em 244 bairros. Diariamente são feitos em média cerca de 2.420 viagens de ônibus, com 44.870 quilômetros por dia percorrido. Assim, mais de 90.761 passageiros utilizam o transporte coletivo todos os dias.

4.1.3 Malha Viária

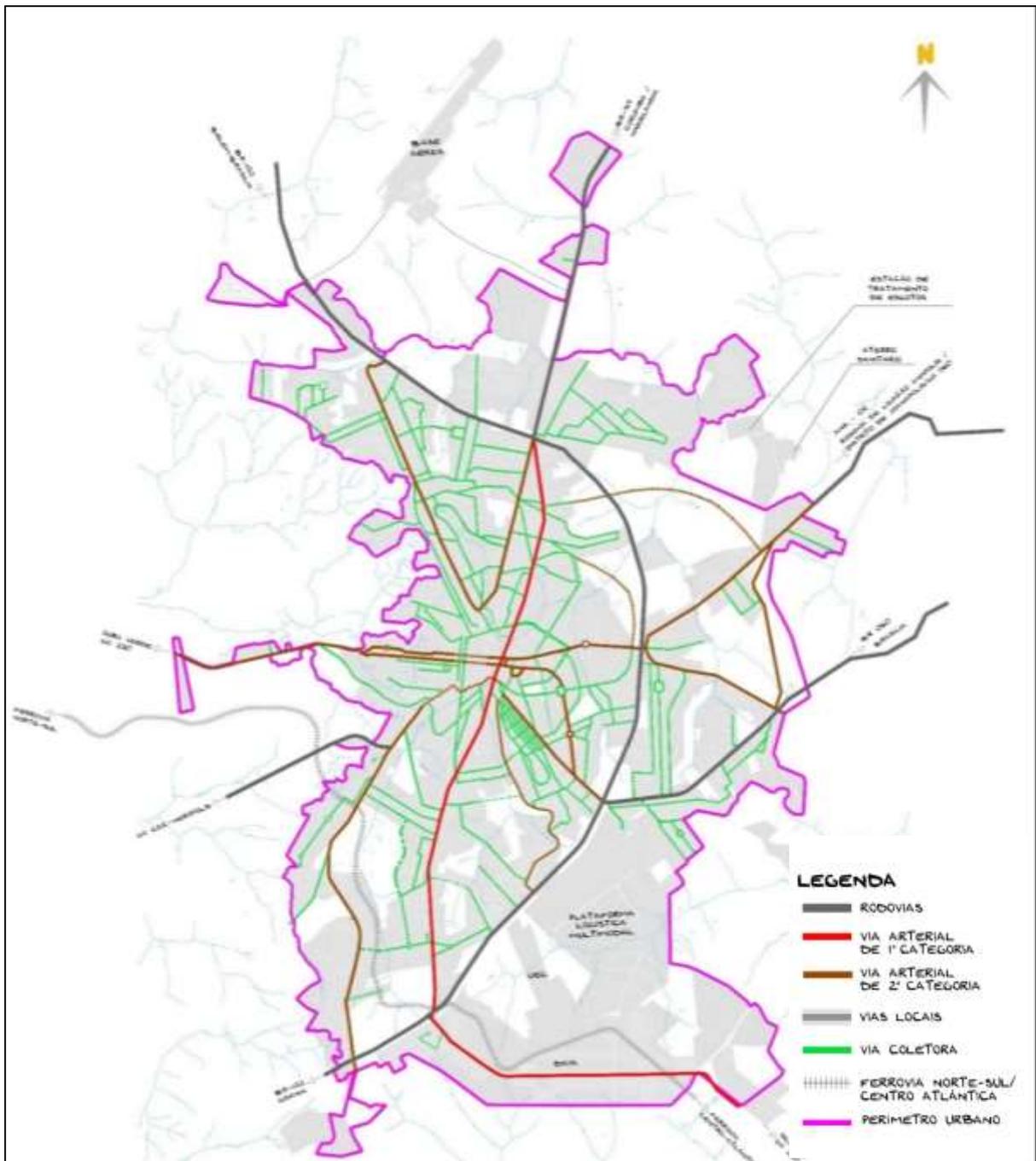
Conforme o aumento da frota e do fluxo de veículos de Anápolis, a malha viária do município, acabou se tornando insuficiente, não comportando o nível de circulação. Nas vias da cidade, circula vários tipos de veículo, individuais e coletivos, sendo o número de carros superior ao de transporte coletivo, o que é consequência da falta da valorização do transporte público (SOUZA, 2011).

O setor central de Anápolis, segundo a diretoria de Transportes, vem sofrendo com a falta de estrutura nas vias que são de pequeno porte, projetadas inicialmente para baixo tráfego

e poucas vagas de estacionamento, o que complica também a locomoção dos pedestres que necessitam de tal acessibilidade.

Os perfis das vias de uma cidade, segundo a Lei complementar de nº 263 de 16 de dezembro de 2011, são hierarquicamente classificados em: Rodovias, Vias Arteriais, de 1ª Categoria, Vias Arteriais de 2ª Categoria, Vias Coletoras, Vias locais com Uso Diferenciado, Vias Locais e Ciclovias, que por sua vez é utilizado pelo plano diretor da cidade de Anápolis, conforme Figura 45.

Figura 45 - Hierarquia do Sistema Viário



Fonte: Secretaria Municipal de Habitação. Prefeitura de Anápolis (2015)

4.1.4 Companhia Municipal de Trânsito e Transportes

A Companhia Municipal de Trânsito e Transporte (CMTT) de Anápolis foi fundada em 27 de junho de 2003. Definida como uma autarquia, ela tem o objetivo de viabilizar o tráfego e segurança no trânsito do município através do Código de Trânsito Brasileiro, e diretrizes

técnicas do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e também através da Lei 9503 de 23 de setembro de 1997 em seu Art.21, parágrafos I e II:

Art. 21. Compete aos órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

I - cumprir e fazer cumprir a legislação e as normas de trânsito, no âmbito de suas atribuições;

II - planejar, projetar, regulamentar e operar o trânsito de veículos, de pedestres e de animais, e promover o desenvolvimento da circulação e da segurança de ciclistas; (BRASIL, 1997, Art. 21).

Em Anápolis a CMTT, age perante o CTB, após a realização das avaliações técnicas e análises do fluxo dos veículos de todas as categorias nas vias, com o objetivo de amenizar os impactos que podem vir a prejudicar o tráfego da cidade. Também é obrigação da companhia planejar, gerir e controlar o sistema de transporte coletivo urbano, elaborando os itinerários e horários das linhas, visando qualidade para a população que utiliza esse de transporte para se locomover.

4.1.5 Avenida Brasil

Localizada na cidade de Anápolis, a Avenida Brasil, possui 14 quilômetros de extensão cortando a cidade de Norte a Sul, sendo uma das vias mais importantes da cidade. Ela dá acesso a duas rodovias federais, BR-153 e BR-414, e é a principal forma de entrada em diversos bairros da região como o Recanto do Sol, Vale do Sol, Parque do Pirineus, Residencial das Flores, Residencial Araguaia, Bairro Santos Dumont, dentre outros. Bairros estes que totalizam mais de 40 mil moradores na região, constituindo num aglomerado humano superior a maioria dos municípios goianos.

Ao longo da avenida, pode-se observar locais de grande importância e referência, como o Kartódromo Internacional, O Centro de Atendimento Sócio Educativo (CASE) para menores infratores, o Estádio “Jonas Duarte”, Ginásio Internacional, “Newton de Faria”, os prédios públicos da Câmara Municipal, Prefeitura Municipal, Fórum Municipal, Terminal Rodoviário, Brasil Park Shopping, dois hospitais de grande porte, HUANA E ÂNIMA, bem como o Centro Universitário UniEvangélica e diversos estabelecimentos industriais e comerciais.

4.1.6 Local de Estudo

Depois da implantação do sistema BRT na Avenida Brasil, a faixa esquerda da via, nos dois sentidos, ficou exclusiva para os ônibus de transporte público da cidade (URBAN), segundo a CMTT. Com isso, houve a necessidade de implantar algumas mudanças em relação às sinalizações e retornos da via e também mudanças de sentido em algumas ruas dos bairros em torno da avenida.

Com a faixa da esquerda destinada apenas para ônibus, os demais veículos transitam somente nas duas faixas adjacentes, fazendo com que os movimentos de retorno direto na via não sejam possíveis. Diante de tal situação, a CMTT implantou o sistema de giro de quadra, em toda a extensão da Avenida Brasil para a realização dos retornos. Esse sistema consiste em fazer com que o condutor entre no bairro pela direita, fazendo a volta na quadra para acessar novamente a via principal no sentido oposto. E para que não houvesse transtornos no trânsito, foi adotado o sistema de sinalização semafórica para controlar os movimentos do tráfego.

Segundo a Diretoria de Engenharia de Tráfego da CMTT, houve vários pedidos de municípios para a implantação de um novo retorno próximo ao Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, e com isso o projeto está em pauta para a verificação da viabilidade da implantação. A problemática em questão é que o retorno mais próximo que dá acesso a faculdade fica no final da Avenida Brasil, em frente ao Posto Carreteiro, o que dificulta o trajeto de, principalmente pessoas que vão acessar a faculdade, pois a mobilidade urbana do trecho em questão é caótica nos horários de pico.

O local escolhido para o estudo de caso fica situado no Bairro Cidade Universitária, no município de Anápolis, sendo as ruas Oscar Niemayer, Carlos Gomes e Avenida Brasil Norte, que é justamente o local sugerido pela Companhia de Trânsito de Anápolis para a implantação do retorno e da sinalização semafórica para controle de movimentos, de acordo com a Figura 46.

Figura 46 - Avenida Brasil com Rua Dr. Oscar Niemeyer



Fonte: Google Maps, (2019) adaptado.

4.2 ANÁLISE DA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO

Foi realizado um estudo de volume através de contagem classificatória e volumétrica em um ponto próximo ao local onde será feito as alterações de tráfego, pois como o local de estudo ainda está em fase de projeto foram utilizados parâmetros baseados em previsão de demanda e em hipóteses sobre as características de operação do tráfego.

Segundo especificações da CMTT, a contagem é feita de terça à quinta-feira por possuírem volumes bem semelhantes, desprezando a segunda-feira pela sua variação inferior a média e a sexta-feira pela sua variação superior a média. Realizada em três diferentes turnos, na parte da manhã entre as 07h00min até as 09h00min, no horário de almoço, das 12h00min à 14h00min e no final da tarde, entre as 17h00min à 19h00min, pois são horários considerados os horários de pico e sendo contabilizados veículos de passeio e veículos pesados.

Foram analisados três movimentos no último retorno da Avenida Brasil Norte, próximo ao viaduto que dá acesso as BRs 153 e 414, sendo os movimentos definidos em pontos A, B e C, onde o ponto A representa o fluxo de veículos que trafegam sentido centro – bairro,

B o fluxo que faz o retorno e C o fluxo que tráfego sentido bairro – centro, como mostra as Figuras 47 a 50.

Figura 47 - Movimentos do Local de Contagem



Fonte: Google Maps, (2019) adaptado.

Figura 48 - Fluxo de Veículos no Ponto A



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 49 - Fluxo de Veículos no Ponto B



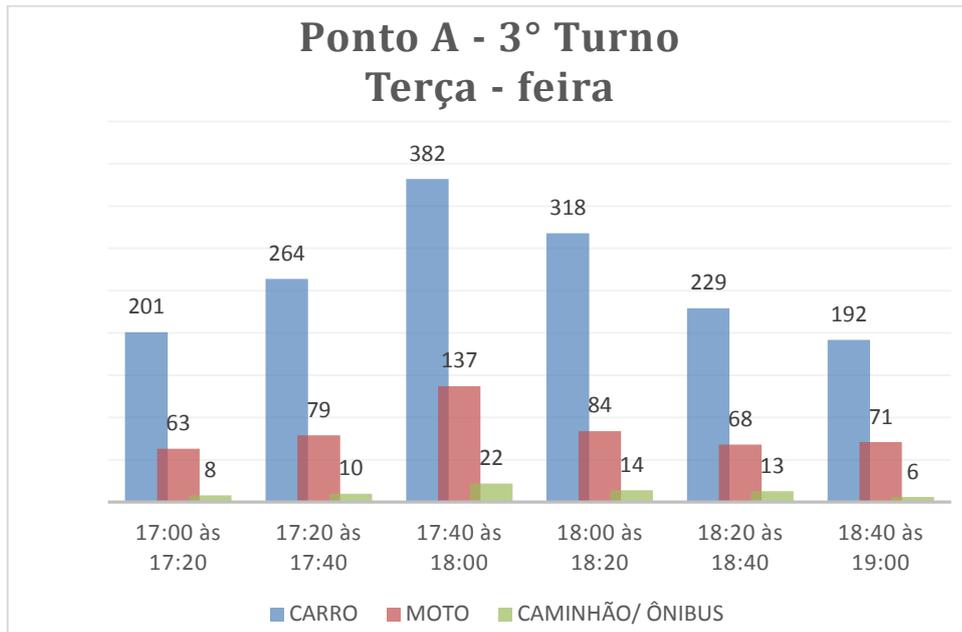
Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 50 - Fluxo de Veículos no Ponto C



Fonte: Próprio Autor (2019)

A contagem foi realizada nos dias 10, 11 e 12 de setembro de 2019. A partir dos dados coletados, obteve-se o resultado do maior fluxo de veículos dentre os horários de pico, sendo o horário de 17h40min às 18h20min da terça-feira (10/09/2019), no ponto A, o horário mais crítico, conforme explana o gráfico da Figura 51, onde os gargalos de trânsito são extremamente intensos devido a grande parte dos usuários da via que residem no Bairro Recanto do Sol, bairros vizinhos a este, ou setores que ficam localizados próximos a BR 153, sentido Corumbá de Goiás, terem apenas este trajeto como uma de suas duas opções de volta para casa

Figura 51– Horário Mais Crítico da Contagem

Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 52 - Horário mais Crítico 3° Turno

Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 53 - Horário mais Crítico 3º Turno

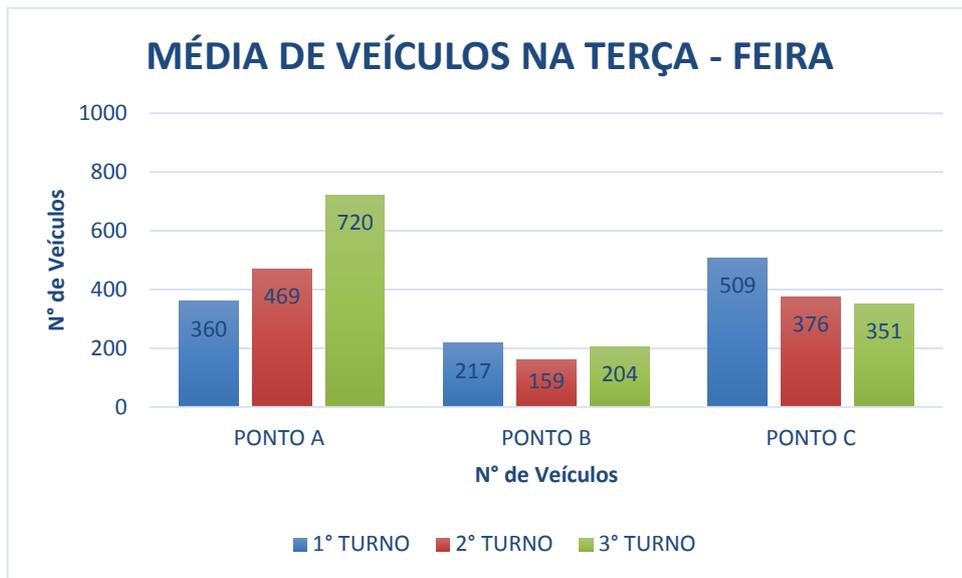
Fonte: Próprio Autor (2019)

Observa-se nas Figuras que o congestionamento no ponto A, forma uma calda de veículos tão intensa, que chegam a passar pelas Ruas Oscar Niemayer e Carlos Gomes, onde se tem a previsão de implantação semafórica, mostrando que um semáforo organizaria os pelotões, evitando filas extensas de veículos que causam atrasos e conflitos no tráfego.

Também foram feitas análises comparativas de médias de todos os veículos que passaram pelos pontos A, B e C, através dos dados obtidos na contagem, de acordo com as tabelas em anexo. Com isso, foi constatado que terça-feira (10/09/2019) foi o dia em que houve o maior fluxo de veículos dentre os demais dias de contagem em todos os turnos, mas ainda assim média dos três pontos nos três turnos foram próximas, como explana o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) sobre variações de fluxo semanais.

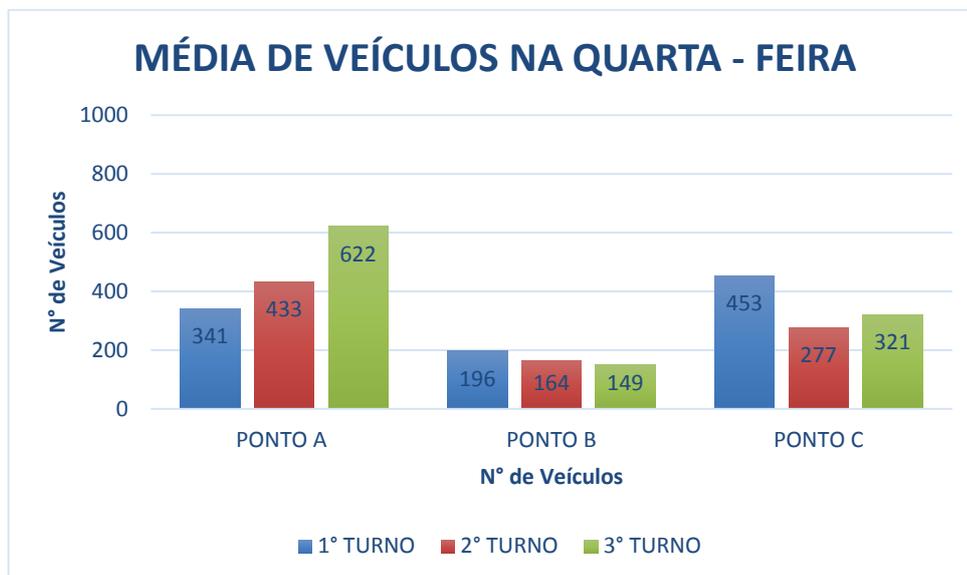
Foi verificado também que o ponto B, que foi utilizado como parâmetro do retorno que CMTT poderá implantar na Avenida Brasil, tem seu maior volume de veículos no 1º turno, conforme esperado, pois segundo a companhia de trânsito, os condutores estão evitando acessar o retorno no 3º turno devido a grande quantidade de veículos que ficam aglomerados no local. Os gráficos das figuras 54 a 56 a seguir esclarece de forma didática o que foi apresentado.

Figura 54 - Gráfico de Média de Veículos



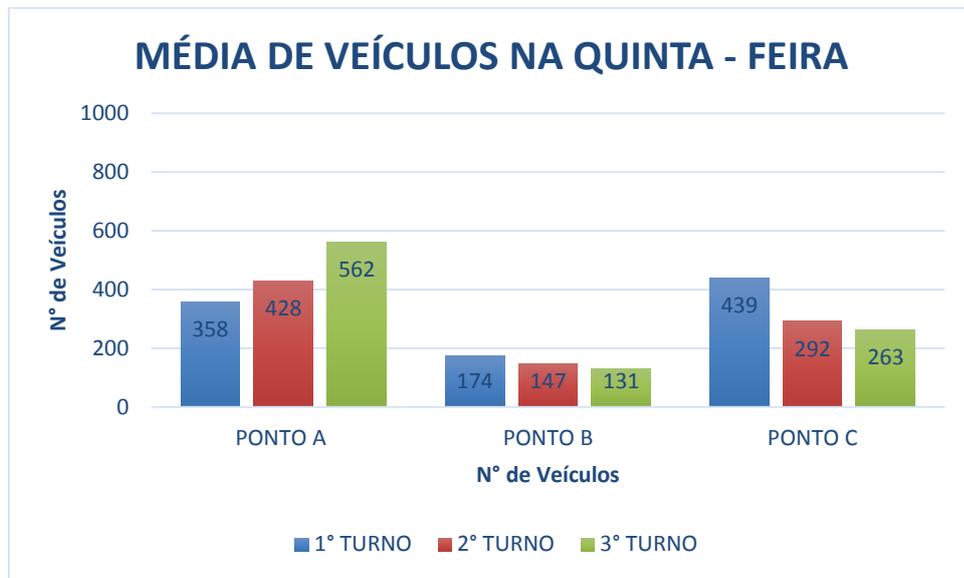
Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 55 - Gráfico de Média de Veículos



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 56 - Gráfico de Média de Veículos

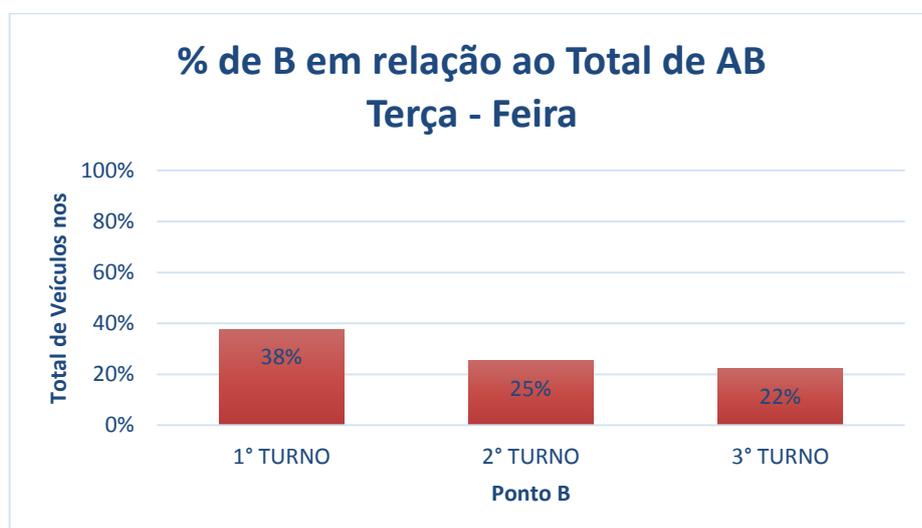


Fonte: Próprio Autor, 2019.

Também foram feitas análises comparativas sobre a porcentagem de veículos do ponto B em relação ao número total de veículos que passam pelos pontos A e B, já que os veículos, nos dois pontos, seguem no mesmo sentido. Essa análise visa explicar quantos por cento do total de veículos que trafegam na via sentido centro-bairro fazem o retorno, para que se tenha um parâmetro da quantidade de veículos que entrarão na Rua Carlos Gomes e sairão na Rua Oscar Niemayer. Com esses dados é possível analisar se as vias em questão suportam a demanda de veículos e os impactos causados sobre elas.

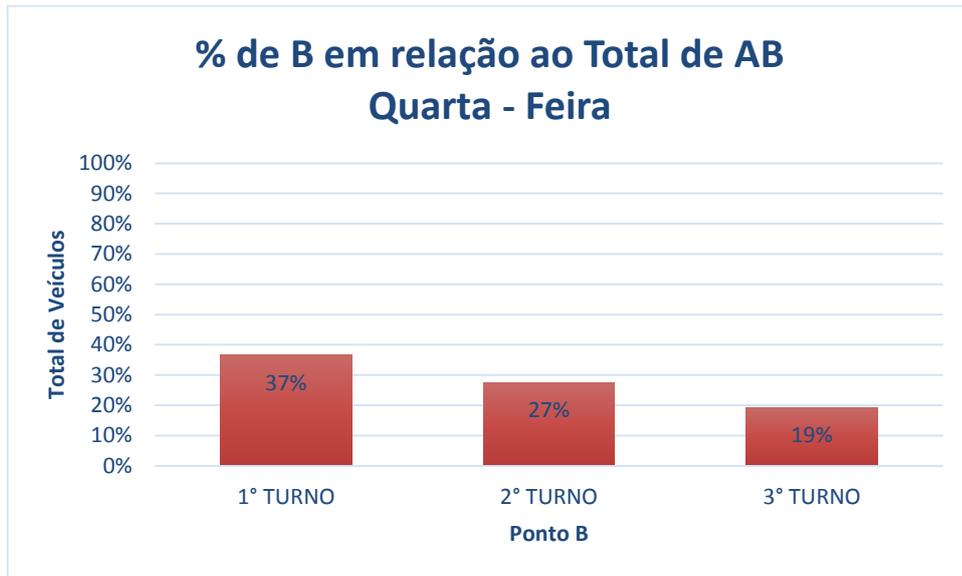
Segue abaixo os gráficos das figuras 57, 58 e 59 que apresentam esses dados.

Figura 57 - % de Veículos



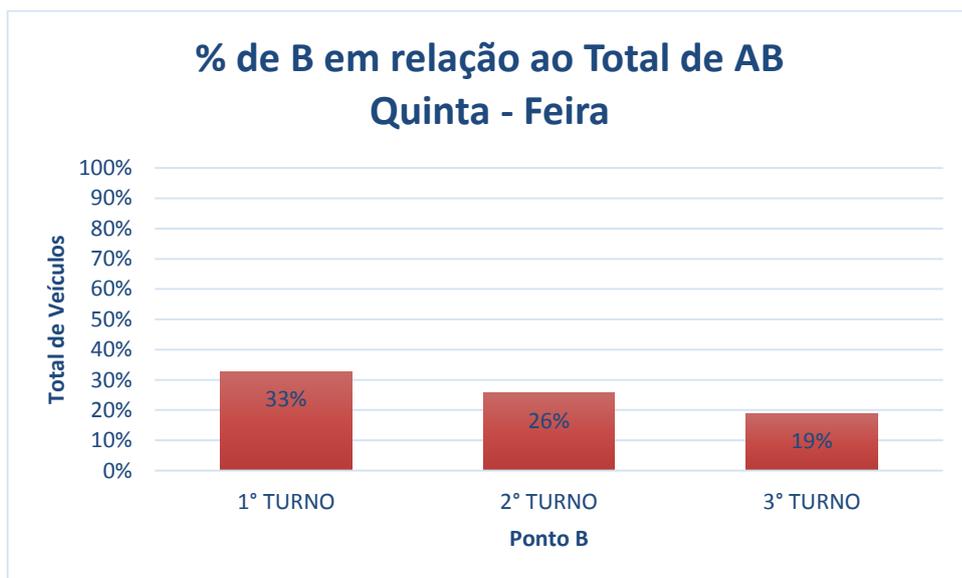
Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 58 - % de Veículos



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 59 - % de Veículos



Fonte: Próprio Autor, 2019.

4.3 CRITÉRIOS ATENDIDOS

Com base nos padrões expressos pelo MUTCD (2009), são estabelecidos nove critérios, sendo um deles atendidos já justifica a implantação semaforica. Segundo a contagem realizada, foram atendidos os seguintes critérios:

4.3.1 Volumes Mínimos Veiculares em Todas as Aproximações da Interseção

Conforme a Tabela 2, condição para locais onde o volume de tráfego é tão intenso que provoca atrasos e/ou conflitos para entrar ou atravessar a rua principal. Como o local utilizado como referência não possui via secundária, analisamos apenas a via principal. A tabela expõe que em uma via principal com duas ou mais faixas, o número de veículos equivalentes por hora deve ser de 900 veículos.

Conforme as contagens em anexo, utilizou-se o pior caso, que foram os três turnos de terça-feira, totalizando a média de 1683 de veículos por hora nos dois sentidos, de acordo com a equação a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Média de Veículos} &= \frac{1628,5 + 1507 + 1914}{3} && \text{Equação (2)} \\ \text{Média de Veículos} &= 1683,16 \end{aligned}$$

Onde:

1628,5: soma do total de veículos do 1º turno dividido por 2 (período de contagem de 2h).

1507: soma do total de veículos do 2º turno dividido por 2 (período de contagem de 2h).

1914: soma do total de veículos do 3º turno dividido por 2 (período de contagem de 2h).

4.3.2 Horário de Pico

Para este critério foi utilizado a somatória dos pontos AB no horário mais crítico da terça-feira no 3º turno (17h20min às 18h20min), sendo atendidos os seguintes itens:

- Atraso total na via principal durante 60 minutos (3 intervalos de 20 min)
- $V_{princ} > 800$ veic/h (1 aproximação)

Onde:

$$V_{princ}=1667$$

Também foi calculado o Fator de Horário de Pico (FHP), para medir a variação e mostrar o grau de uniformidade do fluxo. Para este cálculo foi utilizado 3 intervalos de 20 minutos.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{3V_{20m\acute{a}x}}$$

Equação (3)

Onde:

$$V_{hp} = 1667$$

$$V_{20m\acute{a}x} = 664$$

Substituindo temos:

$$FHP = \frac{1667}{3 * 664}$$

Equação (3)

$$FHP = 0,84$$

$$FHP_{m\acute{a}x} = 1$$

Para melhor entender o que representa o fator horário de pico, foi feita uma regra de três básica onde temos:

$$\begin{array}{l} 60 \text{ _____ } 1 \\ x \text{ _____ } 0,84 \end{array}$$

$$x = 50,4$$

Equação (4)

Onde:

$$60 = \text{ minutos (1hora)}$$

$$1 = \text{ Fator Horário de Pico Máximo}$$

$$0,84 = \text{ Fator Horário de Pico encontrado}$$

Com isso temos que dentro de uma hora 50,4min terá fluxo de veículos no local e apenas 9,6min não passará veículos no local. Sendo esses valores não consecutivos.

4.3.3 Sistema de Progressão Semafórica

Com as mudanças sofridas pela implantação do BRT na Avenida Brasil, foi necessário a implantação de semáforos em vários pontos da avenida, o que trouxe organização e progressão dos pelotões. Sendo assim, com a implantação semafórica em mais um ponto da via, sendo este o último ponto no sentido Norte, levaria melhorias para a organização dos veículos que ficam aglomerados naquele trecho, principalmente nos horários de 17h às 19h.

4.3.4 Interseções Complexas

Neste item foram atendidos os seguintes critérios:

- Volume mínimo na hora de pico em dia útil ≥ 1000 veic/h;
- Faz parte do sistema de via ou rodovia que serve como principal rede viária para fluxo de tráfego;
- Serve como uma rota principal em um plano oficial ou como um plano de via principal em um tráfego de área urbana e estudo de transporte.

4.4 PROPOSTA DE PROJETO

Diante do que foi apresentado, a análise mostra que 50% dos critérios impostos pelo MUTCD foram atendidos, que o volume de veículos no local é muito intenso, como mostra as análises de gráficos e o cálculo de *FHP*, onde este atinge 84% do *FHP_{máx}*. Com isso, mostra-se necessária e tecnicamente viável o uso da sinalização semafórica e implantação de retorno para solucionar os problemas do fluxo de tráfego no local estudado, tornando-o mais organizado e diminuindo os atrasos. As figuras 60 a 65 apresentam um projeto proposto para a implantação de semáforo e retorno, tornando a interseção em “T” semaforizada.

Figura 60 - Vista Superior do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 61 - Vista Superior do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 62 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 63 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 64 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

Figura 65 - Vista em Perspectiva do Projeto Proposto



Fonte: Próprio Autor (2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da contagem volumétrica realizada no local que foi utilizado como parâmetro para obtenção dos dados, foi constatado um alto volume no tráfego que gera grande deficiência na mobilidade urbana, o que já é um problema crônico na cidade de Anápolis. A grande maioria da população está concentrada na região Norte da cidade, mas o pólo gerador de empregos está na região Sul, onde está localizado o Daia, forçando a circulação de um fluxo intenso na cidade. Como a região do Recanto do Sol conta com apenas três acessos, sendo dois de entrada e um de saída, o trânsito fica sobrecarregado, principalmente nos horários de pico próximos ao viaduto.

Além de toda essa problemática ao longo da Avenida Brasil, existem vários pólos geradores de tráfego que gera grande volume de veículos nos horários de maior movimentação, sendo a Faculdade Evangélica o pólo gerador de tráfego do local de estudo, por isso houve vários pedidos para implantação de um retorno mais próximo a faculdade para amenizar os atrasos e conflitos.

Com a desorganização do fluxo de tráfego, são acarretados prejuízos físicos e financeiros tanto para os usuários quanto para os órgãos legais responsáveis pelo trânsito. Por isso cabe ao cidadão desempenhar suas atividades de modo consciente, de acordo com as normas do Código de Trânsito Brasileiro e as autoridades trabalharem tanto na conscientização da população sobre os modos corretos de uso do espaço público, sobretudo no trânsito, quanto nos projetos para melhoria da mobilidade urbana.

Dentre os oito critérios propostos para a justificção de implantação semaforica segundo MUTCD (2009), quatro critérios foram atendidos após a análise das contagens, mostrando a grande necessidade de implantação semaforica, já que a via expõe grandes problemas relacionados à fluidez a necessidade e 50% dos critérios foram atendidos. Com isso, fica nítido que com um novo retorno e sinalizações semaforicas, horizontais e verticais gerariam melhora da fluidez do fluxo e a diminuição dos gargalos no trânsito.

Este estudo permitiu melhor entendimento de uma área específica da engenharia civil, a Engenharia de Tráfego, mostrando como é importante ter profissionais capacitados na gestão pública para que estes apresentem propostas de melhorias e organização do trânsito, levando segurança e comodidade para a população. Além do desenvolvimento urbano de forma planejada, visando sempre uma melhoria no fluxo de veículos perante o crescimento populacional e da frota de veículos, proporcionando eficácia e rapidez.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Vander Lúcio. **Falta de planejamento é o maior desafio do trânsito.** Disponível em: <<http://www.jornalcontexto.net/falta-de-planejamento-e-o-maior-desafio-do-transito>>, acessado em abril de 2019.

BRASIL. CTB – **Código de Trânsito Brasileiro e legislação complementar em vigor.** Brasília, 1998.

BRASIL, IBGE. **Frota Municipal de Veículos.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/anapolis/pesquisa/22/0>>. Acesso em: 30 out. 2019

CMTT – Companhia Municipal de Trânsito e Transportes. **Departamento de Engenharia e Estatística.** 2016.

CONTRAN. **Código de Trânsito Brasileiro.** Instituído pela Lei nº 9.503, de 23-09-97. 3ª edição. Brasília: DENATRAN, 2008.

CONTRAN. **Sinalização Horizontal / Contran-Denatran.** 1ª edição. Brasília: Contran, 2007.

CONTRAN. **Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação,** 2007.

CONTRAN. **Volume II – Sinalização Vertical de Indicação,** 2007.

CONTRAN. **Volume III – Sinalização Vertical de Indicação,** 2014.

CONTRAN. **Volume IV – Sinalização Horizontal,** 2007.

CONTRAN. **Volume V - Sinalização Semafórica,** 2014.

C. W. N. Fernandes, S. L. S. Taglialhaena, F. S. Tiburcio e V. M. D. Silva. **Análise da utilização de vias binárias como solução operacional no planejamento do transporte público urbano.**

DENATRAN, - Departamento de Trânsito 2016.

_____. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de interseções.** 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005. 528p. (IPR. Publ., 718

FRANZ, Cristiane Maria; SEBERINO, José Roberto Vieira. **A história do trânsito e sua evolução.** 2012. 24 f. Monografia (Pós-Graduação Latu Sensu, em Gestão, Educação e Direito de Trânsito), Joinville, 2012.

HONORATO, Cássio Mattos. **O Trânsito em Condições Seguras.** Campinas; Ed. Millennium, 2009.

Manual de estudos de tráfego, DNIT. - Rio de Janeiro, 2006

MANUAL ON UNIFORM TRAFFIC CONTROL DEVICES, last Ed., FHA, 2009

MOLETA, Paulo. **A origem do trânsito e do CTB.** <https://paulocwb.jusbrasil.com.br/artigos/206526711/a-origem-do-transito-e-do-ctb>, acessado em março de 2019.

PREFEITURA DE ANÁPOLIS, **Economia**. Disponível em: <<https://http://www.anapolis.go.gov.br/portal/anapolis/economia/>> acessado em outubro de 2019.

VANDERIC, Manoel. **Anel viário de Anápolis é um dos mais modernos do Brasil.** Disponível em: <<https://www.dm.com.br/opiniao/2016/07/anel-viario-de-anapolis-e-um-dos-mais-modernos-do-brasil/>>, acesso em outubro de 2019.

ANEXOS

Anexo A - Planilhas de contagem durante os horários de pico.

CONTAGEM: TERÇA - FEIRA (10/09/2019)									
1° TURNO	PONTO A: Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
07:00 às 07:20	135	31	16	72	8	5	190	63	15
07:20 às 07:40	132	19	11	84	10	4	189	74	17
07:40 às 08:00	144	26	15	125	12	6	194	52	10
08:00 às 08:20	151	30	12	106	19	3	200	50	16
08:20 às 08:40	147	29	9	87	21	4	188	41	11
08:40 às 09:00	139	23	10	70	15	0	172	33	12
TOTAL	848	158	73	544	85	22	1133	313	81
MÉDIA	141	26	12	91	14	4	189	52	14

CONTAGEM: TERÇA - FEIRA (10/09/2019)									
2° TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
12:00 às 12:20	216	81	20	80	18	0	125	40	14
12:20 às 12:40	209	59	18	77	19	0	81	33	9
12:40 às 13:00	151	57	20	62	9	0	135	34	15
13:00 às 13:20	156	31	15	53	20	8	141	70	6
13:20 às 13:40	149	36	11	47	22	3	156	50	7
13:40 às 14:00	140	29	9	44	16	0	161	42	10
TOTAL	1021	293	93	363	104	11	799	269	61
MÉDIA	170	49	16	61	17	2	133	45	10

CONTAGEM: TERÇA - FEIRA (10/09/2019)									
3° TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
17:00 às 17:20	201	63	8	63	12	2	126	26	9
17:20 às 17:40	264	79	10	79	14	1	133	30	10
17:40 às 18:00	382	137	22	98	18	7	139	29	13
18:00 às 18:20	318	84	14	112	25	3	137	31	13
18:20 às 18:40	229	68	13	74	17	7	136	26	14
18:40 às 19:00	192	71	6	61	16	4	140	30	12
TOTAL	1586	502	73	487	102	24	811	172	71
MÉDIA	264	84	12	81	17	4	135	29	12

CONTAGEM: QUARTA - FEIRA (11/09/2019)									
1° TURNO	PONTO A: Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
07:00 às 07:20	122	26	12	68	12	0	165	40	11
07:20 às 07:40	136	22	9	75	15	4	169	48	10
07:40 às 08:00	139	43	8	101	17	6	193	56	13
08:00 às 08:20	145	30	10	114	14	4	182	41	8
08:20 às 08:40	132	25	15	73	9	3	174	35	8
08:40 às 09:00	115	26	7	69	5	0	165	31	9
TOTAL	789	172	61	500	72	17	1048	251	59
MÉDIA	132	29	10	83	12	3	175	42	10

CONTAGEM: QUARTA - FEIRA (11/09/2019)									
2° TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
12:00 às 12:20	173	68	20	81	20	0	150	50	10
12:20 às 12:40	183	63	16	84	18	2	70	25	15
12:40 às 13:00	141	63	15	66	25	0	130	40	20
13:00 às 13:20	136	44	13	57	12	1	87	20	5
13:20 às 13:40	139	43	13	59	14	0	76	26	8
13:40 às 14:00	126	36	8	42	10	1	68	23	8
TOTAL	898	317	85	389	99	4	581	184	66
MÉDIA	150	53	14	65	17	1	97	31	11

CONTAGEM: QUARTA - FEIRA (11/09/2019)									
3° TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
17:00 às 17:20	192	62	8	46	14	1	124	18	12
17:20 às 17:40	225	75	10	48	10	3	119	26	15
17:40 às 18:00	278	128	19	69	22	6	135	38	10
18:00 às 18:20	264	87	9	64	25	5	138	34	7
18:20 às 18:40	196	62	5	57	13	0	121	21	9
18:40 às 19:00	179	61	6	51	12	2	114	16	5
TOTAL	1334	475	57	335	96	17	751	153	58
MÉDIA	222	79	10	56	16	3	125	26	10

CONTAGEM: QUINTA - FEIRA (12/09/2019)									
1º TURNO	PONTO A: Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
07:00 às 07:20	127	25	6	67	13	1	154	29	13
07:20 às 07:40	134	29	10	73	12	0	167	26	11
07:40 às 08:00	158	42	15	98	17	3	191	49	15
08:00 às 08:20	155	34	11	75	14	4	188	52	10
08:20 às 08:40	132	30	12	61	9	2	163	41	8
08:40 às 09:00	120	26	9	63	10	1	157	33	9
TOTAL	826	186	63	437	75	11	1020	230	66
MÉDIA	138	31	11	73	13	2	170	38	11

CONTAGEM: QUINTA - FEIRA (12/09/2019)									
2º TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
12:00 às 12:20	179	70	16	72	25	1	146	48	14
12:20 às 12:40	177	73	19	77	20	0	92	36	12
12:40 às 13:00	155	51	15	62	17	0	121	55	11
13:00 às 13:20	135	42	12	49	13	2	88	34	7
13:20 às 13:40	129	36	7	45	11	0	75	28	8
13:40 às 14:00	128	33	8	36	12	0	70	22	10
TOTAL	903	305	77	341	98	3	592	223	62
MÉDIA	151	51	13	57	16	1	99	37	10

CONTAGEM: QUINTA - FEIRA (12/09/2019)									
3º TURNO	PONTO A- Avenida Brasil sentido Centro - Bairro			PONTO B: Retorno			PONTO C: Avenida Brasil sentido Bairro - Centro		
HORÁRIO	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS	CARRO	MOTO	CAMINHÃO/ ÔNIBUS
17:00 às 17:20	176	65	9	45	7	0	82	31	7
17:20 às 17:40	179	74	9	54	11	0	99	42	6
17:40 às 18:00	247	73	19	60	18	1	80	54	11
18:00 às 18:20	225	108	11	63	20	0	70	48	8
18:20 às 18:40	189	51	5	46	13	6	70	35	12
18:40 às 19:00	183	59	4	37	10	3	84	42	9
TOTAL	1199	430	57	305	79	10	485	252	53
MÉDIA	200	72	10	51	13	2	81	42	9

Anexo B - Planilhas de médias dos dias de contagem.

MÉDIA - TERÇA - FEIRA			
PERÍODO	PONTO A	PONTO B	PONTO C
1° TURNO	360	217	509
2° TURNO	469	159	376
3° TURNO	720	204	351

MÉDIA - QUARTA - FEIRA			
PERÍODO	PONTO A	PONTO B	PONTO C
1° TURNO	341	196	453
2° TURNO	433	164	277
3° TURNO	622	149	321

MÉDIA - QUINTA - FEIRA			
PERÍODO	PONTO A	PONTO B	PONTO C
1° TURNO	358	174	439
2° TURNO	428	147	292
3° TURNO	562	131	263

Anexo C - Planilhas de médias do ponto B em relação a ponto A.

PORCENTAGEM B/A - TERÇA		
1° TURNO	2° TURNO	3° TURNO
38%	25%	22%

PORCENTAGEM B/A - QUARTA		
1° TURNO	2° TURNO	3° TURNO
37%	27%	19%

PORCENTAGEM B/A - QUINTA		
1° TURNO	2° TURNO	3° TURNO
33%	26%	19%

