

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

IZABELA FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DAS INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS DA CIDADE
DE BOTUCATU**

Botucatu-SP
Novembro – 2014

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

IZABELA FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DAS INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS DA CIDADE
DE BOTUCATU**

Orientador: Prof^a. M^a Bernadete Rossi Barbosa Fantin

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Logística.

Botucatu-SP
Novembro – 2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente á Jeová, que é a fonte da vida, por ter me dado forças para superar as dificuldades e para alcançar meus objetivos.

Ao meu pai Sebastião, *in memorian*, que sempre lutou para ser um exemplo de vida e demonstrou isso até sua morte, seu exemplo sempre seguirei e agradeço por tudo que por mim fez e pelos conselhos dados.

A minha mãe Vilma, exemplo de vida e de luta por sempre me encorajar e confiar em minha capacidade, também aos meus irmãos Silvano e Paulo onde sempre encontrei um baluarte para as dificuldades.

Ás amizades que conquistei ao longo do curso que foram e serão de real importância para mim: Lucélia, Rosa, Daiane, Paola e Lilian as quais permanecerão em minha vida.

Ao colega de classe José Diogo pelo apoio e ajuda para o término deste trabalho e pelas horas que abdicou de seu tempo para o mesmo.

A minha orientadora M^a Bernadete Rossi Barbosa Fantin, pela confiança depositada.

Ao Prof. Me José Benedito Leandro que, mesmo não sendo o meu orientador, também foi muito importante para a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Me Sergio Augusto Rodrigues, pela amizade, dedicação, apoio, conselhos e por toda ajuda e suporte para a conclusão deste trabalho.

Ao cadastro imobiliário pelo apoio e incentivo em especial dos meus chefes de divisão, Pedro Teixeira de Cais, e de seção Benedito Aparecido Carvalho.

À Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC) e ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), que me possibilitaram fazer um curso de qualidade e me preparar para o mercado de trabalho e a todos os seus professores e funcionários.

Ao casal de amigos Mariana e Wagner por todos os conselhos e apoio, encontrá-los nesta trajetória me deu muita força para chegar ao término deste trabalho.

"Sou, por meu gosto pesquisador. Experimento toda a sede de conhecer e a ávida inquietude de progredir, do mesmo modo que a satisfação que toda aquisição proporciona."

Immanuel Kant (1689- 1755)

RESUMO

A Engenharia de Tráfego atua no intuito de organizar e racionalizar o trânsito. Controlar cruzamentos que operam com grande número de veículos pode mostrar-se tarefa difícil para alguns técnicos menos experientes. Dependendo da realidade apresentada à colocação de semáforo é a única solução capaz de proporcionar alternância de passagem com segurança e comodidade. O presente trabalho avaliou a capacidade dos cruzamentos existentes na cidade de Botucatu propondo soluções adequadas quando necessário. Para o desenvolvimento deste trabalho foi coletado o volume do tráfego de veículos em todos os cruzamentos para que se pudesse analisar a situação de cada um e avaliar quais cruzamentos necessitarão de intervenções e investimentos primeiramente. Os resultados mostraram que o poder público tem tempo hábil para estudar e promover intervenções nos cruzamentos, mas se medidas preventivas não forem tomadas num futuro não muito distante alguns cruzamentos entrarão em colapso.

PALAVRAS-CHAVE: Congestionamentos. Mobilidade Urbana. Qualidade de Vida. Semáforos. Trânsito.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINAS
1- Ciclo completo de um semáforo.....	20
2- Exemplo de semáforo para veículos.....	21
3- Exemplo de semáforo para pedestres	21
4- Representação do conceito de defasagem relativa entre duas interseções sucessivas	22
5- Fluxo de saturação e tempo perdido inicial em estágio não saturado	23
6- Exemplo da variação horária do volume em um dia útil.....	26
7- Mapa de localização dos semáforos na cidade de Botucatu.....	29
8- Função representativa da frota da cidade de Botucatu em função do ano	31
9- Cruzamento 1. R. Virgilio Bartoli X Av. Leonardo Villas Boas	35
10- Cruzamento 2. R. Lincon Vaz X Av. Leonardo Villas Boas	37
11- Cruzamento 3. Av. Leonardo Villas Boas X R. Major Matheus	38
12- Cruzamento 4. R. Major Matheus X R. Floriano Simões	39
13- Cruzamento 5. R. Brás de Assis X R. Tenente João Francisco.....	40
14- Cruzamento 6. R. Major Matheus X R. Galvão Severino.....	41
15- Cruzamento 7. R. Brás de Assis X Elevado Bento Natel.....	42
16- Cruzamento 8. Av. Vital Brasil X Rua: Pinheiro Machado	43
17- Cruzamento 9. R. Gabriel Ragi Zacharías X Av. Vital Brasil	44
18- Cruzamento 10. Av. Floriano Peixoto X Rua: Major Matheus X Av. Vital Brasil	45
19- Cruzamento 11. Av. Santana X Av. Floriano Peixoto	46
20- Cruzamento 12. R. Newton Prado X Av. Santana	47
21- Cruzamento 14. R. Djalma Dutra X Av. Santana	48
22- Cruzamento 15. R. Coronel Fonseca X Av. Santana	49
23- Cruzamento 16. Av. Santana X Prefeitura	50
24- Cruzamento 17. R. Tiradentes X Av. Floriano Peixoto	51
25- Cruzamento 18. Av. Floriano Peixoto X Jaú Serve	52
26- Cruzamento 19. R. João Passos X R. Djalma Dutra	53
27- Cruzamento 20. R. Siqueira Campos X R. Curuzu.....	54
28- Cruzamento 21. R. João Passos X R. Moraes Barros	55
29- Cruzamento 22. R. Marechal Deodoro X R. Moraes Barros	56
30- Cruzamento 23. R. Major Leônidas Cardoso X Av. Dom Lúcio.....	57
31- Cruzamento 24. R. Quintino Bocaiúva X R. General Telles s.....	58

32- Cruzamento 25. R. Costa Leite X R. Visconde do Rio Branco.....	59
33- Cruzamento 26. R. Costa Leite X R. Campos Salles.....	60
34- Cruzamento 27. Av. Dom Lúcio X R. Visconde do Rio Branco	61
35- Cruzamento 28. R. Campos Salles X Av. Dom Lúcio	62
36- Cruzamento 29. R. Visconde do Rio Branco X R. João Passos.....	63
37- Cruzamento 30. R. Gal Júlio Marcondes Salgado X Av. Dom Lúcio	64

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINAS
1- Fator de Equivalência por tempo de reação de cada meio de transporte.	27
2- Frota de veículos da cidade de Botucatu em função do ano e a porcentagem com a qual ela vem crescendo.	31
3- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 1.....	36
4- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 2.....	37
5- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 3.....	38
6- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 4.....	39
7- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 5.....	40
8- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 6.....	41
9- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 7.....	42
10- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 8.....	43
11- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 9.....	44
12- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 10.....	45
13- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 11.....	46
14- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 12.....	47
15- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 14.....	48
16- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 15.....	49
17- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 16.....	50
18- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 17.....	51
19- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 18.....	52
20- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 19.....	53
21- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 20.....	54
22- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 21.....	55
23- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 22.....	56
24- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 23.....	57
25- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 24.....	58
26- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 25.....	59
27- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 26.....	60
28- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 27.....	61
29- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 28.....	62

30- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 29.....	63
31- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 30.....	64
32- Ranking dos cruzamentos saturados.	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
Objetivo	12
1.2 Justificativa e relevância do tema	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Congestionamentos	14
2.2 Engenharia de Tráfego.....	15
2.3 Objetivo da Engenharia de Tráfego	17
2.4 A importância da Engenharia de Tráfego.....	17
2.5 Controle de tráfego de cruzamento e necessidade de semáforo	17
2.6 Necessidade de semáforo num cruzamento	18
2.7 Análise da capacidade de interseções semaforizadas	18
2.7.1 Ciclo e duração do ciclo.....	19
2.7.2 Intervalo	20
2.7.3 Fase	21
2.7.4 Defasagem	21
2.7.5 Fluxo de saturação.....	22
2.8 Princípios da programação semafórica	22
2.8.1 Volume de tráfego.....	24
2.8.2 Volume de tráfego equivalente	26
2.9 Taxa de ocupação	27
2.9.1 O método de Webster	28
2.9.2 O método HCM.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Material	28
3.2 Métodos e técnicas	28
3.3 Estudo de caso.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5 CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade de locomoção dentro das cidades hoje é uma realidade de grande parte das cidades brasileira, isso em parte se deve ao aumento da frota nos últimos anos e ao descuido demonstrado pelo poder público no planejamento do seu sistema viário.

A colocação de dispositivos de sinalização que pretendem ordenar o fluxo de veículos nos cruzamentos é uma decisão que se mal tomada pode gerar mais malefícios do que benefícios.

Muitas cidades, quando se deparam com um cruzamento perigoso optam pela colocação de semáforos por entenderem ser a solução mais fácil e rápida. No entanto, a implantação de um semáforo é uma decisão que depende de investimento considerável e que acarreta impactos consideráveis, que podem vir a ser tanto positivos quanto negativos. Instalado corretamente, propicia a diminuição de acidentes e o maior conforto de veículos e pedestres. Entretanto, se instalado num local em que sua presença é inadequada, causa aumento do número de paradas, do tempo de espera dos veículos e pedestres, do número de acidentes, além de implicar em gastos desnecessários de instalação, operação e manutenção.

A manutenção da temporização adequada aos fluxos de tráfego é uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos responsáveis pelo órgão de tráfego das cidades de pequeno e médio porte.

O aumento dos fluxos de tráfego, provocado pelo crescimento das cidades, aliado à variações do volume de veículos que circulam pelo sistema viário durante as diferentes horas do dia requer um fino ajuste na programação semaforica, periodicamente, aonde o tempo de verde deve traduzir a real necessidade temporal para a passagem dos veículos num dado cruzamento.

A análise da capacidade busca responder às várias questões importantes da quantidade de tráfego (por exemplo, veículos, pedestres.) que uma determinada infraestrutura pode acomodar em uma condição operacional específica. Por um lado, a idéia básica por trás da análise da capacidade é desenvolver um conjunto de modelos que relacionem os níveis de fluxo, a geometria, as condições ambientais e as estratégias de controle, e, por outro, as medidas que descrevem a operação resultante ou a qualidade do serviço. Esses modelos permitem determinar a capacidade máxima de tráfego-transporte de uma infraestrutura e a qualidade esperada ou nível de serviço em graus diferentes de fluxo (GARBER, 2011). Dentre todos os problemas da capacidade de uma via o congestionamento é o hiato pertinente que se torna um problema de difícil solução.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade das interseções semaforizadas da cidade de Botucatu visando identificar quais os cruzamentos mais críticos que necessitarão de investimento e intervenções primeiramente.

1.2 Justificativa e relevância do tema

A relevância desse trabalho justifica-se sob várias óticas. A primeira refere-se aos problemas de trânsito a que estão submetidos, diariamente, veículos e pedestres em função ao uso massivo do automóvel. Torna-se assim de extrema importância organizar o trânsito de veículos e pedestres para minimizar os efeitos negativos do excesso de veículos nas ruas.

Outro ponto relevante refere-se ao correto investimento do dinheiro público pelo poder público que tem por obrigação maximizar os recursos em função do benefício da população.

Outro ponto, sendo um dos mais relevantes, é a qualidade de vida visto que hoje o trânsito se tornou um palco de fatores estressores capazes de levar qualquer um a estafa, efeitos psicológicos e até mesmo a perda da vida.

Esse trabalho pretende também auxiliar o poder público na gestão do sistema de tráfego, propondo um plano de ação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Observa-se que atualmente a maior parte da população brasileira reside em áreas urbanas. Nessas cidades, em geral, não houve o devido planejamento urbano das vias para comportar de forma segura o tráfego de veículos em geral (automóveis, caminhões, motos, bicicletas), do transporte coletivo e de pedestres, principalmente pela falta de recursos humanos e materiais para uma administração efetiva do trânsito. Com isso, as vias urbanas de vários municípios brasileiros não possuem as condições adequadas de conservação do pavimento e da sua sinalização.

Para Cucci Neto (2010), as cidades brasileiras - assim como as dos demais países em desenvolvimento apresentam graves problemas de transporte e qualidade de vida. Queda da mobilidade e da acessibilidade, degradação das condições ambientais, congestionamento crônicos e altos índices de acidentes de trânsito já constituem problemas em muitas cidades.

Nesse contexto, as pessoas em nossas cidades estão, e ficarão cada vez mais, frustrados com os congestionamentos em vias superlotadas, causadores de grandes deseconomias em tempo perdido, consumo de combustíveis, estresse, tédio com as paradas, poluição desnecessária, perda de pontualidade, acidentes em longos e demorados deslocamentos.

Montedor (2003) diz que a localização das atividades urbanas e as características sócio-econômicas da população constituem os principais fatores geradores de deslocamentos. O padrão de viagens é resultante da interação destes fatores e é definido pela distribuição das viagens conforme as origens, os destinos, os modos de transportes usados, os motivos e horários de realização.

Segundo Tagore e Sikdar (1995) mobilidade é a capacidade dos indivíduos de se moverem de um lugar para outro e depende da performance do sistema de transportes

(disponibilidade, frequência, tempo de espera etc.) e características do indivíduo (renda, veículo próprio, recursos que ele pode gastar na viagem etc.)

Raia Junior (2000) descreve a mobilidade como sendo a capacidade de viajar associada com um dado grupo ou pessoa, medida por indicadores tais como propriedade de autos e sua disponibilidade de poder usar e pagar ônibus ou taxi.

2.1 Congestionamentos

Para Resende (2009) podemos definir como congestionamento a condição de trânsito que ocorre quando a demanda supera a capacidade em algum ponto do sistema viário.

Ainda aponta, os congestionamentos estão intimamente relacionados aos transportes urbanos. Quando pensamos em congestionamentos imaginamos logo veículos em excesso em uma via ou passageiros em excesso em meio de transporte em determinada hora.

Nos transportes urbanos este fato é praticamente claro, pois normalmente na medida em que aumentamos a capacidade de um sistema de transportes, algum tempo depois, normalmente aumentamos também os congestionamentos. Esse problema se dá em sua maioria devido ao aumento assombroso da frota de veículos no país, que cresce a números alarmantes e que indica, sem sombra de dúvidas, que as cidades no Brasil estão caminhando para o modelo de cidades norte americano, com alto número de veículos, com enormes avenidas e áreas de estacionamento. (Ministério das Cidades e IBAM, 2004).

Se imaginarmos, com hipótese, que os problemas dos transportes urbanos fossem resolvidos em curtíssimo espaço de tempo, e que todo cidadão tivesse acesso físico aos transportes urbanos, como gastos compatíveis com sua renda e nível de serviço razoável, a consequência imediata seria um imenso congestionamento em todos os serviços de transporte. (IPEA, 2013)

De acordo com Costa (2001) não é sem motivo que as cidades com mais infraestrutura viária são as mais congestionadas. Também é preciso ficar claro que congestionamento é um fenômeno ligado à própria natureza da "mercadoria" transporte e quanto mais produzimos transportes, mais aumentamos os congestionamentos.

O Congestionamento de trânsito para Cucci Neto (2002), isto é, a diminuição da circulação pela afluência excessiva de veículos ou a falta de capacidade das ruas e avenidas, converteu-se num problema cotidiano das sociedades modernas, que envolvem importantes

custos sociais, econômicos e ambientais que afeta negativamente a qualidade de vida de muitos cidadãos.

Para Braga (2010) a cada dia é maior o número de cidadãos que se vêm presos em congestionamentos de tráfego, especialmente no momento de transladar-se a seus postos de trabalho ou de regressar a seus lares. A rede de trânsito se viu extravasada pelo grande crescimento do parque automobilístico experimentado ao longo das últimas décadas, e pela propensão de seus proprietários a realizar a maior parte de seus deslocamentos diários em seus veículos privados.

2.2 Engenharia de Tráfego

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999), um trânsito de veículos e pedestres racional – realizado com segurança fluidez e comodidade – depende de ações adequadas em três áreas: Engenharia, Educação e Esforço Legal (fiscalização e aplicação de penas aos infratores).

E continua, o setor de engenharia engloba: infra-estrutura (construção de vias, viadutos, pontes, dispositivos viários, etc.), circulação e estacionamento (definição da hierarquia das vias, sentidos de percurso, locais de estacionamento, forma de operação nos cruzamentos: sinal de pare ou semáforo, etc.), sinalização (implantação de sinalização vertical, horizontal e semafórica) e gestão do trânsito (estratégias de operação e gerenciamento da operação).

Robertson (1993), afirma que a Engenharia de Tráfego está ligada com a segurança e eficiência do movimento de pessoas e bens em ruas e rodovias.

Segundo Braga (2010) a Engenharia de Tráfego está presente no cotidiano de qualquer espaço urbano (cidade, estado ou país), uma vez que assegura aos modos de transporte a infra-estrutura necessária à realização de suas funções.

Ainda salienta, a utilização do automóvel após o seu advento no início deste século tem sido cada vez maior. Se de um lado o carro proporciona grande conforto e comodidade para seus usuários, de outro traz grandes problemas para as cidades: congestionamento poluição atmosférica, acidentes, necessidades de grandes inversões de recursos em obras viárias.

2.3 Objetivo da Engenharia de Tráfego

Para Ferraz, Fortes e Simões (1999), o principal objetivo da Engenharia de Tráfego é fazer com que o trânsito de veículos e pedestres seja realizado com segurança, fluidez e comodidade.

- Para a segurança é necessário a concentração de esforços na tentativa de minimizar a frequência de ocorrência dos acidentes.
- Para a fluidez utilizam-se estratégias que permitam ao condutor realizar seus deslocamentos com velocidades e esperas normais, sem excessiva lentidão ou congestionamento.
- E para a comodidade é necessário a adoção de medidas que proporcionem aos condutores, passageiros e pedestres a existência de condições de deslocamento com conforto.

2.4 A importância da Engenharia de Tráfego

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999) a Engenharia de Tráfego surgiu da necessidade de organizar o trânsito de veículos e pedestres e de minimizar os efeitos negativos do uso do carro, e tem hoje uma importância muito grande, uma vez que a qualidade do trânsito (nível de congestionamento, de poluição, de acidentes, etc.) se reflete diretamente na qualidade de vida da população.

Ferraz, Fortes e Simões (1999) continuam afirmando que atualmente todas as cidades do país, inclusive as de menor tamanho, têm necessidade de contar com técnicos para organizar e racionalizar o seu trânsito. No Brasil, o mercado de trabalho para os profissionais que atuam nesta área está em franca expansão, em razão do grande crescimento da frota nacional de veículos.

2.5 Controle de tráfego de cruzamento e necessidade de semáforo

O objetivo do controle de tráfego, para Robertson (1993), de veículos e pedestres nos cruzamentos viários é fazer com que o trânsito passe pelo local com segurança, fluidez e comodidade.

E delibera, dispositivos viários de ordenação e canalização do tráfego, bem como sinalização adequada e geometria satisfatória deve ser empregada nos cruzamentos, para evitar o que se denomina “mar de asfalto”, que confunde os motoristas quanto ao posicionamento dos veículos e dificulta a travessia das vias pelos pedestres.

2.6 Necessidade de semáforo num cruzamento

Os semáforos segundo Coelho (2008) proporcionam alternância do direito de passagem dos veículos na interseção através de indicações luminosas (verde, vermelho e amarelo). Esse tipo de operação (sinalização) é normalmente empregado em cruzamentos com altos volumes de tráfego.

Para Moura (2008) nem sempre, no entanto, toda disciplina na movimentação é feita através de indicações luminosas. Ao contrário, é muito comum se permitir movimentos conflitantes numa mesma indicação luminosa, sendo a disciplina (prioridade) definida por outra regra. Exemplos: passagem em linha reta com prioridade em relação à conversão à esquerda do fluxo oposto estando o sinal verde para ambos, travessia de veículos com prioridade sobre a travessia de pedestres, etc.

Por necessitar de um investimento substancial e exigir além da manutenção periódica, o equipamento ainda exige que técnicos especializados dominem sua tecnologia para que seja possível a maximização dos seus recursos, o que infelizmente não acontece na maioria das cidades brasileiras que não dispõem de pessoal suficiente para realizar sua manutenção e nem de técnicos aptos para programar o equipamento. (IPEA, 2014).

Torna-se evidente que a colocação do equipamento na rua deve ser feita somente após uma criteriosa avaliação da sua real necessidade.

2.7 Análise da capacidade de interseções semaforizadas

Rogério (2013) afirma que a análise da capacidade pondera os procedimentos de análise e de projeto de interseções semaforizadas como um exemplo de rodovias de fluxo interrompido em que o controle externo desempenha um papel primordial na definição das características de fluxo de tráfego. As interseções em nível são locais onde diversas modalidades de transporte interagem, tais como automóveis, caminhões, ônibus, bicicletas e

pedestres. Isto ocorre porque correntes de tráfego conflitantes concorrem pelo direito de passagem em uma interseção.

Cucci Neto (2010) complementa, quando os volumes de tráfego são baixos, o tráfego em uma interseção pode ser regulado por meio das regras gerais de circulação, ou com o uso de sinais de pare e dê a preferência. Entretanto, conforme aumentam os volumes de tráfego, torna-se extremamente difícil para os motoristas escolherem as brechas apropriadas nas correntes de tráfego conflitante para executar suas manobras. Quando isso acontece, a semaforização da interseção torna-se mandatória.

Leandro (2001 citado por Pereira 2005) afirma que os semáforos desempenham um papel primordial na determinação do nível de desempenho geral de um sistema de vias arteriais. Semáforos mal projetados podem resultar em atrasos desnecessários e excessivos.

Cucci Neto (2010) afirma se projetado adequadamente, pode proporcionar movimentos ordenados de tráfego e aumentar a capacidade de controle de tráfego de uma interseção.

Raia Jr (2000) explica que os semáforos geralmente podem ser divididos em dois grupos: sinais pré-programados e sinais atuados. Os primeiros são geralmente indiferentes quanto aos volumes vigentes, bem como quanto à duração de seus ciclos, que é fixa a operação dos controladores atuados varia de acordo com o volume observado. Estes precisam estar conectados aos detectores de tráfego para determinar a demanda de tráfego.

Dutra (2005) pondera ainda que a operação dos semáforos pré-programados não seja sensível aos volumes vigentes por si sós, pode-se ainda obter uma série de programas para diversos períodos de tempo durante o dia com a utilização de um controlador pré-programado. Normalmente, obtém-se uma programação para controlar os horários de pico da manhã – ou hora do rush – e da noite, e um terceiro para o período fora de pico. O controlador pré-programado seria configurado para utilizar uma programação entre 6h30 e 8h30, outra entre 16h30 e 18h30 e a programação para o período fora de pico durante o resto do dia. Dentro de cada um desses períodos, os parâmetros da programação do semáforo pré-programado permanecem inalterados. Diante disso, a utilização de controladores pré-programados é mais adequada quando as condições de tráfego não variam significativamente nos diversos períodos de pico.

2.7.1 Ciclo e duração do ciclo

Para Garber et al (2011) ciclo do semáforo é uma rotação completa de todas as indicações em uma determinada interseção. Cada movimento permitido geralmente recebe uma indicação “verde” somente uma vez durante um determinado ciclo. O tempo que leva para o sinal passar por um ciclo de indicação é a duração do ciclo.

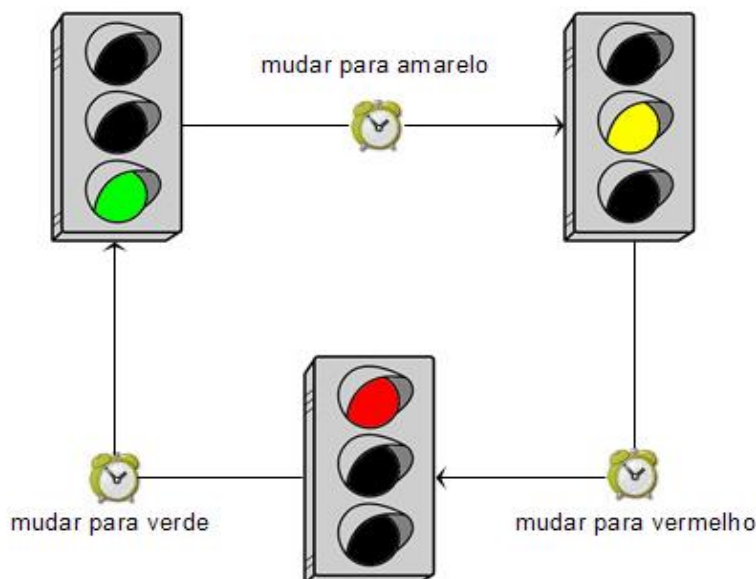
Denomina-se ciclo a seqüência completa das indicações de uma sinalização semaforica. O tempo de ciclo é o tempo necessário para que um ciclo inteiro seja cumprido em uma interseção, ou seção de via, e é determinado pela soma dos tempos de todos os estágios programados para o controle do tráfego no local (MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VOLUME V – SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA).

Cucci Neto (2010) reforça que, como valores altos para o tempo de ciclo implicam em tempos de espera muito elevados, nas situações comuns de controle esse valor não deve superar 120s. Em situações excepcionais de tráfego e/ou de geometria da interseção, pode ser necessário adotar tempos de ciclo maiores.

Rogério (2013) explica que nesses casos deve ser dada especial atenção ao tratamento para a travessia dos pedestres no local, adotando-se medidas como implantação de travessia em etapas, travessia em desnível, dentre outras soluções possíveis.

Raia Jr (2000) afirma que o principal objetivo do semáforo veicular é liberar ou proibir o movimento, a Figura 1 representa o ciclo de alternância de passagem de um semáforo

Figura 1. Ciclo completo de um semáforo.



Fonte: Sinal de Trânsito, 2005.

2.7.2 Intervalo

Período de tempo durante o qual todas as indicações ou luzes permanecem inalteradas. Um ciclo geralmente inclui vários intervalos como o verde, transição ou amarelo, desobstrução ou vermelho total e o intervalo do vermelho (CET, 2001).

Existem dois tipos de semáforos: os veiculares e os de pedestres, conforme figura 2. O Semáforo veicular: é um aparelho composto por três focos de luz de parte redonda, um de cor vermelha, outro de cor amarela e o terceiro de cor verde. (CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CONTROLE SEMAFÓRICO, 2014)

Figura 2. Exemplo de semáforo para veículos. Figura 3. Exemplo de semáforo para pedestres.



Fonte: CONTRAN, 2006.

Fonte: CONTRAN, 2006.

Denatran (2012) explica que o Verde: os condutores de veículos que recebem a indicação luminosa nesta cor podem seguir em frente, virar à direita ou esquerda, a não ser que impedidos fisicamente por outro dispositivo de controle de tráfego ou por autoridade legal. Devem, no entanto, ceder o direito de passagem aos veículos ou pedestres que se encontrem legalmente na área da interseção; o Amarelo: os condutores de veículos que recebem uma indicação luminosa nesta cor devem parar o veículo, antes de entrar na interseção, e permanecer parados até que recebam autorização de passagem através de luz verde ou autoridade legal. Caso não seja possível parar, sem risco para a segurança do tráfego, devem continuar em frente e cruzar a interseção; o Vermelho: os condutores de veículos que recebem uma indicação luminosa nesta cor devem parar o veículo antes de entrar na interseção, e permanecer parados até que recebam autorização de passagem através de luz verde ou autoridade legal.

2.7.3 Fase

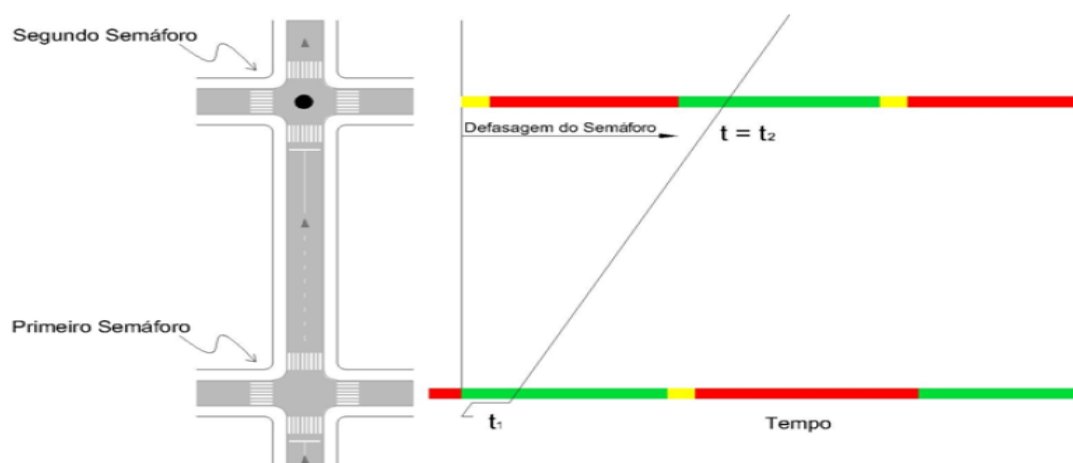
Segundo Garber et al (2011) fase é o conjunto de indicações (isto é, intervalos verdes e amarelos) durante os quais o direito de passagem é atribuído a um determinado conjunto de movimentos. O número de fases para as interseções semaforizadas normalmente varia entre dois e quatro.

Para um semáforo de duas fases, normalmente tem-se uma fase dedicada aos deslocamentos de tráfego das aproximações de leste e oeste e outra aos deslocamentos norte e sul. A utilização da luz amarela entre o verde e o vermelho no controle semaforizado é necessária por não ser possível parar instantaneamente um veículo. Sua finalidade é a de avisar ao condutor da iminência do vermelho, e portanto, que ele deverá decidir se há tempo para passar ou frear. CONTRAN (Anexo II do CTB).

2.7.4 Defasagem

Resolução CONTRAN (2012) explica que se considerando uma corrente de tráfego que passa por dois locais semaforizados pertencentes à mesma rede, denomina-se defasagem o intervalo de tempo decorrido entre o início do verde que essa corrente recebe nos dois locais, conforme Figura 4. Dois locais que pertencem à mesma rede devem operar no mesmo tempo de ciclo, o na situação particular em que o tempo de ciclo de um local é submúltiplo do existente no outro.

Figura 4. Representação do conceito de defasagem relativa entre duas interseções sucessivas.



Fonte: DENATRAN, 2012.

2.7.5 Fluxo de saturação

CET (2012) explica que o Fluxo de Saturação de um grupo de movimentos corresponde ao número máximo de veículos que poderia passar em uma aproximação controlada por sinalização semafórica no caso dessa aproximação receber indicação verde durante uma hora inteira, conforme representado na Figura 5.

Figura 5. Fluxo de saturação e tempo perdido inicial em estágio não saturado.



Fonte: MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VOLUME V – SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA.

O Fluxo de Saturação é afetado pelas condições da via, do tráfego e do ambiente.

É representado pela máxima taxa de fluxo de tráfego observada em períodos saturados, como ilustrado a seguir.

2.8 Princípios da programação semafórica

Para Cucci Neto, (2010) na concepção e na implantação da sinalização de trânsito deve-se ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via, garantindo a real eficácia dos sinais. Para isso, é preciso assegurar à sinalização semafórica os mesmos princípios da sinalização de trânsito em geral, descritos a seguir:

Legalidade: estar de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro - CTB e legislação complementar;

Suficiência: permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;

Padronização: seguir um padrão legalmente estabelecido e atender à regra de que situações iguais devem ser sinalizadas segundo os mesmos critérios;

Clareza: transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão; evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem;

Precisão e confiabilidade: ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade; atender aos requisitos técnicos mínimos de segurança viária e fluidez, alternando o direito de passagem de movimentos conflitantes;

Visibilidade e legibilidade: ser vista à distância necessária e em tempo hábil para a tomada de decisão;

Manutenção e conservação: estar permanentemente limpa, conservada e visível; sofrer as adequações necessárias, tais como reprogramação, atualização e remoção, acompanhando a dinâmica do trânsito.

Costa et al (2012) diz que programação semaforica consiste na definição dos parâmetros de operação de um ou mais semáforos ao longo do tempo. Esses parâmetros devem ser definidos cuidadosamente, pois sua má configuração pode implicar em geração de filas, atrasos, desrespeito por parte dos condutores, aumento da poluição, redução da segurança dentre outros problemas indesejáveis.

Takahashi (2007) afirma que após uma implantação de planos semaforicos (programação semaforica) serem efetuada, é necessário fazer constantes avaliações, sejam em interseções isoladas ou em rede, para verificar se o desempenho da operação de tráfego é suficientemente bom. A avaliação deve ser feita logo após a implantação, mas continua a ser necessária a posteriori, pois o trânsito possui caráter dinâmico. Com isso, novas configurações podem ser necessárias, caso algum problema seja detectado.

Os primeiros sistemas de controle do tráfego urbano tiveram como objetivo melhorar as condições de circulação e fluidez exclusivamente dos veículos privados. Com o tempo, estes objetivos foram se expandindo, passando a incluir, entre outros, a priorização do transporte coletivo, a maximização da segurança dos pedestres e dos ciclistas, além da redução do consumo de combustível e da emissão de poluentes (LEANDRO, 2001)

2.8.1 Volume de tráfego

CET (2001) denomina que o volume de tráfego (ou fluxo de tráfego) ao número de veículos ou pedestres que passa por uma dada seção de via durante o período de realização de uma contagem. No caso da programação semafórica, o volume de tráfego veicular é sempre determinado por sentido de circulação do tráfego, e é geralmente formado por diferentes tipos de veículos.

Costa (2012) delibera que o volume de tráfego de cada movimento varia ao longo do tempo, sendo função da hora do dia, do dia da semana, da semana do mês, do mês e do ano em que esse movimento é observado. A variação temporal do volume de tráfego depende das características da cidade e do local específico.

Para efeito da programação semafórica, é importante analisar essa variação temporal do volume de tráfego, especialmente ao longo do dia e do dia da semana. Portanto, recomenda-se que as contagens sejam feitas, pelo menos, ao longo de um dia útil típico. A partir dessa análise é possível determinar, no caso da programação em tempo fixo, o número de planos semafóricos a serem calculados e o período do dia e dia da semana em que cada plano será implementado (MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VOLUME V – SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA).

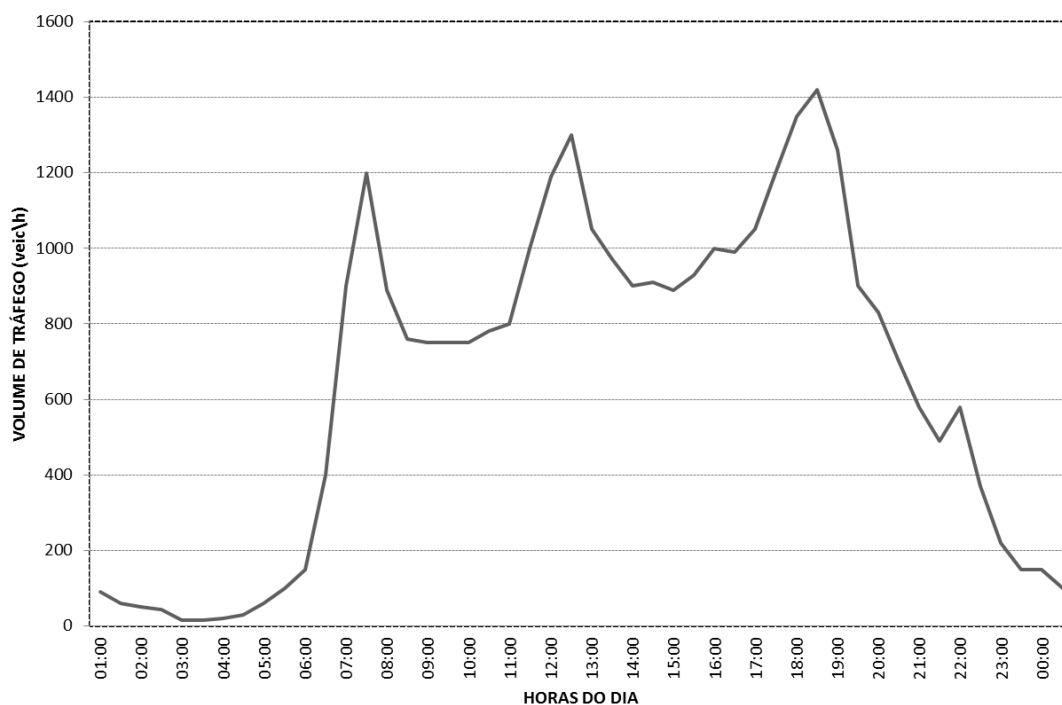
Para Rogério (2013) manter os semáforos com temporização adequada aos fluxos variáveis de tráfego é uma das muitas dificuldades com que se defrontam os responsáveis pelos órgãos de gestão do tráfego das cidades.

E acrescenta que o aumento dos fluxos de tráfego, decorrente do próprio desenvolvimento urbano, por si só está a demandar a reprogramação dos tempos dos semáforos, que devem ter seus tempos reajustados com intervalo desejável de 1 ano.

Para Cucci Neto (2011) o volume de tráfego inclui todos os veículos que circulam pela via em um só sentido ou em ambos, ou ainda, os que circulam por uma só faixa.

Os volumes horários variam ao longo do dia, apresentando pontos máximos acentuados, designados por picos, conforme representado na Figura 6.

Figura 6: Exemplo da variação horária do volume em um dia útil.



Fonte: CONTRAN/DENATRAN (2012)

A compreensão destas variações é de fundamental importância, uma vez que é no horário de pico que necessariamente deverão ocorrer os eventos mais relevantes. Na expansão de contagens de algumas horas para o dia todo, a precisão da estimativa dependerá sempre do conhecimento dos padrões de flutuação dos volumes. CONTRAN (Anexo II do CTB).

2.8.2 Volume de tráfego equivalente

Cucci Neto (2010) Denomina que volume de tráfego equivalente o volume de tráfego veicular expresso em termos de unidades de carros de passeio (ucp).

Raia Junior (2000) explica que o desempenho de cada tipo de veículo difere em função de suas características. Os automóveis, referidos na literatura técnica como veículos leves, têm mais agilidade no trânsito se comparados aos veículos comerciais (ônibus, caminhões, carretas). Do mesmo modo, as motocicletas têm mais agilidade do que os automóveis.

Hoel (2011) explica que para se poder compor o volume de tráfego de uma via numa base única, utiliza-se o conceito de veículo equivalente. O veículo equivalente tem como valor de referência o automóvel, para o qual se adota fator de equivalência = 1,0 ucp (unidade de carro de passeio).

Para os demais tipos de veículos, o fator de equivalência de cada um reflete o desempenho da sua circulação no sistema viário em comparação com o desempenho do automóvel. No caso particular da sinalização semafórica, o desempenho de um veículo está diretamente associado ao tempo de verde necessário para atendê-lo. Se, por exemplo, para passar por uma interseção semaforizada, certo tipo de veículo demorar o triplo do que demoraria um automóvel, então seu fator de equivalência é igual a 3 (MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VOLUME V – SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA). A Tabela 1, contém os fatores de equivalência utilizados no trabalho.

Tabela 1- Fator de Equivalência por tempo de reação de cada meio de transporte.

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1
Moto	0,33
Ônibus	2
Caminhão (2 eixos)	2
Caminhão (3 eixos)	3

Fonte: o Autor.

2.9 Taxa de ocupação

Takahashi (2007) denomina que taxa de ocupação de um movimento é o número de veículos projetado para o período de uma hora a partir dos volumes medidos em uma dada seção de via, durante intervalos de tempo inferiores a uma hora.

Ainda explica que essa taxa de ocupação pode ser projetada a partir do Volume de Tráfego ou do Volume de Tráfego Equivalente.

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999) na programação em tempo fixo, a taxa de ocupação é projetada, usualmente, com base no volume máximo observado nos intervalos de 15min ao longo do período já estabelecido para a duração do plano. Deve ser considerado o intervalo de 15min em que a soma dos movimentos em todas as aproximações da interseção é máxima.

2.9.1 O método de Webster

Para Bonetti (2001) o Método de Webster aborda praticamente todos os fatores que interferem no valor da capacidade e apresenta cálculos complementares que permitem uma avaliação mais precisa das condições encontradas, como a reserva de capacidade, o grau de saturação e outros.

Também acrescenta que, trata-se de um método extremamente útil para o Brasil, especialmente se for levado em consideração que as capacidades reais das aproximações, obtidas em campo através de histogramas de tráfego, têm-se mostrado bem próximas das previstas por esse método.

2.9.2 O método HCM

CET (2014) explica que o método proposto nas versões do HCM de 1985 e 1994 baseia-se na comparação de atrasos para determinar o Nível de Serviço em termos de fluidez, e não discute critérios de seleção entre opções de controle de tráfego. A análise é, entretanto, mais detalhada e pode ser considerada no contexto geral que pondera os custos sociais. No HCM (1985 e 1994), há procedimentos simplificados que estimam a operação do semáforo atuado, com um tempo de ciclo médio estimado, supondo-se grau de saturação de 95 % (para tempos fixos 85%) e com verdes médios estimados sob repartição proporcional. O atraso vem calculado como no caso de semáforos a tempos fixos ajustados, para dar conta da atuação.

Portanto, o procedimento do método proposto pelo HCM (1985 e 1994) é o de prever os tempos de verde e ciclo através de modelo analítico, comparando atrasos por fórmulas usuais (não há referência sobre seqüência de estágios variável e, por conseqüência, o método supõe uma seqüência de estágio fixa “equivalente” para atuação). O método não é sensível aos parâmetros da atuação (PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA ATUADA, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODO

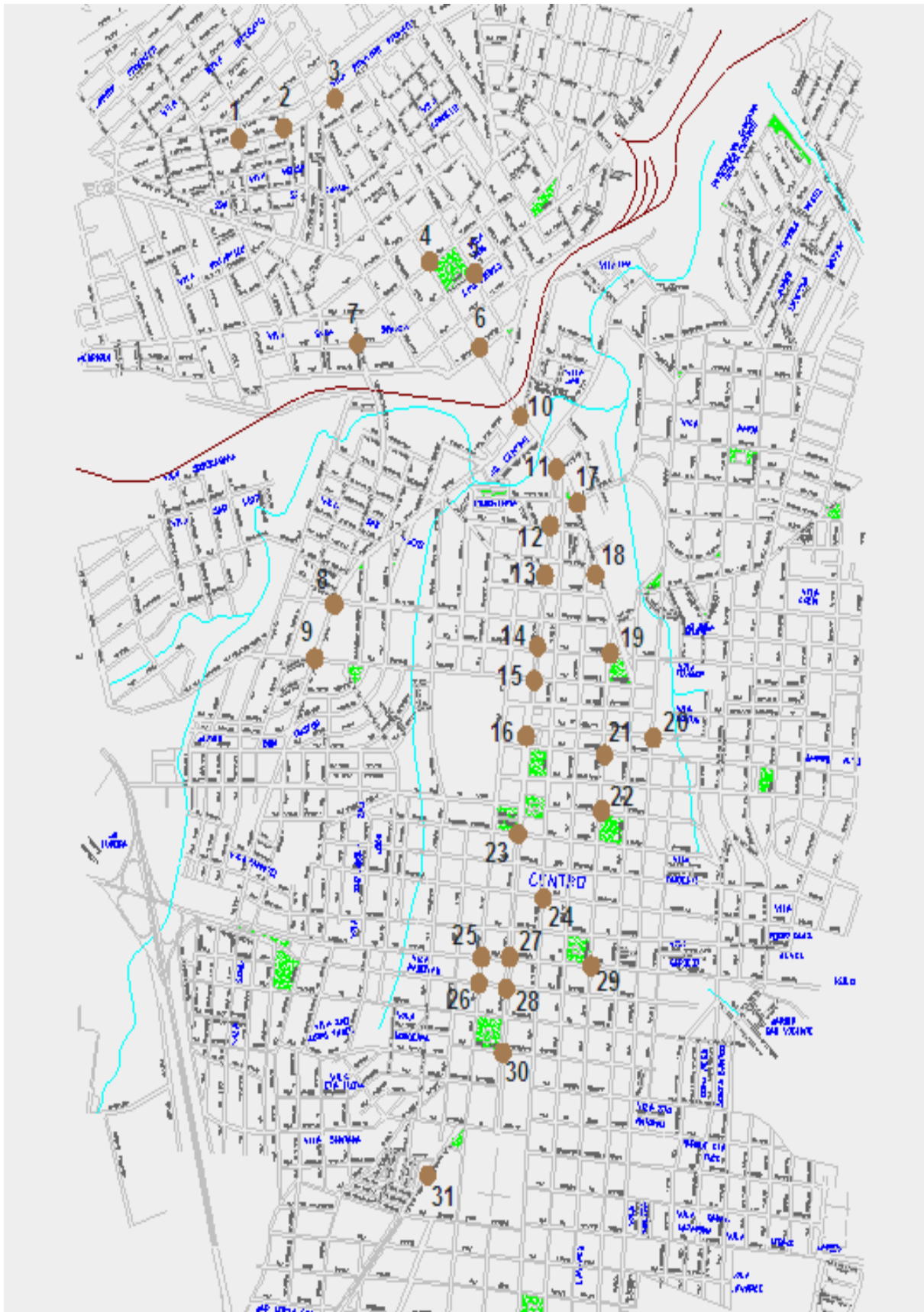
3.1 Material

Os materiais utilizados no presente trabalho foram: pesquisa bibliográfica pertinente ao tema no meio acadêmico, base de dados do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT), Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) sendo estes os principais utilizados. Mapa da cidade com a localização dos cruzamentos semaforizados.

3.2 Métodos e técnicas

A metodologia adotada foi por meio de pesquisa bibliográfica, com exceção dos levantamentos que foram feitos na rua (in loco). Foi feita uma contagem de veículos de 6 horas diárias em 29 cruzamentos semaforizados da cidade de Botucatu, conforme representado na Figura 8, com exceção dos cruzamentos 13 e 31, por serem semáforos atuados instalados apenas para regular a saída das viaturas do Corpo de Bombeiros e SAMU, o que possibilitou identificar as horas-pico em três horários (manhã, tarde e noite). Com isso foi possível calcular o índice de saturação das aproximações nos cruzamentos o que permitiu identificar com quais capacidades estão operando os cruzamentos. E ainda estimar em função do levantamento do crescimento da frota nos últimos 5, conforme Tabela 2, quando estes cruzamentos atingirão o seu grau máximo de saturação.

Figura 8- Mapa de localização dos semáforos na cidade de Botucatu.



Fonte: Barbosa-Fantin, (2009)

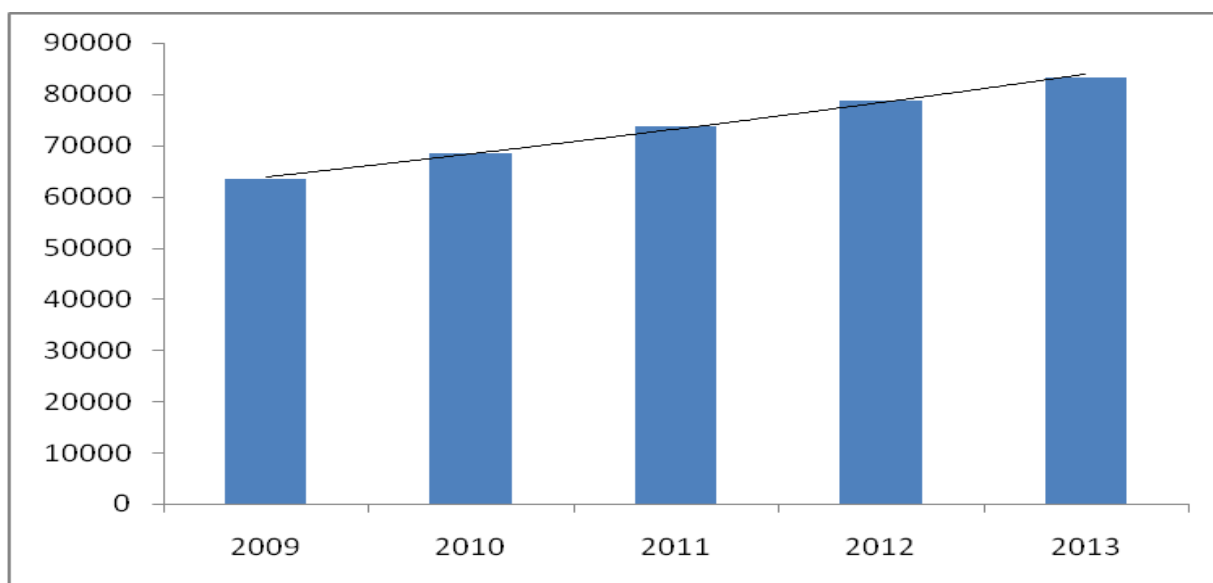
Tabela 2- Frota de veículos da cidade de Botucatu em função do ano e a porcentagem com a qual ela vem crescendo.

ANOS	FROTA	CRESCIMENTO DA FROTA ANO A ANO
2009	63548	
2010	68494	7,8%
2011	73811	7,80%
2012	78703	6,60%
2013	83121	5,60%

Fonte: Denatran, 2014.

O gráfico da figura 8 demonstra o crescimento da frota no período de 2009 a 2013.

Figura 8- Função representativa da frota da cidade de Botucatu em função do ano.



Fonte: Denatran, 2014.

Para o Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT) o método de regressão consiste em estabelecer funções matemáticas capazes de representar o relacionamento existente entre duas ou mais variáveis.

Considerando que uma variável não depende da outra, visto que a frota de veículos cresce obedecendo o poder aquisitivo de cada habitantes, foi escolhida a função exponencial para efeito de cálculo do fluxo de saturação em função do quanto a frota cresce na cidade de Botucatu.

O método adotado para cálculo de saturação da via foi através da relação entre largura efetiva da aproximação (descontando veículos estacionados, pontos de ônibus e movimentos de conversão à esquerda) e o fluxo da hora pico, que é dada pela fórmula.

$$S = 525 L, \text{ Onde}$$

S = fluxo de saturação, em veículos por hora suportada pela via.

L = largura efetiva da aproximação, em metros.

Para cálculo do período em anos, ou seja, de quando o fluxo estará completamente saturado com base no crescimento da frota foi adotada a seguinte fórmula.

$$S = Q \cdot (1+i)^n, \text{ Onde}$$

S= fluxo de saturação, em veículos por hora suportada pela via.

Q= Fluxo atual de veículos por hora.

i= Taxa de crescimento anual da frota.

n= Período em anos.

O método de Webster é extremamente útil para o Brasil, especialmente se for levado em consideração que as capacidades reais das aproximações, obtidas em campo através de histogramas de tráfego, têm-se mostrado bem próximas das previstas por esse método.

A relação fundamental do método de Webster é a relação entre demanda (Q) e fluxo de saturação (S) em %. Para determinação de tal índice de saturação atual utilizou-se a seguinte fórmula.

$$Y = \frac{Q}{S}, \text{ Onde}$$

Y= Índice de saturação em %.

S= Fluxo de saturação, em veículos por hora suportada pela via.

Q= Quantidade de veículos/hora.

3.3 Estudo de caso

Como a maioria das cidades brasileiras, Botucatu cresceu a maneira desordenada. O aumento da frota de veículos tem agravado e muito os problemas advindos do uso massivo do automóvel.

Além disso o município de Botucatu localiza-se nos altos de uma elevação, longa e contínua, que corta o Estado de São Paulo de fora a fora, chamada pelos geógrafos de Cuesta, o que faz com que a cidade apresente uma topografia acidentada com aclives e declives bastante acentuados.

O crescimento da população e o índice de motorização observado nos últimos anos, um dos mais altos do país, aumentaram o fluxo de veículos e pedestres na cidade indicando que o problema da mobilidade urbana na cidade tende a se agravar no futuro se nada for feito.

Como se essa situação por si só não fosse suficientemente crítica, Botucatu ainda sofre o ônus da absorção de uma frota flutuante considerável, impossível de ser mensurada, devido aos dois campus da UNESP, e a FATEC localizadas na cidade o que tem gerado em alguns pontos da cidade vários pontos de congestionamento.

Os conjuntos dessas variáveis têm obrigado à população conviver diariamente com congestionamentos e aumento no atraso no seu tempo de percurso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados aqui apresentados indicam o tempo em que os cruzamentos estudados atingirão o seu grau máximo de saturação e portanto precisarão de ações efetivas do poder público. O grau de saturação de um link, representado normalmente pelo símbolo x , reflete, em termos práticos, seu nível de carregamento. Dizer que o grau de saturação de um link é de 100% ($x = 1$) é o mesmo que dizer que seu tempo de verde é exatamente suficiente para escoar todos os veículos que chegam desde que atravessem a retenção no patamar do fluxo de saturação; nenhum veículo a mais poderia ter sido atendido (se não x teria sido menor do que 1) e nenhum veículo chegou a ficar retido no instante que o verde terminou (se não x teria sido maior do que 1). Vamos dar outro exemplo. Se o grau de saturação de um link é igual a 50% ($x = 0,5$), isto significa que poderia ter passado o dobro de veículos que efetivamente passaram naquele período de verde. Mais um exemplo: se o grau de saturação de um link é igual a 150% ($x = 1,5$), conclui-se que dois terços dos veículos conseguiram passar enquanto que um terço ficou retido para o próximo ciclo. A escolha do grau de saturação é a parte fundamental do modelo. A teoria indica que se opere numa faixa que vai de 80% a 90% ($0,80 \leq x \leq 0,90$). Nesta faixa obtêm-se os menores valores para o atraso total do semáforo. (COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, 2014).

Evidentemente, pode-se medir o grau de saturação em qualquer período de tempo que se queira. Normalmente, a exemplo de outros parâmetros de trânsito, utiliza-se o período de uma hora nas aplicações práticas. Pode-se definir o grau de saturação de um link como a relação entre o número de veículos que desejam passar e o número de veículos que pode

conseguir passar durante certo período de tempo. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRASPORTE, 2014).

A seguir são apresentados os dados obtidos da pesquisa feita em cada um dos 29 cruzamentos.

As Figuras de 10 a 38 representam os cruzamentos estudados com seus movimentos respectivos, enquanto que as Tabelas 3 a 31 apresentam os resultados obtidos em relação aos dados levantados para cada cruzamento.

Figura 9- Cruzamento 1. Rua Virgilio Bartoli x Av. Leonardo Villas Boas

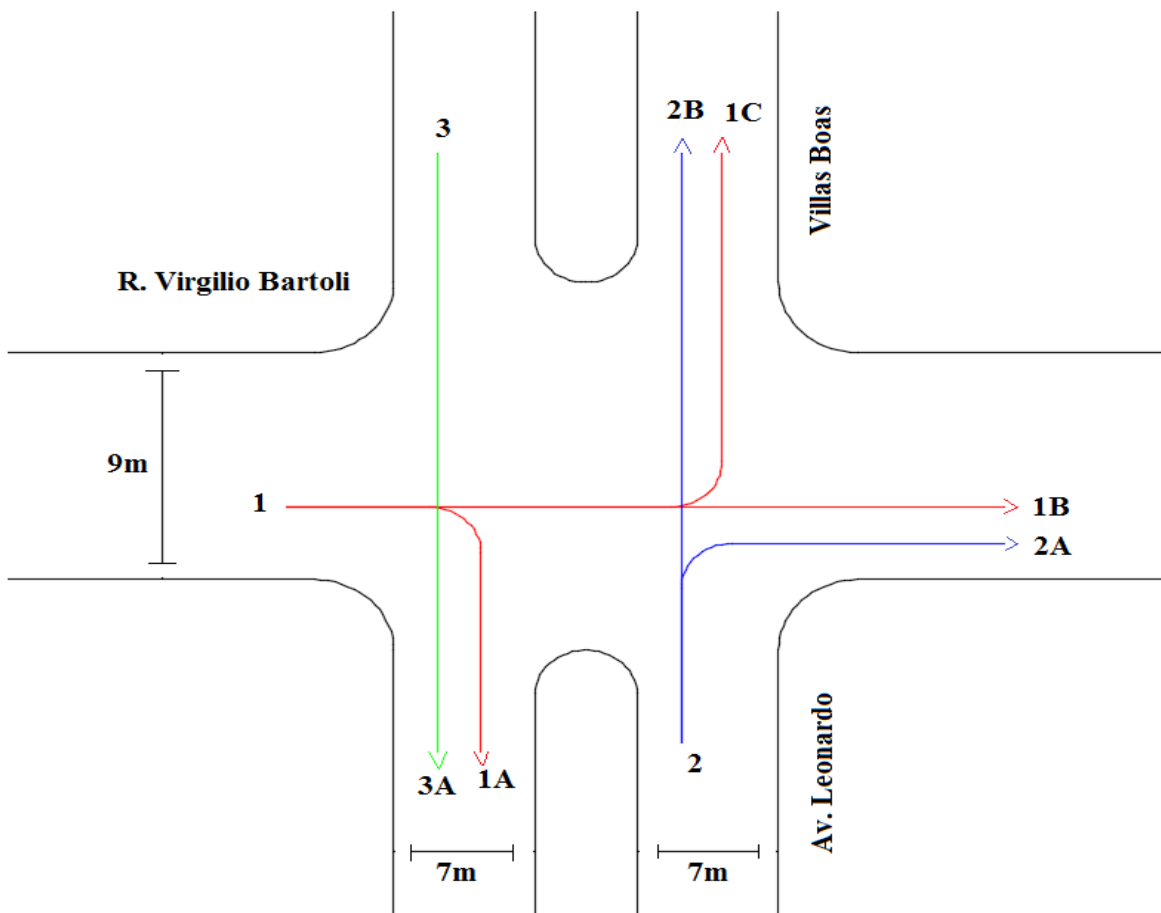


Tabela 3- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 1

Virgilio Bartoli X Av. Leonardo Villas Boas							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	295	2415	12,1%	33	30
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	374	2415	15,4%	30	26
Noite		18:00 às 19:00	399	2415	16,5%	29	25
Manhã		08:00 às 09:00	289	2520	11,4%	34	31
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	407	2520	16,1%	29	25
Noite		17:30 às 18:30	434	2520	17,2%	28	24
Manhã		08:00 às 09:00	206	2520	8,1%	40	36
Tarde	MOV3	11:00 às 12:00	312	2520	12,3%	33	30
Noite		17:15 às 18:15	333	2520	13,2%	32	29

O cruzamento apresenta um grau de saturação inferior a 50%, e teoricamente atingirá sua saturação máxima em 24 anos, no entanto o índice de saturação é uma medida quantitativa e não qualitativa da via, fatores como estado do pavimento, tipo de veículos, comportamento das motoristas também impactam diretamente no índice de saturação da via e contribuem para a diminuição da capacidade de veículos de uma determinada via ou um determinado trecho. Além disso para efeito de regulação de semáforos se apenas uma das aproximações atingirem o seu grau máximo de saturação, que corresponde a 80% da saturação total da via, já será suficiente para que o cruzamento entre em colapso e o semáforo não mais consiga exercer sua função de ordenar o fluxo de veículos de forma eficiente com conforto, fluidez e segurança. Neste caso a colocação de equipamento apenas justifica-se pela tentativa de eliminar conflitos e promover segurança.

Figura 10- Cruzamento 2. Rua Lincon Vaz x Av. Leonardo Villas Boas

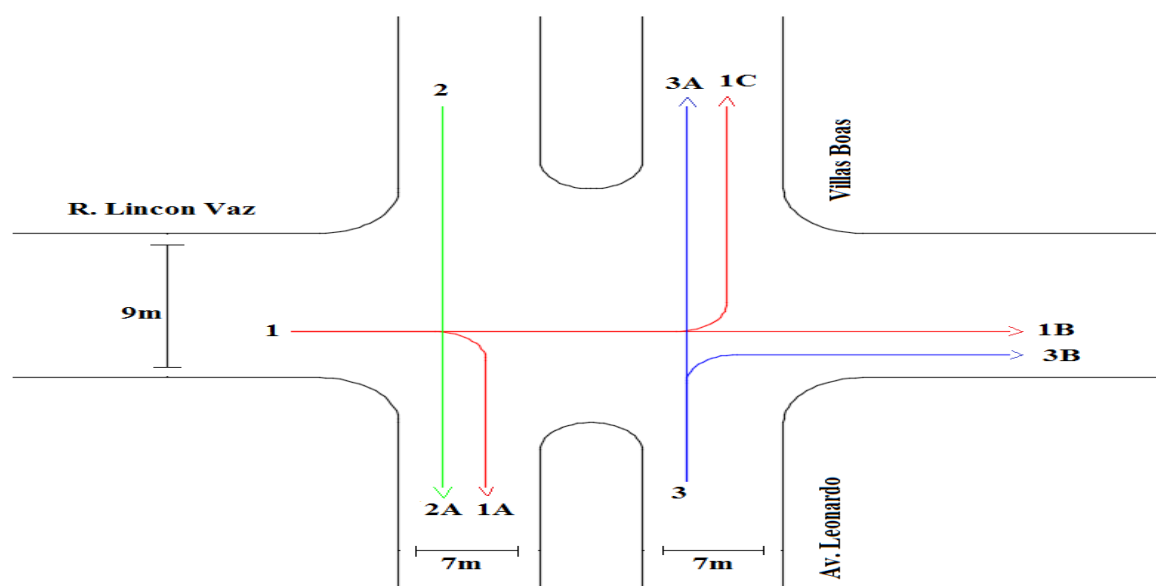


Tabela 4- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 2

Lincon Vaz X Leonardo Villas Boas							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:45 às 08:45	277	2415	11,4%	34	31
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	401	2415	16,6%	29	25
Noite		17:45 às 18:45	455	2416	18,8%	27	23
Manhã		08:00 às 09:00	225	2520	8,9%	38	35
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	293	2521	11,6%	34	31
Noite		17:45 às 18:45	310	2522	12,3%	33	30
Manhã		07:45 às 08:45	383	2523	15,1%	30	26
Tarde	MOV3	11:45 às 12:45	490	2524	19,4%	26	22
Noite		18:00 às 19:00	558	2525	22,1%	24	20

O movimento mais crítico do cruzamento 2 apresenta um grau de saturação de 22,1% e atingirá a sua saturação máxima em 24 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 20 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 11- Cruzamento 3. Av. Leonardo Villas Boas x Rua Major Matheus

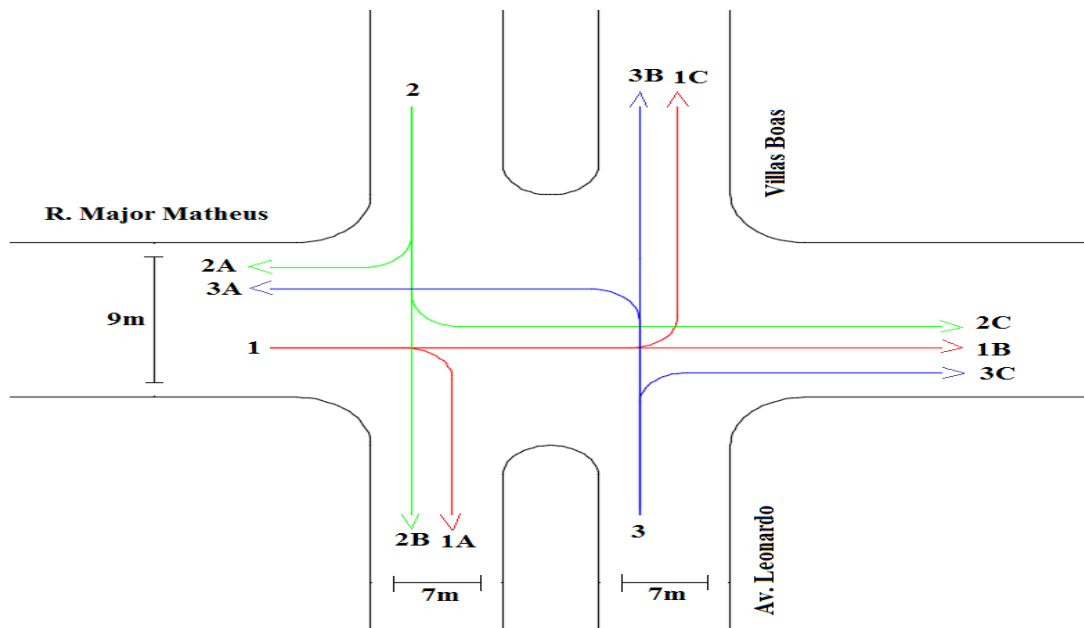


Tabela 5- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 3

Leonardo Villas Boas X Major Matheus							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em vei/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	273	2415	11,3%	35	31
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	303	2415	12,5%	33	29
Noite		17:15 às 18:15	268	2415	11,1%	35	31
Manhã		08:00 às 09:00	319	2520	12,6%	33	29
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	440	2520	17,4%	28	24
Noite		17:00 às 18:00	442	2520	17,5%	28	24
Manhã		08:00 às 09:00	315	2520	12,5%	33	30
Tarde	MOV3	12:00 às 13:00	355	2520	14,1%	31	28
Noite		17:00 às 18:00	399	2520	15,8%	29	26

O movimento mais crítico do cruzamento 3 apresenta um grau de saturação de 17,5% e atingirá a sua saturação máxima em 28 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 24 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 12- Cruzamento 4. Rua Major Matheus x Rua Floriano Simões

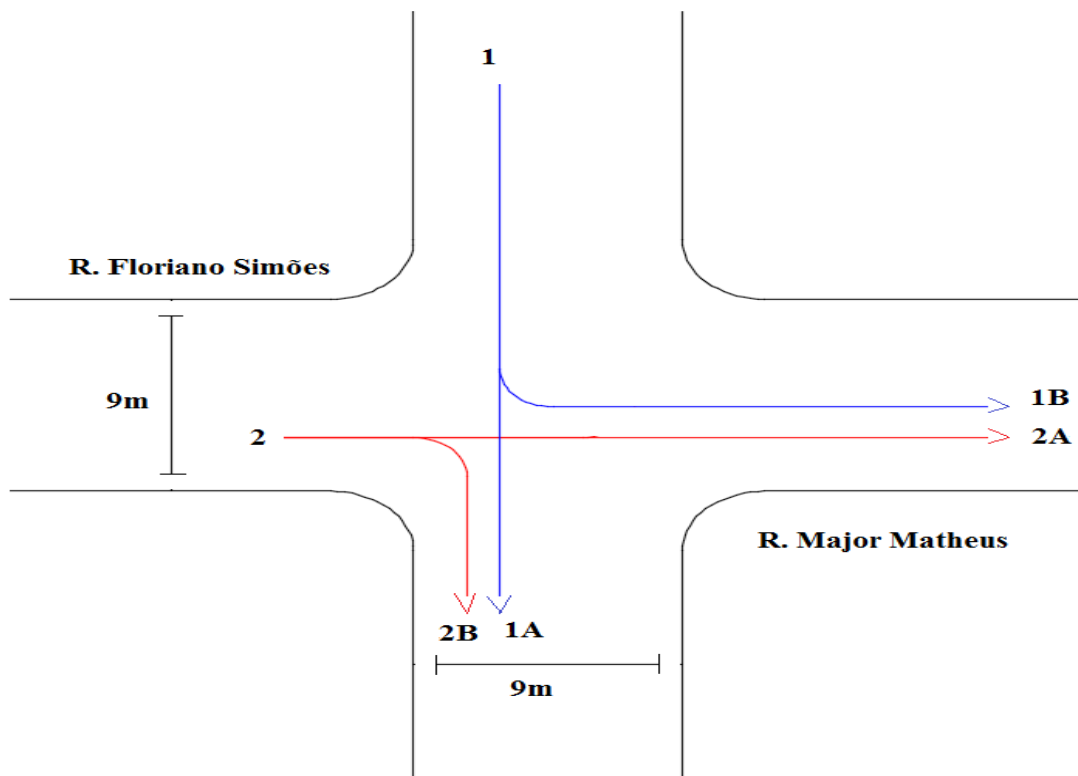


Tabela 6- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 4

Major Matheus X Floriano Simões							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	1200	2415	49,6%	11	8
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	1233	2415	51,1%	11	7
Noite		17:15 às 18:15	810	2415	33,5%	17	14
Manhã		07:45 às 08:45	342	2415	14,1%	31	28
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	512	2415	21,1%	25	21
Noite		17:30 às 18:30	545	2415	22,5%	24	20

O movimento mais crítico do cruzamento 4 apresenta um grau de saturação de 51,1% e atingirá a sua saturação máxima em 11 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 7 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 13- Cruzamento 5. Rua Brás de Assis x Rua Tenente João Francisco

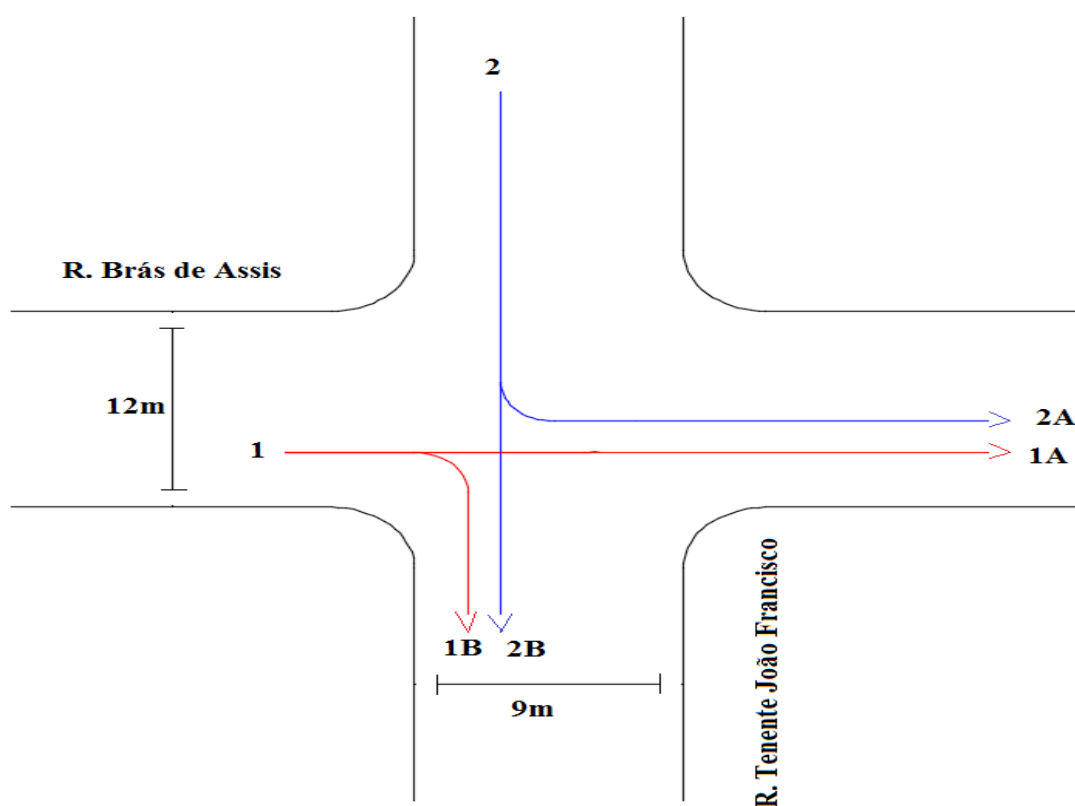


Tabela 7- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 5

Brás de Assis X Tenente João Francisco							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:15 às 08:15	198	3990	4,9%	48	44
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	349	3990	8,7%	39	35
Noite		17:00 às 18:00	288	3990	7,2%	42	38
Manhã		08:00 às 09:00	398	2415	16,4%	29	25
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	600	2415	24,8%	22	19
Noite		17:00 às 18:00	663	2415	27,4%	21	17

O movimento mais crítico do cruzamento 5 apresenta um grau de saturação de 27,4% e atingirá a sua saturação máxima em 21 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 17 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 14- Cruzamento 6. Rua Major Matheus x Rua Galvão Severino

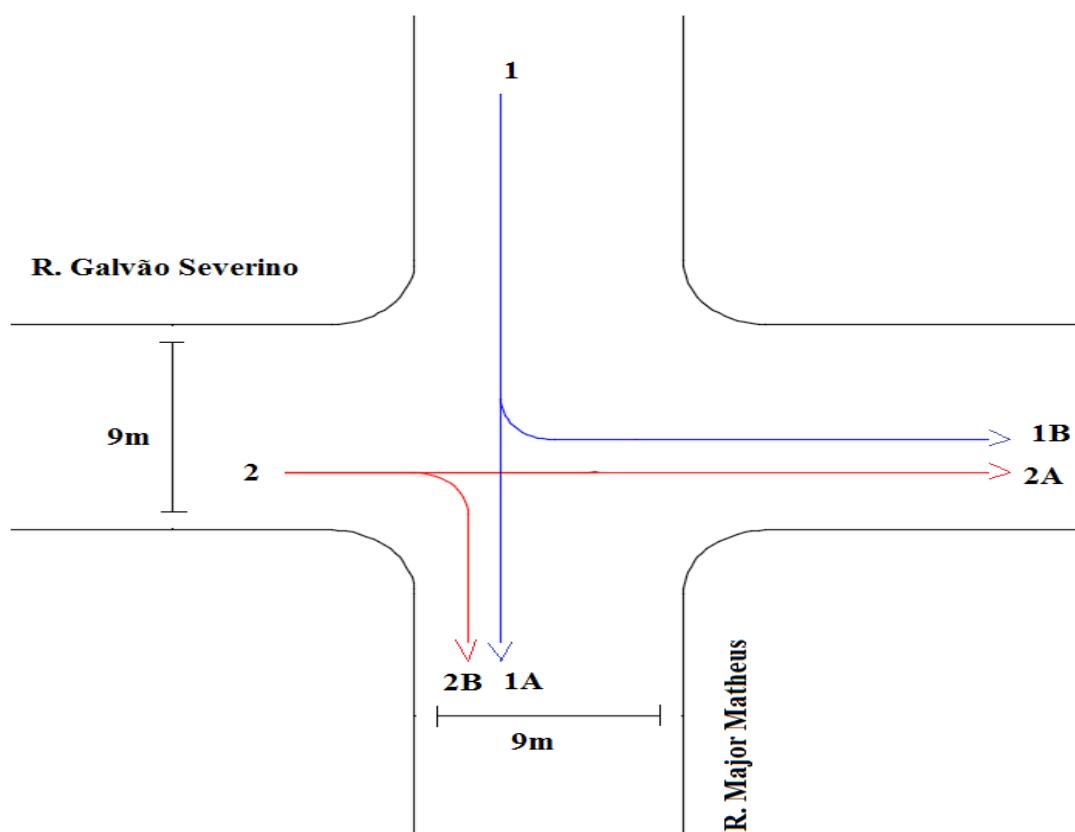


Tabela 8- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 6

Major Matheus X Galvão Severino							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	1118	2415	46,2%	12	9
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	1127	2415	46,6%	12	9
Noite		17:15 às 18:15	1045	2415	43,3%	13	10
Manhã		07:30 às 08:30	406	2415	16,8%	28	25
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	191	2415	7,9%	40	37
Noite		17:15 às 18:15	585	2415	24,2%	23	19

O movimento mais crítico do cruzamento 6 apresenta um grau de saturação de 46,6% e atingirá a sua saturação máxima em 12 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 9 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 15- Cruzamento 7. Rua Brás de Assis x Elevado Bento Natel

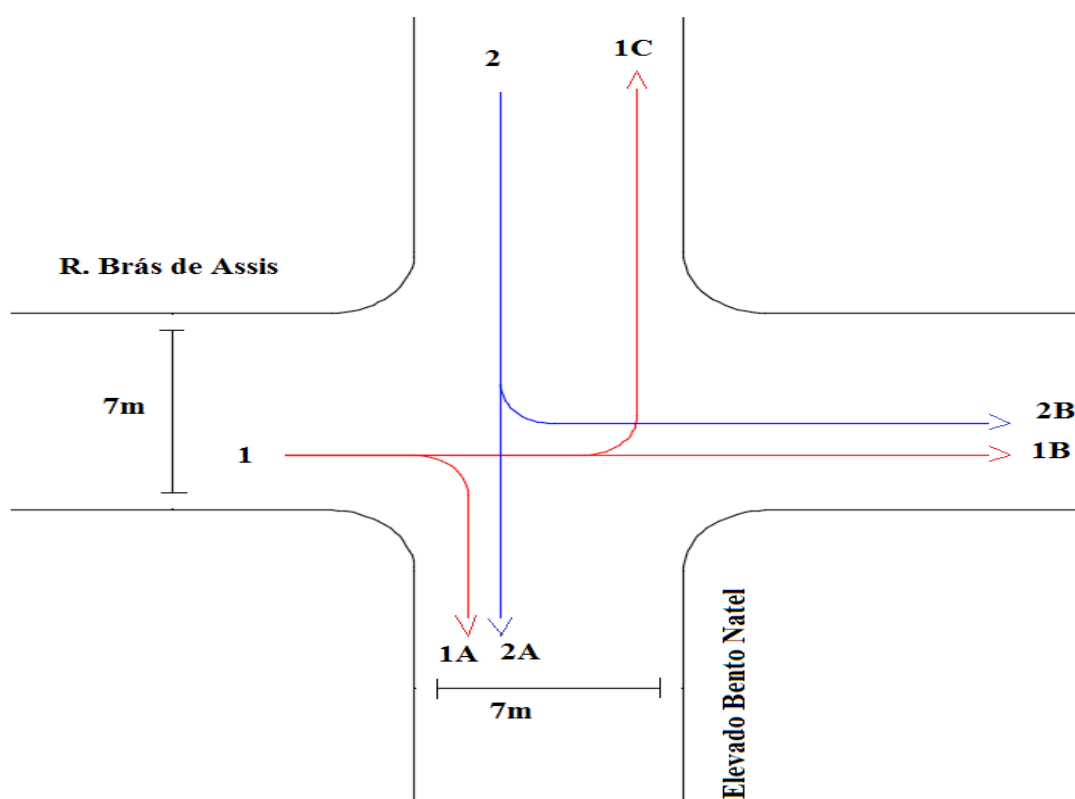


Tabela 9- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 7

Brás de Assis X Elevado Bento Natel							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:45 às 08:45	372	2520	14,7%	30	27
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	454	2520	18,1%	27	24
Noite		17:30 às 18:30	313	2520	12,4%	33	30
Manhã		07:45 às 08:45	306	2520	12,1%	34	30
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	390	2520	15,4%	30	26
Noite		17:45 às 18:45	355	2520	14,1%	31	28

O movimento mais crítico do cruzamento 7 apresenta um grau de saturação de 18,1% e atingirá a sua saturação máxima em 27 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 24 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 16- Cruzamento 8. Av. Vital Brasil x Rua Pinheiro Machado

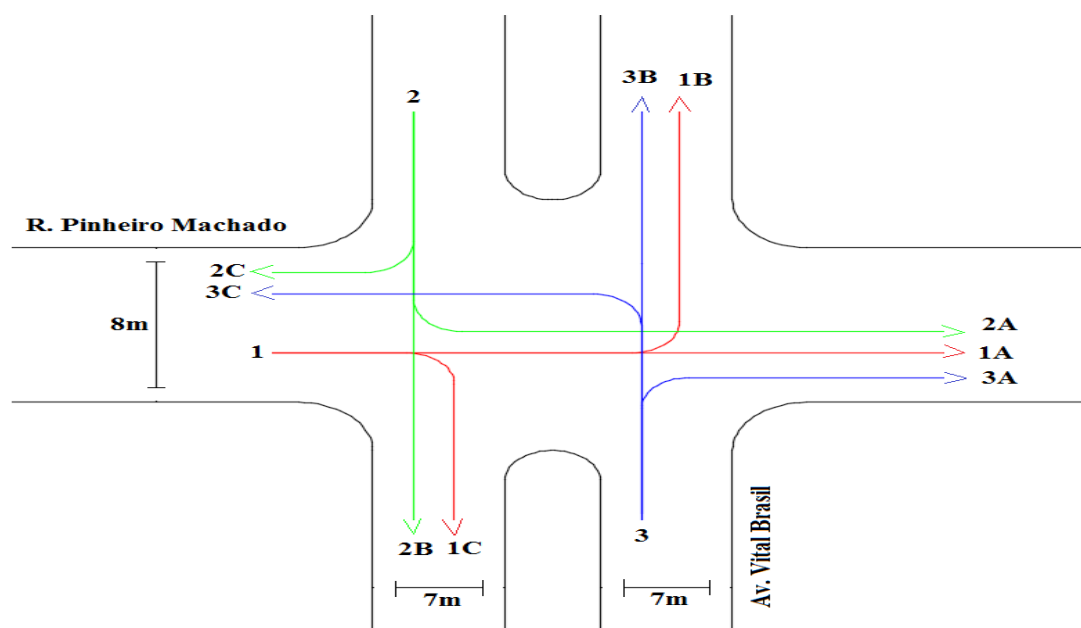


Tabela 10- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 8

Vital Brasil X Pinheiro Machado							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:45 às 08:45	198	3046	6,5%	43	40
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	262	3046	8,6%	39	35
Noite		17:45 às 18:45	275	3046	9,1%	38	35
Manhã		07:45 às 08:45	226	2520	8,9%	38	35
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	430	2520	17,1%	28	25
Noite		17:15 às 18:15	404	2520	16,1%	29	26
Manhã		08:00 às 09:00	259	2520	10,2%	36	33
Tarde	MOV3	11:30 às 12:30	478	2520	18,9%	26	23
Noite		17:15 às 18:15	364	2520	14,4%	31	27

O movimento mais crítico do cruzamento 8 apresenta um grau de saturação de 18,9% e atingirá a sua saturação máxima em 26 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 23 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 18- Cruzamento 10. Av. Floriano Peixoto x Rua Major Matheus x Av. Vital Brasil

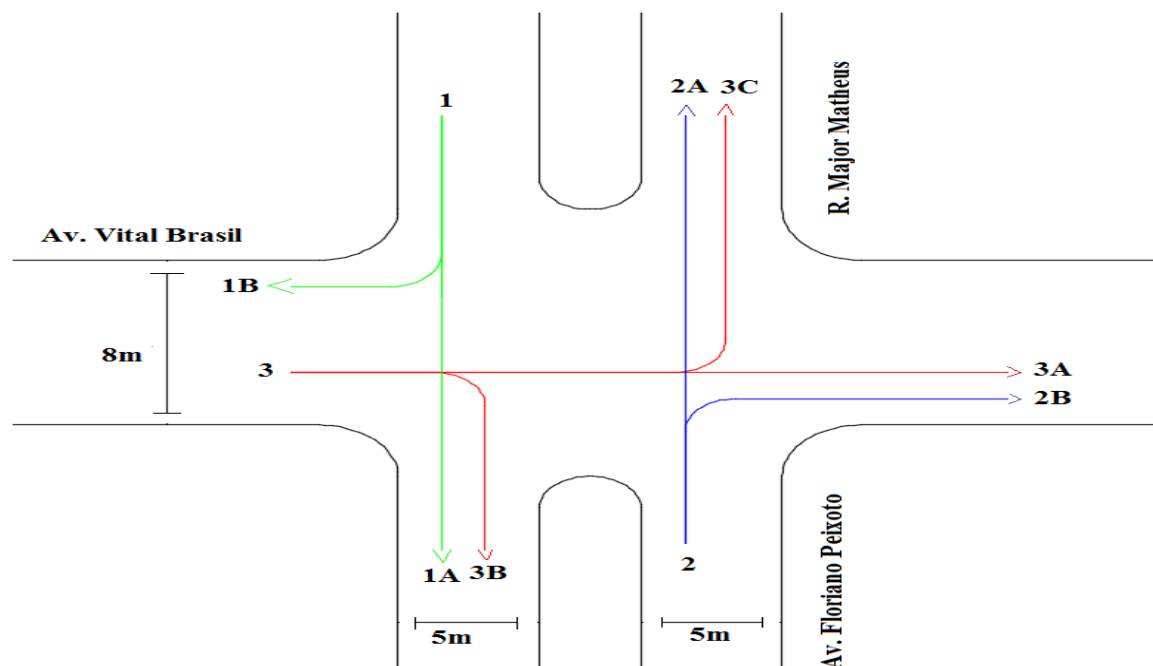


Tabela 12- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 10

Av. Floriano Peixoto X Major Matheus X Av. Vital Brasil							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	1469	2625	55,9%	9	6
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	1401	2625	53,3%	10	6
Noite		17:45 às 18:45	1681	2625	64,1%	7	4
Manhã		08:00 às 09:00	816	2625	31,1%	19	15
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	1383	2625	52,6%	10	7
Noite		17:30 às 18:30	1534	2625	58,4%	9	5
Manhã		07:15 às 08:15	427	4095	10,4%	36	32
Tarde	MOV3	11:15 às 12:15	389	4095	9,4%	37	34
Noite		17:00 às 18:00	464	4095	11,3%	35	31

O movimento mais crítico do cruzamento 10 apresenta um grau de saturação de 58,4% e atingirá a sua saturação máxima em 9 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 5 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 19- Cruzamento 11. Av. Santana x Av. Floriano Peixoto

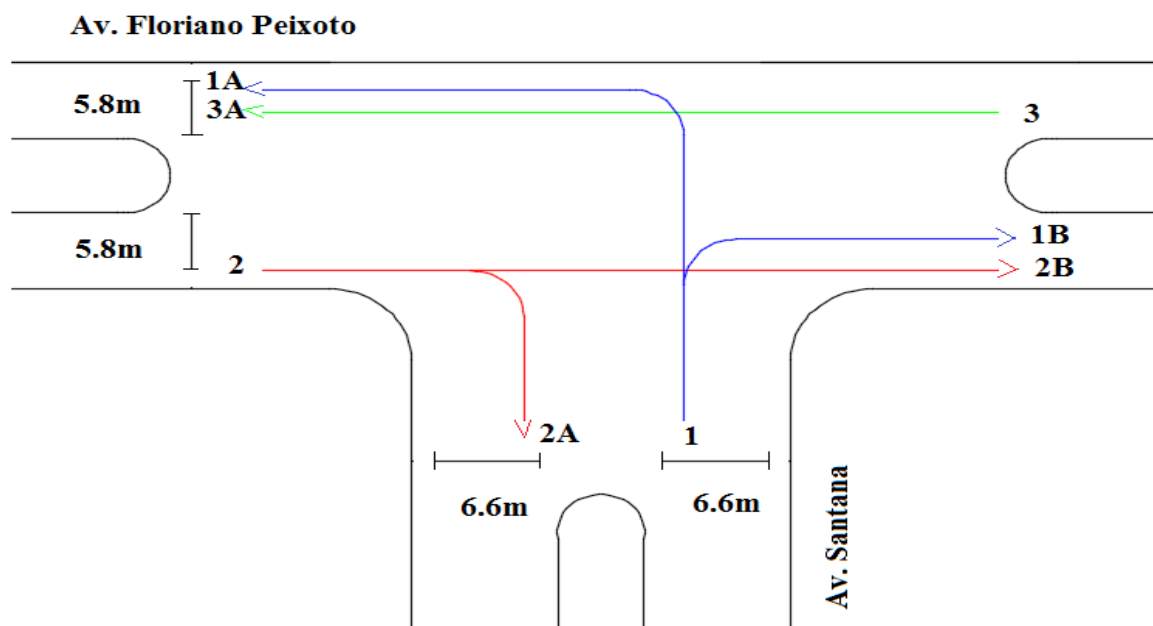


Tabela 13- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 11

Av. Santana X Av. Floriano Peixoto							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	381	3045	12,5%	33	30
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	406	3045	13,3%	32	28
Noite		17:45 às 18:45	392	3045	12,8%	33	29
Manhã		08:00 às 09:00	314	3465	9,1%	38	35
Tarde	MOV2	11:45 às 12:45	492	3465	14,1%	31	27
Noite		17:30 às 18:30	550	3465	15,8%	29	26
Manhã		08:00 às 09:00	256	3465	7,3%	41	38
Tarde	MOV3	12:00 às 13:00	335	3465	9,6%	37	34
Noite		17:45 às 18:45	301	3465	8,6%	39	35

O movimento mais crítico do cruzamento 11 apresenta um grau de saturação de 15,8% e atingirá a sua saturação máxima em 29 anos para efeito de n° de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 26 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 20- Cruzamento 12. Rua Newton Prado x Av. Santana

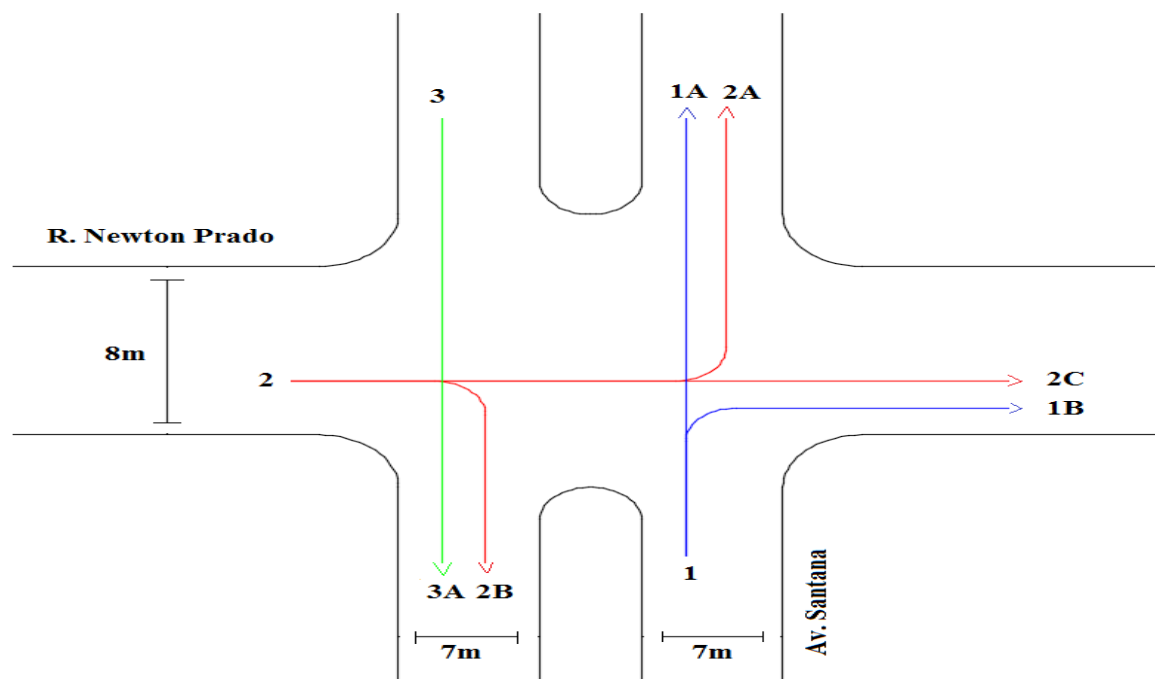


Tabela 14- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 12

Newton Prado X Av. Santana							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:30 às 08:30	284	2310	12,2%	33	30
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	479	2310	20,7%	25	21
Noite		18:00 às 19:00	425	2310	18,3%	27	23
Manhã		07:45 às 08:45	280	3150	8,8%	38	35
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	317	3150	10,1%	37	33
Noite		17:30 às 18:30	312	3150	9,9%	37	33
Manhã		08:00 às 09:00	261	2310	11,2%	40	36
Tarde	MOV3	12:00 às 13:00	337	2310	14,5%	36	32
Noite		17:15 às 18:15	294	2310	12,7%	38	34

O movimento mais crítico do cruzamento 12 apresenta um grau de saturação de 20,7% e atingirá a sua saturação máxima em 25 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 21 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 21- Cruzamento 14. Rua Djalma Dutra x Av. Santana

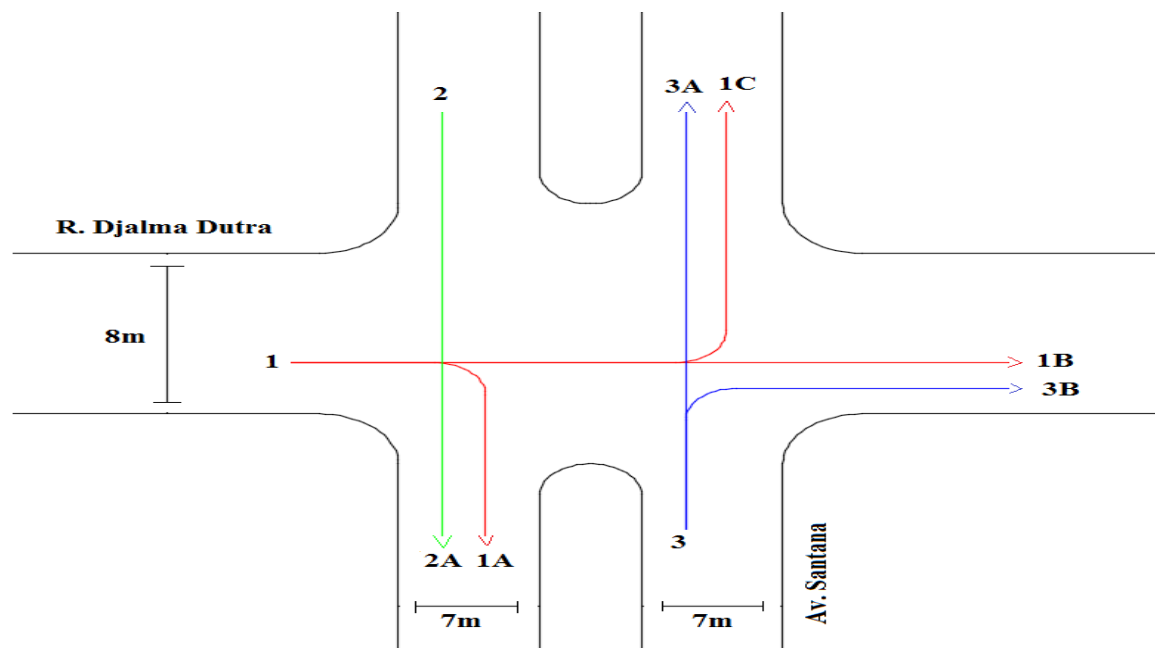


Tabela 15- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 14

Djalma Dutra X Av. Santana							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	222	2310	9,6%	37	34
Tarde	MOV1	11:00 às 12:00	273	2310	11,8%	34	30
Noite		17:30 às 18:30	242	2310	10,4%	36	32
Manhã		07:00 às 08:00	269	2310	11,6%	34	31
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	313	2310	13,5%	32	28
Noite		17:00 às 18:00	312	2310	13,5%	31	28
Manhã		08:00 às 09:00	323	3150	10,2%	36	33
Tarde	MOV3	12:00 às 13:00	221	3150	7,1%	42	39
Noite		17:00 às 18:00	412	3150	13,1%	32	29

O movimento mais crítico do cruzamento 14 apresenta um grau de saturação de 13,5% e atingirá a sua saturação máxima em 32 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 28 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 22- Cruzamento 15. Rua Coronel Fonseca x Av. Santana

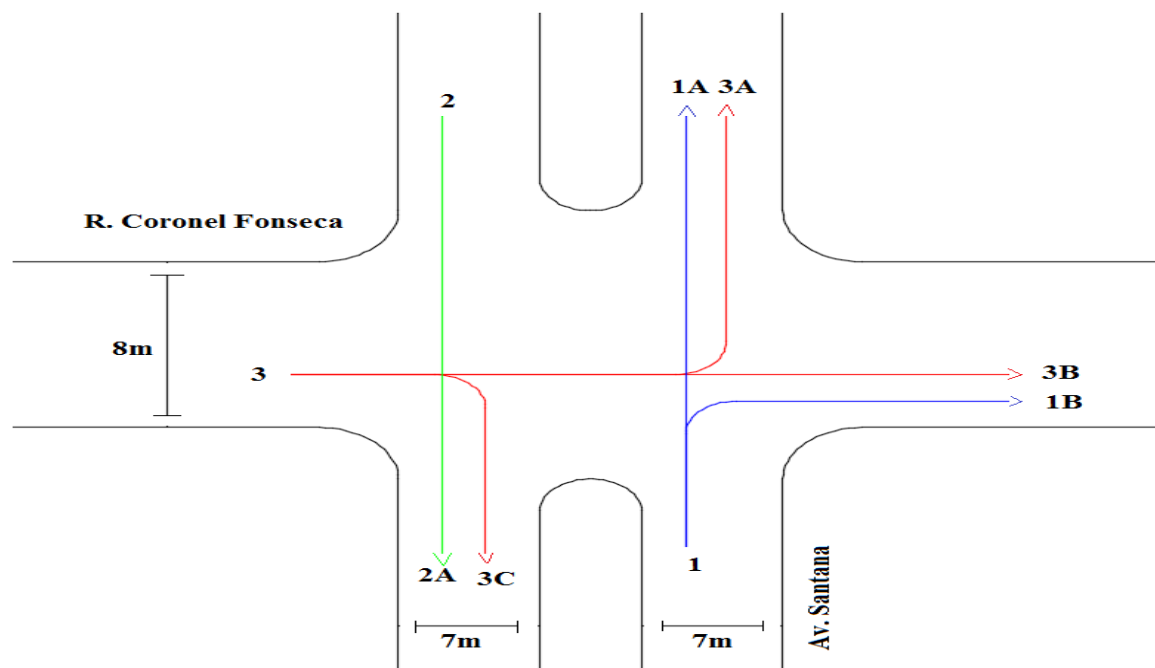


Tabela 16- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 15

Coronel Fonseca X Av. Santana							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	255	2310	11,1%	35	31
Tarde	MOV1	11:00 às 12:00	314	2310	13,5%	32	28
Noite		17:00 às 18:00	391	2310	16,9%	28	25
Manhã		07:45 às 08:45	256	2310	11,1%	35	31
Tarde	MOV2	11:00 às 12:00	301	2310	13,1%	32	29
Noite		17:30 às 18:30	336	2310	14,5%	31	27
Manhã		07:45 às 08:45	282	3150	8,9%	38	35
Tarde	MOV3	11:45 às 12:45	281	3150	8,9%	38	35
Noite		17:45 às 18:45	271	3150	8,6%	39	35

O movimento mais crítico do cruzamento 15 apresenta um grau de saturação de 16,9% e atingirá a sua saturação máxima em 28 anos para efeito de n° de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 25 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 23- Cruzamento 16. Av. Santana X Prefeitura

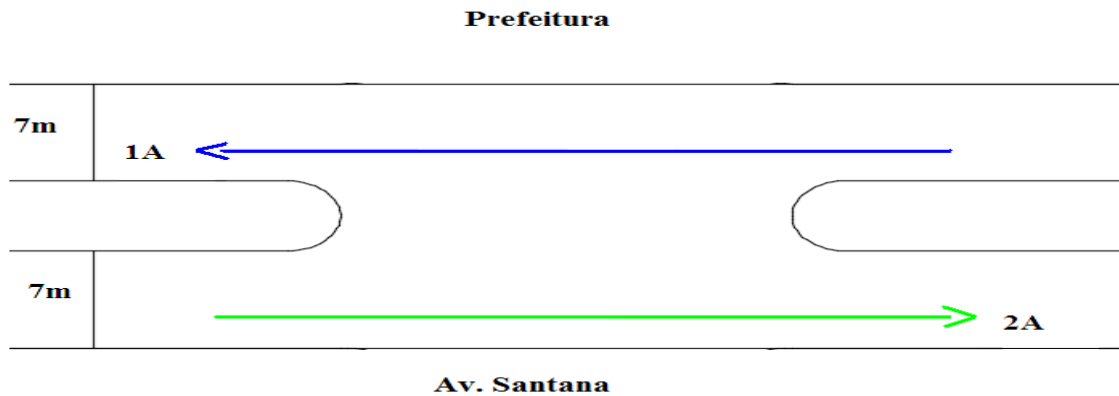


Tabela 17- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 16

Av. Santana X Prefeitura							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	528	3675	14,3%	31	27
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	618	3675	16,8%	28	25
Noite		17:30 às 18:30	495	3675	13,4%	32	28
Manhã		08:00 às 09:00	560	2572,5	21,7%	24	21
Tarde	MOV2	11:00 às 12:00	553	2575,5	21,4%	24	21
Noite		17:45 às 18:45	518	2575,5	20,1%	25	22

O movimento mais crítico do cruzamento 16 apresenta um grau de saturação de 21,7% e atingirá a sua saturação máxima em 24 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 21 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 24- Cruzamento 17. Rua Tiradentes x Av. Floriano Peixoto

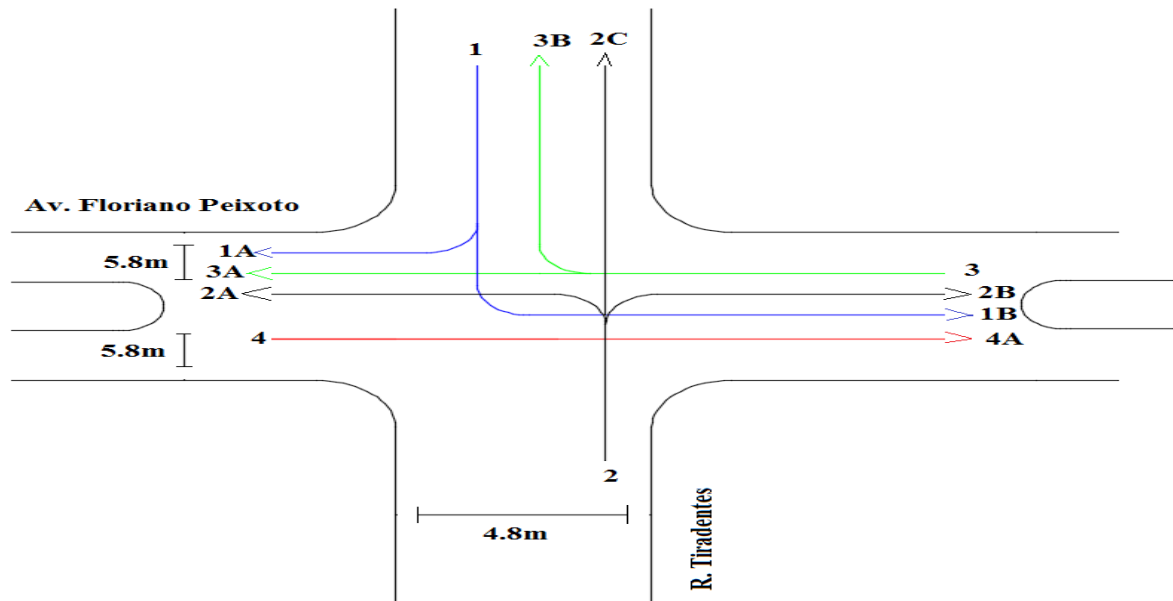


Tabela 18- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 17

Tiradentes X Floriano Peixoto							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	205	1890	10,8%	35	32
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	229	1890	12,1%	34	30
Noite		17:15 às 18:15	236	1890	12,4%	33	30
Manhã		08:00 às 09:00	326	2520	12,9%	33	29
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	399	2520	15,8%	29	26
Noite		17:45 às 18:45	450	2520	17,8%	27	24
Manhã		08:00 às 09:00	280	1890	14,8%	30	27
Tarde	MOV3	12:00 às 13:00	342	1890	18,1%	27	24
Noite		17:45 às 18:45	350	1890	18,5%	27	23
Manhã		07:45 às 08:45	205	1890	10,8%	35	32
Tarde	MOV4	12:00 às 13:00	273	1890	14,4%	31	27
Noite		17:45 às 18:45	278	1890	14,7%	30	27

O movimento mais crítico do cruzamento 17 apresenta um grau de saturação de 18,5% e atingirá a sua saturação máxima em 27 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 23 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 25- Cruzamento 18. Av. Floriano Peixoto X Jaú Serve

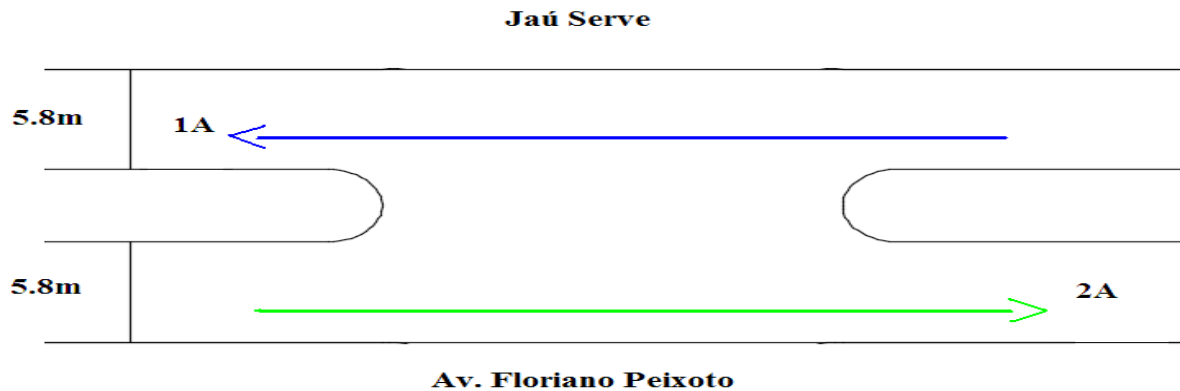


Tabela 19- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 18

Florianópolis X Jaú Serve							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	448	1890	23,7%	23	19
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	514	1890	27,1%	21	17
Noite		17:30 às 18:30	485	1890	25,6%	22	18
Manhã		08:00 às 09:00	436	1890	23,1%	23	20
Tarde	MOV2	11:45 às 12:45	460	1890	24,3%	22	19
Noite		17:30 às 18:30	463	1890	24,4%	22	19

O movimento mais crítico do cruzamento 18 apresenta um grau de saturação de 27,1% e atingirá a sua saturação máxima em 21 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 27 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 26- Cruzamento 19. Rua João Passos x Rua Djalma Dutra

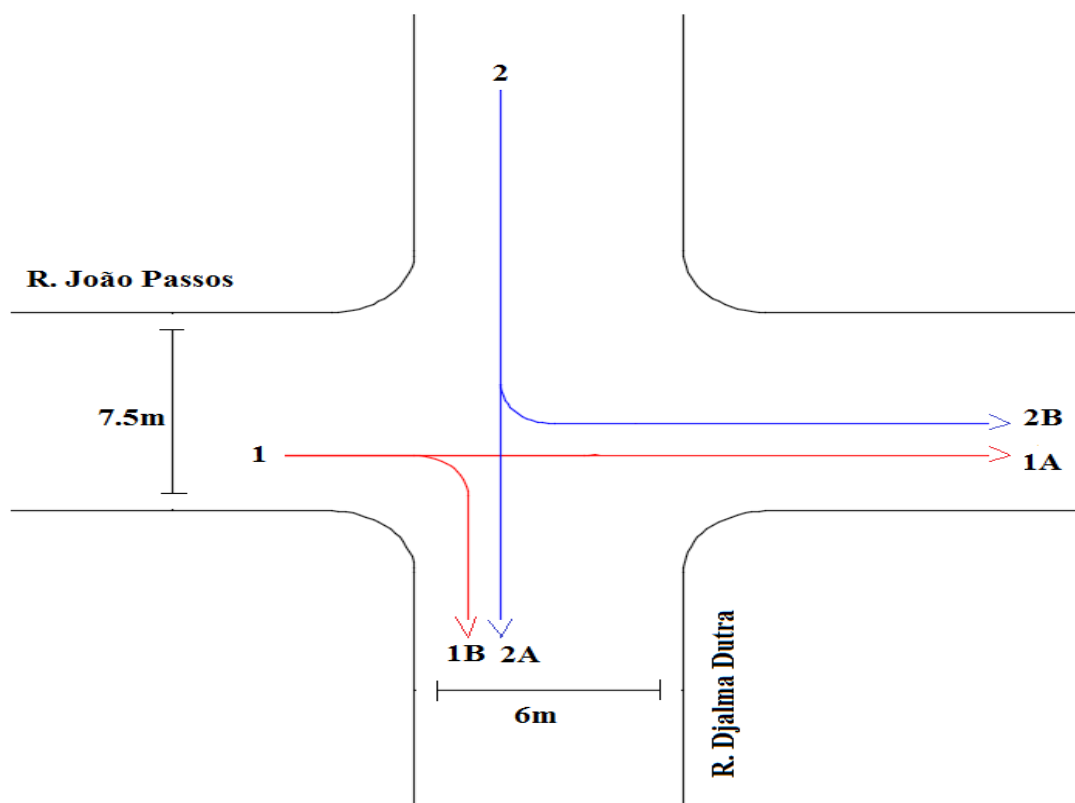


Tabela 20- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 19

João Passos X Djalma Dutra							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	499	1995	25,1%	22	18
Tarde	MOV1	11:00 às 12:00	571	1995	28,6%	20	16
Noite		17:30 às 18:30	677	1995	33,9%	17	14
Manhã		07:45 às 08:45	488	2782,5	17,5%	28	23
Tarde	MOV2	11:00 às 12:00	536	2782,5	19,2%	26	21
Noite		17:15 às 18:15	610	2782,5	21,9%	24	19

O movimento mais crítico do cruzamento 19 apresenta um grau de saturação de 33,9% e atingirá a sua saturação máxima em 17 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 14 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 27- Cruzamento 20. Rua Siqueira Campos x Rua Curuzu

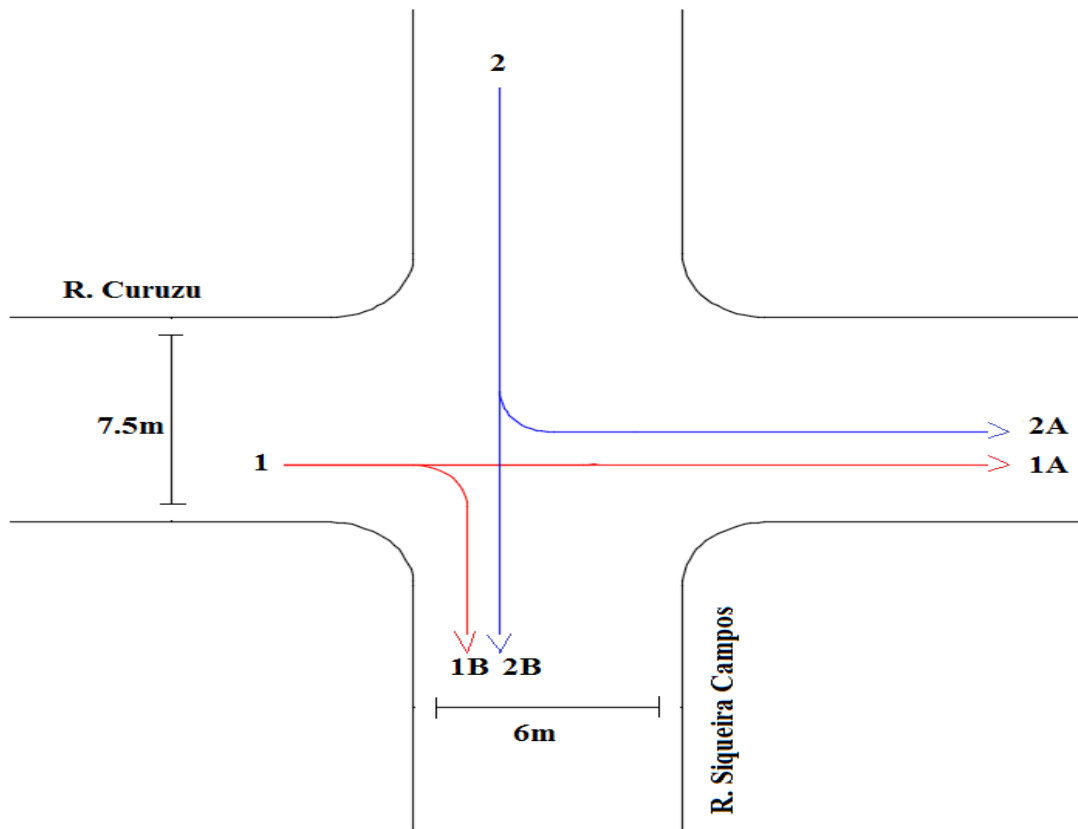


Tabela 21- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 20

Siqueira Campos X Curuzu							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:00 às 08:00	625	2782,5	22,4%	24	19
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	978	2782,5	35,1%	17	12
Noite		17:30 às 18:30	606	2782,5	21,7%	24	19
Manhã		07:15 às 08:15	125	1995	6,2%	44	41
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	228	1995	11,4%	34	31
Noite		17:00 às 18:00	125	1995	6,2%	44	41

O movimento mais crítico do cruzamento 20 apresenta um grau de saturação de 35,1% e atingirá a sua saturação máxima em 17 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 12 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 28- Cruzamento 21. Rua João Passos x Rua Moraes Barros

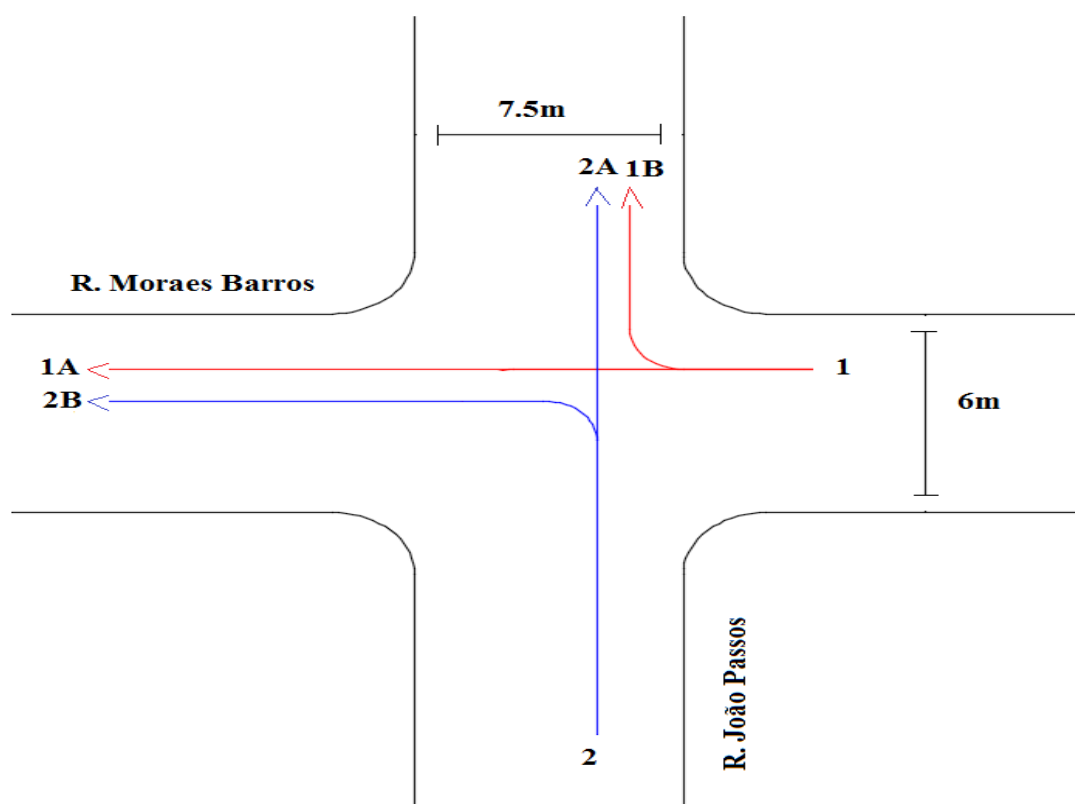


Tabela 22- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 21

João Passos X Moraes Barros							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	828	1995	41,5%	14	10
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	881	1995	44,1%	13	9
Noite		17:15 às 18:15	959	1995	48,1%	12	8
Manhã		07:30 às 08:30	316	2782,5	11,3%	35	30
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	418	2782,5	15,1%	30	25
Noite		17:30 às 18:30	437	2782,5	15,7%	29	25

O movimento mais crítico do cruzamento 21 apresenta um grau de saturação de 48,1% e atingirá a sua saturação máxima em 12 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 8 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 29- Cruzamento 22. Rua Marechal Deodoro x Rua Moraes Barros

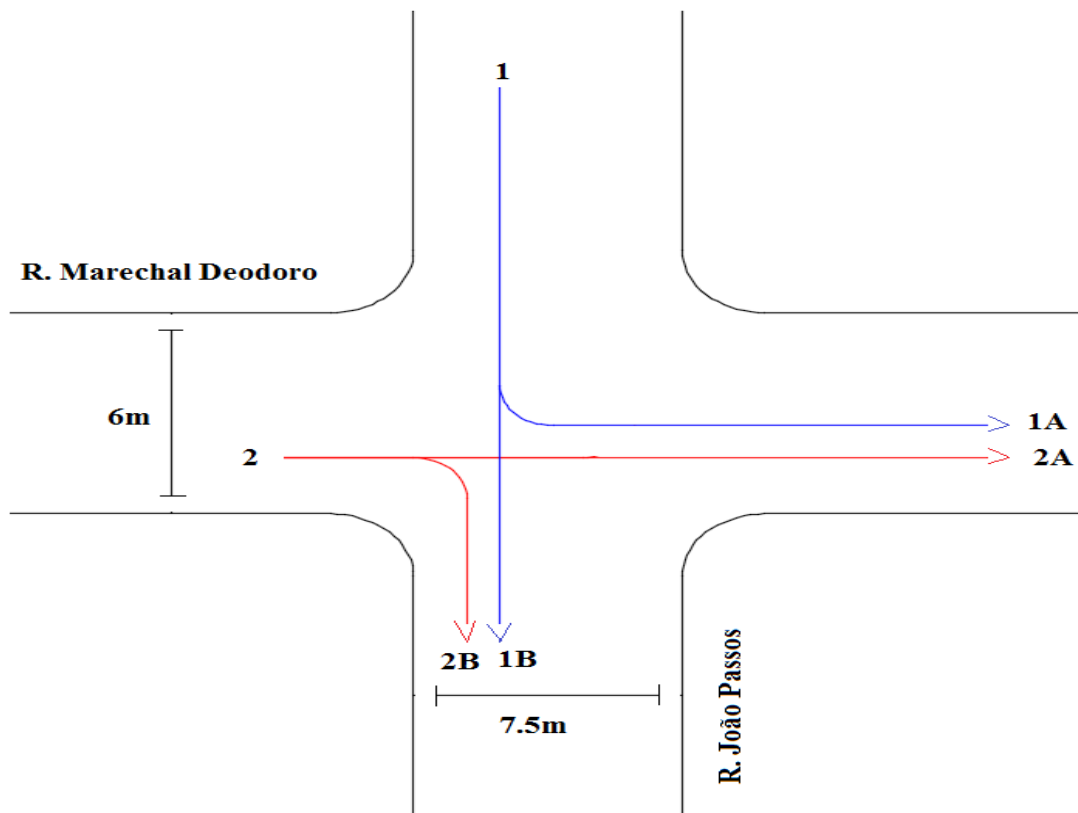


Tabela 23- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 22

Marechal Deodoro X João Passos							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:00 às 08:00	363	2782,5	13,1%	32	28
Tarde	MOV1	11:15 às 12:15	701	2782,5	25,1%	22	17
Noite		17:15 às 18:15	651	2782,5	23,3%	23	18
Manhã		07:30 às 08:30	177	1995	8,8%	39	35
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	205	1995	10,2%	36	33
Noite		17:00 às 18:00	201	1995	10,1%	36	33

O movimento mais crítico do cruzamento 22 apresenta um grau de saturação de 25,1% e atingirá a sua saturação máxima em 22 anos para efeito de n° de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 17 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 30- Cruzamento 23. Rua Major Leônidas Cardoso x Av. Dom Lúcio

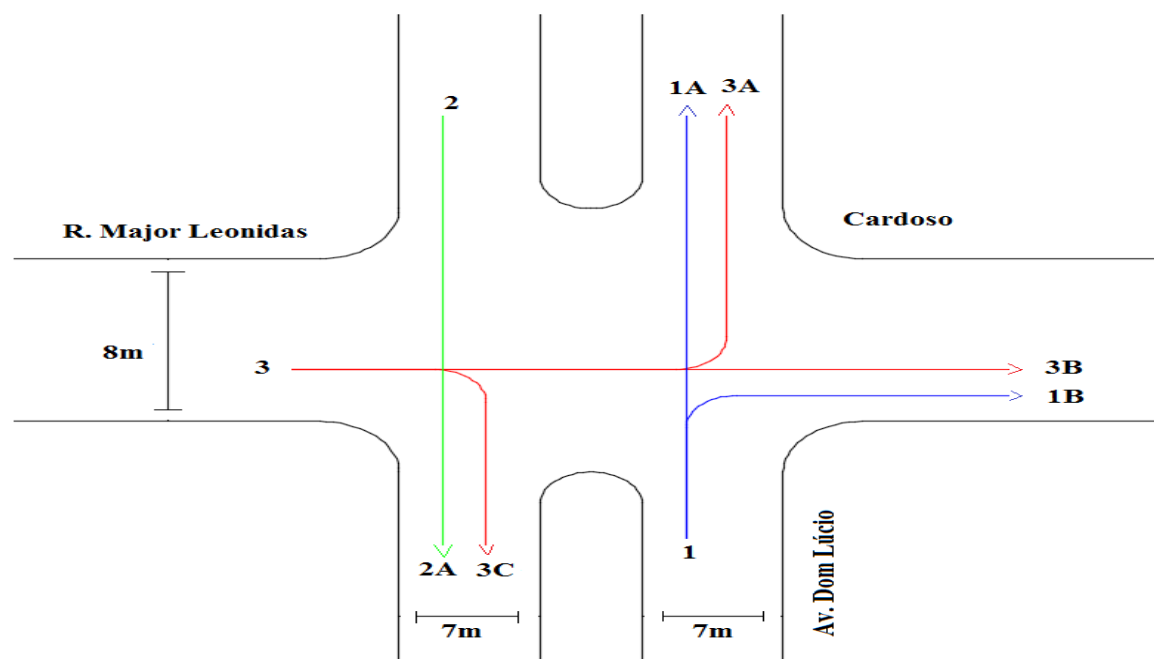


Tabela 24- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 23

Major Leonidas Cardoso X AV. Dom Lúcio							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:30 às 08:30	289	2310	12,5%	33	30
Tarde	MOV1	11:00 às 12:00	410	2310	17,7%	27	24
Noite		17:00 às 18:00	498	2310	21,5%	24	21
Manhã		07:00 às 08:00	272	2310	11,7%	34	30
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	406	2310	17,5%	28	24
Noite		17:00 às 18:00	333	2310	14,4%	31	27
Manhã		08:00 às 09:00	367	3150	11,6%	34	31
Tarde	MOV3	11:00 às 12:00	440	3150	13,9%	31	28
Noite		17:15 às 18:15	336	3150	10,6%	36	32

O movimento mais crítico do cruzamento 23 apresenta um grau de saturação de 21,5% e atingirá a sua saturação máxima em 24 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 21 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 31- Cruzamento 24. Rua: Quintino Bocaiúva x Rua General Telles

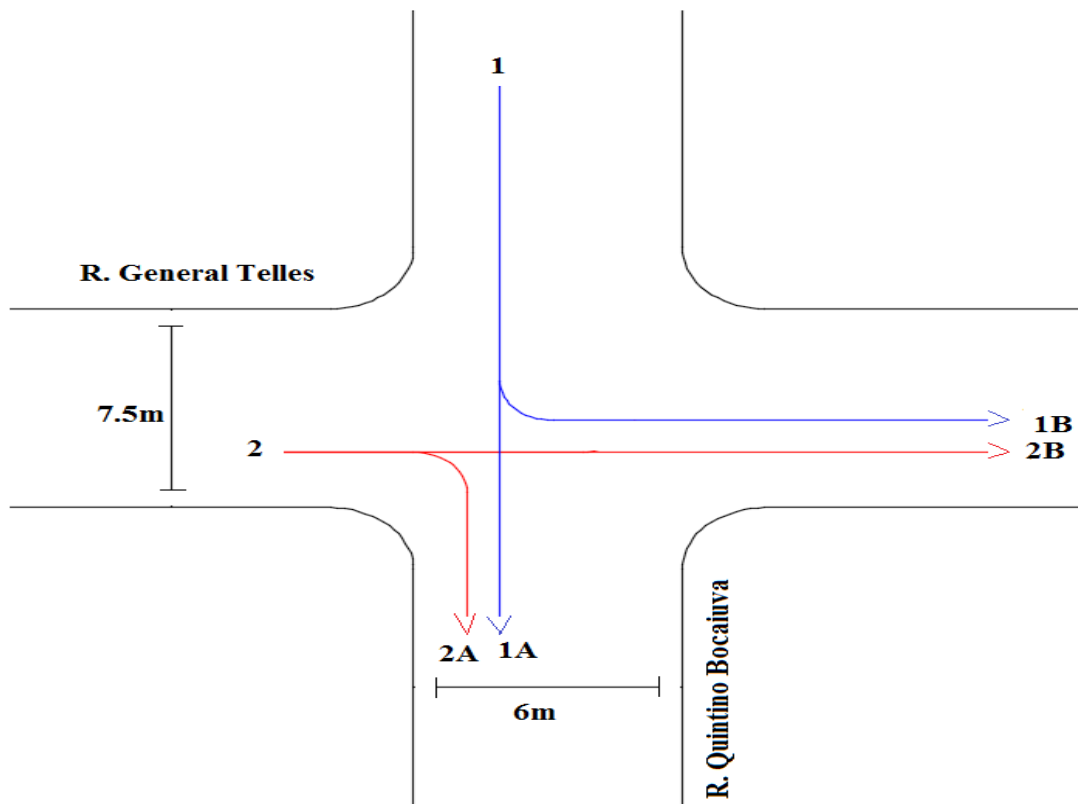


Tabela 25- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 24

Quintino Bocaiuva X General Telles							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:45 às 08:45	498	1470	33,8%	17	14
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	649	1470	44,1%	13	9
Noite		17:30 às 18:30	439	1470	29,8%	19	16
Manhã		07:45 às 08:45	123	1995	6,1%	44	41
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	259	1995	12,9%	32	29
Noite		17:45 às 18:45	158	1995	7,9%	40	37

O movimento mais crítico do cruzamento 24 apresenta um grau de saturação de 44,1% e atingirá a sua saturação máxima em 13 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 9 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 32- Cruzamento 25. Rua Costa Leite x Rua Visconde do Rio Branco

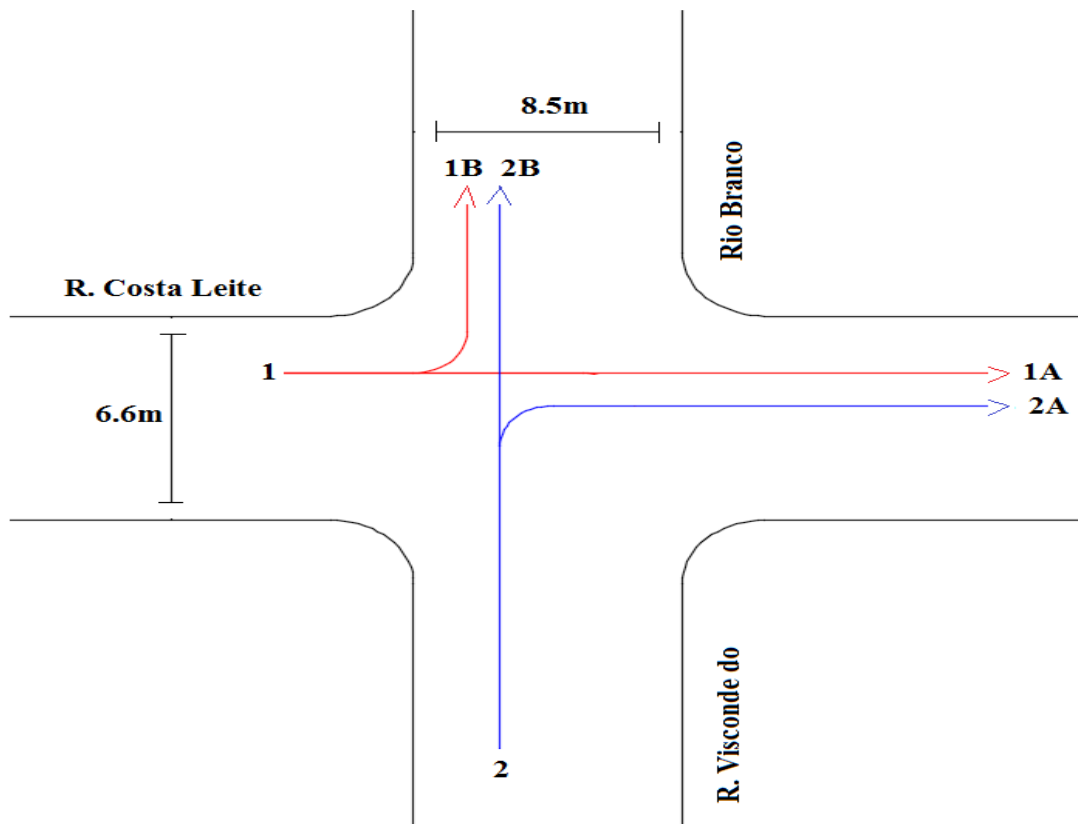


Tabela 26- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 25

Costa Leite X Visconde do Rio Branco							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	276	2310	11,9%	34	30
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	277	2310	11,9%	34	30
Noite		17:15 às 18:15	269	2310	11,6%	34	31
Manhã		08:00 às 09:00	197	1995	9,8%	37	33
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	280	1995	14,1%	31	28
Noite		17:00 às 18:00	248	1995	12,4%	33	30

O movimento mais crítico do cruzamento 25 apresenta um grau de saturação de 14,1% e atingirá a sua saturação máxima em 31 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 28 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 33- Cruzamento 26. Rua Costa Leite x Rua Campos Salles

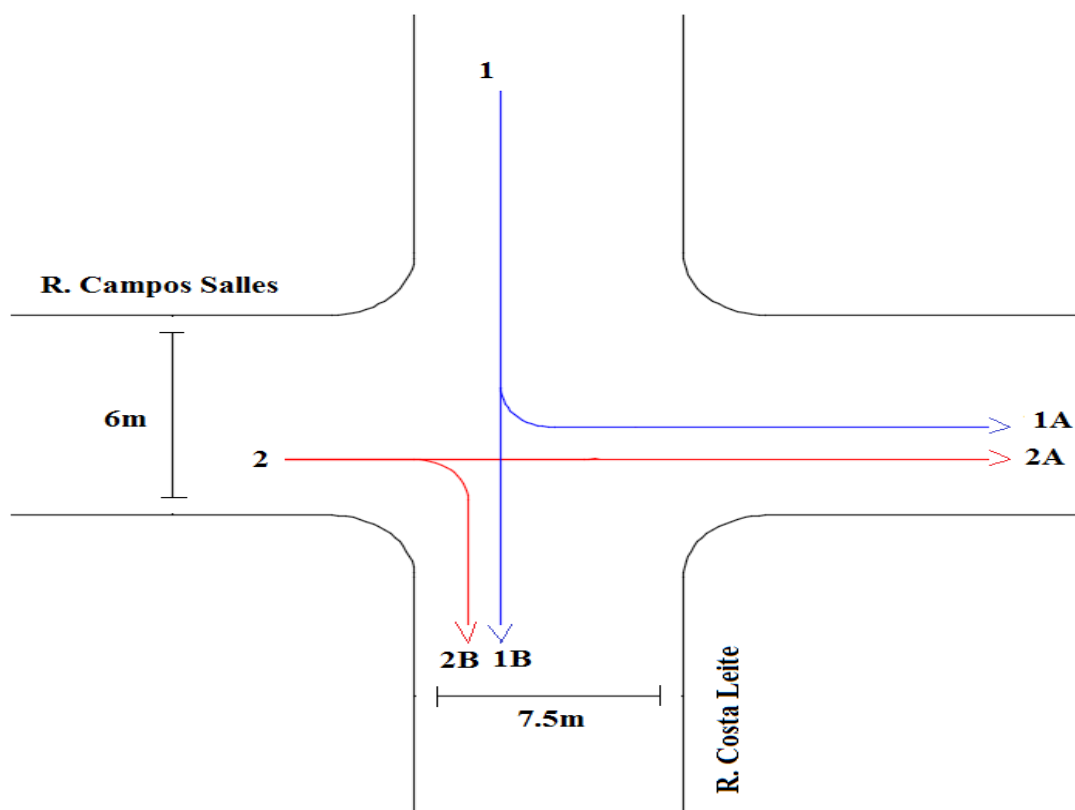


Tabela 27- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 26

Costa Leite X Campos Salles							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:30 às 08:30	244	1995	12,2%	33	30
Tarde	MOV1	11:30 às 12:30	194	1995	9,7%	37	34
Noite		17:45 às 18:45	286	1995	14,3%	31	27
Manhã		07:00 às 08:30	164	2310	7,1%	42	39
Tarde	MOV2	12:00 às 13:00	227	2310	9,8%	37	33
Noite		17:15 às 18:15	237	2310	10,2%	36	33

O movimento mais crítico do cruzamento 26 apresenta um grau de saturação de 14,3% e atingirá a sua saturação máxima em 31 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 27 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 34- Cruzamento 27. Av. Dom Lúcio x Rua Visconde do Rio Branco

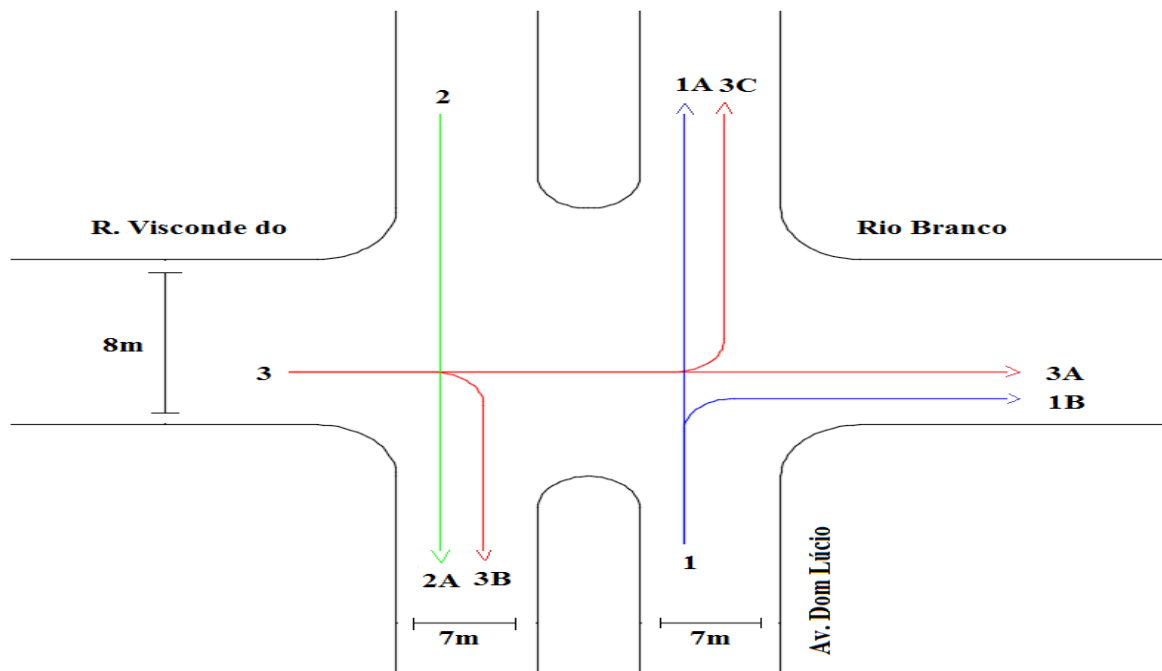


Tabela 28- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 27

Av. Dom Lúcio X Visconde do Rio Branco							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:30 às 08:30	479	3150	15,2%	30	26
Tarde	MOV1	11:45 às 12:45	633	3150	20,1%	26	22
Noite		17:00 às 18:00	651	3150	20,6%	25	22
Manhã		08:00 às 09:00	448	3150	14,2%	31	27
Tarde	MOV2	11:00 às 12:00	606	3150	19,2%	26	23
Noite		17:00 às 18:00	653	3150	20,7%	25	21
Manhã		07:30 às 08:30	453	2310	19,6%	26	22
Tarde	MOV3	11:00 às 12:00	782	2310	33,8%	17	14
Noite		17:00 às 18:00	610	2310	26,4%	21	18

O movimento mais crítico do cruzamento 27 apresenta um grau de saturação de 33,8% e atingirá a sua saturação máxima em 17 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 14 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 35- Cruzamento 28. Rua Campos Salles x Av. Dom Lúcio

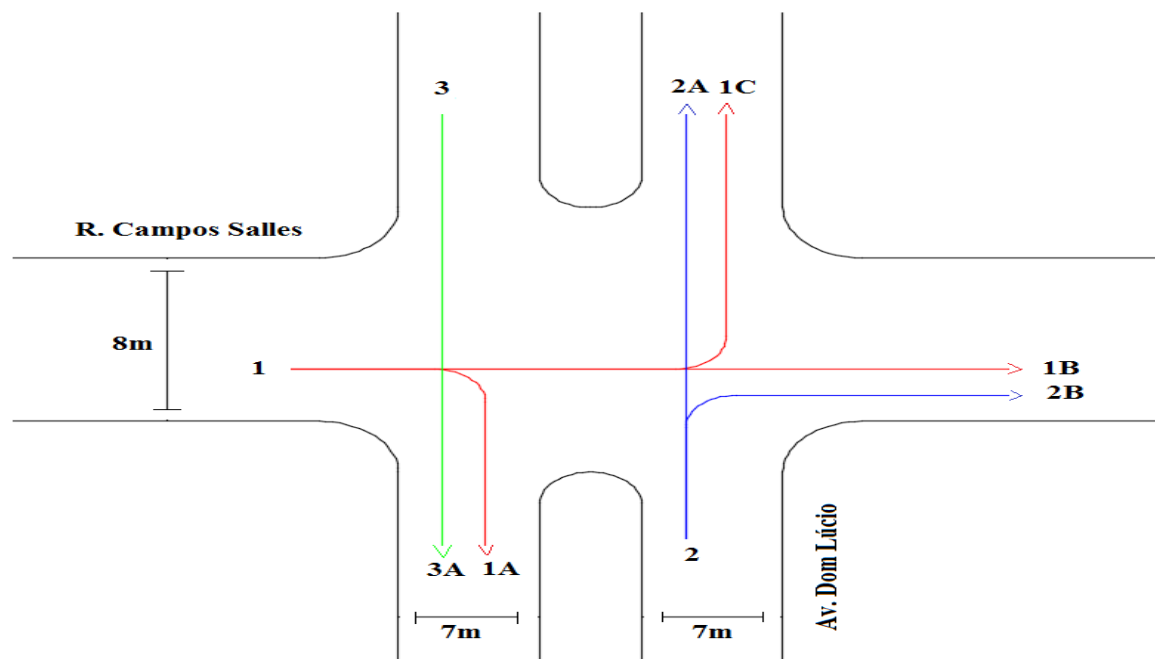


Tabela 29- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 28

Campos Salles X Av. Dom Lúcio							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	267	3150	8,4%	39	36
Tarde	MOV1	12:00 às 13:00	301	3150	9,5%	37	34
Noite		17:15 às 18:15	334	3150	10,6%	36	32
Manhã		08:00 às 09:00	314	2310	13,5%	32	28
Tarde	MOV2	11:30 às 12:30	306	2310	13,2%	32	29
Noite		17:00 às 18:00	332	2310	14,3%	31	27
Manhã		07:00 às 08:00	244	2310	10,5%	36	32
Tarde	MOV3	11:45 às 12:45	256	2310	11,1%	35	31
Noite		18:00 às 19:00	245	2310	10,6%	36	32

O movimento mais crítico do cruzamento 28 apresenta um grau de saturação de 14,3% e atingirá a sua saturação máxima em 31 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 27 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 36- Cruzamento 29. Rua Visconde do Rio Branco x Rua João Passos

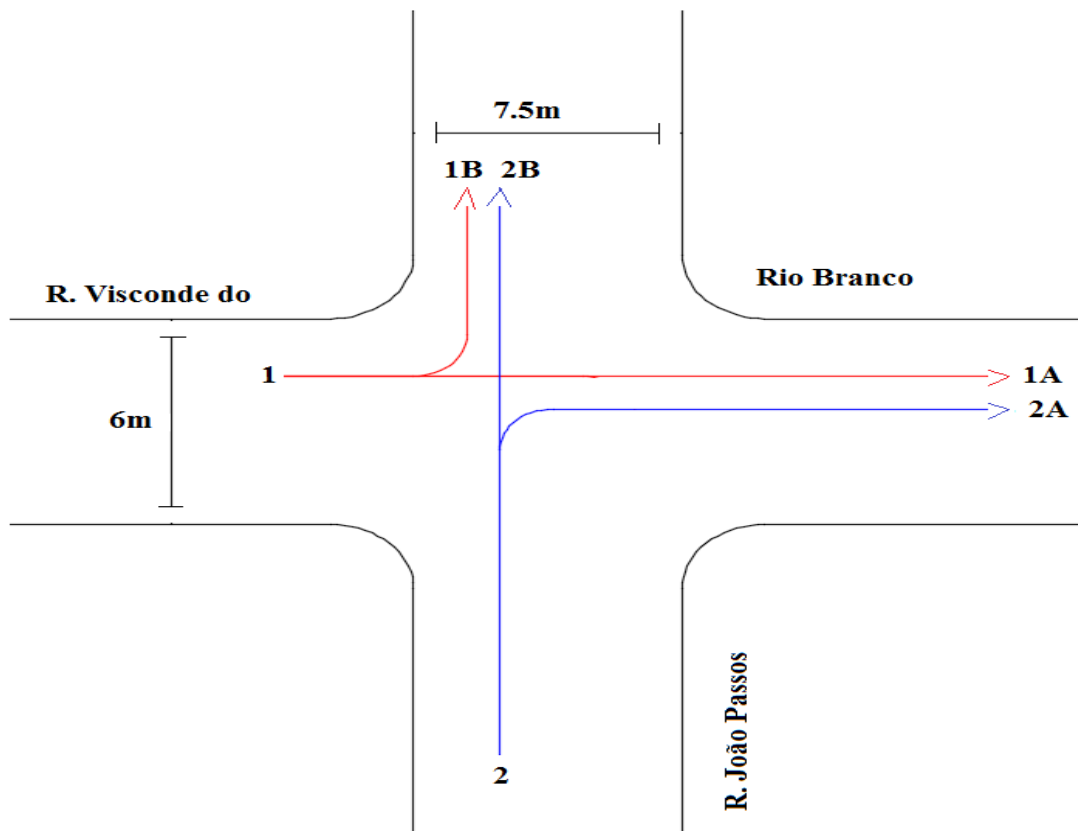


Tabela 30- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 29

Visconde do Rio Branco X João Passos							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		07:30 às 08:30	255	1995	12,7%	33	29
Tarde	MOV2	11:00 às 12:00	652	1995	32,6%	18	14
Noite		17:00 às 18:00	789	1995	39,5%	15	11
Manhã		08:00 às 09:00	527	2782,5	18,9%	26	22
Tarde	MOV3	11:30 às 12:30	81	2782,5	2,9%	56	51
Noite		17:00 às 18:00	170	2782,5	9,1%	44	40

O movimento mais crítico do cruzamento 29 apresenta um grau de saturação de 39,5% e atingirá a sua saturação máxima em 15 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 11 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

Figura 37- Cruzamento 30. Rua Gal Júlio Marcondes Salgado x Av. Dom Lúcio

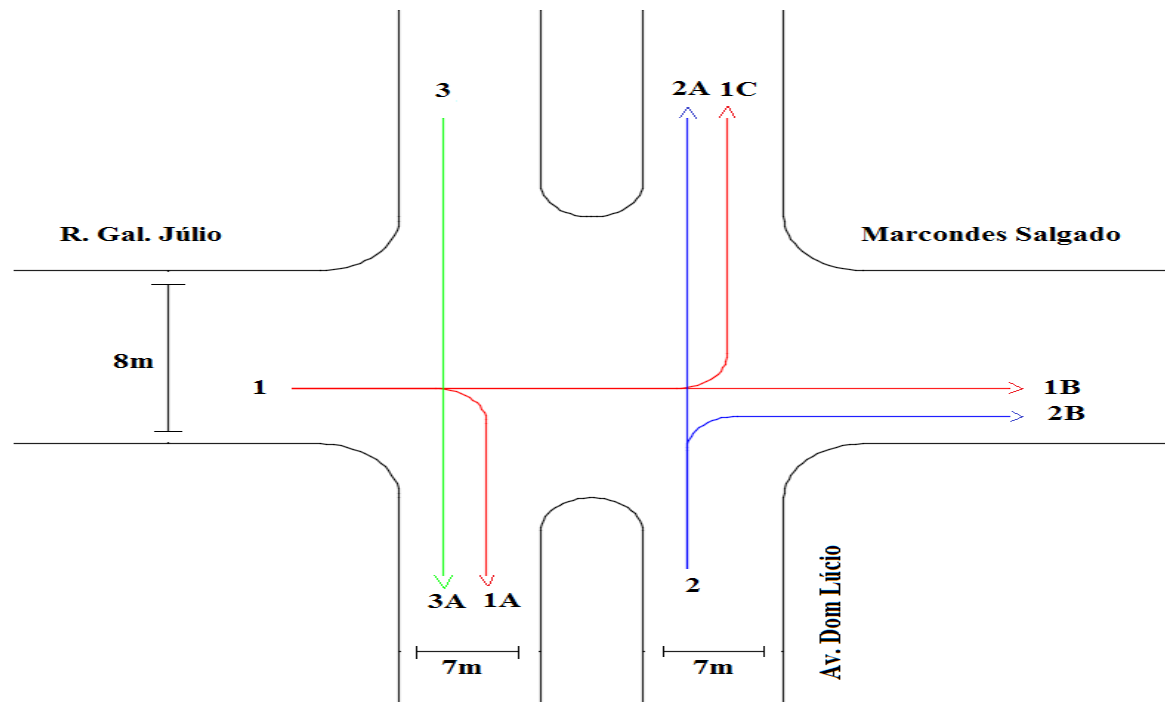


Tabela 31- Valores obtidos para o fluxo de veículos do cruzamento 29

Gal Marcondes Salgado X Av. Dom Lúcio							
Período	Movimento	Hora pico	Veículos/Hora	Saturação máxima com 100% da capacidade em veic/h	Saturação Atual	Previsão para atingir a saturação máxima em anos	Saturação com 80% da capacidade em anos
Manhã		08:00 às 09:00	306	1995	15,3%	30	26
Tarde	MOV1	11:00 às 12:00	372	1995	18,6%	27	23
Noite		17:45 às 18:45	256	1995	12,8%	33	29
Manhã		08:00 às 09:00	315	2310	13,6%	32	28
Tarde	MOV2	11:15 às 12:15	339	2310	14,6%	31	27
Noite		18:00 às 19:00	327	2310	14,1%	31	28
Manhã		08:00 às 09:00	223	2310	9,6%	37	34
Tarde	MOV3	11:00 às 12:00	236	2310	10,2%	36	33
Noite		17:00 às 18:00	220	2310	9,5%	37	34

O movimento mais crítico do cruzamento 30 apresenta um grau de saturação de 18,6% e atingirá a sua saturação máxima em 27 anos para efeito de nº de veículos, no entanto o índice de saturação máximo para cruzamentos semaforizados é de 80% da capacidade máxima da via, portanto o cruzamento estará saturado em 23 anos, lembrando-se que outros fatores também impactam no índice de saturação além do volume de veículos.

No entanto algumas vias apesar de apresentarem uma situação de longevidade, na prática devido a problemas de declividade, pavimento, conservação, comportamento dos motoristas já se encontram próximas á situação crítica e deveriam ser estudados imediatamente pelo poder público. A tabela 32 demonstra os cruzamentos mais críticos.

Tabela 32- Ranking dos cruzamentos em grau de saturação.

Número do cruzamento	Cruzamentos	Saturação Atual	Saturação com 80% da capacidade em anos
10	Av. Floriano Peixoto X Rua: Major Matheus X Av. Vital Brasil	64,1%	4
4	Rua: Major Matheus X Rua: Floriano Simões	51,1%	7
21	Rua: João Passos X Rua: Moraes Barros	48,1%	8
6	Rua: Major Matheus X Rua: Galvão Severino	46,6%	9
24	Rua: Quintino Bocaiuva X Rua: General Telles	44,1%	9
29	Rua: Visconde do Rio Branco X Rua: João Passos	39,5%	11
20	Rua: Siqueira Campos X Rua: Curuzu	35,1%	12
19	Rua: João Passos X Rua: Djalma Dutra	33,9%	14
27	Av. Dom Lúcio X Rua: Visconde do Rio Branco	33,8%	14
5	Rua: Brás de Assis X Rua: Tenete João Francisco	27,4%	17
18	Av: Floriano Peixoto X Jaú Serve	27,1%	17
22	Rua: Marechal Deodoro X Rua: João Passos	25,1%	17
2	Rua: Lincon Vaz X Rua: Villas Boas	22,1%	20
16	Av. Santana X Prefeitura	21,7%	21
23	Rua: Major Leonidas Cardoso X Av. Dom Lúcio	21,5%	21
12	Rua: Newton Prado X Av. Santana	20,7%	21
8	Av. Vital Brasil X Pinheiro Machado	18,9%	23
30	Rua: Gal Marcondes Salgado X Av. Dom Lúcio	18,6%	23
17	Rua: Tiradentes X Av. Floriano Peixoto	18,5%	23
7	Rua: Brás de Assis X Elevado Bento Natel	18,1%	24
3	Av. Leonardo Villas Boas X Rua: Major Matheus	17,5%	24
1	Rua: Virgilio Bartoli X Av. Leonardo Villas Boas	17,2%	24
15	Rua: Coronel Fonseca X Av. Santana	16,9%	25
9	Rua: Gabriel Ragi Zacharias X Av. Vital Brasil	16,5%	25
11	Av. Santana X Rua: Floriano Peixoto	15,8%	26
26	Rua: Costa Leite X Rua: Campos Salles	14,3%	27
28	Rua: Campos Salles X Av. Dom Lúcio	14,3%	27
25	Rua: Costa Leite X Rua: Visconde do Rio Branco	14,1%	28
14	Rua: Djalma Dutra X Av. Santana	13,5%	28

Dos 29 cruzamentos analisados 93,1% apresentam um índice de saturação inferior a 50% o que, em média, significa que estes começarão a atingir o seu índice de saturação máximo em 8 anos.

Para efeito de cruzamentos semaforizados o equipamento perde sua eficiência operacional quando a saturação atinge 80% do valor máximo possível. No entanto existem outros fatores que impactam no índice de saturação e não foram considerados nesse estudo por serem difíceis de serem mensurados como conformação e declividade da via características do pavimento e comportamento do motorista.

5 CONCLUSÃO

A mobilidade urbana é uma das questões mais importantes quando se fala de qualidade de vida no transporte pois representa o deslocamento de todas as pessoas para realizar atividades do cotidiano. Independente de como ela esta inserida na mobilidade, seja ela pedestre, motorista, ciclista e usuário de transporte público, mesmo assim a mobilidade continua influenciando seu modo de vida. Além disso o crescimento das cidades vem, com o tempo, ficando mais complexos devido ao aumento da frota e a demografia urbana também sofre influencia de fatores sociais como idade, renda, deficiência física dentre outros.

Com base na análise estatística do modelo de regressão proposto para a estimativa do fluxo de saturação, sob as condições do tráfego de Botucatu, pode concluir que trata-se de um modelo representativo. Isto é, o modelo poderá ser utilizado pelo órgão responsável pelo gerenciamento de trânsito na cidade como ferramenta para a realização de estudos voltados ao controle do tráfego com o uso de semáforos, quando não for possível a medição do fluxo de saturação *in loco*, no entanto, é importante ressaltar que futuros trabalhos podem e devem ser realizados no sentido de aprimorar o modelo aqui apresentado.

Conclui-se com o presente trabalho que, com base no crescimento anual da frota na cidade de Botucatu, em pelo menos 4 anos terá de ser dada devida atenção a saturação das vias semaforizadas, em seguida as demais interseções. Dos 29 cruzamentos analisados dois ultrapassam os 50% de sua capacidade e outros três estão no limiar dos 50% de sua saturação. Em um campo geral os demais cruzamentos, embora no futuro necessitarão de atenção, se encontram atendendo suas capacidades, pois a análise foi feita apenas sob o ponto de vista do fluxo de veículos.

Cabe salientar que outros fatores também influenciam a capacidade da via, podendo levá-la à saturação mais rapidamente.

REFERÊNCIAS

BONETTI, W. J– **Utilização e Parametrização de Semáforos Atuados pelo Tráfego** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/.../uso_e_parametrizacao_de_semaforos_>. Acesso em: 10 set.2014.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego. - Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).

1. **Engenharia de tráfego – Manuais**. I. Série. II. Título. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf> Acesso em: 07 nov.2014.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CONTROLE SEMAFÓRICO. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?client=opera&q=CARACTER%C3%8DSTICAS+GERAIS+DO+CONTROLE+SEMAF%C3%93RICO&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>>. Acesso em: 02 set.2014.

CET – COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DE SÃO PAULO (1983). **Manual de Sinalização Urbana**. 11 volumes. Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br>>. Acesso em: 20 ago. 2014

CET – **Companhia de Engenharia de Tráfego. Manual de Sinalização Semafórica – Critérios de Programação**. São Paulo: CET, 2001. Disponível em: <www.cetsp.com.br/media/72412/nt216.pdf>. Acesso em: 08/09/2014.

COSTA, J. M. S. P. **Contribuição à comparação de meios para transporte urbano**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área de Concentração: Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP. 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-25022002-105448/pt-br.php>>. Acesso em: 05 set. 2014.

COSTA, B. C.; ALMEIDA, P. E. M.; CARRANO, E. G. **Programação Semafórica em Microrregiões Utilizando Otimização Multiobjetivo e Simulação Microscópica**. In: 17o Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito, Transporte e Logística (PANAM). Santiago, Chile: Anais do PANAM, 2012. Disponível em: <<http://www.files.scire.net.br/atric/cefet-mg...upl//.../brenocarvalhocosta.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2014.

COELHO; FREITAS; MOREIRA. **Implantações semafóricas são medidas eficazes para a redução de acidentes de trânsito? O caso de fortaleza-CE**. In: XXII Congresso de Pesquisa e Ensino de Transportes. 2008. Disponível em: <<http://sinaldetransito.com.br/artigos.php>>. Acesso em: 01 set. 2014.

CUCCI NETO, J. **Projeto Semafórico: Legislação**, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto2.pdf>. (2010). Acesso em: 10 ago. 2014.

CUCCI NETO, J. **Regulagem Semafórica em Tempos Fixos**: Uma proposta de procedimento. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto3.pdf>. (2010). Acesso em: 15 nov. 2013.

CUCCI NETO, J. **Desenvolvimento Urbano e Políticas de Transporte e Trânsito**. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto6.pdf>. (2010). Acesso em: 15 nov. 2013.

CUCCI NETO, J. **Projeto Semafórico**: Os Pedestres. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto12.pdf>. (2010). Acesso em: 20 nov. 2013.

CUCCI NETO, J. **O controle semafórico centralizado e a operação de campo**. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto21.pdf>. (2010). Acesso em: 20 nov. 2013.

CUCCI NETO, J. **Utilização de Semáforos Atuados pelo Tráfego**. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto22.pdf>. (2010). Acesso em: 25 nov. 2013.

CUCCI NETO, J. **O Controle Eficaz dos Semáforos para a Melhoria do Tráfego Urbano**. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/professor_cucci/texto25.pdf>. (2010). Acesso em: 26 nov. 2013.

DENATRAN - **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito**. (1999 a 2006). Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Obtido em: <http://www2.cidades.gov.br/renaest/>. Acesso em: 04 set. 2014.

DE CAMARGO BRAGA, Marilita Gnecco. **A percepção de motoristas e engenheiros de tráfego sobre a segurança em cruzamentos urbanos**. TRANSPORTES, v. 1, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/342/0>>. Acesso em: 03 set. 2014.

DE MOURA, Robson Vieira; CUNTO, Flávio José Craveiro. **ESTUDOS “ANTES E DEPOIS” SIMPLES E COM GRUPO DE COMPARAÇÃO NA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA EM IMPLANTAÇÕES SEMAFÓRICAS EM FORTALEZA**. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/portal/index.php/publicacoes>>. (2008) Acesso em: 01 set. 2014.

DNIT – **Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes**. Obtido em: <www.dnit.gov.br>. Acesso em: 03 set. 2014.

DE OBSERVAÇÃO, MÉTODO; CAMPO, D. E. REPROGRAMAÇÃO DE SEMÁFOROS. 2005 Disponível: <<http://www.sinaldetransito.com.br>>. Acesso em: 09 set. 2014.

DUTRA, Cristiane Biazzono. **Avaliação da eficiência de métodos de coordenação semafórica em vias arteriais**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-29112006-110048/pt-br.php>>. Acesso em: 01 set. 2014.

ENGENHARIA OPERAÇÃO E EDUCAÇÃO DE TRÂNSITO. **Amarelo + Vermelho** Parcialmente traduzido do site: <http://www.answers.com/topic/traffic-light>. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/curiosidades_foto.php?IDcuriosidade=39&alt=>>. Acesso em: 08 set. 2014.

Engenharia de Infraestrutura de Transporte / Hoel Lester A., Nicholas J. Garber, Adel W. Sadek; tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Alberto Bandeira Guimarães. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

FERRAZ, A.C.P.; FORTES, F. Q; SIMÕES, F. A. **Engenharia de Tráfego Urbano: Fundamentos Práticos**. Edição Preliminar. EESC/USP. São Carlos, SP. 1999.
GEVERT, Theodoro. **Apreciação sobre a necessidade de semáforos e placas de trânsito em São Paulo**. Nota Técnica, n. 56.

IPEA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

LEANDRO, C. H. P. (2001), **Procedimento Multicriterial para Estruturação e Caracterização de Sistemas Centralizados de Controle de Tráfego Urbano**, Dissertação: (Mestrado em Engenharia de Transportes), Instituto Militar de Engenharia. Disponível em: <[aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/.../\(10\)Dispositivosdecontrole](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/.../(10)Dispositivosdecontrole)>. Acesso em 08 set. 2014.

MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO VOLUME V – SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao4832014_Anexo.pdf>. Acesso em: 10/09/2014

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Cadernos Ministério das Cidades**. Volumes 1 a 8. Brasília: Ministério das Cidades, 2004. Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/publicacoes/bgu/2004/Volume1/C%20-%20024>>. Acesso em: 05 set. 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Diretor Participativo – Guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Ministério das Cidades/CONFEA, 2004. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/mobilidade>>. Acesso em: 05 set. 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **As Cartas da Promoção da Saúde**. Secretaria de Políticas em Saúde. Série B- Textos Básicos de Saúde. Brasília, 2002. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartas_promocao>.pdf. Acesso em: 06 set. 2014.

MONTEDOR, L. C. **A mobilidade urbana na cidade de Bauru- SP**. (2003) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP.

PEREIRA, DOS SANTOS FERREIRA FILHO. **Um procedimento de apoio a decisão para escolha de sistemas de controle visando o planejamento do tráfego.** In: Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. 2005. p. 842-851. Disponível em: <<http://www.ime.eb.br/biblioteca.html>>. Acesso em: 05 set. 2014.

PROGRAMAÇÃO DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA ISOLADA ATUADA. (2011) Disponível em: < www.denatran.gov.br/publicacoes/download/minuta.../Arquivo%205.pdf>. Acesso em: 09 set. 2014.

RAIA JR, A. A. (2000). **Acessibilidade e Mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas.** Tese de doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RESENDE, SOUSA, P.R. "Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento." **SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, FGV 2009.** Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=congestionamento&btnG=&lr=>>>. Acesso em: 04 set. 2014.

ROBERTSON, H. D. (1993). **The application of pedestrian signals at traffic signalized intersections.** Public Roads. USA.

SILVEIRA, M. **Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais.** estudos avançados, v. 27, n. 79, p. 41, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142013000300004&script=sci_arttext>. Acesso em: 08 set. 2014.

TAGORE, M.R.; SIKDAR, P.K. **A new accessibility measure accounting mobility parameters.** Paper presented as 7th WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH. The university of New South Wales, Sydney, Australia. 1995.

TAKAHASHI, R. H. C. **Otimização Escalar e Vetorial.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais: Departamento de Matemática, 2007. Disponível em: <<http://www.mat.ufmg.br/~taka/>>. Acesso em: 09 set. 2014.

Botucatu, ____ de _____ de 2014

Izabela Ferreira da Silva

De Acordo:

Prof. m^a. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Orientador (a)

Prof^o Vítor de Campos Leite
Coordenador do Curso de Logística