

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO VICTOR FERREIRA SOARES

LARA ISA DE MOURA E SILVA

**PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SEMAFÓRICA NO
CRUZAMENTO DA AVENIDA ANDERSON CLAYTON
COM A RUA 4, NA CIDADE DE ANÁPOLIS – GOIÁS**

ANÁPOLIS / GO

2021

JOÃO VICTOR FERREIRA SOARES

LARA ISA DE MOURA E SILVA

**PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SEMAFÓRICA NO
CRUZAMENTO DA AVENIDA ANDERSON CLAYTON COM A
RUA 4, NA CIDADE DE ANÁPOLIS – GOIÁS**

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

ORIENTADOR: FILIPE FONSECA GARCIA.

ANÁPOLIS/GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SOARES, JOÃO VICTOR FERREIRA / SILVA, LARA ISA DE MOURA

Proposta de Intervenção semafórica no cruzamento da Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, na cidade de Anápolis - Goiás.

ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------|---------------------|
| 1. Trânsito | 2. Congestionamento |
| 3. Semáforo | 4. HCM 2000 |
| I. ENC/UNI | II. Bacharel |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOARES, João Victor Ferreira; SILVA, Lara Isa de Moura, Proposta de Intervenção semafórica no cruzamento da Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, na cidade de Anápolis - Goiás. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: João Victor Ferreira Soares

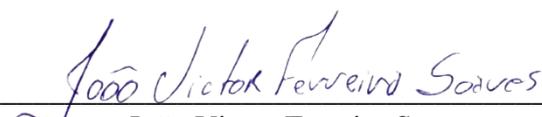
Lara Isa de Moura e Silva.

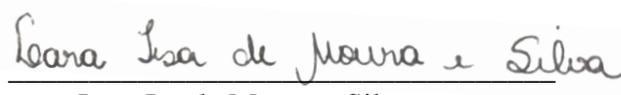
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Intervenção semafórica no cruzamento da Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, situadas no Bairro Conjunto Eldorado na cidade de Anápolis - Goiás.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

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.


João Victor Ferreira Soares.
E-mail: jvsoares.eng@gmail.com


Lara Isa de Moura e Silva.
E-mail: la.raisa@hotmail.com

JOÃO VICTOR FERREIRA SOARES

LARA ISA DE MOURA E SILVA

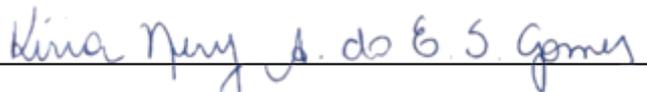
**PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SEMAFÓRICA NO
CRUZAMENTO DA AVENIDA ANDERSON CLAYTON
COM A RUA 4, NA CIDADE DE ANÁPOLIS – GOIÁS**

**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.**

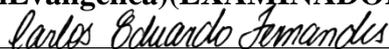
APROVADO POR:



FILIPE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEvangélica) (ORIENTADOR)



**KIRIA NERY ALVES DO ESPIRITO SANTO GOMES, Mestra
(UniEvangélica)(EXAMINADOR INTERNO)**



**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre(UniEvangélica) (EXAMINADOR
INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 09 de maio de 2021.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois ele é a fonte de força e entusiasmo para alcançar meus objetivos. Aos nossos pais e amigos que sempre me incentivaram, nós dando apoio em todos momentos necessários. Aos professores que contribuíram transferindo o seu conhecimento.

João Victor Ferreira Soares.

AGRADECIMENTOS

Tenho muito do qual agradecer, primeiramente a Deus o qual sem ele jamais teria conseguido, por sempre me dar forças quando já não tinha de onde mais tirar. Agradeço também a Nossa Senhora a qual sempre esteve cuidando e intercedendo por mim. Agradeço em especial pela minha mãe Rosilda Maria de Moura, minha maior inspiração, a qual sempre me demonstrou força e sempre me apoiou nas dificuldades, batalhando dia após dia para que eu tivesse a melhor educação, e sempre me guiando pelos caminhos de Deus. Deixo aqui minha gratidão pelos melhores avós do mundo Ana Maria de Moura que cuidou e me protegeu desde pequena e Joaquim Belarmino o qual sempre esteve comigo e hoje mesmo após seu falecimento sei que estará sempre em meu coração e espero que os dois estejam orgulhosos da mulher que me tornei.

Agradeço ao meu namorado Rainer Daniel Kaufmann, o qual me suportou durante toda essa fase, caminhando de mãos dadas comigo suportando todas as dificuldades e comemorando todas as vitórias, sempre me apoiando em todas as decisões e principalmente em todos os meus sonhos. Obrigada por todo esse amor o qual sente por mim e por todo seu apoio saiba que será recíproco.

Aos meus amigos e futuros companheiros de trabalho deixo aqui meu agradecimento e principalmente todo meu amor, não sei como agradecer todo o apoio, ajuda e principalmente pelos melhores momentos da minha vida.

Ao melhor professor e em especial o meu orientador Filipe Fonseca Garcia por ter aceitado participar desta fase da minha vida onde não há palavras de gratidão ao qual posso me expressar, agradeço por todos ensinamentos e pela exigência de qualidade em todo meu trabalho. Agradeço também a todos os professores do curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA que tive o prazer de ter como mestres onde a maioria se tornou grandes amigos o qual tenho total admiração por contribuírem na minha formação tanto profissional quanto pessoal.

Lara Isa de Moura e Silva.

RESUMO

Em busca de uma melhor qualidade de vida, emprego e melhoria na vida financeira os maiores centros urbanos sofre com o aumento populacional o qual contribui diretamente para o crescimento da frota de veículos nas vias, Anápolis não está diferente hoje com o DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis) há assim uma grande quantidade de pessoas que se mudam para a cidade a procura de um emprego melhorando assim a qualidade de vida. Através deste trabalho foi possível realizar um estudo de caso no cruzamento da Avenida Clayton com a Rua 4, ambas situadas no bairro Conjunto Eldorado na cidade de Anápolis - Goiás. Com base no Highway Capacity Manual (HCM) (2000), foi possível realizar um estudo no qual possibilitou uma solução para melhoria de vida da população local, juntamente com a melhoria no fluxo de um cruzamento podendo assim estudar a probabilidade da instalação de um semáforo ou outra forma de intervenção. Utilizando como base os Manuais do DENATRAN, juntamente com dados e normas da Companhia Municipal de Trânsito e Transporte de Anápolis (CMTT) para realizar os levantamentos de dados e então, possibilitar os cálculos para a análise do tráfego no cruzamento proposto. Após a realização do trabalho foi obtido como horário de pico entre as 18:15 às 18:30, dentro do terceiro turno da segunda-feira do dia 26 de abril de 2021. Após a realização dos cálculos é possível perceber que os movimentos 10, 11 e 12 foram classificados como nível de serviço E, onde a mesma necessita de intervenção semafórica.

PALAVRAS-CHAVE:

Sinalização. Tráfego. Qualidade de vida. Cruzamento. Mobilidade Urbana.

ABSTRACT

In search of a better quality of life, employment and improvement in financial life, the largest urban centers suffer from the population increase which directly contributes to the growth of the vehicle fleet on the roads, Anápolis is no different today with the DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis) so there are a lot of people who move to the city looking for a job thus improving the quality of life. Through this work it was possible to carry out a case study at the intersection of Avenida Clayton and Rua 4, both located in the Conjunto Eldorado neighborhood in the city of Anápolis - Goiás. Based on the Highway Capacity Manual (HCM) (2000), it was possible to carry out a study in which it made possible a solution to improve the life of the local population, together with the improvement in the flow of an intersection, thus being able to study the probability of the installation of a traffic light or other form of intervention. Using as a basis the DENATRAN Manuals, together with data and norms from the Municipal Company of Traffic and Transport of Anápolis (CMTT) to carry out the data surveys and then, enable the calculations for the analysis of traffic at the proposed intersection. After the work was performed, it was obtained as a peak time between 6:15 pm to 6:30 pm, within the third shift of Monday, April 26, 2021. After performing the calculations, it is possible to notice that movements 10, 11 and 12 were classified as service level E, where it requires traffic light intervention.

KEYWORDS:

Traffic lights. Traffic. Life Quality. Street Crossing. Urban mobility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Movimentos convergentes (CON).....	25
Figura 2 – Movimentos divergentes (DIV).....	26
Figura 3 – Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento.....	26
Figura 4 – Movimentos não-interceptantes (NI).....	27
Figura 5 – Modelo de execução de rebaixamento de calçada.....	30
Figura 6 – Características das sinalizações verticais.....	31
Figura 7 – Sinal proibido virar à esquerda (R-4a).....	31
Figura 8 – Exemplos de aplicação.....	32
Figura 9 – Sinal proibido parar e estacionar (R-6c).....	32
Figura 10 – Exemplo de acidentes evitáveis por sinalização semafórica.....	34
Figura 11 – Grupo de prioridades e fluxos.....	41
Figura 12 – Movimentos conflitantes.....	43
Figura 13 – Cidade de Anápolis.....	53
Figura 14 – Avenida Anderson Clayton.....	56
Figura 15 – Rua 4.....	57
Figura 16 – Cruzamento Analisado.....	57
Figura 17 – Movimentos da Interseção Estudada.....	58
Figura 18 – Fluxo Elevado na Via Principal.....	62
Figura 19 – Fluxo Elevado na Via Principal.....	63
Figura 20 – Fluxo Elevado na Via Principal.....	63
Figura 21 – Vista em Perspectiva do Cruzamento.....	64
Figura 22 – Vista em Perspectiva do Cruzamento.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Brechas críticas.....	44
Tabela 2 – Relação entre pedestre/veículo.....	48
Tabela 3 – Critérios de nível de serviço.....	52
Tabela 4 – Volume de Veículos.....	59
Tabela 5 – Volume e ajustes.....	59
Tabela 6 – Brecha Crítica.....	60
Tabela 7 – Tempo de seguimento.....	60
Tabela 8 – Capacidade de movimento.....	60
Tabela 9 – Impedância e cálculo da capacidade.....	61
Tabela 10 – Capacidade da faixa compartilhada.....	61
Tabela 11 – Níveis de serviços obtidos.....	62
Tabela 12 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 1º turno.....	69
Tabela 13 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 2º turno.....	70
Tabela 14 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 3º turno.....	71
Tabela 15 – Contagem volumétrica, terça – feira, 1º turno.....	72
Tabela 16 – Contagem volumétrica, terça – feira, 2º turno.....	73
Tabela 17 – Contagem volumétrica, terça – feira, 3º turno.....	74
Tabela 18 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 1º turno.....	75
Tabela 19 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 2º turno.....	76
Tabela 20 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 3º turno.....	77
Tabela 21 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 1º turno.....	78
Tabela 22 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 2º turno.....	79
Tabela 23 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 3º turno.....	80
Tabela 24 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 1º turno.....	81
Tabela 25 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 2º turno.....	82
Tabela 26 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 3º turno.....	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Velocidade dos pedestres conforme número de pessoas por m ²	28
Gráfico 2 – Velocidade dos pedestres conforme a declividade.....	28
Gráfico 3 – 95º percentil do comprimento de fila.....	50
Gráfico 4 – Evolução da frota de veículos em Anápolis.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Semáforos.....	33
Quadro 2 – Sinalização Semafórica de Formato Circular.....	33
Quadro 3 – Sinalização Semafórica de Formato Quadrado.....	34

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Volume e geometria.....	41
Equação 2 – Brecha crítica.....	44
Equação 3 – Capacidade potencial.....	45
Equação 4 – Probabilidade de movimento do grupo 2.....	46
Equação 5 – Fator de ajuste do grupo 2.....	46
Equação 6 – Capacidade de movimento do grupo 3.....	47
Equação 7 – Fator de ajuste da impedância.....	47
Equação 8 – Fator de ajuste da capacidade.....	47
Equação 9 – Capacidade de movimento do grupo 4.....	48
Equação 10 – Fator de bloqueio do pedestre.....	48
Equação 11 – Impedância devido ao pedestre.....	49
Equação 12 – Fator de ajuste ao pedestre.....	49
Equação 13 – Fator de ajuste da capacidade do movimento 4.....	49
Equação 14 – Capacidade de faixas compartilhadas.....	49
Equação 15 – 95° Percentil do comprimento de veículo em fila.....	50
Equação 16 – Atraso devido ao controle de veículos.....	51

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

APP - Application (Aplicativo)

ASV - Auditoria em Segurança Viária

AV. - Avenida

BO - Boletim de Ocorrência

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego.

CMTT - Companhia Municipal de Trânsito e Transportes.

CON - Convergentes

CTB - Código de Trânsito Brasileiro.

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito.

DAIA - Distrito Agroindustrial de Anápolis.

DATASUS - Departamento de Informática do SUS

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito.

DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito

DIV - Divergentes

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FHP - Fator de Hora de Pico

HCM - Highway Capacity Manual

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INT - Interceptantes

m/s` - Metros/segundo

MUTCD - The Manual on Uniform Traffic Control Devices

NI - Não-interceptantes

SUS - Sistema Único de Saúde

SMTSP - Secretaria Municipal de Transportes e Serviços Públicos

TRB - Transportation Research Board

R. - Rua

UCP - Unidades de Carro de Passeio

UFIR - Unidade Fiscal de Referência

VHP - Volume Hora Pico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1 JUSTIFICATIVA.....	19
1.2 OBJETIVOS.....	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 METODOLOGIA.....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 INTRODUÇÃO.....	21
2.1.2 Relato Histórico sobre Meio de Locomoção.....	21
2.1.3 Definições Importante.....	22
2.1.3.1 Polos Geradores de Fluxo.....	22
2.1.3.2 Tempo de Ciclo.....	22
2.1.3.3 Congestionamento.....	23
2.2 SISTEMA URBANO VIÁRIO.....	23
2.2.1 Vias.....	23
2.2.2 Interseções.....	24
2.2.3 Definições e Estudo dos Movimentos.....	25
2.2.3.1 Movimentos Convergentes (CON)	25
2.2.3.2 Movimentos Divergentes (DIV).....	25
2.2.3.3 Movimentos Interceptantes (INT) ou de Cruzamento.....	26
2.2.3.4 Movimentos Não-Interceptantes(NI).....	26
2.3 PEDESTRES.....	27
2.3.1 Características.....	27
2.3.2 Velocidade dos Pedestres.....	27
2.3.3 Interseções e Redução de Conflito.....	29
2.3.4 Acessibilidade.....	29
2.3.4.1 Acessibilidade em Vias Públicas.....	29
2.4 SINALIZAÇÃO.....	30
2.4.1 Sinalização Vertical.....	30

2.4.1.1 Finalidade e Característica da Sinalização Vertical.....	31
2.4.2 Sinalização Horizontal.....	32
2.4.2.1 Finalidade e Característica da Sinalização Horizontal.....	33
2.4.3 Sinalização Semafórica.....	33
2.4.3.1 Posição do Semáforo.....	34
2.4.3.1.1 Formas, Cores e Sinais Característicos do Semáforo.....	35
2.4.3.2 Parâmetro para Instalação do Semáforo.....	36
2.4.4 Rotatória	36
2.5 CRUZAMENTO COM SUAS VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	37
2.6 LEIS E NORMAS DE TRÂNSITO.....	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 OPERAÇÃO DO TRÁFEGO NAS INTERSEÇÕES SELECIONADAS.....	39
3.2 METODOLOGIA DO HCM PARA INTERSEÇÕES NÃO SEMAFORIZADAS.....	39
3.2.1 Roteiro de Análise.....	40
3.3 VOLUME E GEOMETRIA.....	40
3.4 PRIORIDADES DE FLUXOS.....	41
3.5 TRÁFEGO CONFLITANTE.....	42
3.6 BRECHAS CRÍTICAS E INTERVALOS DE SEGMENTOS.....	44
3.7 CAPACIDADE POTÊNCIAL.....	45
3.8 IMPEDÂNCIA.....	45
3.9 IMPEDÂNCIA DEVIDO AO PEDESTRE.....	48
3.10 CAPACIDADE DE FAIXAS COMPARTILHADAS.....	49
3.11 COMPRIMENTO DE FILA.....	50
3.12 ATRASO DEVIDO AO CONTROLE DO TRÁFEGO.....	51
4 ESTUDO DE CASO	53
4.1 A CIDADE DE ANÁPOLIS.....	53
4.1.1 Crescimento Da Cidade.....	54
4.1.2 Malha Viária Da Cidade.....	55
4.1.3 Companhia Municipal de Trânsito e Transporte.....	55
4.1.4 Avenida Anderson Clayton – Anápolis – GO.....	55
4.1.5 Rua 4 – Anápolis – GO.....	56
4.1.6 Cruzamento Estudado.....	57

4.2 ANÁLISE DA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO.....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
REFERÊNCIAS.....	67
ANEXO A	69

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1998, pg. 19) descrito no art. 1º, §1º “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”.

A cada ano que passa há um considerável aumento no número populacional, onde um grande exemplo disso é a cidade de Anápolis, situada no estado de Goiás. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, a cidade possui uma população de 386.923 pessoas (IBGE, 2019). Portanto, como há um aumento populacional, há também um crescimento no número de carros nas vias, o que acaba por gerar um crescimento na quantidade de acidentes de trânsito (CMTT, 2019).

Contudo, através do uso da metodologia do HCM 2000 é possível realizar um estudo em determinado cruzamento definindo assim a capacidade que o mesmo possui, tal como a taxa de fluxo horária onde um veículo consegue realizar a travessia de um ponto a outro em um determinado período sob as condições impostas pela via. Esse método utiliza a análise da taxa de fluxo, velocidade, direcionamento, juntamente com outros dados. Sendo assim feitas através de anotações criando tabelas, tendo assim uma determinação de intervenção adequada para o local escolhido (TRB, 2000, P.2-2).

Conforme as normas gerais de circulação do Código de Trânsito Brasileiro, devem primeiramente ser utilizadas sinalizações verticais e horizontais regulamentadas, não obtendo sucesso deve haver um estudo do local para a possibilidade de uma instalação de uma rotatória, não sendo possível ou caso não obtenha resultados devem então ser analisada a possibilidade da instalação de um semáforo seguindo assim as normas exigidas pelo (DENATRAN, 2014).

Hoje vive-se em uma época onde o fácil e prático nos chama uma maior atenção, então ter o seu tão sonhado carro não é algo difícil e caro. O sistema de trânsito possui uma importância tanto econômica como social para o desenvolvimento das cidades onde utiliza-se a locomoção como uma forma de suprir as várias necessidades humanas (TEIXEIRA, 2011).

Através desse trabalho, tem-se o intuito de realizar um estudo de caso no cruzamento Avenida Anderson Clayton com a Rua 4 na cidade de Anápolis-GO. O trabalho tem como objetivo a identificação do volume de tráfego no local utilizando como metodologia *Highway Capacity Manual* 2000, verificando assim a necessidade de implantação semafórica nesse cruzamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

O congestionamento hoje é um dos principais problemas enfrentados pelos anapolinos, onde há sua maior concentração em horários de picos. Com a facilidade de compra de veículos, incentivados pelo baixo valor e por impostos reduzidos, e principalmente pela praticidade de utilização do mesmo, houve então uma redução na utilização do uso do transporte coletivo.

A mobilidade urbana tem o foco voltado para o planejamento e melhoria da área urbana, com o objetivo da rapidez no deslocamento e na fluidez do tráfego, tendo assim uma redução nos engarrafamentos e uma diminuição na quantidade de acidentes, gerando uma melhor qualidade de vida aos moradores da cidade.

Nesse sentido, o presente trabalho justifica-se, pois, trata da utilização de conhecimentos adquiridos durante o curso para o estudo e solução do problema de pesquisa, a fim de que se possa trazer benefício à população, tanto da classe mais baixa quanto da classe de alto padrão, levando assim uma melhor qualidade de vida para todos os que utilizam-se do trânsito. Além disso, a economia pode se beneficiar, também, já que haveria um rápido fluxo no trecho da Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, na cidade de Anápolis-GO.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como principal objetivo a realização de um estudo que analisa a possibilidade de instalação de um semáforo no trecho da Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, na cidade de Anápolis-GO, visando assim um trânsito mais seguro e com uma movimentação mais ordenada das pessoas no local.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Coleta de dados estatísticos da cidade para melhor compreensão do trânsito no local;
- Realizar um levantamento de dados no trânsito local nos horários de pico;
- Realizar um estudo para a identificação dos problemas que ocasionam essa deficiência na mobilidade local;

- Realizar a verificação juntamente com os órgãos regulamentadores de trânsito sobre a necessidade de intervenção semafórica no local.

1.3. METODOLOGIA

Esse trabalho visa o estudo de caso, para tal, será realizado um levantamento de dados no local onde serão analisados os horários de pique, apontando assim os principais problemas enfrentados pelas pessoas que utilizam a via nesse momento. Assim, juntamente com fotos e estatísticas locais, serão utilizados dados de Companhia Municipal de Trânsito e Transportes (CMTT), juntamente com o método HCM 2000, após a realização do devido estudo, serão propostas sugestões para a solução do problema local. Serão utilizados para a realização do trabalho, artigos, livros, juntamente com meios eletrônicos que tratam sobre o assunto.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 será realizada a introdução referente ao trabalho, trazendo também a metodologia, juntamente com os objetivos do mesmo.

No Capítulo 2 será realizada a teoria dos elementos que comporão o trabalho, usando assim gráficos, figuras e quadros.

No Capítulo 3 será realizada a explicação teórica da metodologia desenvolvida no trabalho utilizando quadros explicativos.

No Capítulo 4 será realizada o estudo de caso utilizando como referência a explicação teórica apresentada no capítulo 3 realizando assim a sugestão de intervenção juntamente com a explicação do método escolhido.

No Capítulo 6 será realizada as considerações finais apresentadas no presente trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INTRODUÇÃO

Considerando que a frota de veículos que circula nas ruas está aumentando e o investimento em infraestrutura não mantém a mesma proporção, o controle do sistema viário no centro da cidade é um desafio para a engenharia de tráfego.

Portanto, a pesquisa rodoviária deve ser precisa e contínua, a fim de fornecer as informações necessárias e suficientes para determinar as intervenções a serem implementadas.

2.1.2 Relato Histórico sobre Meio de Locomoção

O meio de locomoção mais antigo é o caminhar, com o decorrer dos anos surgiu a necessidade de percorrer caminhos longos onde era necessário o transporte de cargas que na sua maioria eram alimentos e bens de grande porte. Com essa necessidade foram surgindo o uso de trenós, carroças com tração animal sendo assim utilizado por muito tempo, e até mesmo hoje pode-se encontrar carroças no meio urbano como forma de meio de transporte (MOLETA, 2008).

No Império Romano e sua grande extensão territorial a locomoção começou a se tornar um problema, então, deram início à criação de rodovias (dados apontam que foram criados cerca de 350.000 km de rodovias) para facilitar a locomoção, gerando assim um crescimento econômico (POLONIAL, 2007).

Já em 1897, logo após a Revolução Industrial, foi criado o primeiro motor a combustão interna que logo possibilitaria a fabricação do primeiro automóvel. No Brasil os primeiros veículos foram registrados no Rio de Janeiro, chegaram ao país com um alto custo e pouco acessível a população. Como nos dias de hoje com o crescimento da frota automobilística, vieram também os problemas de congestionamento, aumento no número de acidentes gerando assim a necessidade da criação de um Código de Trânsito que foi datado no ano de 1941 e teve vigência até o ano de 1997, sendo assim substituído pelo Código Brasileiro de Trânsito (MOLETA, 2008).

Hoje Anápolis se tornou uma cidade com um crescimento constante, pois, mesmo não sendo planejada como Brasília-DF é a terceira maior cidade do estado de Goiás, vem sofrendo um crescimento desordenado, trazendo assim problemas acarretados pelo trânsito em grande escala (BARBOSA, 2015).

Mesmo sem ser projetada para essa grande frota de veículos, Anápolis possuía vias nas quais suportaram por bastante tempo a mesma, até o ano de 1976 onde foi inaugurado o DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis), sendo assim necessária uma grande quantidade de mão de obra isso acarretou uma grande imigração de pessoas em busca de uma melhor qualidade de vida, assim as vias existentes deixaram de ser suficientes (BARBOSA, 2015).

2.1.3 Definições Importantes

Engenharia de Tráfego é responsável por cuidar e organizar o tráfego, empreendimento e execução das vias públicas de regiões adjuntas, sua função possui o objetivo de transporte, perante a perspectiva de interesse, economia e segurança NBR 7032 (ABNT, 1983).

As características do tráfego normalmente são adquiridas nas etapas de Planos Diretores e Estudos de Viabilidade, conforme a carência de seu uso nos estudos econômicos englobados. Eventualmente, se o Projeto Final de Engenharia não tiver sido antecedido do estudo de Viabilidade e o período para sua realização for pequeno, a aquisição e prática das informações de tráfego poderão se limitar a realização de fluxogramas de interseções para seu dimensionamento, estabelecimento da quantidade referente N e diversos fundamentos essenciais para determinação de dimensionamento do empreendimento, constatações, por meio de estudos de eficiência, da habilidade e compatibilidade das peculiaridades lançada com o estado de serviço determinado (DNIT, 2006).

2.1.3.1 Polos Geradores de Fluxo

Quando há na cidade empreendimento com grande porte existe uma atração, gerando também um número significativo de viagens, tendo assim reflexos negativos na circulação viária, onde em alguns casos, pode chegar a prejudicar a acessibilidade da região, causando também uma falta de segurança tanto de pedestres quanto de veículos (DENATRAN, 2016).

2.1.3.2 Tempo e Ciclo

É assim denominado de ciclo a sequência completa das indicações de uma sinalização semafórica, sendo assim tempo de ciclo pode ser denominado como o tempo que leva para

completar um ciclo inteiro ou a soma de todos os tempos dos estágios programados para o controle do tráfego (DENATRAN, 2016).

2.1.3.3 Congestionamento

Congestionamento, também conhecido como engarrafamento ou encerramento é uma condição onde os automóveis e outros veículos trafegam em velocidade baixa ou tendo paradas com frequências podendo até mesmo ficar parado devido as filas, onde as mesmas podem ser de metros e até mesmo de quilômetros causando dificuldade no fluxo do movimento. Esse fenômeno acontece geralmente na hora do “rush”, sendo assim o horário onde ocorre a maior quantidade de veículos em movimento na via fazendo com que a mesma não suporte aquela quantidade de veículos, isso gera no motorista um desgaste físico e mental, juntamente com o prejuízo financeiro decorrente do gasto com o combustível do automóvel (DENATRAN, 2016).

2.2 SISTEMA URBANO VIÁRIO

De acordo com a Lei nº 9.503, no artigo 10, parágrafo 1, "Tráfego, estacionamento, estacionamento e operação são considerados estradas de pessoas, veículos e animais, seja em grupo ou em grupo, com ou sem Conduzir, carregar ou descarregar".

Segundo Simões (2011, p.18), "as ruas e ruas da cidade constituem uma rede viária ou sistema rodoviário, e as regras de passagem de pessoas e veículos constituem o sistema de transporte urbano" e segundo o mesmo "são necessárias várias medidas relacionadas a sistemas rodoviários e rodoviários para que o tráfego ocorra de maneira segura e confortável".

2.2.1 Vias

As estradas diferem entre si devido à segurança, velocidade e sua finalidade no sistema rodoviário urbano. Segundo AASHTO (2001) o mesmo descreve que existem quatro tipos de sistemas rodoviários funcionais em áreas urbanas, diferentes da natureza e da força, divididos nas seguintes categorias: vias arteriais primárias (trânsito rápido), vias arteriais secundárias, coletores e locais.

Segundo AASHTO (2001), CTB (2008), DNIT (2010) e Simões, (2011), a definição

de cada tipo de estrada urbana é descrita a seguir:

- **Tráfego rápido:** eles não têm cruzamentos horizontais e faixas de pedestres, não podem entrar no lote circundante, entradas e saídas são controladas, não há semáforos, cruzamentos ou viagens de retorno, a velocidade máxima é de 80 km / h, e geralmente são construídos em cidades muito grandes.
- **Arterial:** conectam diferentes áreas (blocos) da cidade, alcançam facilmente a área circundante e as ruas de coleta e locais, podem acomodar linhas de ônibus, devido ao grande fluxo de pedestres e ao limite de velocidade de 60 km/h, geralmente aparecem cruzamentos de sinal de trânsito.
- **Coletor:** pode penetrar na comunidade e coletar e distribuir o tráfego das entradas e saídas de veículos nas estradas locais (áreas residenciais) ou principais, promovendo o tráfego nas áreas residenciais, comerciais e industriais da cidade e também pode ser usado como passageiro nas linhas de ônibus. A coleta e distribuição do veículo geralmente tem uma vazão média do veículo com uma velocidade máxima de 40 km/h.
- **Localização:** Sem semáforos, sem linhas de ônibus, mobilidade limitada, acesso local permitido ou áreas restritas, como condomínios fechados, o limite de velocidade é de 30 km/h.

2.2.2 Interseções

De acordo com a pesquisa de realizadas por AASHTO, cruzamentos são pontos de conflito entre veículos, pedestres e ciclistas, e o cruzamento é definido como a área geral em que duas ou mais estradas se cruzam. Em termos de eficiência, segurança e operação as grandes vantagens em termos de custo, tornando-o uma parte importante da rede rodoviária. Onde o principal objetivo dos cruzamentos é proporcionar comodidade e conforto além de melhorar a condução eficiente dos veículos.

As estradas que cruzam nos cruzamentos são divididas em estradas principais e estradas secundárias, sendo as estradas com maior volume de tráfego em relação às estradas que interceptam (CONTRAN, 2006).

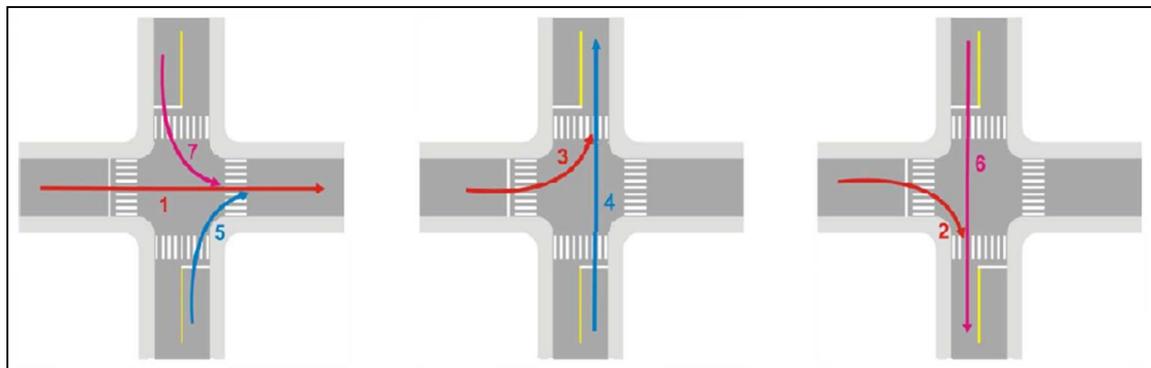
2.2.3 Definições e Estudo dos Movimentos

Existem dois movimentos no controle de sinais de trânsito, classificados da seguinte forma: conflito: a origem do movimento é diferente, mas se cruza em alguns lugares na área de conflito; sem conflito: um movimento que não se cruza a qualquer momento em uma zona de conflito (DNIT, 2005).

2.2.3.1 Movimentos Convergentes (CON)

Esse movimento ocorre quando as trajetórias do veículo em duas ou mais faixas convergem para uma corrente. Suas origens são diferentes, mas seus destinos são os mesmos, como mostra a Figura 1. Nesse tipo de exercício, um dos carros deve ter o direito de passagem para que o outro carro possa entrar na estrada em intervalos apropriados, causando gargalos (DNIT, 2005).

Figura 1 – Movimentos convergentes (CON)

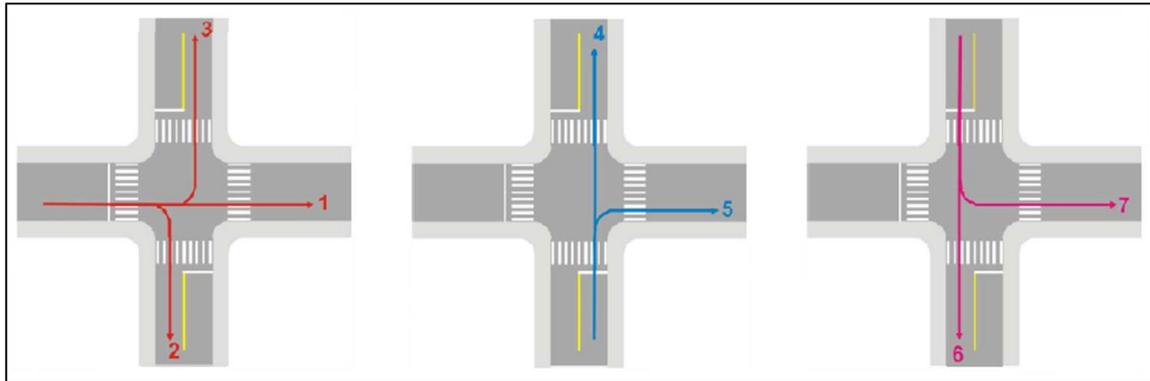


Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.2.3.2 Movimentos Divergentes (DIV)

Movimentos divergente, são movimentos que agrupam veículos na mesma origem, geralmente ao longo de uma longa linha, e seguem trajetórias independentes, como mostra a Figura 2 (CONTRAN, 2006).

Figura 2 – Movimentos divergentes (DIV)

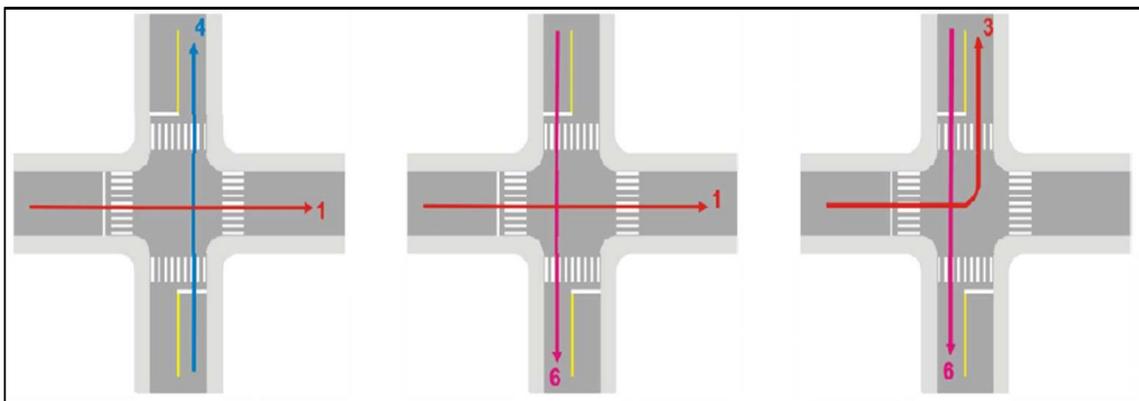


Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.2.3.3 Movimentos Interceptantes (INT) ou de Cruzamento

Quando a trajetória ou ponto de partida de um veículo cruza outro veículo com um ponto de partida diferente, eles estão interceptando o movimento (Figura 3). Esse movimento requer atenção especial, porque o veículo de destino só passará quando houver um intervalo ou interrupção do tráfego (DNIT, 2005).

Figura 3 – Movimentos interceptantes (INT) ou de cruzamento

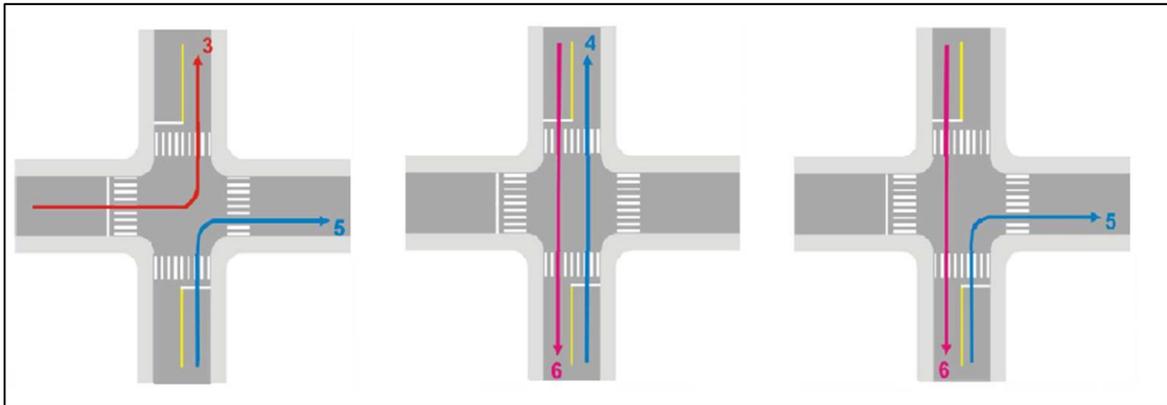


Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.2.3.4 Movimentos Não-Interceptantes (NI)

São classificados os movimentos onde as trajetórias não sofrem intercessão ou possam ser encontradas em áreas de conflito que sofrem cruzamento (Figura 4), para que assim se tornem movimentos seguros (CONTRAN, 2006).

Figura 4 – Movimentos não-interceptantes (NI)



Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.3 PEDESTRES

O artigo 69 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa: "Os pedestres devem tomar precauções de segurança ao atravessar a estrada, considerando principalmente a visibilidade, a distância e a velocidade do veículo, e sempre use a faixa ou o bilhete que lhe foi concedido".

2.3.1 Características

Os pedestres têm algumas características típicas que devem ser entendidas e entendidas. A grande maioria dos pedestres não anda mais que 1,5 quilômetros para trabalhar e não anda mais que 1,0 quilômetros em ônibus. Cerca de 80% dos pedestres andam a menos de 1,0 km porque tendem a usar o caminho que representa a menor distância entre dois pontos (AASHTO, 2001).

2.3.2 Velocidade dos Pedestres

A faixa de velocidade de caminhada dos pedestres de acordo com a idade é de 0,8 metros a 1,8 metros por segundo. Para pedestres mais velhos, a menor velocidade de caminhada deve ser usada (MUTCD, 2009).

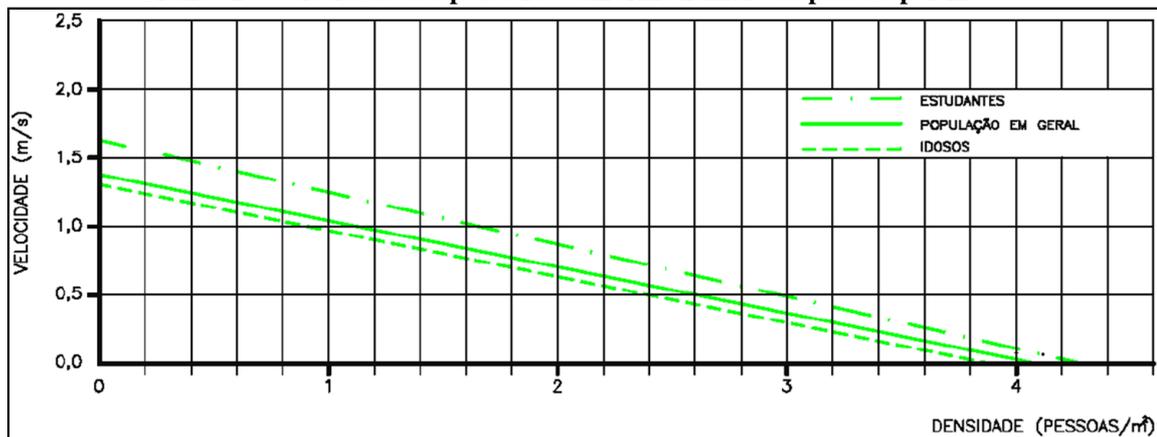
Segundo o DNIT (2005, p. 54), "para a finalidade do projeto, para uma proporção de menos de 20% dos idosos (> 65 anos), a velocidade é de cerca de 1,2 m/s. Para uma proporção maior de idosos, a velocidade Abaixo de 1,0 m/s".

AASHTO (2001) descreve muitas variáveis que afetam a velocidade da caminhada, como:

- Atinja a velocidade máxima de caminhada no meio da estrada;
- Homens são geralmente mais rápidos que mulheres;
- Temperatura e hora do dia;
- Idade do pedestre e finalidade da caminhada.

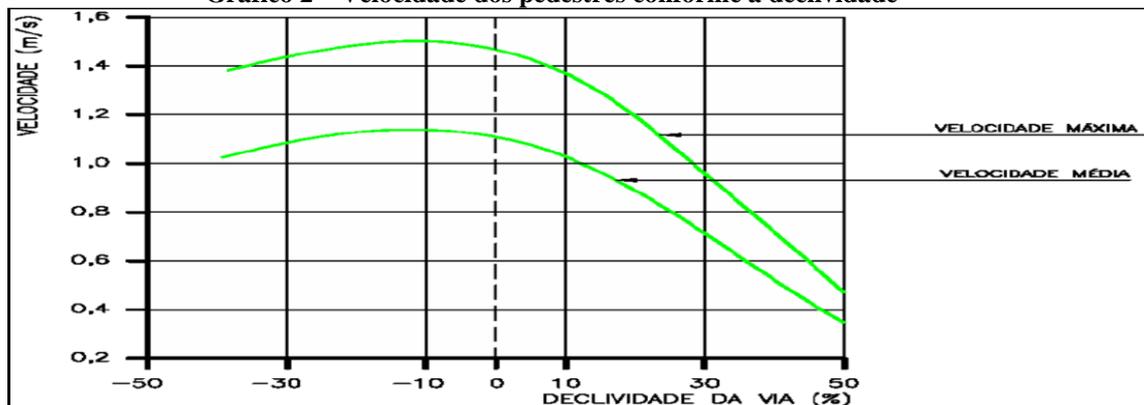
Pode-se observar que a velocidade dos pedestres também varia com o número de pessoas por metro quadrado (Gráfico 1) e a inclinação da estrada (Gráfico 2) (DNIT, 2005).

Gráfico 1 – Velocidade dos pedestres conforme número de pessoas por m²



Fonte: Manual de projeto de interseções (DNIT, 2005).

Gráfico 2 – Velocidade dos pedestres conforme a declividade



Fonte: Manual de projeto de interseções (DNIT, 2005).

2.3.3 Interseções e Redução de Conflitos

A interseção deve fornecer área suficiente para armazenar um certo número de pedestres, bem como espaço de travessia suficiente. Quanto mais larga a rua, mais tempo levará para os pedestres atravessarem a rua, de modo que o tempo verde dos veículos será reduzido, levando a possíveis conflitos entre pedestres e carros. Segundo AASHTO (2001) algumas medidas podem reduzir conflitos e aumentar a funcionalidade das estradas sendo elas:

- Eliminar a esquerda e / ou direita;
- É proibida a livre circulação do movimento de comutação à direita;
- É proibido virar à direita em vermelho;
- Conversão de estrada de mão dupla para estrada de mão única;
- Prever sinais de tráfego de pedestres.

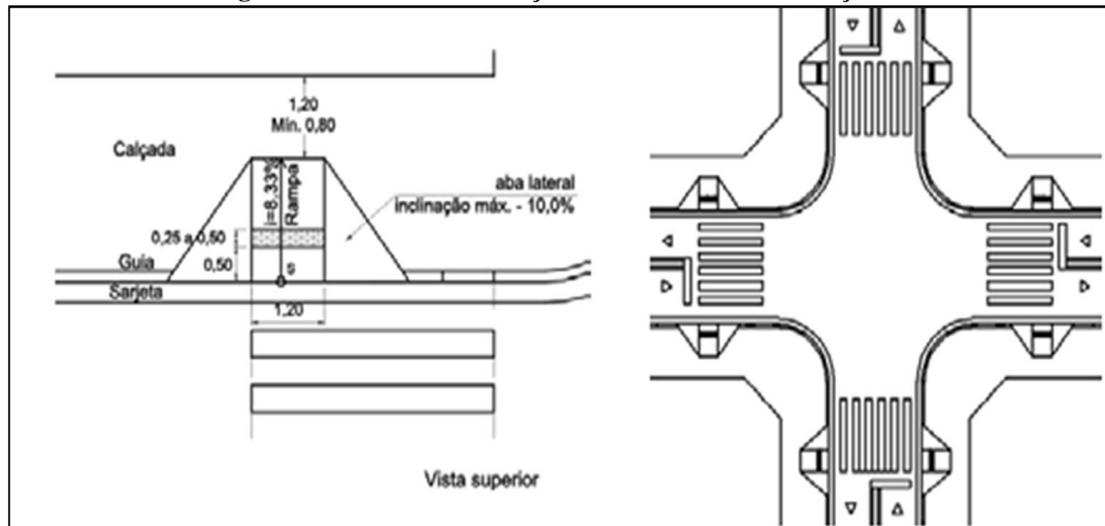
2.3.4 Acessibilidade

Um dos objetivos propostos pela NBR 9050 (2020) é "fornecer o maior número de pessoas, independentemente da idade, forma corporal ou restrições de movimento ou percepção, para usar o ambiente, edifícios, móveis e equipamentos urbanos de forma automática e segura".

2.3.4.1 Acessibilidade em Vias Públicas

A NBR 9050 (2004) apontou: "A faixa de pedestres deve ser abaixada na faixa de pedestres com ou sem faixas e com ou sem semáforos, e a calçada deve ser baixada onde houver foco de pedestres", sendo informado que 25 pedestres devem ser utilizados quando o fluxo de pedestres for igual ou menor que a calçada / Min / metro, a largura da calçada deve ser de pelo menos 1,20 metro e a mesma informa que a calçada deve ser construída na direção dos pedestres, e a inclinação não deve ser superior a 8,33%, e não deve haver espaço entre a extremidade da calçada e o leito móvel (Figura 5).

Figura 5 – Modelo de execução de rebaixamento de calçada



Fonte: NBR 9050 (2004).

2.4 SINALIZAÇÃO

O Código de Trânsito Brasileiro (2008, página 57) define sinais como “um conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados nas vias públicas para garantir seu uso adequado, proporcionando melhor mobilidade no trânsito e melhorar a segurança do veículo "e os pedestres que circulam nele".

Segundo CTB (2008), os sinais de trânsito referem-se a elementos como sinais de trânsito (sinais verticais), sinais de trânsito (sinais horizontais), equipamentos de controle de iluminação, equipamentos auxiliares, apitos e gestos. Além disso, o dispositivo de segurança pode ser qualquer dispositivo destinado a fornecer aos usuários da estrada segurança ou advertir sobre situações perigosas.

2.4.1 Sinalização Vertical

A transmissão vertical de sinais "é um subsistema de transmissão de sinais rodoviários, e seu método de comunicação geralmente está localizado no painel, fixo ao lado ou suspenso na pista e transmite mensagens permanentes na posição vertical" (CTB, 2008, página 58).

Estas sinalizações são utilizadas para informar as limitações de determinada via, quais suas proibições, e quais suas obrigações no trecho. Essas sinalizações servem como

advertência aos motoristas, ciclistas e pedestres informando assim as condições que são exigidas na via, juntamente com suas restrições de acessibilidade para a segurança dos mesmos (CET-SP, 2005, p18).

2.4.1.1 Finalidade e Característica da Sinalização Vertical

CONTRAN (2007, p21) disse: "O objetivo é fornecer informações que permitam aos usuários da estrada tomarem as ações apropriadas para melhorar a segurança, controlar o fluxo do tráfego e orientar os usuários da estrada". CTB (2008, p58) acrescentou: "O objetivo é informar os usuários sobre condições, proibições, obrigações ou restrições de uso da estrada. Suas informações são imperativas e é um ato ilegal desrespeitá-las.

As características dos sinais verticais seguem um padrão circular de vermelho, preto e branco (Figura 6).

Figura 6 – Características das sinalizações verticais



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação (CONTRAN, 2007).

De acordo com CONTRAN (2007), como mostrado na Fig. 7, o sinal de proibição virar à esquerda (R-4a): "Deve ser usado quando for necessário proibir movimentos que prejudiquem a segurança e / ou o fluxo do tráfego".

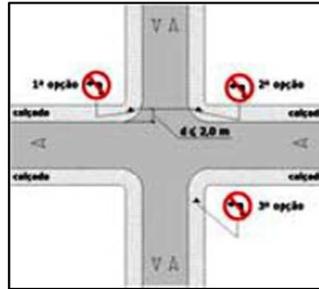
Figura 7 – Sinal proibido virar à esquerda (R-4a)



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação (CONTRAN, 2007).

CONTRAN (2007) afirmou que "nas estradas urbanas, os sinais devem ser colocados após o cruzamento no lado esquerdo da estrada/faixa" ou locais visualmente danificados podem ser colocados em locais diferentes, como mostra a (Figura 8), enquanto "no trânsito no letreiro, pode ser colocado no poste ou braço fixo no sinal de trânsito projetado."

Figura 8 – Exemplos de aplicação



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação (CONTRAN, 2007).

O sinal R-6c (Figura 9) indica que o motorista está proibido de estacionar e parar no local marcado (CONTRAN, 2007).

Figura 9 – Sinal proibido parar e estacionar (R-6c)



Fonte: Sinalização vertical de regulamentação (CONTRAN, 2007).

O uso dos sinais R-6c ocorre quando é necessário melhorar a segurança e / ou fornecer mobilidade ao tráfego de veículos para impedir o estacionamento ou estacionamento de veículos, podendo ser acompanhado por uma placa horizontal (CONTRAN, 2007). exemplo:

- Em vias de trânsito rápido;
- Aproximações de interseções críticas;
- Vias com problemas de capacidade;

2.4.2 Sinalização Horizontal

Sinalização horizontal "é um subsistema de sinais de trânsito que utiliza linhas,

marcas, símbolos e legendas pintadas ou fixadas na superfície da estrada" (CTB, 2008, p. 78).

Sinalização horizontal geralmente possui utilização em sua maioria em trechos de vias que se encontram em obras, serviços ou até mesmo em situações de emergência. Sua utilização é substituída pelas sinalizações verticais, em obras de duração curta utilizando as mesmas juntamente com os dispositivos de segurança. Para a utilização desta sinalização devemos considerar a volume do tráfego no local, juntamente com a demanda de segurança e os possíveis riscos devido a essa situação. Desvantagem do uso desta sinalização é que após sua remoção há uma danificação ao pavimento onde foi instalada (CET-SP, 2005; p32).

2.4.2.1 Finalidade e característica da sinalização horizontal

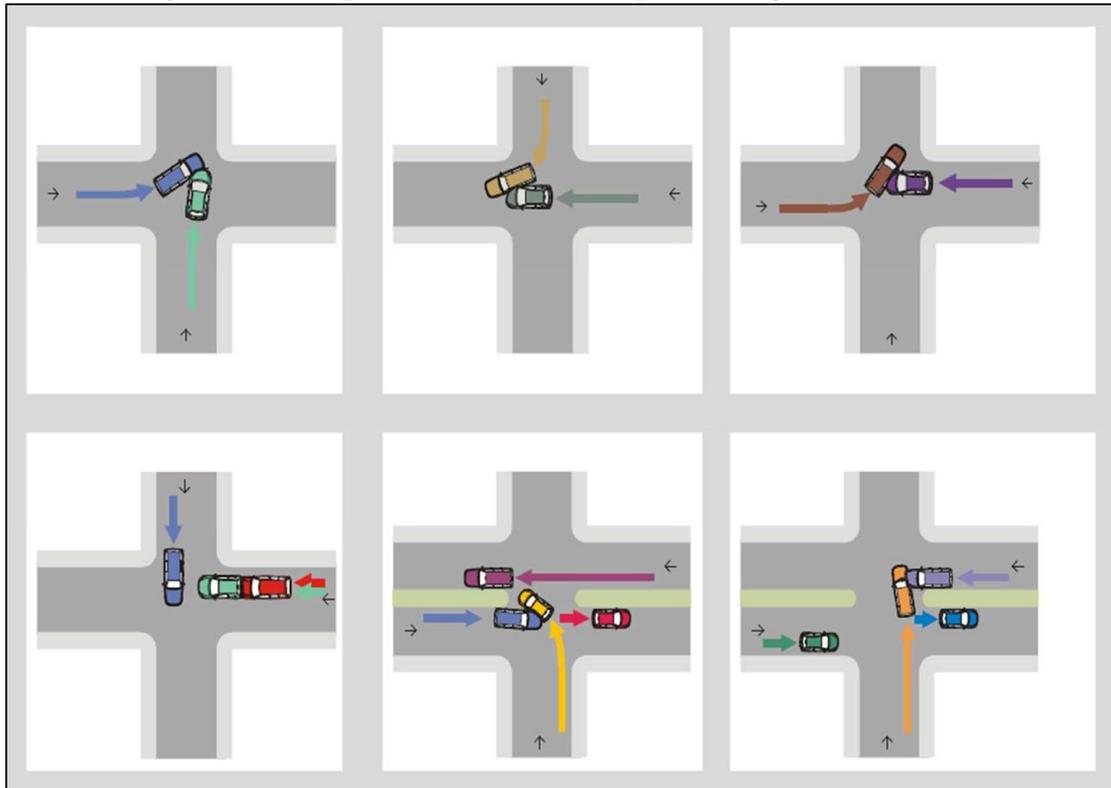
Segundo CTB (2008) e CONTRAN (2007), a transmissão horizontal de sinal apresenta as características de sequenciamento de veículos e fluxo de tráfego de pedestres, dividindo áreas restritas, restrições e informações relacionadas ao sistema. Sinais horizontais aparecem na calçada em forma de texto ou figuras. A cor comum dos sinais verticais é o amarelo, que é usado para ajustar o fluxo na direção oposta ou para proibir o estacionamento. O branco é usado para ajustar o fluxo na mesma direção, passagens para pedestres, sinais, legendas, ajustar limites de estacionamento e estradas.

2.4.3 Sinalização Semafórica

Semáforo é utilizado tanto para a segurança do pedestre quanto dos veículos. Sua principal característica é a interferência da passagem permitindo assim uma fluidez do alto fluxo que existe no local igual para os sentidos, também é muito utilizado para pedestres onde permite que o mesmo realize uma travessia segura na via (DETRAN-RJ, 2017).

Os semáforos fazem parte da subdivisão dos sinais de trânsito e podem exibir sinais acionados por sistemas eletromecânicos ou eletrônicos, podendo ser fixados na beira da estrada ou suspensos na beira da estrada. O objetivo é passar informações aos usuários para controlar a passagem de veículos e pedestres nos cruzamentos, os semáforos são um mecanismo importante para cruzamentos, pois o uso dessa tecnologia pode impedir certos tipos de acidentes, como mostra (Figura 10) (CONTRAN, 2006).

Figura 10 – Exemplo de acidentes evitáveis por sinalização semafórica



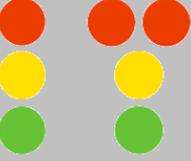
Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.4.3.1 Posição do Semáforo

Os semáforos para veículos e pedestres obedecem a alguns regulamentos de montagem e devem ser operados de acordo com as normas e especificações notificadas pelo CONTRAN (2006):

- Veículo: Possui três indicadores luminosos (vermelho, amarelo, verde), organizados em ordem, de cima para baixo quando verticais e da esquerda para a direita quando horizontais (Quadro 1).
- Peões: Existem indicadores vermelhos e verdes em ordem de cima para baixo, com os pictogramas correspondentes (Quadro 1).

Quadro 1 – Tipos de semáforos

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
VEICULAR		 Obs.: Só utilizar quando projetado sobre a via.
PEDESTRE		---

Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.4.3.1.1 Formas, Cores e Sinais Características do Semáforo

CONTRAN (2006) descreve que a cor da transmissão do sinal de trânsito tem significados diferentes e transmite informações específicas a todos os usuários, mesmo os sinais de trânsito circulares (Quadro 2) também são aplicáveis a carros e semáforos com foco quadrado (Quadro 3), para pedestres.

Quadro 2 – Sinalização semafórica de formato circular

SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
	Indica a proibição do direito de passagem.	Obrigatoriedade do condutor em parar o veículo.
	Indica o término do direito de passagem.	O condutor deve para o veículo salvo se não for possível imobilizá-lo em condições de segurança.
	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.
	Adverte da existência de situação perigosa ou obstáculo.	O condutor deve reduzir a velocidade e observar as normas de circulação e conduta.

Fonte: Sinalização Semafórica (CONTRAN, 2006).

Quadro 3 – Sinalização semafórica de formato quadrado

COR	SINAL	SIGNIFICADO	AÇÃO DO USUÁRIO DA VIA
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.

Fonte: Sinalização semafórica (CONTRAN, 2006).

2.4.3.2 Parâmetros para a Instalação do Semáforo

Para a implantação de um semáforo devemos considerar o volume mínimo de veículos que tenha aproximação da interseção, volumes com mais de cinco aproximações, deve ser levada em consideração também a quantidade mínima de pedestres que cruzam o local, índice de acidentes e colisões na via, juntamente com a interrupção do ciclo no local. Atendendo apenas dois itens citados acima a via já é classificada como apta para a instalação, não sendo necessário que ocorra todos os fatores (DENATRAN, 2016).

2.4.4 Rotatória

Rotatória é uma intersecção em forma de círculo, onde possui várias formas desde a mais simples, até a mais sofisticada. Muito utilizada para criação de jardins contendo flores, fontes, esculturas em seu centro. Rotatória tem como principal finalidade a diminuição da velocidade e contribuindo para a fluidez da via, onde nela já ocorrem certos problemas com congestionamento tendo assim ocorrências de acidentes. Hoje para a instalação de uma rotatória necessita da realização de um estudo e aplicação dos fatores positivos e negativos, onde os positivos permitem assim todos os movimentos de conversão, e quando são projetados perfeitamente alertam e reduz a velocidade do motorista. Já os fatores negativos tem como maior problema a insegurança para pedestres devido à dificuldade para atravessar, juntamente

com o desconforto aos usuários de transporte público que traz um certo desconforto (Manual de Medidas Modeladoras de Tráfego, 2013, p68).

2.5 CRUZAMENTO COM SUAS VANTAGENS E DESVANTAGENS

Quando ocorre o crescimento da cidade, e há uma impossibilidade de criação de uma nova via no local, permitindo assim a passagem separadas entre elas, pensamos em uma solução para o local e logo a intervenção semaforica, permitindo assim que cada sentido da via flua sem interrupções e tenha uma maior segurança aos usuários (CONTRAN, 2014).

Como toda solução para um problema existem as vantagens e as desvantagens. As vantagens da utilização do cruzamento semaforico estão no aumento da segurança na via, uma maior fluidez do tráfego onde houve a distribuição de tempos para a fluidez de cada sentido, gerando também uma redução no tempo de espera para assim realizar o cruzamento. Já as desvantagens estão o aumento de ocorrências de acidentes devido ao desrespeito às sinalizações durante a ociosidade do semáforo, tendo também um gasto desnecessário de recursos públicos com a manutenção e execução para instalação (DENATRAN, 2016).

2.6 LEIS E NORMAS DE TRÂNSITO

No artigo 161, a Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa a todos que circulam no trânsito: "Constituindo infrações de trânsito, que não cumpram este regulamento, legislação complementar ou quaisquer disposições da resolução do CONTRAN, o infrator será punido. As medidas administrativas e punições previsíveis indicadas em cada artigo. De acordo com o mesmo "os sinais serão organizados na seguinte ordem":

- As ordens do agente de trânsito sobre as normas de circulação e outros sinais;
- As indicações do semáforo sobre os demais sinais;
- As indicações dos sinais sobre as demais normas de trânsito.

De acordo com o artigo 214 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008), pedestres e motoristas de veículos não-motorizados não têm prioridade nos seguintes casos:

- Se encontre na faixa a ele destinada;
- Não haja concluído a travessia mesmo que ocorra sinal verde para o veículo;

- Portadores de deficiência física, crianças, idosos e gestantes;
- Quando houver iniciado a travessia mesmo que não haja sinalização a ele destinada;
- Que esteja atravessando a via transversal para onde se dirige o veículo.

O artigo 218 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa ao motorista que “dirigir em rodovias, rodovias, vias arteriais e outras estradas a uma velocidade máxima de condução superior à posição medida por ferramentas ou equipamentos qualificados” indica uma violação. A situação é severa a grave, dependendo da porcentagem da velocidade máxima na estrada, e uma multa é imposta e o direito de dirigir é imediatamente suspenso em caso de reincidência.

No artigo 182, o artigo 6 da Lei nº 9.503 (DENATRAN, 2008) informa que “o estacionamento em calçadas ou faixas de pedestres” é uma violação menor e é multado. CONTRAN (2007, p. 23), "os sinais de controle vertical destinam-se a transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições ao uso de estradas urbanas".

O não cumprimento do sinal R-4a é uma violação no campo. Lei nº 207 9.503 (DENATRAN, 2008), em que "a operação de conversão é realizada no lado direito ou esquerdo onde o sinal é proibido" indica uma violação grave da lei e uma multa é aplicada.

A Lei nº 9.503, Artigo XIX, Artigo 181 (DENATRAN, 2008) informa ao motorista: "Estacione ou estacione o veículo no local e horário do estacionamento e estacione no local em que houver uma placa que proíba o estacionamento (placa – Proibido Parar e Estacionar) disse violações graves, multas e multas por remoção de veículos. CTB (2008) O artigo 182, item X, "Em local e horário claramente proibido pela placa (slogan-Proibição de passagem)" incorrerá em violações e multas médias.

3 METODOLOGIA

3.1 OPERAÇÃO DO TRÁFEGO NAS INTERSEÇÕES SELECIONADAS

Para definir uma rodovia com a máxima taxa de fluxo horária será utilizado o HCM (2000) (*Highway Capacity Manual*), analisando assim a quantidade de veículos que podem passar em determinado ponto em um determinado tempo, sob assim as condições usuais da via e do tráfego local (TRB, 2000, p. 2-2). Neste método será feita uma análise tendo como base o valor observado repetidamente nos períodos de pico apresentando demanda suficiente. O método do HCM (2000) traz uma distinção entre o volume e a fila, onde a demanda é referente a quantidade de veículos que irá utilizar o trecho, já o volume é a taxa de descarga do trecho. Quando não há a fila (congestionamento), o volume é igual a demanda (TRB, 2000, p. 2-2).

Autoestrada segundo o HCM (2000), são rodovias com pista dupla, onde é feito um controle de acesso sendo assim os veículos podem sair ou entrar de uma via quando for construída para essa finalidade. As rodovias devem possuir uma condição padrão para este método, onde a faixa de tráfego deve ter 3,60 m de largura, acostamento deve ter no mínimo 1,80 m de largura sem possuir nenhum obstáculo, relevo plano, no mínimo 5 faixas de tráfego para cada sentido e ausência de zonas proibidas de ultrapassagem.

O método do HCM (2000) traz a definição da capacidade básica padrão de autoestradas sendo 2400 carros de passeio na faixa-1.h-1 (TRB, 2000, p.13-4); capacidade básica 69 de rodovias de pista dupla com condições recomendadas de 2200 cp.faixa-1.h-1 (TRB, 2000, p. 12-3); onde a capacidade básica bidirecional das rodovias com pista simples de condição padrão é de 3200 cp.h-1 (TRB, 2000, p12-16). Devido a essa classificação será possível permitir a utilização adequada deste método calculando assim a estimativa de solicitações de veículos em que se encontra a via, juntamente com seu período de vida.

3.2 METODOLOGIA DO HCM PARA INTERSEÇÕES NÃO SEMAFORIZADAS

É responsabilidade do HCM (2000) realizar a análise das complexidades e as variáveis as quais compõe o tráfego. Esta análise sobre os veículos é feita desde o seu tipo, terreno e a quantidade de faixas. Este manual trata de todo os problemas e peculiaridades que possam ocorrer em uma via, foi realiza-se para evitar buscando assim analisar os impactos e aumentando a qualidade do serviço oferecido.

3.2.1 Roteiro de Análise

O método HCM é referência mundial para avaliação e qualificação com foco na capacidade, nível de serviço, diversidade no transporte dentro do trânsito e desempenho das vias. Quando o método é aplicado no Brasil o mesmo sofre alterações onde deve ser adicionado e adaptado fatores, para que se adeque ao trânsito brasileiro que é diferente do trânsito americano no qual o método foi feito. Esta metodologia é feita de diversos procedimentos podendo analisar inúmeras características entre rendimento, avaliação da capacidade em rotatórias, níveis, resposta de fluxo da via, paradas e interseções vindas de cruzamentos (TWSC e AWSC). O presente método busca um balanceamento entre os fatores específicos e resultados analisados, entre os fatores temos a demanda e a capacidade, ambos associados ao nível de serviço o principal fator utilizado para o estudo para realizar a melhoria urbana.

3.3 VOLUME E GEOMETRIA

Neste método as informações são associadas em formas de desenhos, abrangendo assim as indicações significativas. O HCM para cada aproximação gera as seguintes informações, faixas de comunicação, canalização do fluxo, movimentos de cada faixa, largura e número de faixas, estacionamento e os pontos de parada de ônibus.

As principais informações para a análise do tráfego são o volume e o deslocamento, analisando assim os fluxos por um período de 15 minutos por hora, trazendo assim um intervalo específico para a pesquisa. O HCM classifica os veículos com mais de quatro pneus no pavimento como veículos pesados, os ônibus quando não a parada para embarque e desembarque de passageiros também deve ser quantificado. O maior volume de veículos em um determinado tempo é denominado hora de pico. Em uma seção de uma via, o volume de veículos é variável durante o período de tempo. Quando comparado assim a contagem dos quatro períodos de quinze minutos, podemos observar assim a distinção entre si gerando assim o Fator Horário de Pico (FHP), determinado pela fórmula a seguir (Equação 1):

$$\text{FHP} = \frac{\text{VHP}}{\text{VPP}} \quad \text{VPP} = 4 \cdot \text{PP} \quad \text{PVP} = \frac{\text{NVP}}{\text{VHP}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

FHP: fator horário de pico;

VHP: volume na hora de pico (veic/h);

VPP: volume no período de pico (veic/h);

PP: período de pico (veic/h)

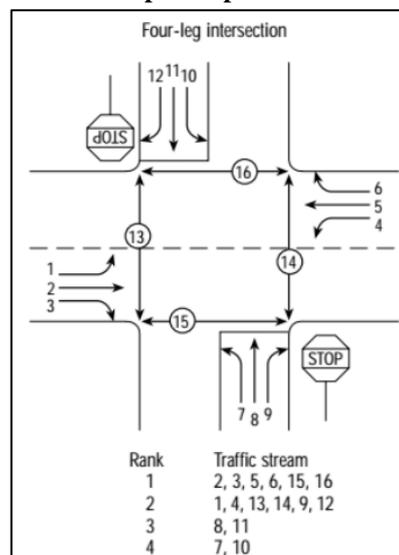
PVP: proporção de veículos pesados

NVP: número de veículos pesados hora de pico (veic/h)

3.4 PRIORIDADES DE FLUXOS

O HCM (2000), traz a preferência do direito de passagem que é feito a cada fluxo de tráfego sendo assim identificada. Existe alguns fluxos nos quais possuem prioridades, e outro devem dar a preferência a fluxos que possuem assim uma ordem superior. Pode-se identificar (Figura 11) o grupo 1 possui movimentos de tráfego na rua principal e também a possibilidade de conversão à direita da via em que se localiza. O grupo 2 possui movimentos de tráfego para rotação à esquerda da via em que se localiza e a rotação à direita até a via que se encontra. O grupo 3 há movimento de tráfego na via secundária e assim o tráfego de conversão a rua secundária. Já os movimentos do grupo 4 inclui a rotação à esquerda da rua em que se encontra.

Figura 11 – Grupos de prioridades de fluxos



Fonte: Highway Capacity Manual, (2000).

3.5 TRÁFEGO CONFLITANTE

Uma interseção enfrenta a cada movimento uma série de conflitos sendo diretamente relacionados com a natureza do movimento. Está apresentado (Figura 12), os conflitos segundo o método HCM (2000), onde ilustra as expressões para a realização do cálculo que determina o parâmetro VC_X (taxa de fluxo conflitante para o movimento X). Calcula-se este fluxo utilizando assim as equações apresentadas na (Figura 12), considera-se assim como a via principal (*Major*), a via secundária como (*Minor*), as conversões de movimento à direita (*Right turno – RT*), as conversões de movimentos à esquerda (*Left turno – LT*) e os movimentos em frente (*Through – TH*).

O método HCM (2000) trata em uma nota de rodapé as informações sobre a (Figura 12) onde possui grande importância para a efetuação dos cálculos de tráfego conflitante:

Se houver uma faixa para conversão à direita na via principal, q_3 ou q_6 não devem ser considerados;

- Se houver várias faixas na via principal, o fluxo conflitante contém apenas o volume na faixa à direita, reconhecido como q_2/N ou q_5/N , onde N é o número de faixas diretas; sendo especificado um valor diferente segundo a posição do fluxo entre faixas notado em campo;
- Se a conversão à direita da via principal é separada por uma ilha de tráfego triangular e controlada por sinal PARE/DÊ PREFERÊNCIA, pode-se eliminar q_3 e q_6 do fluxo conflitante;
- Se a conversão à direita da via principal é apartada por uma ilha de tráfego triangular e dirigida por sinal PARE/DÊ PREFERÊNCIA, elimina-se q_9 e q_{12} do fluxo conflitante;
- Eliminar q_9 ou q_{12} se a via principal tem várias faixas ou usar metade se a conversão à direita da via secundária é alargada;
- Eliminar a conversão à direita mais distante q_3 para o movimento 10 e q_6 para o movimento 7 se a via principal tem várias faixas.

Figura 12 – Movimentos Conflitantes

Subject Movement	Subject and Conflicting Movements Conflicting Traffic Flows, $v_{c,x}$	
Major LT (1, 4)	$v_{c,1} = v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$	$v_{c,4} = v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$
Minor RT (9, 12)	$v_{c,9} = \frac{v_2^{[b]}}{N} + 0.5v_3^{[c]} + v_{14} + v_{15}$	$v_{c,12} = \frac{v_5^{[b]}}{N} + 0.5v_6^{[c]} + v_{13} + v_{16}$
Minor TH (8, 11)	<p>Stage I</p> $v_{c,I,8} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$	$v_{c,I,11} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$
	<p>Stage II</p> $v_{c,II,8} = 2v_4 + v_5 + v_6^{[a]} + v_{16}$	$v_{c,II,11} = 2v_1 + v_2 + v_3^{[a]} + v_{15}$
Minor LT (7, 10)	<p>Stage I</p> $v_{c,I,7} = 2v_1 + v_2 + 0.5v_3^{[c]} + v_{15}$	$v_{c,I,10} = 2v_4 + v_5 + 0.5v_6^{[c]} + v_{16}$
	<p>Stage II</p> $v_{c,II,7} = 2v_4 + \frac{v_5}{N} + 0.5v_6^{[d]} + 0.5v_{12}^{[e,f]} + 0.5v_{11} + v_{13}$	$v_{c,II,10} = 2v_1 + \frac{v_2}{N} + 0.5v_3^{[d]} + 0.5v_9^{[e,f]} + 0.5v_8 + v_{14}$

Fonte: HCM, (2000).

3.6 BRECHAS CRÍTICAS E INTERVALOS DE SEGMENTOS

Em brechas críticas pode-se encontrar intervalos com tempo mínimo no tráfego, onde analisamos o veículo que se encontra na via secundária para que possa atravessar a via principal de uma forma eficiente e que seja segura. O método HCM (2000), nos traz três diferentes conceitos que trata sobre interseções controladas por regras com prioridades sobre as brechas:

- Brechas Disponíveis: São definidas como as brechas que acontecem no fluxo principal;
- Brechas Aceitáveis: São aquelas que acontecem no fluxo principal, grande o bastante para que os veículos da corrente de tráfego secundária, possam ser usadas em manobras na interseção;
- Brecha Crítica: Entre as brechas críticas, está é por sua vez a que apresenta menor aceitação para a passagem do veículo na interseção. A mesma é calculado particularmente para cada movimento em frente, à direita e à esquerda.

Na tabela a seguir (Tabela 1), os valores apresentados são utilizados para que seja feita a análise dos diferentes movimentos que existem em uma interseção não semaforizada.

Tabela 1 – Brechas críticas

Vehicle Movement	Base Critical Gap, $t_{c,base}$ (s)		Base Follow-up Time, $t_{f,base}$ (s)
	Two-Lane Major Street	Four-Lane Major Street	
Left turn from major	4.1	4.1	2.2
Right turn from minor	6.2	6.9	3.3
Through traffic on minor	6.5	6.5	4.0
Left turn from minor	7.1	7.5	3.5

Fonte: HCM, (2000).

Para realização dos cálculos sobre brecha crítica de um determinado movimento, o método de HCM (2000) define, a seguinte fórmula (Equação 2):

$$t_{c,x} = t_{c,base} + (t_{c,VP.PVP}) + (t_{c,G.G}) - t_{c,T-t3,LT} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$t_{c,x}$: Brecha crítica para o movimento x (s);

$t_{c,base}$: Brecha crítica base obtida através do Quadro 4 (s);

$t_{c,VP}$: Fator de ajuste para veículos pesados (1,0);

PVP: Proporção de veículos pesados (0,10);

$t_{c,G}$: Fator de ajuste do greide (0,1 para movimentos 9 e 12 e 0,2 para os movimentos 7, 8, 10 e 11) (s);

G: Inclinação da via ou greide (%);

$t_{c,T}$: Fator de ajuste para a brecha obtida pelo processo de dois estágios (1,0 para o primeiro ou segundo estágio; 0,0 para estágio único) (s);

$t_{3,LT}$: Fator de ajuste para a geometria (0,7 para conversão à esquerda da via secundária, em interseções tipo T; 0,0 para outros tipos).

3.7 CAPACIDADE POTENCIAL

Para realizar a avaliação da capacidade potencial aplicando assim o modelo de Harders é utilizado como suporte tendo assim como objetivo de estabelecer a capacidade e o nível de serviço de uma corrente de tráfego secundário de uma interseção não semaforizada.

Segundo o método do HCM (2000), $C_{p,x}$ é definido como a capacidade potencial de um movimento, assumindo as seguintes condições de base:

- O tráfego de interseções próximas há interposição no cruzamento em análise;
- Uma pista separada é fornecida para o uso exclusivo de cada movimento de rua secundária;
- Um sinal a montante não afeta o padrão de chegada do tráfego de rua maior;
- Nenhum movimento do grupo 2, 3 ou 4 impede o movimento do cruzamento em análise;

Neste método utiliza-se o modelo de aceitação de brechas que realiza o cálculo da capacidade potencial de cada fluxo do tráfego secundário de acordo com a (Equação 3) abaixo:

$$C_{p,x} = \frac{e \cdot ((-V_{c,x} \cdot t_{c,x})/3600)}{1 - e^{((-V_{c,x} \cdot t_{f,x})/3600)}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$C_{p,x}$: capacidade potencial do movimento x (veíc/h);

$V_{c,x}$: fluxo conflitante no movimento x (veíc/h);

$t_{c,x}$: brecha crítica para o movimento x (s);

$t_{f,x}$: intervalo de seguimento para o movimento x (s).

3.8 IMPEDÂNCIA

Segundo o HCM (2000) em movimento de alta prioridade quando a ocorrência de congestionamento, os movimentos que possuem uma menor prioridade ficam assim

impossibilitados de fazer usos das brechas, causando assim uma redução na capacidade potencial do movimento. No grupo 1 não há impedância devido a qualquer um movimento do fluxo de tráfego da via secundária. Esta classificação depende dos principais fluxos de tráfego de uma via que não tenha ocorrência de atrasos ou desaceleração no decorrer da interseção. Já os fluxos do grupo 2 deve atrasar apenas para realizar os movimentos da via principal e os movimentos à conversão direita que pertence ao grupo 1.

Os atrasos ocorrem no fluxo de tráfego 3, sendo devido ao tráfego da principal via, além dos conflitos devido ao tráfego da via principal, sendo através da conversão a esquerda que pertence ao grupo 2, sendo assim nem todas as brechas são aceitáveis, sendo assim as brechas de comprimento que são aceitas atravessam a interseção normalmente se encontram disponível para uso pelas correntes do tráfego do grupo 3, onde qualquer brecha seja utilizada para realizar uma conversão à esquerda da via principal. Para que essa situação aconteça, tendo assim maiores efeitos de diminuição da capacidade do tráfego de conversões à esquerda da via principal sendo ela em todos os movimentos do grupo 3. A probabilidade de convergir a esquerda da via principal acontecer sem que tenha ocorrência de filas pode ser calculada através da seguinte fórmula (Equação 4):

$$P_{o,j} = \frac{1-V_j}{C_{m,j}} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

$P_{o,j}$: probabilidade de movimentos do grupo 2 operarem em situação livre de fila;

V_j : volume do movimento do grupo 2;

$C_{m,j}$: capacidade do movimento do grupo 2;

j : movimentos de conversão à esquerda da via principal do grupo 2 (movimentos 1 e 4).

Para a capacidade de movimento, calculamos um fator de ajuste de capacidade em todos os movimentos feitos pelo grupo 3. Este fator de ajuste é determinado pelo fk para todos os movimentos k e para todos os movimentos do grupo, movimentos das vias secundárias, conforme a seguinte (Equação 5):

$$fk = P_{o,j} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$P_{o,j}$: probabilidade de movimentos do grupo 2 operarem em situação livre de fila;

k : movimentos do Grupo 3 (movimentos em frente da via secundária).

Equação para realizar o cálculo da capacidade de movimento para os movimentos do grupo 3 em frente da via secundária (Equação 6):

$$C_{m,k} = (fk).(C_{p,k}) \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

$C_{m,k}$: capacidade do movimento do grupo 3;

$C_{p,k}$: capacidade potencial do movimento do grupo 3;

k: indica os movimentos do grupo 3, movimentos em frente da via secundária.

Deve-se reconhecer as probabilidades podem ser independentes uma das outras, onde analisa o estado livre da fila em casa corrente de tráfego onde a prioridade é contribuinte para a resolução dos efeitos de impedância na conversão à esquerda da via secundária. Há probabilidade de ocorrer um estado livre na fila de cruzamento por movimentos realizados pela via secundária afetando assim a formação de filas para realizar a conversão à esquerda da via principal.

Para determinação do valor estimado o efeito da impedância na conversão à esquerda da via secundária, aplica-se o produto das duas probabilidades, conforme descrito na seguinte (Equação 7):

$$p' = 0,65p'' - (p''/p''+3) + 0,60 \sqrt{p''} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

p' : fator de ajuste da impedância na conversão à esquerda da via principal, pelo movimento em frente na via secundária;

p'' : $(P_{o,j}) . (P_{o,k})$;

$P_{o,j}$: probabilidade de movimentos do grupo 2 operarem em situação livre de fila;

$P_{o,k}$: probabilidade de movimentos do grupo 3 operarem em situação livre de fila.

O termo para o ajuste da capacidade de movimentos do grupo 4, com conversão à esquerda da via secundária, pode ser calculada através da (Equação 8) a seguir:

$$fI = (p').(P_{o,j}) \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:

fI : fator de ajuste da capacidade para movimentos do grupo 4;

I: movimentos do Grupo 4 (conversão à esquerda da via secundária);

J: movimentos de conversão à direita da via secundária, do grupo 2.

Utilizamos a (Equação 9) a seguir para calcular a capacidade de movimento para os movimentos realizados pelo grupo 4 seguindo em frente da via secundária:

$$C_{m,l} = (fl).(C_{p,l}) \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

$C_{m,l}$: capacidade do movimento do grupo 4;

l : fator de ajuste da capacidade para movimentos do grupo 4;

$C_{p,l}$: capacidade potencial do movimento do grupo 4;

l : indica os movimentos do grupo 4, conversão à esquerda da via secundária.

3.9 IMPEDÂNCIA DEVIDO AO PEDESTRE

Para fluxos de tráfego de veículos em uma via secundária devemos sempre dar preferência ao fluxo de pedestres como podemos visualizar na (Tabela 02), que demonstra assim a hierarquia e a sua relação com o fluxo de pedestres e veículos utilizada assim pelo método do HCM (2000).

Podemos calcular pela (Equação 10) a seguir o elemento que contabiliza o bloqueio de pedestres, tendo assim como base o volume de pedestres, a dimensão da via e a velocidade com que os pedestres realizam as travessias.

$$f_{pb} = \frac{(Vx)(w/S_p)}{3600} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

f_{pb} = fator de bloqueio do pedestre;

Vx = quantidade de grupos de pedestres, na qual x é o determinado como os movimentos 13, 14, 15 ou 16;

W = largura da via (m);

S_p = velocidade da caminhada dos pedestres, admitida como 1,2 m/s.

Tabela 2 - Relação entre a relação de pedestre/veículo.

Fluxo de veículo	Fluxo de pedestres	Fator de Impedância para Pedestres, $P_{p,x}$
V_1	V_1	$P_{p,16}$
V_4	V_4	$P_{p,15}$
V_7	V_{15}, V_{13}	$(P_{p,15}) (P_{p,13})$
V_8	V_{15}, V_{16}	$(P_{p,15}) (P_{p,16})$
V_9	V_{15}, V_{14}	$(P_{p,15}) (P_{p,14})$
V_{10}	V_{16}, V_{14}	$(P_{p,16}) (P_{p,14})$
V_{11}	V_{15}, V_{16}	$(P_{p,15}) (P_{p,16})$
V_{12}	V_{16}, V_{13}	$(P_{p,16}) (P_{p,13})$

Fonte: HCM, (2000) - (Adaptado).

Calculamos o valor do fator de impedância (Equação 11) devido ao pedestre para o movimento do mesmo “x, Pp,x ”,

$$Pp,x=1-fp_b \quad (\text{Equação 11})$$

Quando possuímos uma grande quantidade de pedestres Pp,x deverá ser incluída como fator nas equações (Equação 12). Sendo assim a equação é definida abaixo:

$$fk = \Pi (P0,j) Pp,x \quad (\text{Equação 12})$$

Sendo Pp,x adotado para os valores dados na tabela de brechas, utilizamos assim a (Equação 13) a seguir para realizar o cálculo:

$$fl=P'P0,j Pp,x \quad (\text{Equação 13})$$

Onde:

Pp,x admite o valor ($Pp,13$), ($Pp,15$) para o fluxo de veículos 7 e adota ($Pp,14$), ($Pp,16$) para o fluxo de veículos 10.

3.10 CAPACIDADE DE FAIXAS COMPARTILHADAS

Pode-se definir como a capacidade de faixas compartilhadas o momento em que vários movimentos, que teoricamente deveriam ser estimadas como se tivesse uma faixa exclusiva, quando as mesmas compartilham a mesma linha da via. Para calcular a capacidade dessa faixa de rolamento utiliza-se a seguinte (Equação 14):

$$cSH = \frac{\sum Vy}{\sum y (Vy/ cm,y)} \quad (\text{Equação 14})$$

Onde:

cSH = capacidade da faixa compartilhada (veh/h);

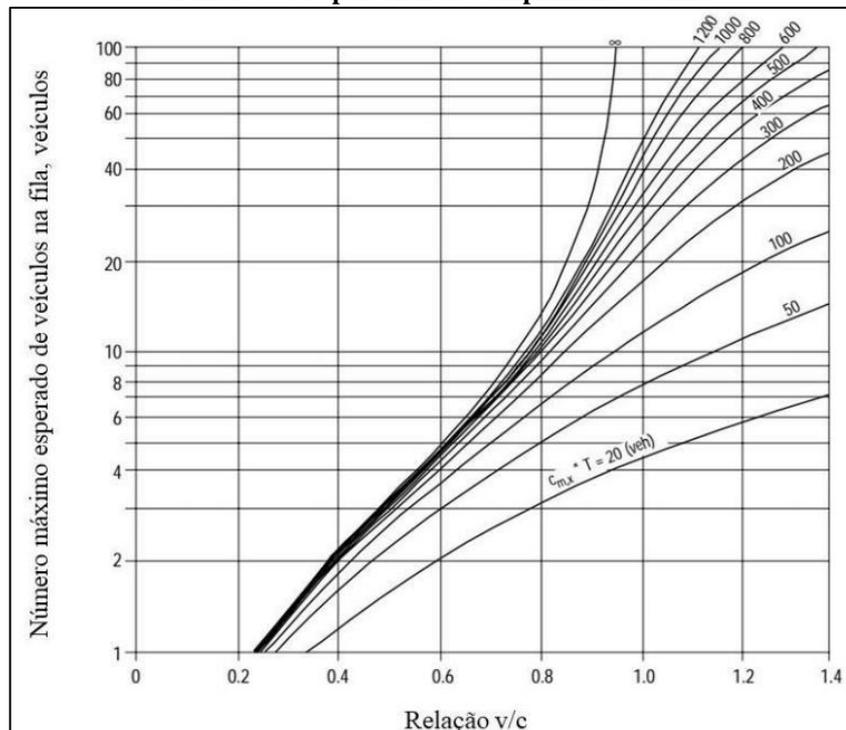
Vy = taxa de fluxo do movimento y sujeito a faixa compartilhada (veh/h);

cm,y = capacidade de movimento do movimento y sujeito a faixa compartilhada (veh/h).

3.11 COMPRIMENTO DE FILA

Para realizar a análise do comprimento de fila em interseções que não possuem semáforos há uma grande importância. Para realizar o aferimento o comprimento da fila no 95° percentil utiliza-se base (Gráfico 3), sendo assim usada para definir qualquer movimento inferior em um cruzamento que não possui semáforo, isso em um intervalo definido de 15 minutos com base nos dois parâmetros anteriormente apresentado. Pode-se realizar o cálculo médio da fila, realizando uma multiplicação entre o atraso médio por veículo e a taxa de fluxo. Este valor de atraso total é o mesmo valor esperado para veículos que estão na fila média, tendo assim a equivalência entre o atraso total e a fila média (Equação 15).

Gráfico 3 – 95° percentil do comprimento de fila.



Fonte: HCM, (2000).

$$Q_{95} \approx 900T \left[VX/C_{m,x} - 1 + \sqrt{(VXC_{m,x} - 1)^2 + (3600C_{m,x})(VXC_{m,x})150T} \right] (C_{m,x}/3600)$$

(Equação 15)

Onde:

Q_{95} = 95° percentil do comprimento veículos em fila (veículos);

VX = volume do movimento x (veic./h);

$C_{m,x}$ = capacidade do movimento x (veic./h);

T = período de tempo analisado (h). ($T = 0,25$ para um período de 15 min).

3.12 ATRASO DEVIDO AO CONTROLE DO TRÁFEGO

O método de HCM (2000) diz que o controle do tráfego, da geometria e dos acidentes de trânsito é resultado de fatores que geram assim atraso por um motorista. Atraso total é resultado entre a diferença do tempo de viagem realizada e o tempo de viagem sem a ocorrência de fatores que gerem o atraso. Podemos definir como atraso de controle de tráfego como o tempo total entre o período que um veículo para no final da fila até que se torne o primeiro da mesma.

Este atraso médio de controle tem função em alguns movimentos secundários individuais como de grau de saturação e capacidade de abordagem. Utilizamos o modelo analítico para realizar a medição do atraso do controle, admitimos que a demanda possui um valor inferior que a capacidade para o período analisado. Se obtivermos um valor de grau de saturação superior há 0,9 então o atraso médio de controle é se torna afetado pelo tempo analisado. A maior parte de análises feitas o tempo indicado é de 15 minutos, caso esta demanda extrapole a capacidade neste intervalo de tempo o resultado de atraso pode ser conciso. (Equação 16) abaixo trata sobre a medição do 95º percentil da dimensão de fila para que qualquer movimento secundário durante o horário de pico dentro dos 15 minutos:

$$d = 3600/C_{m,x} + 900T \left[\frac{VX}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{VX}{C_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{(3600/C_{m,x})(VXC_{m,x})}{450T}} \right] + 5$$

(Equação 16)

Onde:

d : atraso devido ao controle (veic./h);

VX : volume do movimento x (veic./h);

$C_{m,x}$: capacidade do movimento x (veic./h);

T : período de tempo analisado (h) ($T= 0,25$ para um período de 15 min).

Utiliza-se alguns critérios para realizar a determinação do nível de serviços (Tabela 3). Estes dados são utilizados para interseções não semaforizadas, há então uma maior espera de volume de tráfego para este tipo de cruzamento, ocorrendo assim maiores atrasos, onde existe uma diferenciação dos cruzamentos onde os mesmos que não possuem sinais luminosos devem assim admitir um nível de atraso menos, mas ambos se encontram no mesmo nível de serviço.

Tabela 3 – Critérios de nível de serviço.

NÍVEL DE SERVIÇO	ATRASO MÉDIO TOTAL (S/VEÍC.)
A	0-10
B	> 10 – 15
C	> 15 – 25
D	> 25 – 35
E	> 35 – 50
F	> 50

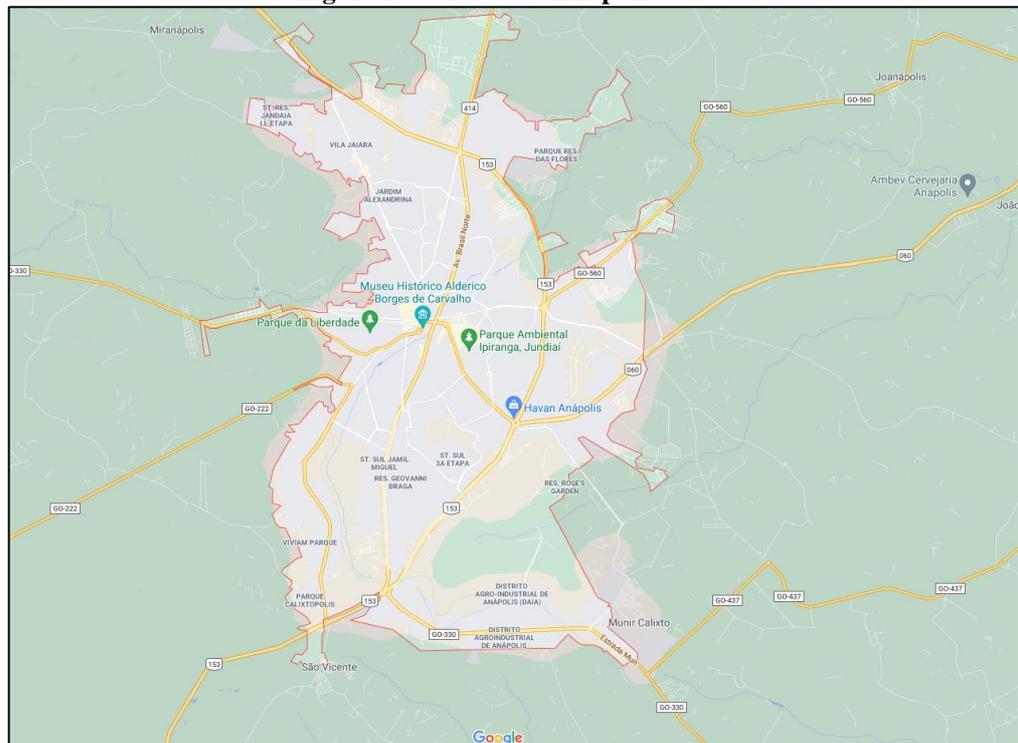
Fonte: HCM, (2000) - (Adaptado).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 A CIDADE DE ANÁPOLIS

A cidade de Anápolis (FIGURA 13) com 113 anos, está situada no estado de Goiás, se encontra a uma distância de 53 quilômetros da capital do estado, Goiânia, possui um dos principais entroncamentos rodoviários do Centro-Oeste, sendo entre eles três rodovias estaduais (GO-330, GO-222 e a GO-437) e três rodovias federais (BR-414, BR-060 e a BR-153). Devido a este entroncamento, Anápolis teve assim um grande desenvolvimento econômico afetando assim diretamente sua infraestrutura urbana. Enquanto o crescimento da cidade e o crescimento econômico cresce em progressão geométrica, a solução para a infraestrutura cresce em progressão aritmética. O município de Anápolis, foi criado sem um planejamento para lidar com seu crescimento, exemplo é o setor Central da cidade que possui a mesma estrutura desde o ano de 1957, sendo assim 64 anos, onde não houve mudanças na estrutura para o tráfego de veículos, mas houve um crescimento gigantesco de veículos circulando no bairro (BARBOSA, 2015). Hoje Anápolis sofre com trânsito, com muitos engarrafamentos, gerando assim grande quantidade de acidentes de trânsito (BARBOSA, 2015).

Figura 13 - Cidade de Anápolis – GO.



Fonte: Google Maps, 2021.

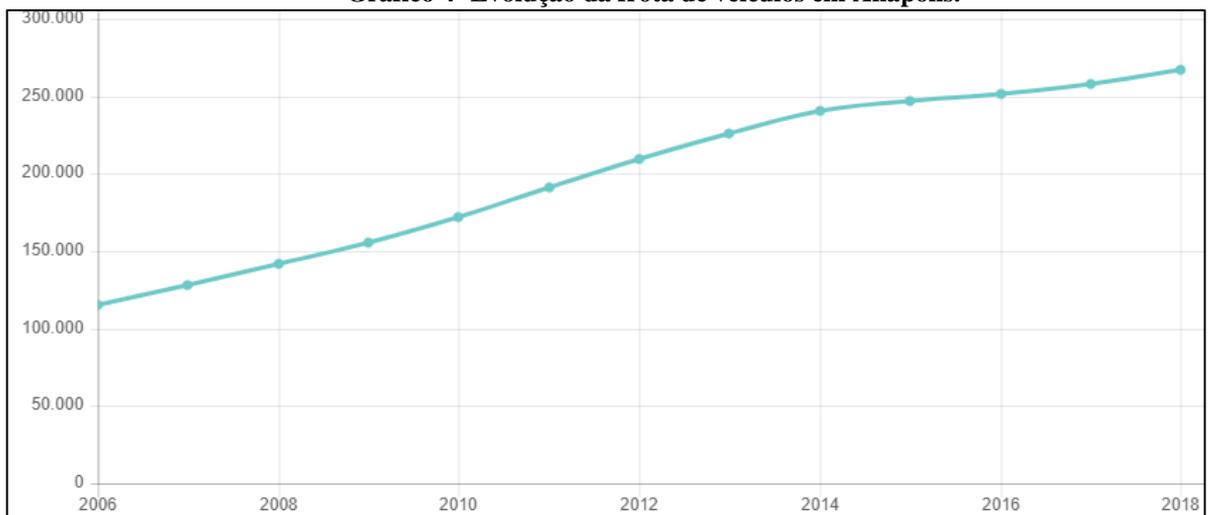
4.1.1 Crescimento da Cidade de Anápolis

Devido ao fator de possuir um entroncamento privilegiado, despertou o interesse de diversas indústrias de se instalarem na cidade, se tornando assim a principal cidade do Centro-Oeste a ter uma grande presença de indústrias de secos e molhados, voltando assim a economia para a indústria de medicamentos, transformações, automobilística, educação e comércio atacadista.

Foi criado no ano de 1976 o DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis), com área de 593 hectares, foi fundado em um local estratégico na cidade, tendo acesso as principais rodovias GO-330, BR-153 e BR-060, além de possuir acesso ao Porto de Santos ligação feita pela ferrovia Centro Atlântico, além de ser o marco zero da ferrovia Norte-Sul do país. O DAIA hoje conta com diversas empresas no ramo farmacêutico podendo destacar, Teuto, Neoquímica, Geolab, Vitamedic entre outras, a mesma abriga também indústrias dos ramos de fertilizantes e adubos, automóveis, óleos vegetais, químicos e construção.

Após a criação do DAIA foi criado o Porto Seco, dando a cidade de Anápolis o título em 2020 de principal importador do estado de Goiás. Com a criação desses locais, houve assim uma grande geração de empregos, causando assim um grande aumento populacional no município, aumentando assim a frota de veículos circulando na cidade conforme mostrado no (Gráfico 4) do IBGE (última atualização foi feita no ano de 2018).

Gráfico 4- Evolução da frota de veículos em Anápolis.



Fonte: IBGE, 2018.

4.1.2 Malha Viária da Cidade

Com o crescimento da cidade houve um crescimento na frota de veículos juntamente com o fluxo de carros na malha viária do município onde a mesma não consegue comportar este fluxo. Em Anápolis temos em circulação desde veículos individuais, veículos de transporte de carga além do transporte coletivo, dados fornecidos pela (CMTT, 2021). Setor Central de Anápolis foi projetado para um fluxo baixo de veículos contendo assim poucas vagas de estacionamento, vias de pequeno porte causando assim complicações para a criação de acessibilidade para pedestres portadores de necessidades especiais.

Segundo a Lei complementar de nº 263 de 16 de dezembro de 2011 classificando os perfis das vias em hierarquias: Rodovias, Vias Arteriais sendo de 1ª e 2ª Categoria, onde a mesma é utilizada pelo município de Anápolis pelo Plano Diretor da cidade.

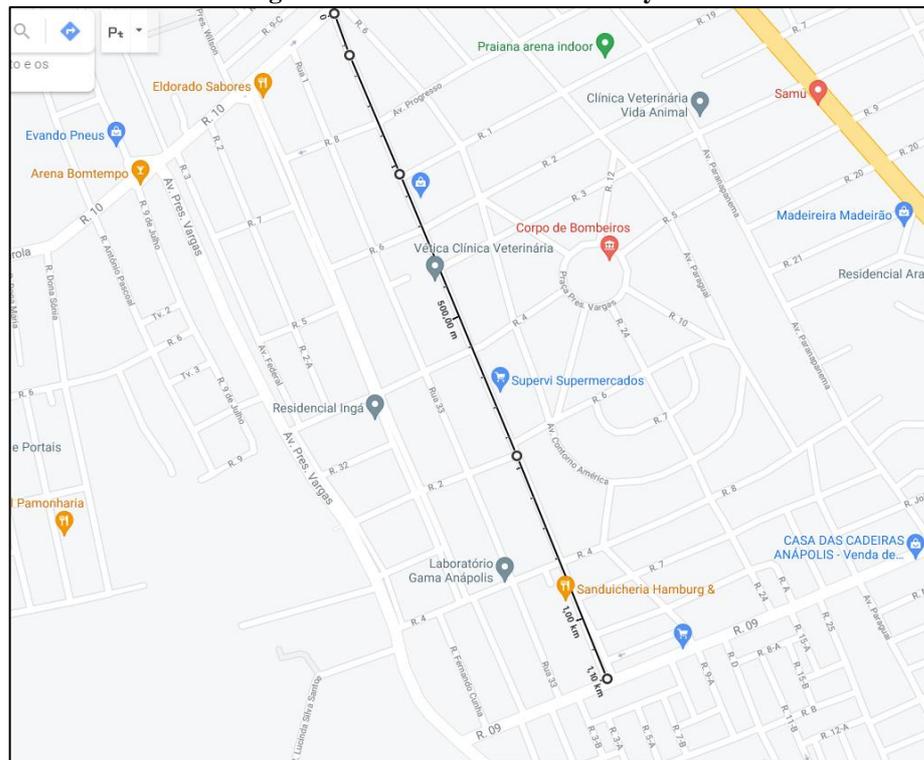
4.1.3 Companhia Municipal de Trânsito e Transporte

Fundada em 27 de junho do ano de 2003, a CMTT (Companhia Municipal de Trânsito e Transporte), tem como objetivo manter a segurança e tráfego no trânsito da cidade, tendo como base o Código de Trânsito Brasileiro, englobando a Lei 9503 de 23 de setembro do ano de 1997 Art.21, parágrafos I e II e as diretrizes técnicas do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito). Perante o CTB (Código de Trânsito Brasileiro), realiza as avaliações técnicas juntamente com a análise de fluxo do tráfego em todas as vias, objetivando sempre a melhoria dos impactos que venham a prejudicar o tráfego municipal. Além das responsabilidades anteriormente citadas é de responsabilidade da CMTT realizar o planejamento, gerenciamento e controle do sistema de transporte coletivo da cidade, visando sempre a qualidade para os usuários deste transporte.

4.1.4 Avenida Anderson Clayton – Anápolis, Goiás

A Avenida Anderson Clayton (Figura 14), situada na cidade de Anápolis – Goiás, localizada no bairro Conjunto Eldorado, possui extensão de 1,10 km, portadora do CEP 75115-390, possuindo em sua extensão diversos comércios, oficinas, igreja e Clínica Veterinária. Se tornou muito importante devido ser uma rota para o DAIA, além de possuir o SuperVi Supermercados importante comércio da cidade, a mesma faz ligações com grandes bairros como por exemplo o Vila Formosa que possui vários condomínios residenciais.

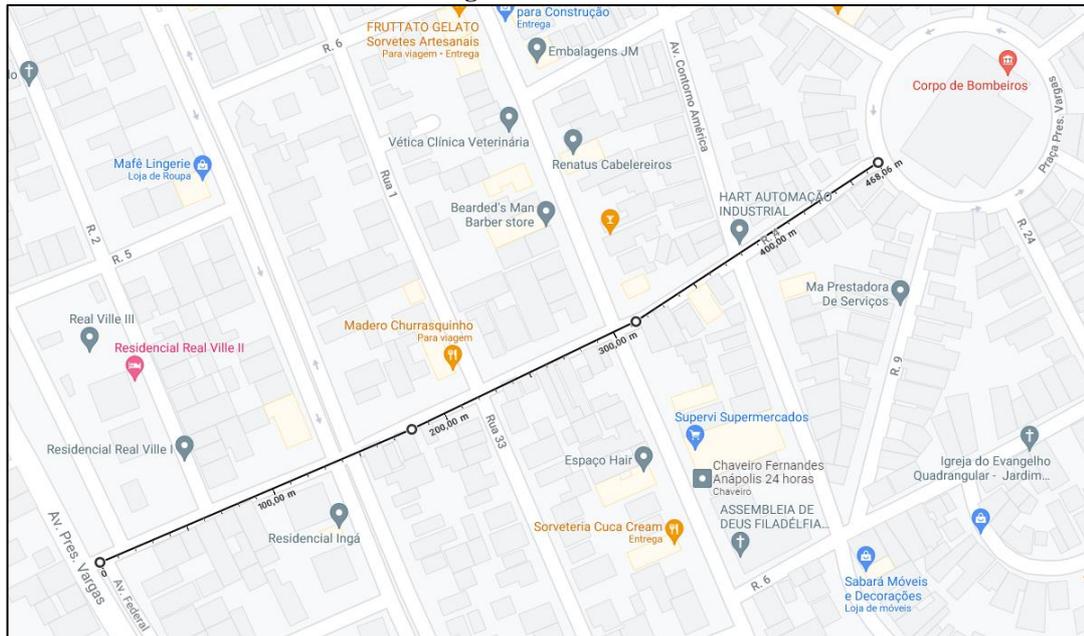
Figura 14 – Avenida Anderson Clayton



Fonte: Google Maps, 2021.

4.1.5 Rua 4 – Anápolis, Goiás

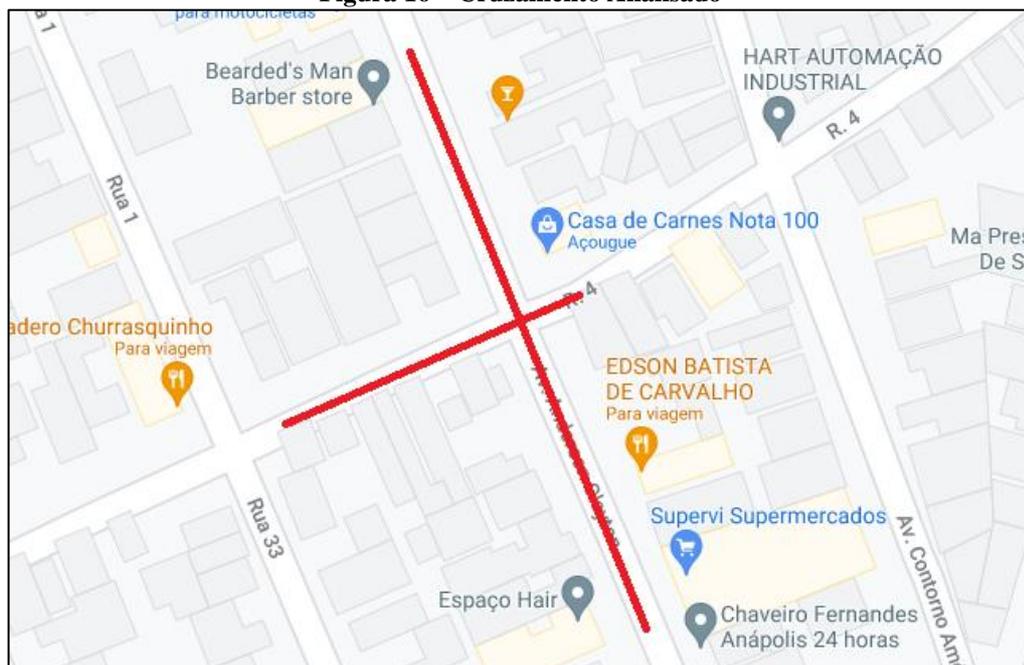
A Rua 4 (Figura 15), situada na cidade de Anápolis – Goiás, localizada no bairro Conjunto Eldorado, possui extensão de 468,06 m, portadora do CEP 75100-330. Se tornou muito importante devido a seu extremo oeste estar a Avenida Presidente Vargas e a seu extremo leste estar locado o 3º Batalhão do Corpo de Bombeiros.

Figura 15 – Rua 4

Fonte: Google Maps, 2021.

4.1.6 Cruzamento Estudado

Localizado no bairro Eldorado na cidade de Anápolis – Goiás, o cruzamento (Figura 16), entre a Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, são responsáveis pelo fluxo de trânsito de veículos sendo utilizados como acesso a bairros importantes da cidade, além de servir como uma das rotas para o DAIA.

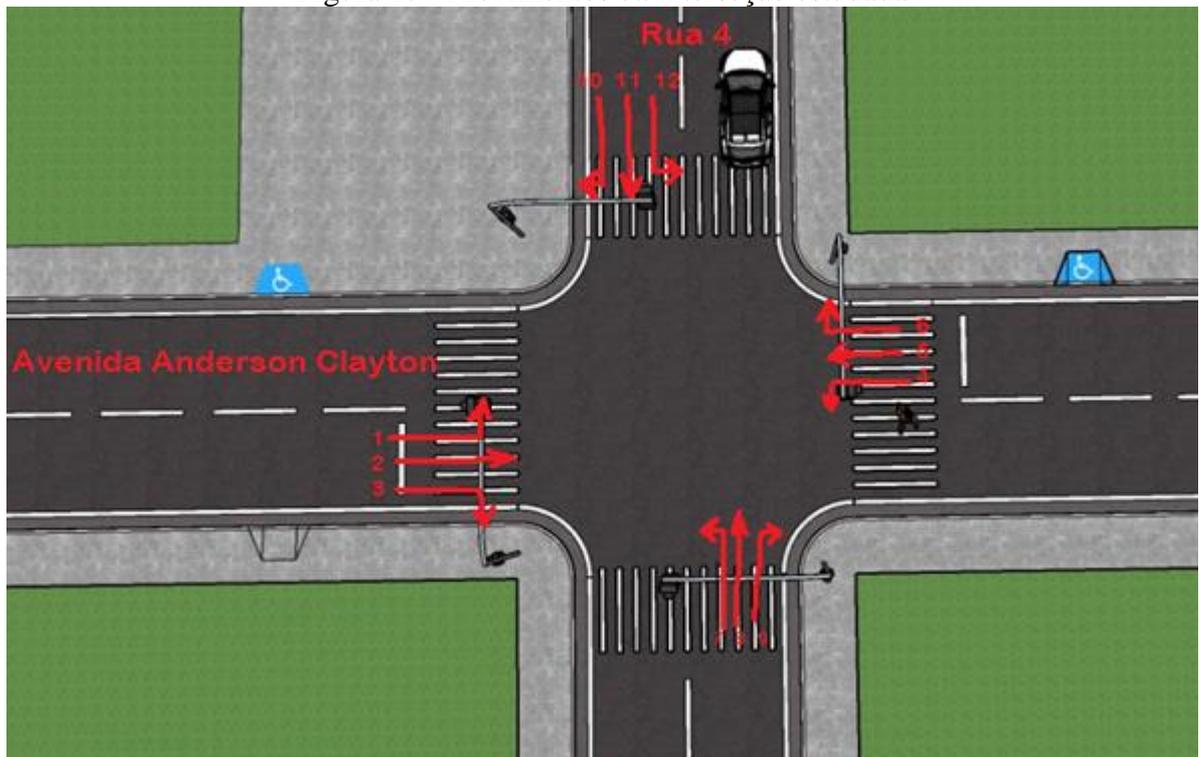
Figura 16 – Cruzamento Analisado

Fonte: Google Maps, 2021.

4.2 ANÁLISE DA OPERAÇÃO DO TRÁFEGO

Com base nos parâmetros expressos pelo HCM (2000), foi realizado um estudo de volume na interseção através de contagem classificatória e volumétrica para a verificação do nível de serviço apresentado na via analisada. A contagem é realizada em uma semana, de segunda-feira à sexta-feira, em três diferentes turnos, na parte da manhã entre as 06:00 até as 09:00, no horário de almoço, das 11:00 à 14:00 e no final da tarde, entre as 17:00 à 19:00. Tais horários são considerados os horários de pico e são contabilizados veículos de passeio e veículos pesados. Foram analisados 12 movimentos na interseção entre a Avenida Anderson Clayton e a Rua 4, conforme a (Figura 17), sendo os movimentos: 1, 2, 3, 4, 5 e 6, realizados na via primária, e os movimentos: 7, 8, 9, 10, 11 e 12, realizados nas vias secundárias.

Figura 17 - Movimentos da interseção estudada



Fonte: Próprio autor, 2021.

A contagem foi realizada entre os dias 26 de abril, segunda-feira, ao dia 30 de abril, sexta-feira. A partir dos dados coletados, obteve-se o resultado do maior fluxo de veículos dentre os horários de pico, ou seja, da pior hora entre todas as horas analisadas, no período das 18h00min e 19h00min, sendo o horário de 18h15min às 18h30min da segunda-feira (26/04/2021) o horário mais crítico, onde os usuários da via estão retornando dos seus respectivos trabalhos.

Com esses dados, utilizando os parâmetros do HCM para a realização dos cálculos, foi possível determinar volumes e ajuste, os valores das brechas críticas, o tempo de seguimento, a impedância e a capacidade, o tempo de atraso médio e por fim os valores dos níveis de serviços, que por sua vez definem o tipo de intervenção que será utilizada para a interseção. A (Tabela 4) apresenta o volume obtido de veículos leves e pesados, que realizaram cada um dos 12 movimentos no período de tempo determinado pelo método.

Tabela 4 – Volume de Veículos.

18H15 MIN - 18H:30 MIN												
MOVIMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PP	6	127	3	31	106	10	13	17	16	15	31	15
VP	2	10	1	2	6	3	0	2	0	0	1	1

Fonte: Próprio autor, 2021.

Na (Tabela 5) podemos observar que são apresentados os valores de volume e ajuste sendo assim, todos os veículos que realizaram o movimento no período de 18h até as 19h, o volume no período de pico que é dado multiplicando o volume dos 15 minutos mais carregados da hora de pico por 4, permitindo assim calcular o fator da hora de pico, dividindo o volume na hora de pico pelo volume no período de pico, finalizando com a proporção de veículos considerados pesados que fizeram o movimento.

Tabela 5 – Volume e Ajuste.

VOLUMES E AJUSTES - 18H15 MIN - 18H:30 MIN												
MOVIMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VHP	20	451	8	138	462	22	42	51	55	59	101	64
FHP	0,83	0,89	0,67	2	6	3	0	2	0	0	1	1
VPP	24	508	12	124	424	40	52	68	64	60	124	60
PVP	0,1	0,02	0,13	0,01	0,01	0,14	0	0,04	0	0	0,01	0,02

Fonte: Próprio autor, 2021.

Após realizar o Volume e ajuste realizaremos o cálculo das brechas críticas (Tabela 6), onde analisamos o tempo mínimo no tráfego, em que o veículo que está na via secundária atravesse a via principal de maneira segura.

Tabela 6 – Brecha Crítica.

BRECHA CRÍTICA - 18H15 MIN - 18H:30 MIN								
MOVIMENTOS	PLT		SRT		STH		SLT	
	1	4	9	12	8	11	7	10
tc1, base	4,2	4,2	6,4	6,4	6,7	6,7	7,3	7,3
tc1, VP	1	1	1	1	1	1	1	1
PVP (PHV)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
tc, G	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
G (plano)	0	0	0	0	0	0	0	0
t3, LT	0	0	0	0	0	0	0	0
tc, T	0	0	0	0	0	0	0	0
tc	4,3	4,3	6,5	6,5	6,8	6,8	7,4	7,4

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os valores apresentados na (Tabela 7) são tabelados de acordo com o HCM (2000) e são definidos se movimentos são na via principal ou secundária, ou se está realizando conversão à esquerda ou à direita na via principal ou secundária.

Tabela 7 – Tempo de Seguimento.

TEMPO DE SEGUIMENTO - 18H15 MIN - 18H:30 MIN								
MOVIMENTOS	PLT		SRT		STH		SLT	
	1	4	9	12	8	11	7	10
tc1, base	2,3	2,3	3,4	3,4	4	4	3,7	3,7
tf, VP (HV)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
PVP (PHV)	0,1	0,01	0	0,02	0,04	0,01	0	0
tf	2,39	2,31	3,4	3,4	4	4	3,7	3,7

Fonte: Próprio autor, 2021.

Na (Tabela 8) são expressos os valores do grupo 2 de volume de movimento (V_j), capacidade de movimento ($C_{m,j}$) e a probabilidade dos movimentos não enfrentarem situação de fila ($P_{0,j}$), sendo os mesmos cálculos realizados para o grupo 3, além dos valores de impedância (p'') e ajuste de capacidade (p').

Tabela 8 – Tempo de Seguimento.

GRUPO 2		GRUPO 3			
V_j	159	V_k	152	P''	0,73
$C_{m,j}$	2093,63	$C_{m,k}$	732	P'	0,79
$P_{0,j}$	0,92	$P_{0,k}$	0,79	f'	0,73

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os valores da capacidade da via (Tabela 9), sendo que o fluxo de conflito é definida pela quantidade de conflitos que são diretamente relacionados à natureza do movimento, além demonstrar também a capacidade de realizar um movimento específico além da probabilidade de um movimento ficar totalmente livre de filas ao chegar no cruzamento.

Tabela 9 – Impedância e Cálculo da Capacidade.

IMPEDÂNCIA E CÁLCULO DA CAPACIDADE 18H15 MIN - 18H:30 MIN								
MOVIMENTOS	PLT		SRT		STH		SLT	
	1	4	9	12	8	11	7	10
FLUXO DE CONFLITO (V _{CX})	465	520	514	445	563	691	561	692
CAPACIDADE DE POTENCIAL	1055	1037	556	6010	430	365	437	355
CAPACIDADE DE MOVIMENTO	1055	1037	556	610	387	335	318	261
PROBABILIDADE DE ESTADO LIVRE DE FILA	97,75	88,04	-	-	-	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os valores compartilhados da capacidade de faixas (Tabela 10), e essa capacidade é definida a partir do momento que vários movimentos que deveriam ser exclusivos passam a compartilhar a mesma via, e é calculada dividindo a soma da taxa de fluxo do movimento pela soma da capacidade de movimento de cada movimento.

Tabela 10 – Capacidade da faixa compartilhada.

V (veic/h)				C _m (Veic/h)		
Faixa 1	Mov. 7	Mov. 8	Mov. 9	Mov. 7	Mov. 8	Mov. 9
	53	68	64	319,3	396,74	557,47
Faixa 1	Mov. 10	Mov. 11	Mov. 12	Mov. 10	Mov. 11	Mov. 12
	61	123	60	258,7	335,95	609,51

Fonte: Próprio autor, 2021.

Para obter os níveis de serviço (Tabela 11), realizamos o cálculo do comprimento de fila, que é a probabilidade de formar fila em qualquer movimento da interseção, e o atraso de controle de cada movimento que é definido como a diferença entre o tempo de viagem realmente vivido pelo motorista e o tempo de viagem de referência que resultaria em condições normais, de nível de serviço de cada movimento sendo A e B fluxo leve e moderado, C e D

fluxo com dificuldades, E e F sendo fluxo com bastante deficiência e com necessidade de intervenção.

Tabela 11 – Níveis de Serviços obtidos.

MOVIMENTOS	V	Cm	V/C	Comp. Fila	Atraso C.	N. Serviço
1	24	1055	0,02	0,07	8,71	A
4	124	1037	0,42	0,41	8,99	A
7, 8, 9	184	410,07	0,46	2,27	20,81	C
10, 11, 12	244	349,41	0,7	5,05	36,5	E

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os movimentos 10, 11 e 12, respectivos via secundária apresentaram nível de serviço E, ou seja, com média de atraso entre 35 – 50 segundos para realizar a conversão. Sendo assim, segundo o HCM (2000), o cruzamento (Figura 18 à Figura 20) necessita de intervenção.

Figura 18 – Fluxo elevado na via principal.



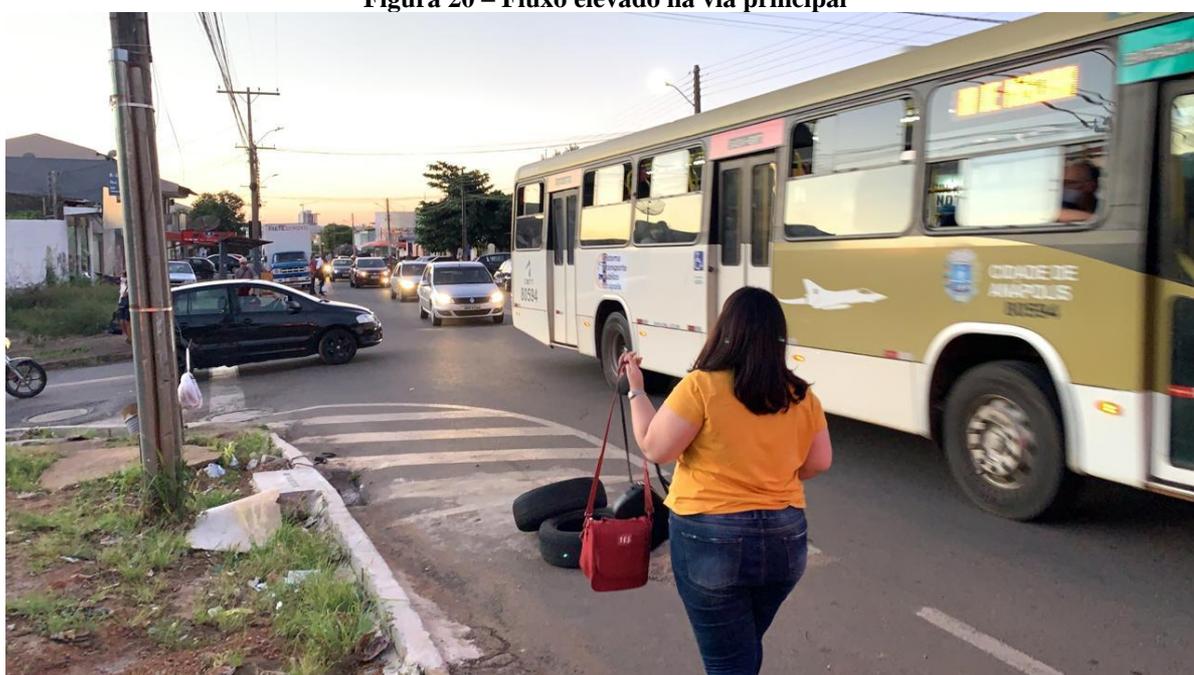
Fonte: Próprio autor, 2021.

Figura 19 – Fluxo elevado na via principal



Fonte: Próprio autor, 2021.

Figura 20 – Fluxo elevado na via principal



Fonte: Próprio autor, .2021

A sinalização semafórica, após o estudo mostrou-se necessária e tecnicamente viável, para solucionar os problemas do fluxo de tráfego na interseção, tornando-o mais seguro e

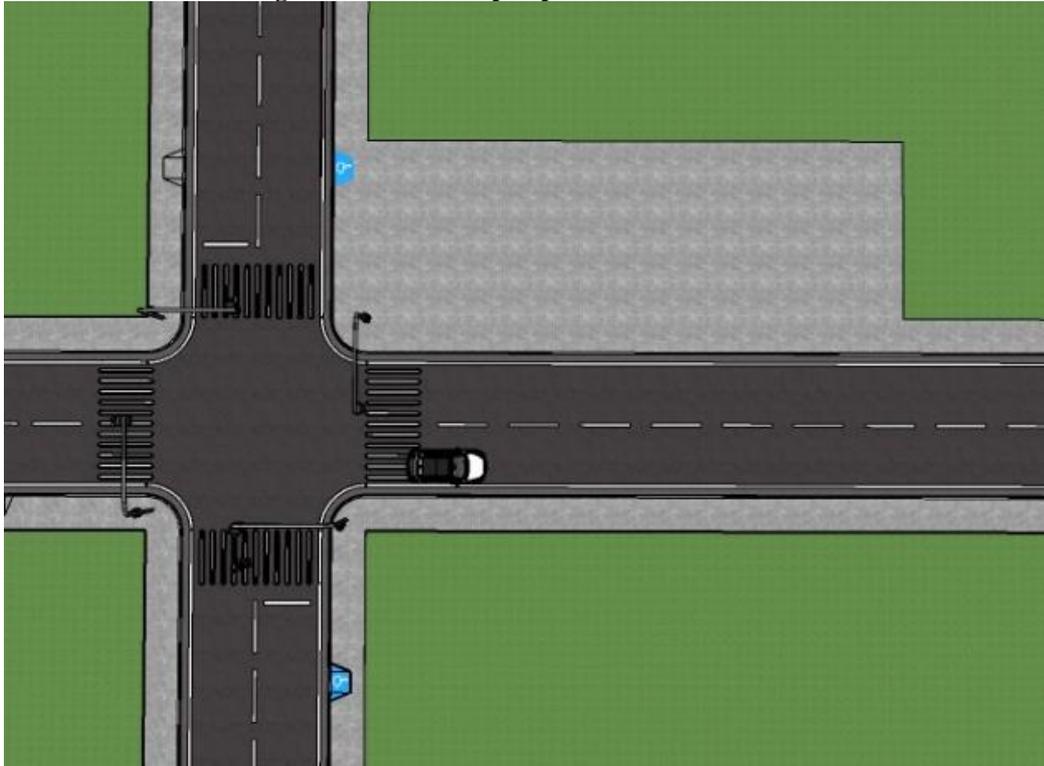
melhor disposto. A (Figura 21) e (Figura 22) apresentam um projeto proposto para a implantação de semáforo, tornando a interseção semaforizada.

Figura 21 - Vista em perspectiva do cruzamento



Fonte: Próprio autor, 2021.

Figura 22 - Vista em perspectiva do cruzamento



Fonte: Próprio autor, 2021.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atingindo ao final da análise no cruzamento formado pela Avenida Anderson Clayton com a Rua 4, constata-se que há conveniência e viabilidade técnica de mudança na configuração do atual cruzamento, haja vista que a via apresenta problemas referentes a fluidez do trânsito e a segurança dos condutores que desejam realizar conversões. Sendo assim, por meio do estudo proposto conclui-se que há a necessidade da implantação de sinalização semafórica e suas sinalizações complementares.

Através da contagem volumétrica realizada no local, observou-se que a principal via, que apresenta maior volume de serviço é a Avenida Anderson Clayton, nos dois sentidos, entretanto, a via secundária interceptante, Rua 4, ocasionam grande parte dos movimentos conflitantes das vias, acarretando situações que lesam a segurança dos condutores que trafegam as vias, podendo causar acidentes, que por sua vez ocasionam danos físicos e financeiros que envolvem além dos usuários os órgãos legais responsáveis pelo trânsito. Tais fatores são justificativas plausíveis para a colocação de semáforos.

Baseado na metodologia do HCM 2000 e a partir dos dados obtidos pela contagem volumétrica, subtraiu os valores necessários para chegar aos níveis de serviços dos grupos de movimentos. Com isso observou-se que os movimentos 10, 11 e 12 obtiveram um nível de Serviço “E”, sendo definido como um fluxo instável sem liberdade de escolha de velocidade e com conforto determinado como péssimo, ou seja, um atraso com cerca de 35 a 50 segundos por veículo, durante a conversão. A sinalização semafórica é necessária entre os níveis de serviço “E” e “F”.

O trabalho permitiu um estudo de uma área menos estudada na engenharia civil, porém de grande importância para a harmonia e segurança da população na realização do deslocamento, 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.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros é recomendável a realização de um estudo específico para a melhoria completa e reestruturação da Avenida Anderson Clayton, analisando os pontos de cruzamentos, haja vista que a via em se tornou de grande importância para a cidade

de Anápolis-GO. Realização em conjunto com um estudo sobre leis federais e locais, além dos regulamentos que responsabilizam os órgãos competentes na implantação de sistemas de tráfegos urbanos que podem trazer soluções para os conflitos encontrados no cruzamento formado pela Avenida Anderson Clayton e a Rua 4.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

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

BARBOSA, Vander Lúcio. Falta de planejamento é o maior desafio do trânsito. Disponível em: www.jornalcontexto.net/falta-de-planejamento-e-o-maior-desafio-do-transito, Acesso em 30 maio de 2021.

BRASIL. CTB – Código de Trânsito Brasileiro e legislação complementar em vigor. Código de Trânsito Brasileiro – CTB – LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. 1. ed, Brasília: DENATRAN, 2008.

BRASIL, IBGE. PANORAMA MUNICIPAL. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/anapolis/panorama>>. Acesso em: 05 de setembro 2020.

CMTT – Companhia Municipal de Trânsito e Transportes. Departamento de Engenharia e Estatística. 2021.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização semafórica. Brasília: CONTRAN, 2006. 301 p., v.5.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização horizontal. 1. ed, Brasília: CONTRAN, 2007. 128 p., v.4.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização vertical de regulamentação. 2. ed, Brasília: CONTRAN, 2007. 220 p., v.1.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Frota de veículos. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Semáforos. 2. ed, Brasília: DENATRAN, 1984.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Estudos de Tráfego. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006. 384 p.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Projeto de Interseções. 2. ed, Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 528 p.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Projeto geométrico de travessias urbanas. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010. 392 p.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019.

Manual de Instalação CET. Disponível em <
<http://www.cetsp.com.br/consultas/publicacoes/manuais-de-sinalizacao-.aspx>>. Acessado em: 20 de setembro 2020.

MUTCD – The Manual on Uniform Traffic Control Devices. For streets and highways. United States: [s.n.], 2009.

MENDES, Letícia. Morte abre polêmica sobre “siga livre”. Gazeta do Sul, Santa Cruz do Sul, 2 mar. 2012. Caderno Polícia, p. 10.

SILVA, Edna Lúcia da. Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMÕES, F.; SIMÕES, E. Sistema Viário e Trânsito Urbano. [S.l.: s.n.]. [2011?].

TRB – Transportation Research Board. Highway Capacity Manual. Washington, D.C.: [s.n.], 2000.

ANEXO A

Planilhas da contagem durante os horários de pico no cruzamento estudado.

Tabela 12 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 1º turno

Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
1º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
6:00 - 6:15	1	3	56	2	6	0	73	314	45	432
6:15 - 6:30	15	5	45	1	8	1				
6:30 - 6:45	11	3	36	4	7	4				
6:45 - 7:00	11	1	30	1	4	0				
7:00 - 7:15	7	3	60	1	7	1				
7:15 - 7:30	11	2	75	3	3	4	68	236	45	349
7:30 - 7:45	3	1	41	2	6	3				
7:45 - 8:00	7	1	21	3	4	4				
8:00 - 8:15	4	5	20	0	4	4				
8:15 - 8:30	14	5	22	3	1	4				
8:30 - 8:45	13	0	48	2	2	5	141	550	90	781
8:45 - 9:00	10	5	69	5	3	5				
Total	107	34	523	27	55	35				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
1º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
6:00 - 6:15	14	1	65	5	9	4	109	299	66	474
6:15 - 6:30	19	4	49	3	3	1				
6:30 - 6:45	17	3	32	0	12	4				
6:45 - 7:00	20	3	55	0	2	5				
7:00 - 7:15	6	2	43	1	10	1				
7:15 - 7:30	20	0	41	5	11	4	113	342	55	510
7:30 - 7:45	24	2	61	3	11	5				
7:45 - 8:00	13	3	27	4	2	1				
8:00 - 8:15	7	0	32	4	7	4				
8:15 - 8:30	18	1	76	1	2	5				
8:30 - 8:45	12	5	60	1	10	0	222	641	121	984
8:45 - 9:00	24	4	73	0	4	4				
Total	194	28	614	27	83	38				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
1º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
6:00 - 6:15	15	4	4	2	17	0	93	38	211	342
6:15 - 6:30	15	3	7	2	31	4				
6:30 - 6:45	22	0	6	3	27	1				
6:45 - 7:00	4	0	7	0	43	1				
7:00 - 7:15	8	2	2	2	43	4				
7:15 - 7:30	18	2	3	0	40	0	80	47	231	358
7:30 - 7:45	9	5	6	0	41	2				
7:45 - 8:00	5	4	6	2	44	5				
8:00 - 8:15	9	0	4	3	24	5				
8:15 - 8:30	10	2	4	5	37	5				
8:30 - 8:45	18	5	3	1	30	2	173	85	442	700
8:45 - 9:00	12	1	8	5	34	2				
Total	145	28	60	25	411	31				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
1º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
6:00 - 6:15	13	5	2	3	24	1	79	48	100	227
6:15 - 6:30	5	2	10	1	10	0				
6:30 - 6:45	22	5	7	3	18	2				
6:45 - 7:00	9	4	10	0	9	5				
7:00 - 7:15	5	4	2	3	13	5				
7:15 - 7:30	1	4	5	2	9	4	107	43	118	268
7:30 - 7:45	21	3	3	0	23	1				
7:45 - 8:00	8	5	4	3	18	2				
8:00 - 8:15	17	3	5	3	17	3				
8:15 - 8:30	6	3	8	3	13	5				
8:30 - 8:45	22	4	9	1	11	5	186	91	218	495
8:45 - 9:00	11	4	2	2	20	0				
Total	140	46	67	24	185	33				

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 13 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 2º turno

Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
2º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
12:00 - 12:15	14	4	25	2	4	1	66	260	44	370
12:15 - 12:30	11	0	22	3	3	5				
12:30 - 12:45	2	1	60	3	4	1				
12:45 - 13:00	7	0	43	0	7	5				
13:00 - 13:15	3	5	39	3	4	1				
13:15 - 13:30	14	5	58	2	8	1	69	328	55	452
13:30 - 13:35	8	2	40	4	6	3				
13:35 - 13:45	16	3	53	2	7	2				
13:45 - 14:00	4	2	62	1	3	3				
14:00 - 14:15	16	1	43	1	8	3				
12:00 - 12:15	7	2	50	3	7	5	135	588	99	822
12:15 - 12:30	3	5	65	4	8	0				
Total	105	30	560	28	69	30				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
2º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
12:00 - 12:15	16	5	58	0	4	3	130	302	52	484
12:15 - 12:30	19	2	65	5	10	2				
12:30 - 12:45	20	5	80	2	4	4				
12:45 - 13:00	21	0	22	0	2	5				
13:00 - 13:15	21	5	32	5	7	2				
13:15 - 13:30	11	5	32	1	4	5	83	326	49	458
13:30 - 13:35	6	1	70	5	6	4				
13:35 - 13:45	7	5	77	4	6	4				
13:45 - 14:00	22	1	29	0	9	1				
14:00 - 14:15	6	5	32	2	4	1				
12:00 - 12:15	18	3	32	0	5	3	213	628	101	942
12:15 - 12:30	8	1	75	0	6	0				
Total	175	38	604	24	67	34				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
2º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
12:00 - 12:15	13	0	4	5	14	3	73	55	90	218
12:15 - 12:30	10	0	5	2	16	1				
12:30 - 12:45	6	4	8	4	11	0				
12:45 - 13:00	14	1	4	5	15	5				
13:00 - 13:15	15	2	4	3	11	1				
13:15 - 13:30	3	5	6	5	8	5	40	50	94	184
13:30 - 13:35	1	4	5	3	4	1				
13:35 - 13:45	1	2	8	3	11	1				
13:45 - 14:00	8	2	5	2	45	0				
14:00 - 14:15	2	1	5	4	10	1				
12:00 - 12:15	8	4	3	3	3	2	113	105	184	402
12:15 - 12:30	3	4	5	4	11	5				
Total	84	29	62	43	159	25				
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
2º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
12:00 - 12:15	1	3	8	2	13	3	51	58	99	208
12:15 - 12:30	1	5	2	2	9	1				
12:30 - 12:45	1	4	6	4	14	0				
12:45 - 13:00	5	3	4	3	12	4				
13:00 - 13:15	10	3	9	3	13	3				
13:15 - 13:30	10	5	10	5	24	3	44	37	105	186
13:30 - 13:35	2	4	8	0	9	0				
13:35 - 13:45	8	5	3	3	18	0				
13:45 - 14:00	2	1	5	2	8	4				
14:00 - 14:15	4	2	6	0	17	2				
12:00 - 12:15	4	3	4	0	24	0	95	95	204	394
12:15 - 12:30	5	4	1	5	21	2				
Total	53	42	66	29	182	22				

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 14 – Contagem volumétrica, segunda – feira, 3º turno

Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
3º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
17:00 - 17:15	9	3	42	1	8	5	49	172	44	265
17:15 - 17:30	8	0	55	2	7	4				
17:30 - 17:45	9	5	57	0	7	4				
17:45 - 18:00	11	4	15	0	8	1				
18:00 - 18:15	8	1	50	5	1	1	45	192	24	261
18:15 - 18:30	14	4	34	3	5	4				
18:30 - 18:45	9	0	25	5	2	5				
18:45 - 19:00	7	2	69	1	5	1				
Total	75	19	347	17	43	25	94	364	68	526
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
3º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
17:00 - 17:15	5	3	58	4	2	1	62	206	23	291
17:15 - 17:30	5	5	42	5	4	0				
17:30 - 17:45	20	4	57	5	6	3				
17:45 - 18:00	15	5	33	2	6	1				
18:00 - 18:15	20	2	52	1	2	1	74	176	19	269
18:15 - 18:30	21	3	71	3	2	0				
18:30 - 18:45	11	5	17	3	10	1				
18:45 - 19:00	9	3	27	2	2	1				
Total	106	30	357	25	34	8	136	382	42	560
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
3º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
17:00 - 17:15	15	0	6	2	5	1	76	47	98	221
17:15 - 17:30	9	3	5	2	6	0				
17:30 - 17:45	3	4	6	1	9	3				
17:45 - 18:00	11	5	4	0	50	3				
18:00 - 18:15	14	3	8	3	14	0	20	78	14	112
18:15 - 18:30	8	1	6	4	2	5				
18:30 - 18:45	2	1	4	1	2	5				
18:45 - 19:00	3	1	3	5	10	1				
Total	65	18	42	18	98	18	96	125	112	333
Contagem - Segunda-Feita (26/04/2021)										
3º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
17:00 - 17:15	1	4	6	4	14	0	60	43	87	190
17:15 - 17:30	4	4	3	4	10	3				
17:30 - 17:45	10	5	6	0	13	2				
17:45 - 18:00	10	4	5	1	10	5				
18:00 - 18:15	6	4	2	3	9	5	21	73	8	102
18:15 - 18:30	6	2	4	5	15	1				
18:30 - 18:45	8	1	1	2	10	5				
18:45 - 19:00	7	0	9	5	22	2				
Total	52	24	36	24	103	23	81	116	95	292

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 15 – Contagem volumétrica, terça – feira, 1º turno

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
1º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
6:00 - 6:15	7	1	45	2	1	2				
6:15 - 6:30	13	5	71	3	6	4				
6:30 - 6:45	8	1	34	2	8	0	70	237	35	342
6:45 - 7:00	15	5	19	4	2	3				
7:00 - 7:15	10	1	29	0	3	1				
7:15 - 7:30	1	3	27	1	2	3				
7:30 - 7:45	14	4	17	1	6	4				
7:45 - 8:00	5	5	23	0	2	5	80	188	45	313
8:00 - 8:15	16	1	38	1	7	0				
8:15 - 8:30	16	3	19	2	1	0				
8:30 - 8:45	3	4	38	4	5	2				
8:45 - 9:00	4	5	42	3	8	5				
Total	112	38	402	23	51	29	150	425	80	655
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
1º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
6:00 - 6:15	9	4	18	0	5	3				
6:15 - 6:30	14	3	25	2	4	2				
6:30 - 6:45	6	0	76	2	8	5	72	279	56	407
6:45 - 7:00	15	0	73	1	10	1				
7:00 - 7:15	7	1	57	2	8	2				
7:15 - 7:30	13	0	18	5	3	5				
7:30 - 7:45	16	4	70	0	10	1				
7:45 - 8:00	19	5	55	3	12	0				
8:00 - 8:15	25	0	25	0	9	1	141	291	62	494
8:15 - 8:30	23	4	16	4	7	2				
8:30 - 8:45	17	2	37	4	11	2				
8:45 - 9:00	21	5	73	4	4	3				
Total	185	28	543	27	91	27	213	570	118	901
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
1º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
6:00 - 6:15	24	5	3	2	17	1				
6:15 - 6:30	15	0	5	2	41	5				
6:30 - 6:45	15	3	5	0	19	3	91	43	179	313
6:45 - 7:00	16	0	7	3	40	5				
7:00 - 7:15	6	5	2	3	31	2				
7:15 - 7:30	2	0	7	4	10	5				
7:30 - 7:45	13	2	6	3	26	4				
7:45 - 8:00	23	0	8	1	29	0				
8:00 - 8:15	14	4	7	2	29	0	106	52	202	360
8:15 - 8:30	16	3	8	0	23	5				
8:30 - 8:45	17	2	8	1	39	2				
8:45 - 9:00	11	1	5	3	41	4				
Total	172	25	71	24	345	36	197	95	381	673
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
1º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
6:00 - 6:15	1	3	3	1	15	4				
6:15 - 6:30	19	3	9	2	20	1				
6:30 - 6:45	16	4	3	4	25	1	93	52	104	249
6:45 - 7:00	12	0	5	4	9	0				
7:00 - 7:15	11	5	10	5	9	3				
7:15 - 7:30	18	1	4	2	16	1				
7:30 - 7:45	25	5	6	4	12	2				
7:45 - 8:00	4	1	3	0	17	0				
8:00 - 8:15	5	3	3	0	14	0	75	41	122	238
8:15 - 8:30	12	5	3	4	22	3				
8:30 - 8:45	3	4	10	1	25	5				
8:45 - 9:00	6	2	3	4	20	2				
Total	132	36	62	31	204	22	168	93	226	487

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 16 – Contagem volumétrica, terça – feira, 2º turno

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
2º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
12:00 - 12:15	13	5	47	2	7	5	70	269	47	386
12:15 - 12:30	2	0	37	3	1	3				
12:30 - 12:45	12	4	20	3	7	4				
12:45 - 13:00	10	2	21	2	1	2				
13:00 - 13:15	4	4	76	1	7	3				
13:15 - 13:30	14	0	55	2	6	1				
13:30 - 13:35	10	1	54	4	8	1	54	291	57	402
13:35 - 13:45	2	0	40	5	6	5				
13:45 - 14:00	1	3	57	0	8	2				
14:00 - 14:15	13	4	41	4	8	1				
12:00 - 12:15	16	0	66	0	7	2				
12:15 - 12:30	4	0	20	0	5	4				
Total	101	23	534	26	71	33	124	560	104	788
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
2º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
12:00 - 12:15	24	0	26	0	8	4	101	345	48	494
12:15 - 12:30	6	3	77	4	3	5				
12:30 - 12:45	18	3	71	5	4	4				
12:45 - 13:00	6	5	67	3	3	0				
13:00 - 13:15	19	2	41	3	9	1				
13:15 - 13:30	10	5	48	0	7	0				
13:30 - 13:35	20	1	41	3	4	2	110	318	41	469
13:35 - 13:45	5	5	64	5	2	3				
13:45 - 14:00	10	2	34	1	6	1				
14:00 - 14:15	23	5	15	1	8	0				
12:00 - 12:15	15	3	75	5	7	4				
12:15 - 12:30	20	1	70	4	2	2				
Total	176	35	629	34	63	26	211	663	89	963
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
2º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
12:00 - 12:15	7	5	6	1	9	4	64	46	82	192
12:15 - 12:30	15	5	6	0	11	5				
12:30 - 12:45	7	2	6	2	11	3				
12:45 - 13:00	2	1	5	2	7	4				
13:00 - 13:15	15	0	7	1	14	2				
13:15 - 13:30	1	4	8	2	9	3				
13:30 - 13:35	11	3	8	0	3	5	61	47	107	215
13:35 - 13:45	6	3	7	0	11	0				
13:45 - 14:00	6	1	5	3	45	0				
14:00 - 14:15	14	3	4	2	6	4				
12:00 - 12:15	8	2	8	1	16	0				
12:15 - 12:30	1	3	7	2	14	3				
Total	93	32	77	16	156	33	125	93	189	407
Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
2º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
12:00 - 12:15	10	5	1	4	18	5	59	44	145	248
12:15 - 12:30	8	2	8	5	20	5				
12:30 - 12:45	7	1	6	3	23	0				
12:45 - 13:00	6	4	2	4	24	0				
13:00 - 13:15	7	2	4	0	24	2				
13:15 - 13:30	2	5	5	2	24	0				
13:30 - 13:35	3	3	1	4	19	5	44	51	113	208
13:35 - 13:45	7	2	10	0	21	3				
13:45 - 14:00	9	2	7	4	23	1				
14:00 - 14:15	6	0	5	5	12	1				
12:00 - 12:15	2	0	9	0	8	4				
12:15 - 12:30	10	0	5	1	13	3				
Total	77	26	63	32	229	29	103	95	258	456

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 17 – Contagem volumétrica, terça – feira, 3º turno

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
3º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
17:00 - 17:15	14	1	51	5	5	1	50	231	29	310
17:15 - 17:30	4	5	59	4	5	2				
17:30 - 17:45	10	2	66	3	2	4				
17:45 - 18:00	10	4	43	0	5	5				
18:00 - 18:15	5	1	40	2	3	1	21	153	27	201
18:15 - 18:30	2	1	54	4	5	5				
18:30 - 18:45	2	5	28	1	3	1				
18:45 - 19:00	4	1	20	4	8	1				
Total	51	20	361	23	36	20	71	384	56	511

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
3º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
17:00 - 17:15	5	3	75	0	2	0	53	216	28	297
17:15 - 17:30	5	1	61	0	4	3				
17:30 - 17:45	20	1	17	1	6	3				
17:45 - 18:00	15	3	57	5	6	4				
18:00 - 18:15	20	5	79	2	2	5	67	202	27	296
18:15 - 18:30	21	0	31	2	2	3				
18:30 - 18:45	11	0	39	4	10	3				
18:45 - 19:00	9	1	42	3	2	0				
Total	106	14	401	17	34	21	120	418	55	593

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
3º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
17:00 - 17:15	4	5	8	0	13	2	74	51	113	238
17:15 - 17:30	5	5	5	5	3	1				
17:30 - 17:45	11	4	7	5	13	3				
17:45 - 18:00	4	3	3	4	41	1				
18:00 - 18:15	14	1	5	2	16	4	20	78	14	112
18:15 - 18:30	14	4	6	1	12	4				
18:30 - 18:45	12	4	3	3	7	1				
18:45 - 19:00	9	1	8	5	11	4				
Total	73	27	45	25	116	20	94	129	127	350

Contagem - Terça-Feita (27/04/2021)										
3º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
17:00 - 17:15	2	1	9	0	13	2	42	64	99	205
17:15 - 17:30	5	0	9	4	18	1				
17:30 - 17:45	2	0	7	4	13	0				
17:45 - 18:00	10	4	5	5	12	5				
18:00 - 18:15	4	4	7	5	9	2	21	73	8	102
18:15 - 18:30	7	3	8	1	22	2				
18:30 - 18:45	8	3	6	3	22	4				
18:45 - 19:00	6	4	2	2	8	3				
Total	44	19	53	24	117	19	63	137	107	307

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 18 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 1º turno

Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
1º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
6:00 - 6:15	12	3	62	0	1	2	77	271	40	388
6:15 - 6:30	14	3	69	2	5	0				
6:30 - 6:45	11	3	69	4	6	4				
6:45 - 7:00	7	0	23	1	5	5				
7:00 - 7:15	13	0	18	2	5	2				
7:15 - 7:30	7	4	16	5	4	1				
7:30 - 7:45	11	5	41	5	1	2	76	376	36	488
7:45 - 8:00	15	4	55	1	4	0				
8:00 - 8:15	16	0	78	2	2	2				
8:15 - 8:30	3	1	60	0	6	2				
8:30 - 8:45	5	4	70	5	2	3				
8:45 - 9:00	9	3	57	2	8	4				
Total	123	30	618	29	49	27	153	647	76	876
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
1º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
6:00 - 6:15	21	0	19	3	2	5	125	249	45	419
6:15 - 6:30	23	5	54	1	6	0				
6:30 - 6:45	16	5	50	0	3	2				
6:45 - 7:00	21	3	70	1	4	2				
7:00 - 7:15	5	0	33	2	12	1				
7:15 - 7:30	23	3	15	1	5	3				
7:30 - 7:45	8	3	19	1	9	5	91	288	60	439
7:45 - 8:00	15	2	26	3	10	4				
8:00 - 8:15	11	1	51	5	8	4				
8:15 - 8:30	14	2	76	1	8	2				
8:30 - 8:45	19	4	80	5	3	2				
8:45 - 9:00	7	5	18	3	4	1				
Total	183	33	511	26	74	31	216	537	105	858
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
1º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
6:00 - 6:15	4	1	5	0	24	2	59	45	115	219
6:15 - 6:30	2	2	6	1	25	2				
6:30 - 6:45	15	3	4	3	12	0				
6:45 - 7:00	8	0	7	1	8	4				
7:00 - 7:15	8	1	8	1	21	0				
7:15 - 7:30	13	2	5	4	17	0				
7:30 - 7:45	24	0	4	3	33	1	81	50	149	280
7:45 - 8:00	16	5	8	1	25	0				
8:00 - 8:15	3	5	7	2	35	0				
8:15 - 8:30	4	4	3	1	21	2				
8:30 - 8:45	11	3	8	2	15	1				
8:45 - 9:00	2	4	8	3	16	0				
Total	110	30	73	22	252	12	140	95	264	499
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
1º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
6:00 - 6:15	9	0	10	5	15	4	102	57	109	268
6:15 - 6:30	20	4	6	4	17	2				
6:30 - 6:45	18	2	7	3	15	1				
6:45 - 7:00	12	1	3	1	14	3				
7:00 - 7:15	8	3	10	0	16	0				
7:15 - 7:30	22	3	8	0	18	4				
7:30 - 7:45	5	2	3	2	11	5	82	35	100	217
7:45 - 8:00	1	4	3	3	10	4				
8:00 - 8:15	12	3	5	2	22	5				
8:15 - 8:30	8	4	6	1	8	1				
8:30 - 8:45	21	5	4	1	14	1				
8:45 - 9:00	16	1	3	2	18	1				
Total	152	32	68	24	178	31	184	92	209	485

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 19 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 2º turno

Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
2º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
12:00 - 12:15	12	0	65	2	2	2	76	283	42	401
12:15 - 12:30	13	1	31	5	3	5				
12:30 - 12:45	11	3	36	2	3	2				
12:45 - 13:00	6	3	28	0	5	2				
13:00 - 13:15	10	1	80	3	7	3				
13:15 - 13:30	15	1	31	0	6	2				
13:30 - 13:35	7	4	74	0	8	3	78	368	40	486
13:35 - 13:45	12	0	18	3	2	1				
13:45 - 14:00	15	4	69	0	5	3				
14:00 - 14:15	8	3	68	4	1	3				
12:00 - 12:15	12	0	72	1	8	2				
12:15 - 12:30	11	2	57	2	2	2				
Total	132	22	629	22	52	30	154	651	82	887
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
2º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
12:00 - 12:15	18	0	62	3	7	4	111	285	56	452
12:15 - 12:30	9	3	24	3	5	4				
12:30 - 12:45	10	1	17	3	5	5				
12:45 - 13:00	23	5	72	1	8	3				
13:00 - 13:15	16	4	22	4	8	5				
13:15 - 13:30	17	5	69	5	2	0				
13:30 - 13:35	9	2	51	3	10	5	102	351	52	505
13:35 - 13:45	21	0	63	5	6	0				
13:45 - 14:00	8	1	69	1	6	5				
14:00 - 14:15	14	3	25	5	9	3				
12:00 - 12:15	20	2	53	0	2	1				
12:15 - 12:30	22	0	73	3	4	1				
Total	187	26	600	36	72	36	213	636	108	957
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
2º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
12:00 - 12:15	7	4	4	4	6	3	66	50	53	169
12:15 - 12:30	11	0	4	3	7	2				
12:30 - 12:45	4	5	5	4	2	2				
12:45 - 13:00	11	2	6	3	6	3				
13:00 - 13:15	15	0	8	2	6	0				
13:15 - 13:30	2	5	7	0	14	2				
13:30 - 13:35	8	3	6	3	15	4	60	46	97	203
13:35 - 13:45	10	2	3	3	9	0				
13:45 - 14:00	11	5	4	4	45	2				
14:00 - 14:15	2	4	3	3	7	2				
12:00 - 12:15	7	0	6	1	7	3				
12:15 - 12:30	5	3	8	2	1	2				
Total	93	33	64	32	125	25	126	96	150	372
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
2º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
12:00 - 12:15	2	1	2	4	25	1	48	40	131	219
12:15 - 12:30	4	0	3	1	22	4				
12:30 - 12:45	9	2	6	1	21	4				
12:45 - 13:00	5	4	1	3	25	2				
13:00 - 13:15	8	3	8	1	12	2				
13:15 - 13:30	5	5	8	2	13	0				
13:30 - 13:35	10	4	9	0	8	0	58	38	105	201
13:35 - 13:45	10	1	2	2	20	3				
13:45 - 14:00	1	1	1	1	14	5				
14:00 - 14:15	2	4	7	4	12	5				
12:00 - 12:15	8	3	8	3	18	1				
12:15 - 12:30	9	5	1	0	14	5				
Total	73	33	56	22	204	32	106	78	236	420

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 20 – Contagem volumétrica, quarta – feira, 3º turno

Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
3º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
17:00 - 17:15	7	2	26	2	2	1	45	226	13	284
17:15 - 17:30	9	5	75	2	1	3				
17:30 - 17:45	16	2	67	4	4	1				
17:45 - 18:00	4	0	50	0	1	0				
18:00 - 18:15	11	5	57	1	5	2	53	197	25	275
18:15 - 18:30	3	4	36	2	5	1				
18:30 - 18:45	13	0	73	1	4	5				
18:45 - 19:00	13	4	25	2	3	0				
Total	76	22	409	14	25	13	98	423	38	559
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
3º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
17:00 - 17:15	5	1	36	4	2	4	57	172	31	260
17:15 - 17:30	5	4	22	0	4	3				
17:30 - 17:45	20	3	30	5	6	1				
17:45 - 18:00	15	4	71	4	6	5				
18:00 - 18:15	20	4	64	2	2	0	67	250	28	345
18:15 - 18:30	21	0	55	4	2	4				
18:30 - 18:45	11	2	57	0	10	4				
18:45 - 19:00	9	0	65	3	2	4				
Total	106	18	400	22	34	25	124	422	59	605
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
3º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
17:00 - 17:15	12	4	6	2	3	2	58	50	90	198
17:15 - 17:30	2	2	7	5	3	2				
17:30 - 17:45	8	5	7	5	16	2				
17:45 - 18:00	4	1	4	4	38	2				
18:00 - 18:15	9	5	4	2	2	2	20	78	14	112
18:15 - 18:30	1	5	4	0	13	5				
18:30 - 18:45	6	4	8	5	12	5				
18:45 - 19:00	4	5	5	4	14	1				
Total	46	31	45	27	101	21	78	128	104	310
Contagem - Quarta-Feita (28/04/2021)										
3º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
17:00 - 17:15	5	0	6	4	14	4	47	47	105	199
17:15 - 17:30	6	1	9	2	12	4				
17:30 - 17:45	6	1	9	0	21	1				
17:45 - 18:00	5	1	9	1	22	1				
18:00 - 18:15	10	4	1	0	11	2	21	73	8	102
18:15 - 18:30	8	0	1	5	8	5				
18:30 - 18:45	8	1	6	5	14	5				
18:45 - 19:00	3	1	2	3	21	5				
Total	51	9	43	20	123	27	68	120	113	301

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 21 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 1º turno

Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
1º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
6:00 - 6:15	6	3	48	2	2	5	72	316	51	439
6:15 - 6:30	4	2	64	4	7	1				
6:30 - 6:45	13	0	16	4	8	4				
6:45 - 7:00	16	4	69	5	2	1				
7:00 - 7:15	13	0	23	3	5	4				
7:15 - 7:30	9	2	75	3	8	4				
7:30 - 7:45	2	2	53	0	8	2	59	310	45	414
7:45 - 8:00	16	2	64	5	1	0				
8:00 - 8:15	8	1	74	4	6	1				
8:15 - 8:30	4	5	28	4	4	2				
8:30 - 8:45	14	1	56	2	7	4				
8:45 - 9:00	2	2	19	1	7	3				
Total	107	24	589	37	65	31	131	626	96	853
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
1º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
6:00 - 6:15	23	1	75	5	6	5	74	394	64	532
6:15 - 6:30	9	4	73	0	12	4				
6:30 - 6:45	12	0	55	2	5	2				
6:45 - 7:00	6	0	70	4	6	3				
7:00 - 7:15	5	5	38	4	9	1				
7:15 - 7:30	7	2	64	4	8	3				
7:30 - 7:45	17	4	64	4	5	1	87	278	67	432
7:45 - 8:00	9	2	52	2	3	3				
8:00 - 8:15	12	0	47	1	11	3				
8:15 - 8:30	10	2	27	4	12	5				
8:30 - 8:45	9	5	56	5	11	4				
8:45 - 9:00	12	5	16	0	4	5				
Total	131	30	637	35	92	39	161	672	131	964
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
1º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
6:00 - 6:15	7	2	5	2	28	4	69	48	179	296
6:15 - 6:30	2	2	5	2	37	3				
6:30 - 6:45	10	3	5	2	26	1				
6:45 - 7:00	4	4	6	4	13	4				
7:00 - 7:15	11	1	8	3	24	2				
7:15 - 7:30	23	0	2	4	33	4				
7:30 - 7:45	14	5	2	2	29	0	116	36	182	334
7:45 - 8:00	17	5	4	1	26	4				
8:00 - 8:15	19	4	5	4	39	5				
8:15 - 8:30	23	1	5	2	18	3				
8:30 - 8:45	14	0	4	2	36	5				
8:45 - 9:00	12	2	5	0	16	1				
Total	156	29	56	28	325	36	185	84	361	630
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
1º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
6:00 - 6:15	24	2	8	4	20	3	79	56	104	239
6:15 - 6:30	24	1	2	2	10	4				
6:30 - 6:45	11	1	8	2	21	0				
6:45 - 7:00	6	0	8	5	12	2				
7:00 - 7:15	4	1	2	4	12	3				
7:15 - 7:30	3	2	10	1	16	1				
7:30 - 7:45	21	3	8	0	10	4	95	44	120	259
7:45 - 8:00	21	3	10	2	23	3				
8:00 - 8:15	1	3	6	0	13	1				
8:15 - 8:30	20	5	7	1	18	3				
8:30 - 8:45	2	1	2	3	18	1				
8:45 - 9:00	12	3	4	1	25	1				
Total	149	25	75	25	198	26	174	100	224	498

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 22 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 2º turno

Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
2º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
12:00 - 12:15	7	4	32	5	8	1	78	291	39	408
12:15 - 12:30	10	4	68	5	4	3				
12:30 - 12:45	16	1	29	0	8	1				
12:45 - 13:00	11	4	60	3	1	5				
13:00 - 13:15	6	1	31	3	3	0				
13:15 - 13:30	14	0	52	3	3	2	68	293	33	394
13:30 - 13:35	11	4	19	5	5	1				
13:35 - 13:45	16	2	47	5	8	0				
13:45 - 14:00	8	1	48	4	3	0				
14:00 - 14:15	7	1	63	4	2	4				
12:00 - 12:15	8	5	59	0	1	0	146	584	72	802
12:15 - 12:30	2	3	39	0	7	2				
Total	116	30	547	37	53	19				
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
2º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
12:00 - 12:15	8	5	40	3	5	1	102	348	51	501
12:15 - 12:30	25	1	71	5	5	5				
12:30 - 12:45	10	2	38	2	4	0				
12:45 - 13:00	11	3	55	4	9	1				
13:00 - 13:15	10	3	58	5	9	5				
13:15 - 13:30	24	0	67	0	6	1	125	317	55	497
13:30 - 13:35	19	0	27	3	2	4				
13:35 - 13:45	25	1	71	4	8	2				
13:45 - 14:00	24	4	43	2	10	4				
14:00 - 14:15	13	4	16	4	4	2				
12:00 - 12:15	5	2	74	0	6	2	227	665	106	998
12:15 - 12:30	23	5	73	0	8	3				
Total	197	30	633	32	76	30				
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
2º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
12:00 - 12:15	5	3	6	3	4	2	55	52	50	157
12:15 - 12:30	4	4	4	2	6	2				
12:30 - 12:45	3	0	6	0	4	1				
12:45 - 13:00	14	0	8	2	5	1				
13:00 - 13:15	8	5	6	3	8	4				
13:15 - 13:30	4	5	7	5	10	3	52	46	103	201
13:30 - 13:35	6	3	3	2	14	5				
13:35 - 13:45	2	1	3	4	11	1				
13:45 - 14:00	5	0	3	5	45	1				
14:00 - 14:15	11	2	7	1	4	0				
12:00 - 12:15	8	2	6	3	2	4	107	98	153	358
12:15 - 12:30	10	2	8	1	16	0				
Total	80	27	67	31	129	24				
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
2º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
12:00 - 12:15	4	0	10	3	14	0	45	63	105	213
12:15 - 12:30	1	0	6	2	12	2				
12:30 - 12:45	10	2	10	3	11	2				
12:45 - 13:00	6	1	9	0	18	4				
13:00 - 13:15	4	5	4	2	19	5				
13:15 - 13:30	10	2	9	5	16	2	39	43	98	180
13:30 - 13:35	1	1	9	5	24	3				
13:35 - 13:45	10	1	1	3	11	5				
13:45 - 14:00	6	3	7	3	17	1				
14:00 - 14:15	1	5	1	1	9	1				
12:00 - 12:15	4	2	2	3	9	4	84	106	203	393
12:15 - 12:30	3	2	7	1	14	0				
Total	60	24	75	31	174	29				

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 23 – Contagem volumétrica, quinta – feira, 3º turno

Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
3º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
17:00 - 17:15	11	3	54	3	4	1	38	279	21	338
17:15 - 17:30	2	4	74	3	2	0				
17:30 - 17:45	1	1	71	1	1	4				
17:45 - 18:00	12	4	73	0	7	2				
18:00 - 18:15	3	4	62	3	4	4	39	217	25	281
18:15 - 18:30	5	4	63	1	8	1				
18:30 - 18:45	12	0	49	1	1	2				
18:45 - 19:00	8	3	34	4	5	0				
Total	54	23	480	16	32	14	77	496	46	619
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
3º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
17:00 - 17:15	5	2	47	2	2	4	55	239	28	322
17:15 - 17:30	5	2	60	4	4	0				
17:30 - 17:45	20	2	76	4	6	2				
17:45 - 18:00	15	4	42	4	6	4				
18:00 - 18:15	20	2	44	2	2	1	70	177	21	268
18:15 - 18:30	21	5	28	0	2	2				
18:30 - 18:45	11	0	34	2	10	2				
18:45 - 19:00	9	2	64	3	2	0				
Total	106	19	395	21	34	15	125	416	49	590
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
3º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
17:00 - 17:15	3	3	5	2	5	3	59	46	93	198
17:15 - 17:30	14	4	5	0	13	4				
17:30 - 17:45	10	3	3	3	7	1				
17:45 - 18:00	11	0	8	5	48	3				
18:00 - 18:15	4	5	7	0	3	2	20	78	14	112
18:15 - 18:30	2	0	6	2	4	0				
18:30 - 18:45	5	3	5	0	3	1				
18:45 - 19:00	15	3	4	0	4	0				
Total	64	21	43	12	87	14	79	124	107	310
Contagem - Quinta-Feita (29/04/2021)										
3º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
17:00 - 17:15	8	2	1	3	11	0	63	43	110	216
17:15 - 17:30	10	2	5	1	17	1				
17:30 - 17:45	10	0	8	3	15	2				
17:45 - 18:00	3	3	3	0	17	1				
18:00 - 18:15	9	3	7	0	17	1	21	73	8	102
18:15 - 18:30	10	3	7	5	23	5				
18:30 - 18:45	9	2	5	2	20	5				
18:45 - 19:00	9	3	9	2	16	5				
Total	68	18	45	16	136	20	84	116	118	318

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 24 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 1º turno

Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
1º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
6:00 - 6:15	7	2	51	1	7	4				
6:15 - 6:30	13	4	32	2	3	3				
6:30 - 6:45	1	4	63	5	4	2	67	279	46	392
6:45 - 7:00	15	0	73	5	7	0				
7:00 - 7:15	10	2	22	3	4	1				
7:15 - 7:30	6	3	17	5	8	3				
7:30 - 7:45	13	0	34	0	8	3				
7:45 - 8:00	12	4	33	3	1	1	74	278	32	384
8:00 - 8:15	6	5	42	5	1	5				
8:15 - 8:30	2	5	36	4	3	0				
8:30 - 8:45	12	2	80	5	2	5				
8:45 - 9:00	13	0	34	2	1	2				
Total	110	31	517	40	49	29	141	557	78	776
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
1º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
6:00 - 6:15	21	4	58	0	6	2				
6:15 - 6:30	10	5	37	1	3	1				
6:30 - 6:45	7	4	50	1	6	4	100	240	50	390
6:45 - 7:00	16	2	16	3	5	2				
7:00 - 7:15	11	0	49	3	2	3				
7:15 - 7:30	16	4	21	1	11	5				
7:30 - 7:45	21	2	63	2	2	2				
7:45 - 8:00	8	2	50	2	10	0				
8:00 - 8:15	11	3	30	4	9	2	97	268	46	411
8:15 - 8:30	18	4	58	1	3	2				
8:30 - 8:45	11	0	23	3	8	0				
8:45 - 9:00	15	2	31	1	4	4				
Total	165	32	486	22	69	27	197	508	96	801
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
1º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
6:00 - 6:15	14	3	5	4	14	0				
6:15 - 6:30	6	3	4	2	40	2				
6:30 - 6:45	4	5	3	5	38	2	91	44	175	310
6:45 - 7:00	18	2	4	3	36	3				
7:00 - 7:15	14	1	2	5	16	1				
7:15 - 7:30	16	5	4	3	19	4				
7:30 - 7:45	16	3	6	2	35	4				
7:45 - 8:00	25	3	3	3	45	3				
8:00 - 8:15	9	0	8	5	35	0	99	56	202	357
8:15 - 8:30	19	1	6	4	25	5				
8:30 - 8:45	12	4	6	2	36	2				
8:45 - 9:00	4	3	7	4	12	0				
Total	157	33	58	42	351	26	190	100	377	667
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
1º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
6:00 - 6:15	12	0	5	1	10	2				
6:15 - 6:30	24	0	7	4	20	0				
6:30 - 6:45	21	4	3	1	24	1	117	43	128	288
6:45 - 7:00	3	1	5	1	24	5				
7:00 - 7:15	23	2	6	3	17	4				
7:15 - 7:30	23	4	4	3	16	5				
7:30 - 7:45	19	1	3	0	19	5				
7:45 - 8:00	6	1	4	2	14	4				
8:00 - 8:15	18	1	10	3	13	3	100	49	116	265
8:15 - 8:30	18	4	9	5	11	5				
8:30 - 8:45	17	4	6	3	15	0				
8:45 - 9:00	8	3	3	1	25	2				
Total	192	25	65	27	208	36	217	92	244	553

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 25 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 2º turno

Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
2º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
12:00 - 12:15	11	4	45	0	3	2	54	290	52	396
12:15 - 12:30	1	1	31	1	5	0				
12:30 - 12:45	4	0	79	5	5	4				
12:45 - 13:00	3	5	72	5	8	3				
13:00 - 13:15	9	2	21	5	8	2				
13:15 - 13:30	10	4	23	3	7	5				
13:30 - 13:35	3	1	25	5	6	2	61	258	38	357
13:35 - 13:45	9	1	79	1	1	1				
13:45 - 14:00	2	2	41	3	8	0				
14:00 - 14:15	15	5	18	3	5	5				
12:00 - 12:15	13	0	62	4	2	3				
12:15 - 12:30	6	4	16	1	3	2				
Total	86	29	512	36	61	29	115	548	90	753
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
2º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
12:00 - 12:15	7	4	48	5	3	2	87	333	47	467
12:15 - 12:30	9	0	55	2	9	2				
12:30 - 12:45	25	3	40	4	6	2				
12:45 - 13:00	7	2	40	0	10	5				
13:00 - 13:15	8	4	75	4	4	1				
13:15 - 13:30	14	4	55	5	3	0				
13:30 - 13:35	13	1	38	5	7	0	124	351	51	526
13:35 - 13:45	24	0	69	3	8	3				
13:45 - 14:00	5	5	38	0	7	4				
14:00 - 14:15	24	4	74	0	5	1				
12:00 - 12:15	17	3	72	5	4	3				
12:15 - 12:30	25	3	45	2	6	3				
Total	178	33	649	35	72	26	211	684	98	993
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
2º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
12:00 - 12:15	2	0	5	0	10	2	60	44	74	178
12:15 - 12:30	8	3	6	5	6	5				
12:30 - 12:45	9	5	7	0	2	1				
12:45 - 13:00	10	2	4	1	15	5				
13:00 - 13:15	7	4	7	2	4	5				
13:15 - 13:30	9	1	4	3	14	5				
13:30 - 13:35	12	0	8	0	11	2	56	50	90	196
13:35 - 13:45	10	2	5	4	7	4				
13:45 - 14:00	10	2	3	2	45	4				
14:00 - 14:15	5	0	7	2	4	4				
12:00 - 12:15	7	5	6	1	1	1				
12:15 - 12:30	1	2	8	4	6	1				
Total	90	26	70	24	125	39	116	94	164	374
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
2º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
12:00 - 12:15	9	4	1	4	9	1	50	49	108	207
12:15 - 12:30	7	3	2	4	12	4				
12:30 - 12:45	6	3	4	5	15	5				
12:45 - 13:00	5	4	8	2	16	4				
13:00 - 13:15	1	0	9	3	22	0				
13:15 - 13:30	6	2	2	5	15	5				
13:30 - 13:35	5	5	3	1	22	1	59	57	106	222
13:35 - 13:45	1	5	9	2	14	0				
13:45 - 14:00	10	0	6	1	13	0				
14:00 - 14:15	10	3	10	4	8	1				
12:00 - 12:15	8	1	6	2	23	0				
12:15 - 12:30	10	1	9	4	23	1				
Total	78	31	69	37	192	22	109	106	214	429

Fonte: Próprio autor, 2021.

Tabela 26 – Contagem volumétrica, sexta – feira, 3º turno

Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
3º Turno	1 - Rua 4 conversão à direita		2 - Rua 4		3 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 1, 2 e 3			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	1	2	3	Total
17:00 - 17:15	1	3	17	1	3	4	44	213	38	295
17:15 - 17:30	11	4	80	5	6	5				
17:30 - 17:45	4	5	79	4	7	4				
17:45 - 18:00	11	5	24	3	6	3				
18:00 - 18:15	9	0	55	0	8	3	49	275	36	360
18:15 - 18:30	6	2	127	10	3	1				
18:30 - 18:45	15	0	29	2	7	4				
18:45 - 19:00	14	3	47	5	7	3				
Total	71	22	458	30	47	27	93	488	74	655
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
3º Turno	4 - Rua 4 conversão à direita		5 - Rua 4		6 - Rua 4 conversão à esquerda		Aproximação 4, 5 e 6			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	4	5	6	Total
17:00 - 17:15	5	5	55	2	2	0	59	190	23	272
17:15 - 17:30	5	1	31	1	4	3				
17:30 - 17:45	20	4	79	1	6	0				
17:45 - 18:00	15	4	21	0	6	2				
18:00 - 18:15	20	5	58	4	2	1	83	268	33	384
18:15 - 18:30	31	2	106	6	10	3				
18:30 - 18:45	11	2	32	0	10	2				
18:45 - 19:00	9	3	59	3	2	3				
Total	116	26	441	17	42	14	142	458	56	656
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
3º Turno	7 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		8 - Av. Anderson Clayton		9 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 7, 8 e 9			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	7	8	9	Total
17:00 - 17:15	6	2	3	4	12	1	76	52	116	244
17:15 - 17:30	15	4	3	5	9	4				
17:30 - 17:45	15	1	7	2	2	3				
17:45 - 18:00	12	1	6	0	56	3				
18:00 - 18:15	2	5	3	0	7	3	20	78	14	112
18:15 - 18:30	13	0	17	2	16	0				
18:30 - 18:45	14	1	4	3	16	4				
18:45 - 19:00	11	1	8	3	15	0				
Total	88	15	51	19	133	18	96	130	130	356
Contagem - Sexta-Feita (30/04/2021)										
3º Turno	10 - Av. Anderson Clayton conversão à esquerda		11 - Av. Anderson Clayton		12 - Av. Anderson Clayton conversão à direita		Aproximação 10, 11 e 12			
Horário	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	Carros	Ônibus/Caminhão	10	11	12	Total
17:00 - 17:15	6	0	6	2	18	1	53	72	103	228
17:15 - 17:30	1	4	2	1	11	0				
17:30 - 17:45	8	4	10	2	21	0				
17:45 - 18:00	5	1	3	4	12	4				
18:00 - 18:15	6	3	8	2	16	4	21	73	8	102
18:15 - 18:30	15	0	31	1	15	1				
18:30 - 18:45	3	5	2	1	11	0				
18:45 - 19:00	3	0	9	0	22	3				
Total	47	17	71	13	126	13	74	145	111	330

Fonte: Próprio autor, 2021.