

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FELIPE NEHME BALDASSO

ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO TRÂNSITO DE TAQUARA-RS
(AVENIDA SEBASTIÃO AMORETTI)

São Leopoldo
2018

FELIPE NEHME BALDASSO

**ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO TRÂNSITO DE TAQUARA-RS
(AVENIDA SEBASTIÃO AMORETTI)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Felipe Brum de Brito Sousa

São Leopoldo

2018

RESUMO

Este trabalho avaliou o desempenho e utilização de um trecho de uma avenida localizada em Taquara/RS. Foram propostas melhorias de trânsito no município, utilizando simulador de tráfego, artigos e estudos, manuais e leis brasileiras e também manual de sinalização de trânsito de outro país. Os problemas com trânsito não são encontrados apenas nas cidades grandes: as pequenas, como é o caso de Taquara, também são afetadas e sofrem, assim como grande parte das cidades do País, com o crescimento exponencial dos veículos e a dificuldade em gerir as vias e sinalizações de trânsito; o que deveria ser feito em poucos minutos, por se tratar de uma cidade pacata, acaba levando um tempo a mais (não-necessário) por questões de semáforos mal utilizados, aumentando o consumo de combustível e gases emitidos pelos veículos. Sete interseções foram filmadas e tiveram seus dados coletados, para introdução dos mesmos no *software*-simulador de tráfego *TRANSYT* e posteriores simulações de dois possíveis cenários criados, visando melhor aproveitamento da via. Este trabalho abordou um estudo de caso em cima de um dos maiores problemas da cidade: a Avenida Sebastião Amoretti, que separa um dos bairros do centro, onde foi estudado um trecho de 600 metros com 4 semáforos dessincronizados e inoperantes (onde expõem a segurança dos usuários e qualidade do trânsito). De acordo com os valores obtidos nas simulações, prova-se que a via está sendo mal aproveitada, no sentido de que pode-se melhorar a fluência, diminuir o número de paradas e consumo de combustível dos veículos – basicamente alterando o modo em que os semáforos se encontram (operando isoladamente), modificando-os para que operem em rede (coordenadamente).

Palavras-chave: Engenharia de tráfego. Simulador de tráfego. Semáforos. *Transyt*
15.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valores de fluxo que evidenciam a implantação semafórica (em via principal com velocidade máxima abaixo de 70km/h)	18
Figura 2 – Valores de fluxo que defendem a implantação semafórica (em via principal com velocidade máxima igual ou superior a 70km/h)	19
Figura 3 – Acidentes evitáveis se um semáforo existisse	22
Figura 4 – Sistema de controle em corredor	25
Figura 5 – Sistema de controle em área	25
Figura 6 – Pistas e sentidos da via.....	29
Figura 7 – Localização e semáforo	30
Figura 8 – Campos de configurações de cada pista	30
Figura 9 – Introdução das contagens em cada interseção	31
Figura 10 – Temporização dos semáforos	31
Figura 11 – Fases dos semáforos	32
Figura 12 – Disposição da via após inserção dos dados	32
Figura 13 – Fluxograma das etapas.....	34
Figura 14 – Câmera utilizada na filmagem.....	36
Figura 15 – Avenida Sebastião Amoretti	38
Figura 16 – Imagem do Google Maps de Taquara - RS do local de estudo.....	38
Figura 17 – Avenida Sebastião Amoretti antes da instalação do semáforo 02	39
Figura 18 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01	40
Figura 19 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02	41
Figura 20 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03	41
Figura 21 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04	41
Figura 22 – Cenário atual.....	42
Figura 23 – Cenário 01.....	43
Figura 24 – Placa de retorno/conversão à esquerda em “P”	43
Figura 25 – Exemplo de faixa da esquerda para conversão	44
Figura 26 – Adição da “via 3” no projeto	44
Figura 27 – Nova faixa na esquerda exclusiva para convergir à esquerda	45
Figura 28 – Relocação da faixa de pedestres	46
Figura 29 – Semáforo sem um tempo de vermelho geral	47
Figura 30 – Falta de coordenação semafórica na avenida.....	47

Figura 31 – Falta de fluência dos veículos	48
Figura 32 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01	49
Figura 33 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02	49
Figura 34 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03	50
Figura 35 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04	50
Figura 36 – Tempo de vermelho geral adicionado	51
Figura 37 – Coordenação semafórica na avenida.....	51
Figura 38 – Fluência dos veículos.....	52
Figura 39 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01	53
Figura 40 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02	53
Figura 41 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03	54
Figura 42 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Crescimento da frota veicular de Taquara	37
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Rotina de Análise	22
------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consequências das implantações de semáforos	16
Tabela 2 – Vantagens em utilizar um Simulador de Tráfego.....	27
Tabela 3 – Desvantagens em utilizar um Simulador de Tráfego.....	27
Tabela 4 – Fator de equivalência veicular.....	35
Tabela 5 – Interseções e tipos de sinalizações	38
Tabela 6 – Porcentagem veicular por tipo.....	39
Tabela 7 – Fases dos semáforos no cenário atual.....	40
Tabela 8 – Resumo dos resultados.....	48
Tabela 9 – Fases dos semáforos no cenário 01.....	49
Tabela 10 – Resumo dos resultados.....	52
Tabela 11 – Fases dos semáforos no cenário 02.....	53
Tabela 12 – Resumo dos resultados.....	54
Tabela 13 – Comparação do cenário atual x cenário 01	55
Tabela 14 – Comparação do cenário atual x cenário 02.....	55

LISTA DE SIGLAS

CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
FHWA	Federal Highway Administration
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MBST	Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito
MUTCD	Manual on Uniform Traffic Control Devices
UCP	Unidade de Carro de Passeio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA	13
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 Objetivo Geral	13
1.4.2 Objetivos Específicos	13
1.5 JUSTIFICATIVA	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 TIPOS DE SINALIZAÇÕES.....	15
2.2 INSTALAÇÃO SEMAFÓRICA	15
2.3 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SEMÁFOROS	16
2.4 MANUAIS PARA A IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA.....	17
2.4.1 Critério do Fluxo Veicular na Hora de Pico.....	18
2.4.2 Critério do Fluxo de Pedestres	19
2.4.3 Sistema de Sinal Coordenado.....	20
2.4.4 Critério de Acidentes de Trânsito	21
2.4.5 Problemas e Possíveis Soluções.....	22
2.5 TIPOS DE OPERAÇÕES SEMAFÓRICAS	24
2.5.1 Sistema Isolado	24
2.5.2 Sistema de controle em corredor (rede aberta).....	25
2.5.3 Sistema de controle em área (rede fechada)	25
2.6 SATURAÇÃO	25
2.7 SIMULADORES DE TRÁFEGO	26
2.7.1 Modelos de Simulação de Tráfego	27
2.7.2 Simulador escolhido – TRANSYT 15	28
2.7.3 Funcionamento do TRANSYT 15.....	29
3 METODOLOGIA	34
4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	37
4.1 A CIDADE E SEU TRÂNSITO.....	37
4.2 A AVENIDA SEBASTIÃO AMORETTI	37
4.3 ANÁLISE DOS CENÁRIOS.....	40

4.3.1 Cenário atual.....	40
4.3.2 Cenário 01 – Modificação das Conversões à Esquerda na Avenida.....	42
4.3.3 Cenário 02 – Remoção de um dos canteiros e implantação de uma nova via (refúgio) para a conversão	44
4.4 RESULTADOS DOS CENÁRIOS.....	45
4.4.1 Resultados do Cenário atual	46
4.4.2 Resultados do Cenário 01	48
4.4.3 Resultados do Cenário 02	52
4.4.4 Comparação entre todos os cenários	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE A – DADOS DAS CONTAGENS REALIZADAS NAS INTERSEÇÕES	59

1 INTRODUÇÃO

A finalidade do presente trabalho é o estudo e proposição de melhorias no trânsito do município de Taquara, de forma mais específica, na Avenida Sebastião Amoretti. A presença de semáforos é, ou deveria ser, utilizada para controlar o tráfego de veículos e pedestres. Porém, para que funcionem adequadamente, são necessários alguns estudos da via, bem como de certos parâmetros para o seu correto funcionamento.

Para todos os pedestres e motoristas da cidade, há uma unanimidade: existem semáforos em demasia, que trabalham de forma dessincronizada. Essa situação resulta em aumento do tempo para ir de um lugar a outro, devido às diversas paradas, e também em custos não-necessários de manutenção, operação e instalação destes semáforos.

A problemática da utilização dos semáforos envolve as cidades grandes, porém as cidades pequenas também estão começando a sofrer os mesmos problemas: muitos veículos, pouca organização, pouco respeito por parte dos motoristas e poucas mudanças efetivas da parte dos que deveriam tomar conta disso.

1.1 TEMA

Serão abordados assuntos sobre a manutenção e gerência de semáforos e algumas modificações entre interseções para que melhor se adequem aos problemas da cidade, bem como a remodelação da Avenida para melhor andamento dos motoristas e pedestres.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho terá como estudo de caso um trecho da Avenida Sebastião Amoretti, em Taquara-RS, no segmento entre as ruas Tristão Monteiro e Pinheiro Machado.

Para a elaboração da pesquisa será analisada a dinâmica da Avenida, seus principais problemas e as questões acerca do tráfego no local. Assim, serão propostas alternativas para melhorar a trafegabilidade na via, tais como construção de uma nova pista de rolamento e a modificação de algumas delas.

1.3 PROBLEMA

Levando em consideração que em algumas situações com fluxo veicular intenso, nas horas de pico, atrasam os usuários; há a possibilidade de modificação no trânsito sem que haja gastos demasiados e sem necessidade? E mais: de que modo que a má estruturação e organização da Avenida prejudica os usuários e o meio ambiente?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Propor melhorias no trânsito da Avenida Sebastião Amoretti, entre as Ruas Tristão Monteiro e Pinheiro Machado.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) caracterizar o cenário atual do trecho estudado;
- b) criar cenários para possibilitar possíveis mudanças, levando em conta aspectos físicos e financeiros;
- c) realizar simulações, mediante simulador de tráfego;
- d) avaliar possíveis ganhos em função do tempo de viagem;
- e) propor soluções, através dos resultados obtidos para que o problema seja sanado.

1.5 JUSTIFICATIVA

Devido os engarrafamentos ao meio dia, e principalmente aos finais de tarde, percebe-se a necessidade de um estudo e modificações neste trecho. Levando em conta que, nesta Avenida estão localizados tantos estabelecimentos comerciais quanto na principal rua do centro da cidade, o que deveria ser feito em alguns minutos, acaba levando muito mais tempo, por questões de má utilização e sincronização dos semáforos.

Desse modo, o presente trabalho será desenvolvido a fim de analisar algumas soluções e melhorias para que a situação anteriormente descrita seja solucionada e a população da cidade de Taquara possa usufruir de um trânsito com mais qualidade e segurança.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TIPOS DE SINALIZAÇÕES

Há diferentes tipos de sinalização que compõem o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que têm como objetivo ordenar e regularizar os veículos e pedestres nas vias públicas. Os três principais tipos estão descritos abaixo:

- a) sinalização semafórica: segundo Ferraz et al. (2012) a sinalização semafórica, também conhecida como “sinaleira”, constitui-se de luzes que indicam aos pedestres e veículos, a possibilidade de realizar travessias. Conforme o CTB (2004, p. 76), a sinalização semafórica é “um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente através de sistema elétrico/eletrônico, cuja função é controlar os deslocamentos”;
- b) sinalização vertical: é composta por placas, fixadas em estruturas específicas, e podem ser de regulamentação (a qual a obediência é imprescindível), de indicação (contendo nome das ruas, direções e distâncias até certos locais) e de advertência (avisos sobre algo que está por vir e que merece atenção). (FERRAZ et al., 2012);
- c) sinalização horizontal: de acordo com Ferraz et al. (2012) são sinalizações expressas no solo, constituindo-se de linhas, símbolos e legendas. Consistem em gerenciar o fluxo de pedestres e veículos, acrescentando a sinalização vertical e sendo, de certa forma, mais segura para o motorista, pois o mesmo não precisa deixar de olhar à sua frente.

2.2 INSTALAÇÃO SEMAFÓRICA

De acordo com Vilanova (2006), a instalação de um semáforo pode gerar impactos bons ou ruins, tudo depende de como a instalação é feita. Caso seja instalado corretamente, coordena e organiza o trânsito diminuindo acidentes e o número/tempo de paradas dos veículos e pedestres; caso contrário, há gastos desnecessários quanto à instalação, operação e manutenção, bem como aumento da

quantidade de paradas, aumento de acidentes e, também, do tempo de espera dos veículos e pedestres.

Dentre os diversos critérios, há as consequências da implantação da sinalização semafórica, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Consequências das implantações de semáforos

Implantação justificada	Implantação não justificada
Aumento da segurança viária	Aumento de ocorrência de acidentes de trânsito
Melhoria da fluidez do trânsito	Imposição de atrasos excessivos
Controle do direito de passagem dos movimentos de veículos e pedestres com a consequente redução de conflitos	Indução ao desrespeito à sinalização devido à ociosidade na operação
Redução de atrasos	Descrédito em relação à sinalização
Credibilidade por parte dos usuários em relação à sinalização	Gastos desnecessários

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 48).

Um dos principais fatores para que uma instalação semafórica seja instalada de forma satisfatória, é o correto tempo do ciclo destes semáforos. Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014, p. 74), “A duração do ciclo (tempo de ciclo) em uma interseção, ou seção de via, é definida pela soma dos tempos de todos os estágios programados para o controle do tráfego no local”.

O tempo de ciclo envolve, geralmente, de 30 a 120 segundos; entretanto, há casos em que se faz necessário o uso de tempo de ciclo com 140 segundos. (LIMA, 2012).

Segundo Lima (2012), tais parâmetros são concebidos quando o ciclo mínimo (30 segundos) não possibilita o tempo de verde mínimo, e os ciclos máximos (acima de 120 segundos) resultam em problemas relacionados à fluidez, crescimento de filas e tempo de espera, causando insatisfação nos ocupantes da via.

2.3 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SEMÁFOROS

O primeiro semáforo foi instalado, em dezembro de 1868 na cidade de Londres, na junção das ruas George e Bridge. Foi criado pelo engenheiro J.P. Knight e era operado, manualmente, por um policial. O criador indicou que os cruzamentos das

vias, bem como outros locais pontuais, deveriam ser assistidos por semáforos. Na parte do dia por “braços” a 45 graus para baixo (ou por luzes verdes na parte da noite), indicando atenção ou para seguir com cuidado; quando o semáforo estivesse com os braços estendidos horizontalmente na parte do dia (ou com a luz vermelha acesa na parte da noite), significava perigo ou parada obrigatória. (THE ENGINEER, 1868).

Em 1912, Lester Wire criou o primeiro semáforo elétrico do mundo, o qual possuía as cores vermelha e verde, instaladas dentro de uma caixa de madeira. (VILANOVA, 2006).

Segundo Vilanova (2006), no ano de 1920, o policial William Potts desenvolveu o semáforo como é visto nos dias de hoje: com as cores verde, amarelo e vermelho; porém ainda operado manualmente.

2.4 MANUAIS PARA A IMPLANTAÇÃO SEMAFÓRICA

Existe sempre uma dificuldade em avaliar a real necessidade de uma implantação de um semáforo. A grande questão é que existem diversos manuais, que por sua vez possuem seus próprios critérios, e cada um deles funcionam mais adequadamente para cada situação.

Segundo Mannering e Washburn (2016), os semáforos não podem ser considerados como sendo a melhor solução tanto para acidentes quanto para atrasos em uma interseção; inclusive, se forem mal dimensionados ou sem uma instalação justificada, podem influenciar negativamente o funcionamento desta interseção.

Foram escolhidos dois dos manuais mais conhecidos e utilizados para realizar o estudo:

- a) *Manual on Uniform Traffic Control Devices*, (MUTCD) do Departamento de Transportes dos Estados Unidos – *Federal Highway Administration* (FHWA, 2003);
- b) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume V – Sinalização Semafórica, do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2014).

Ressalta-se que o estudo detalhado em cima do manual utilizado nos Estados Unidos, se deu pelo fato de que diversos países (Argentina, Escócia, Portugal e Brasil) se basearam neste para a criação de seus respectivos manuais.

O manual americano (MUTCD), por sua vez, é separado e constituído por oito critérios (sendo resumidos abaixo) onde, em cada um destes, há estudos e fatores que justificam ou não a instalação semafórica; porém, destaca-se que mesmo com a confirmação de um critério, não há obrigação de implantar um semáforo.

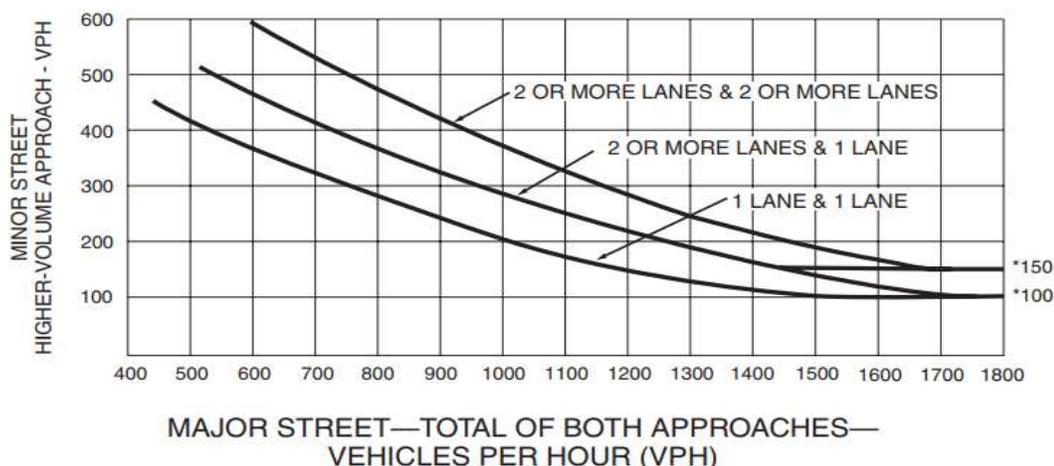
O manual brasileiro, também avalia diversos fatores antes da determinação da instalação semafórica, tais como minirrotatórias, melhoria na iluminação e visibilidade e adequações na geometria das pistas.

2.4.1 Critério do Fluxo Veicular na Hora de Pico

Este critério é um dos principais para a implantação semafórica em uma interseção. Avalia valores de fluxo de tráfego na hora de pico, levando em conta o atraso demasiado quando a via secundária tenta atravessar a via principal.

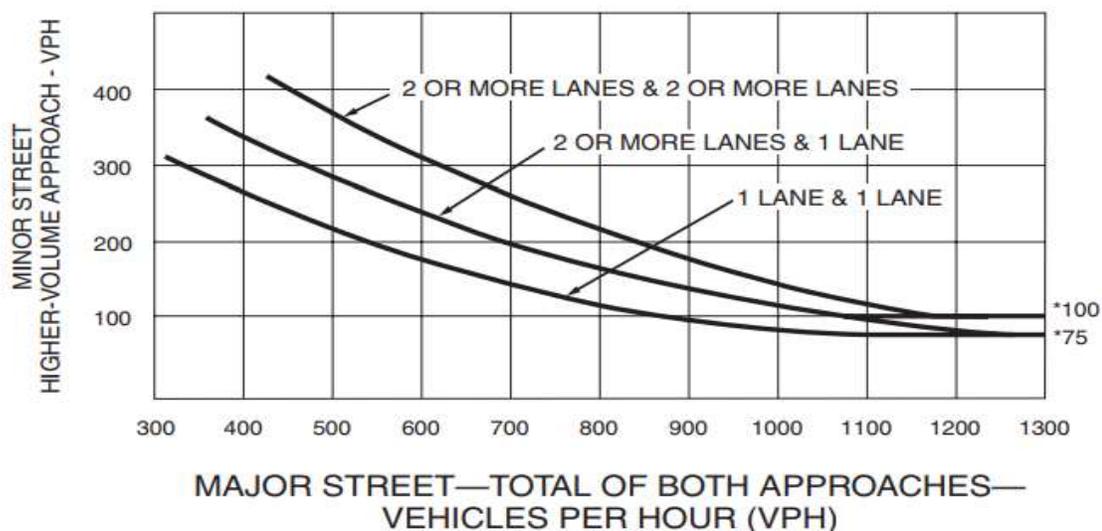
Deve-se considerar os valores dos fluxos da hora de pico da via secundária, e relacioná-lo com os valores de fluxo da via principal; onde a velocidade máxima da via principal e a quantidade de faixas das duas aproximações devem ser aplicadas em um dos dois gráficos correspondentes abaixo: o gráfico da Figura 1, deve ser utilizado quando a velocidade máxima na via principal é inferior a 70 km/h; já o gráfico da Figura 2, tem de ser usado quando a velocidade máxima for igual ou superior a 70 km/h, ou quando a interseção existir em uma cidade com população menor que 10.000 habitantes.

Figura 1 – Valores de fluxo que evidenciam a implantação semafórica (em via principal com velocidade máxima abaixo de 70km/h)



Fonte: MUTCD, EUA (2003, p. 4C-7).

Figura 2 – Valores de fluxo que defendem a implantação semafórica (em via principal com velocidade máxima igual ou superior a 70km/h)



Fonte: MUTCD, EUA (2003, p. 4C-7).

Estes mesmos valores aplicam-se, também, ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – utilizando e referenciando esses mesmos gráficos.

2.4.2 Critério do Fluxo de Pedestres

Este critério, segundo a metodologia americana (MUTCD), deve ser destinado onde o tráfego da via principal é muito intenso a ponto de os pedestres sofrerem um grande atraso ao tentar atravessar a via, da qual as duas condições abaixo devem ser preenchidas concomitantemente:

- a) o volume de pedestres que atravessam a via principal, no meio de uma quadra ou em uma interseção, durante um dia comum, é no mínimo 100 pedestres por hora para cada 4 horas, ou no mínimo 190 pedestres por hora durante uma hora qualquer;
- b) se houver menos de 60 brechas por hora na via, durante a mesma uma hora em que a primeira condição for atendida, onde possuam um comprimento adequado para a travessia. Caso existir um canteiro ou calçada com uma

largura suficiente para os pedestres esperarem, a condição deve ser aplicada separadamente para cada pista.

Porém, o critério do fluxo de pedestres, não deve ser aplicado onde a distância para o semáforo mais próximo seja inferior a 90 metros, a menos que o novo semáforo não restrinja o movimento progressivo do trânsito.

Já a metodologia brasileira é análoga a americana, onde analisa o produto pedestres x tempo de espera, sendo que este deve ser maior que 4.750 pedestres x segundo/hora, equivalendo a uma média de espera de 25 segundos para um volume de 190 pedestres/hora.

O manual americano considera, ainda, outro fator para análise de uma implantação semafórica para pedestres: onde há o cruzamento de crianças (ao ir e voltar da escola) sob a via principal.

A necessidade de um semáforo deve ser encarada se durante o período em que as crianças efetuam a travessia na via principal, o número de brechas for menor que o número de minutos no mesmo período, e que haja um mínimo de 20 estudantes durante o período de maior volume de travessias.

Deve-se, antes de optar pela instalação do semáforo, analisar a implementação de outras medidas, tais como sinais luminosos, placas de advertência para zonas escolares com velocidade máxima permitida, auxílio de guardas para a travessia ou a instalação de passarelas.

2.4.3 Sistema de Sinal Coordenado

Segundo o manual americano, o sistema de sinal coordenado se faz necessário a instalação de um semáforo em uma interseção, para manter a compactação do pelotão. A obrigação de um semáforo deve ser considerada, se pelo menos, uma das duas condições a seguir seja atendida:

- a) em uma via de mão única, ou onde há o movimento majoritariamente em somente uma direção, onde os semáforos adjacentes são tão longe a ponto de não garantirem o grau necessário de compactação do pelotão de veículos;

- b) em uma via de mão dupla, os semáforos adjacentes não garantem o grau necessário de compactação do pelotão de veículos, onde a instalação do novo semáforo conseguirá providenciar o grau necessário.

Este critério não deverá ser aplicado onde o espaço resultante, após a instalação do novo semáforo, seja inferior a 300 metros.

2.4.4 Critério de Acidentes de Trânsito

Este critério, segundo a norma americana, é destinado para aplicação onde o alto índice de acidentes na interseção é a principal explicação para ser considerada uma nova instalação semafórica.

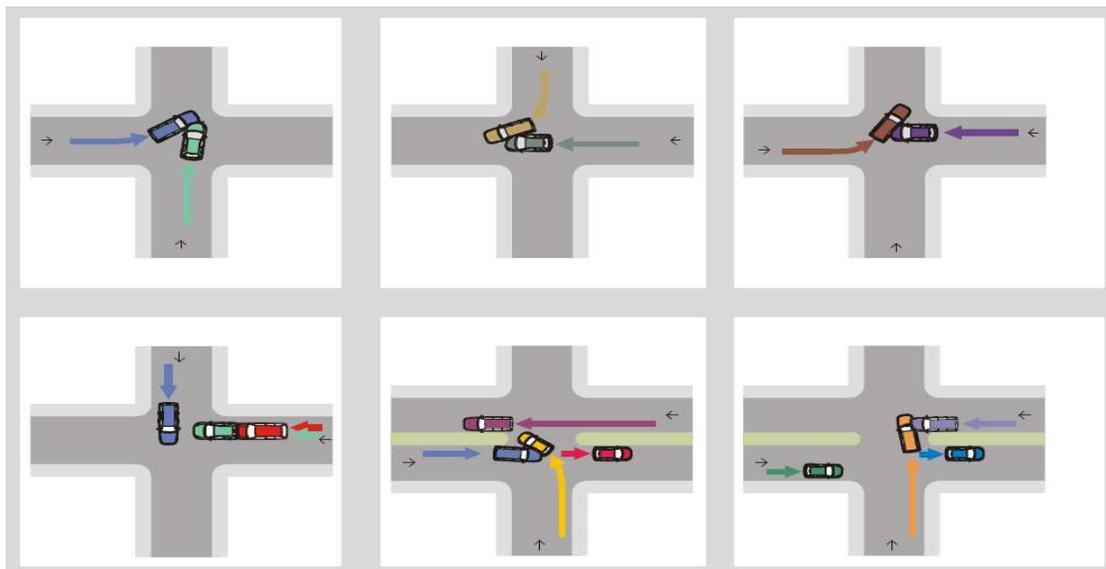
A necessidade de uma implantação semafórica deve ser considerada se as duas condições a seguir forem atendidas:

- a) diversas alternativas aplicadas, anteriormente, onde falharam na redução dos acidentes (ver Quadro 1 abaixo);
- b) cinco ou mais acidentes, que poderiam ser evitados por um semáforo, ocorreram dentre um período de 12 meses, onde cada acidente resultou em ferimentos pessoais ou danos materiais expressivos a ponto de serem referidos.

Já a metodologia brasileira, utiliza o número *sete* como sendo o mínimo de colisões com vítimas que poderiam ser evitadas por instalação de uma sinalização semafórica, e que confirmam a implantação de uma sinalização, observado nos últimos três anos ou três nos últimos 12 meses.

A Figura 3 esclarece, abaixo, possíveis acidentes que podem ser evitados se um semáforo já foi instalado.

Figura 3 – Acidentes evitáveis se um semáforo existisse



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 56).

2.4.5 Problemas e Possíveis Soluções

Conforme o Quadro 1 abaixo, o Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica indica que para cada e qualquer conflito, existe uma rotina de análise que identifica, determina as causas prováveis e propõe soluções para os problemas encontrados.

Quadro 1 – Rotina de Análise

(continua)

Problema	Causas prováveis	Soluções possíveis	Exemplos de medidas que podem ser adotadas
Fila excessiva de veículos para transpor uma interseção	O condutor não enxerga as brechas no fluxo a ser transposto e não as aproveita	melhoria das condições de visibilidade	Remoção de interferências visuais
			Adequação de geometria para melhor posicionamento dos veículos

(continuação)

Problema	Causas prováveis	Soluções possíveis	Exemplos de medidas que podem ser adotadas
Fila excessiva de veículos para transpor uma interseção	Não há brechas suficientes para a transposição pela quantidade de veículos que desejam fazê-lo	melhor aproveitamento das brechas existentes	Aumento da capacidade da aproximação, através de proibição de estacionamento ou alargamento de pista
			Alteração de geometria
		alternância do direito de passagem	Implantação de sinalização semafórica
			Implantação de minirrotatórias
	Muitos movimentos conflitantes	redução do conflito	Implantação de sinalização semafórica
			Proibição de movimentos
			Implantação de rotatória ou minirrotatória
			Alteração de circulação
Ocorrência de acidentes ou risco potencial de acidentes	O condutor não enxerga as brechas e transpõe a intersecção em condições impróprias	melhoria das condições de visibilidade	Implantação de sinalização semafórica
			Remoção de interferências visuais
	Não há brechas para transposição	alternância do direito de passagem	Avanço do alinhamento da via perpendicular por meio de construção de avanço de calçada e implantação de linha de retenção ou de continuidade do alinhamento
			Implantação de minirrotatórias
	As velocidades de aproximação são elevadas ou há dificuldade para avaliar a velocidade de aproximação de veículos da transversal	redução da velocidade de aproximação	Implantação de sinalização de regulamentação de velocidade
			Implantação de fiscalização de velocidade
			Implantação de redutores de velocidade
			Implantação de sinalização semafórica

(conclusão)

Problema	Causas prováveis	Soluções possíveis	Exemplos de medidas que podem ser adotadas
Ocorrência de acidentes ou risco potencial de acidentes	As normas de preferência de passagem não são respeitadas	definição das regras por meio de sinalização	Definição da preferencial por meio de sinal R-1 – Parada Obrigatória ou R-2 – Dê a Preferência
			Redefinição da via preferencial – inversão da sinalização de preferência de passagem
			Implantação de sinalização semafórica de advertência
			Implantação de rotatória ou minirrotatória
	Muitos movimentos conflitantes	redução dos conflitos	Implantação de sinalização semafórica de regulamentação
			Proibição de movimentos por meio de sinalização
			Implantação de rotatória ou minirrotatória
			Alteração de circulação
			Implantação de sinalização semafórica (pares de vias com mão única de circulação, em sentidos opostos)

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 47).

Portanto, para cada problema há uma (pelo menos) solução; sendo que a implantação semafórica deve ser, em todas as vezes, a última a ser proposta.

2.5 TIPOS DE OPERAÇÕES SEMAFÓRICAS

As operações semafóricas podem ser realizadas de três maneiras: sistema isolado, sistema em rede aberta e em rede fechada, sendo descritas nos subtítulos abaixo.

2.5.1 Sistema Isolado

São considerados semáforos isolados quando não possuem nenhuma relação com os semáforos dos cruzamentos próximos, trabalhando de forma independente. (LIMA, 2012).

2.5.2 Sistema de controle em corredor (rede aberta)

Segundo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), este tipo de sistema tem como intuito proporcionar a coordenação semafórica entre cruzamentos ao longo de um trecho; sendo conhecido popularmente como “onda verde”.

Figura 4 – Sistema de controle em corredor

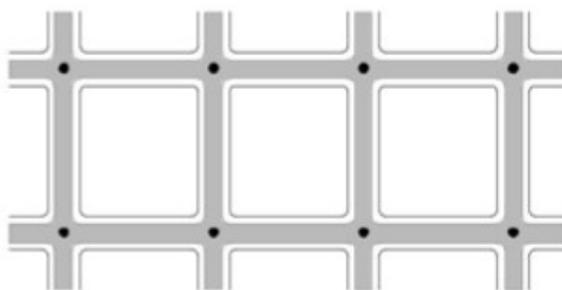


Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 200).

2.5.3 Sistema de controle em área (rede fechada)

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), neste sistema, as interseções relativas à outras vias são coordenadas entre si, sendo que as defasagens devem ser calculadas de acordo com a origem-destino calculadas previamente.

Figura 5 – Sistema de controle em área



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização Semafórica – Volume V (2014, p. 200).

2.6 SATURAÇÃO

Segundo Lima (2012) e MBST (2014), o fluxo de saturação é o número máximo de veículos que circulam em uma aproximação semaforizada durante o tempo de

verde se esse recebesse indicação durante uma hora inteira; é afetado pelas condições do tráfego (tipos dos veículos, volume de pedestres, estacionamentos, etc.), ambiente e via (geometria, topografia, número e largura de faixas e o estado do pavimento).

De um modo geral, o fluxo de saturação varia entre 1600 a 2000 unidades de carro de passeio (UCP) por hora por faixa. (LIMA, 2012).

Outra forma de medir a saturação de uma faixa, é o grau de saturação. Está relacionado entre a taxa de fluxo de saturação e a capacidade de atendimento desta via, por uma hora.

Segundo o MBST (2014) é recomendado que este valor seja sempre inferior a 90%, para que haja uma reserva para eventuais problemas que possam ocorrer (imprevistos, aleatoriedade de chegada de veículos, incidentes, etc.).

2.7 SIMULADORES DE TRÁFEGO

Segundo May (1990), a simulação computadorizada não é unanimidade – como alguns pensam. Há controvérsias sobre a sua utilização, levando em conta que há estudos em que tiveram sucesso e outros que não tiveram. Um simulador de tráfego tem diversas maneiras de ler dados de entrada (dados que são essenciais para o seu funcionamento) e disponibilizar um resultado qualquer, porém o segredo do sucesso é utilizar a correta ferramenta para determinado problema, ou seja: cada caso é um caso.

É relatado por May (1990) e Vilanova (2006), que a utilização de simuladores de tráfego deve ser considerada como último recurso, devido à alta complexidade e tempo necessário para modelagem; portanto, deve ser utilizado após demais técnicas analíticas serem testadas.

Ainda segundo May (1990) as vantagens em utilizar um simulador, descritas na Tabela 2, não são apenas em relação ao projeto estudado e sim há, inclusive, benefícios aos desenvolvedores e usuários do simulador, pois os desenvolvedores precisam entender como o software funciona, bem como estudos intensos em relação ao trânsito e ao problema em questão, e os usuários aprendem a identificar onde certos parâmetros são, ou deixam de ser, efetivos e usuais.

Tabela 2 – Vantagens em utilizar um Simulador de Tráfego

Vantagens na utilização de Simuladores
Podem ser experimentados novas situações que ainda não existem
Demonstra quais variáveis e parâmetros são importantes e o quanto influenciam
O problema pode ser analisado em tempo real, comprimido ou tempo expandido
Simulações inseguras podem ser realizadas sem nenhum risco aos usuários

Fonte: May (1990, p. 378).

Neste mesmo pensamento, May (1990) disserta que os softwares não são as respostas para todos os problemas, descritos na Tabela 3, e lembra que há casos sem sucesso pois outros métodos não foram analisados pelos usuários, pois demanda muito tempo, conhecimento específico e criatividade em relação a outras resoluções de problemas.

Tabela 3 – Desvantagens em utilizar um Simulador de Tráfego

Desvantagens na utilização de Simuladores
Há maneiras mais fáceis de resolver determinados problemas
Simulações consomem tempo e dinheiro
Simuladores requerem consideráveis dados e características de entrada
Simuladores requerem verificação, calibração e validação

Fonte: May (1990, p. 378).

2.7.1 Modelos de Simulação de Tráfego

Com o aumento da frota veicular em todo o planeta, foram propostos diversos modelos de simuladores de tráfego, sendo eles: macroscópicos, mesoscópicos e microscópicos. São designados para diferentes situações, onde cada um deve ser avaliado e calibrado de acordo com as diversas relações que o trânsito proporciona. (HELBING, 1998).

2.7.1.1 Modelo Macroscópico

O modelo de simulação macroscópico baseia-se nas relações de fluxo, velocidade e densidade do tráfego. A simulação acontece seção por seção (*section-by-section*), onde tem interesse apenas, por exemplo, em uma rodovia, corredores ou freeways, em vez de analisar individualmente cada veículo. (BARCELÓ, 2010).

2.7.1.2 Modelo Microscópico

O modelo microscópico simula o movimento de veículos com alto nível de detalhamento pois baseia-se no movimento individual de cada veículo, utilizando todas as possíveis ações que um indivíduo possa tomar, bem como a aceleração, desaceleração e a troca-de-faixa. (BARCELÓ, 2010).

2.7.1.3 Modelo Mesoscópico

O modelo mesoscópico agrupa algumas propriedades dos modelos macro e micro. Proporciona menos fidelidade em comparação ao modelo micro, pois considera-se uma simplificação de todos os modelos, sendo que os veículos individuais não são levados em conta, nem são agrupados em pelotões (modelo macro). (BARCELÓ, 2010).

2.7.2 Simulador escolhido – TRANSYT 15

Levando em consideração que o estudo se baseia em interseções que estão sem coordenação e mal geridas pelos semáforos, o modelo macroscópico foi adotado.

Diante de diversos simuladores no mercado, foi utilizado o macro simulador *TRANSYT 15*, desenvolvido pelo *Transport Research Laboratory* em 1967 – inicialmente era uma empresa pública sob domínio do governo do Reino Unido, tornando-se privada em 1996.

O *TRANSYT* foi adotado após diversas pesquisas realizadas, consultas com engenheiros de tráfego e análises de trabalhos que tiveram êxito e bons resultados. Apesar de encontrar *softwares* brasileiros, o simulador Inglês foi escolhido por ser mais completo (com resultados mais avançados, como consumo de combustível), estar estabelecido no mercado há mais de 10 anos e possuir um manual com mais de 600 páginas.

A escolha de um macro simulador se deu pelo motivo de que neste cenário há a necessidade de avaliar as ações em conjunto, num todo, sem a necessidade de considerar cada veículo individualmente.

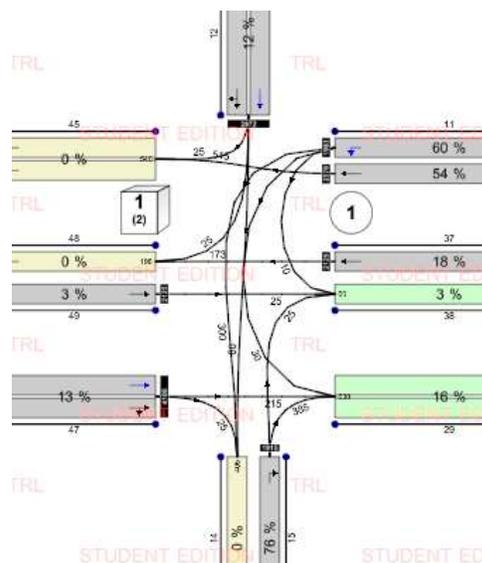
2.7.3 Funcionamento do TRANSYT 15

O simulador possui um manual onde explica, detalhadamente, quais são os passos necessários a serem seguidos para que se possa chegar no resultado desejado; vale ressaltar que quanto maior o detalhamento de dados obtidos e inseridos no programa, maior nível de fidelidade terão os resultados.

O *TRANSYT 15* pode ser dividido em fundamental e avançado, onde o primeiro é essencial para executar o programa, e o segundo permite a utilização de recursos opcionais – o qual foi o escolhido para o funcionamento do simulador; o caminho obrigatório para realizar a simulação é descrito a seguir:

- a) deve-se “desenhar” o cenário a ser simulado, desde as pistas de rolamento, sentidos corretos, comprimentos, quantidade de faixas e escolha de qual é o tipo de sinalização (semáforizada, não-semáforizada e se é uma faixa para “dar a preferência”) – então, une-se estas nos sentidos e movimentos possíveis, conforme Figura 6;

Figura 6 – Pistas e sentidos da via

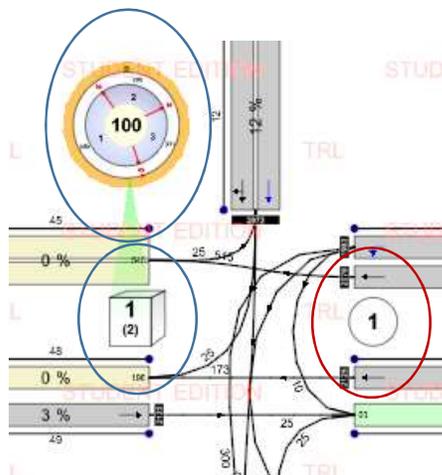


Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

- b) em seguida, deve-se criar as localizações (cada interseção/cruzamento é uma localização diferente), bem como os semáforos. Os semáforos são representados por cubos (junto com o tempo de ciclo e de cada fase

– circulos em azul) e as localizações equivalem a círculos (em vermelho), na Figura 7 abaixo;

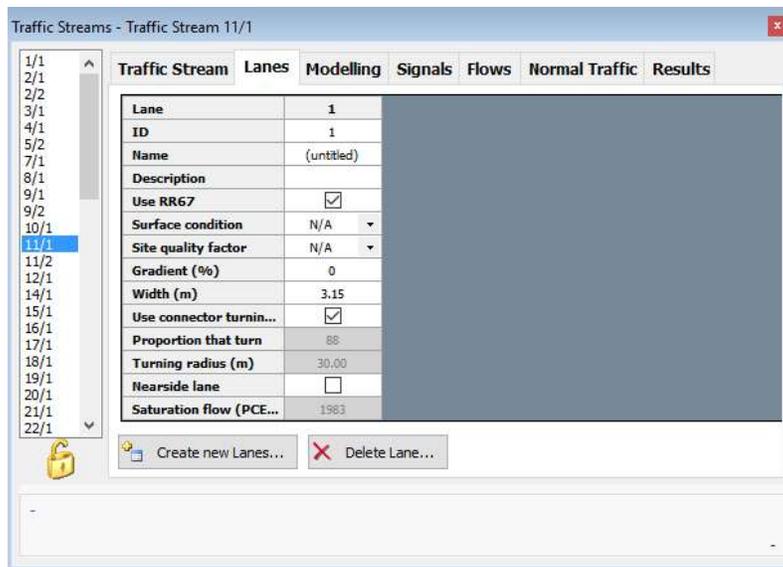
Figura 7 – Localização e semáforo



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

- c) após isso, atribui-se, pista a pista, as suas configurações (a qual semáforo pertence, a inclinação, largura e saturação – este último foi estimado de acordo com a ferramenta RR67 do próprio programa), conforme a Figura 8;

Figura 8 – Campos de configurações de cada pista



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

- d) se faz necessário utilizar as contagens veiculares previamente realizadas, incluindo-as de acordo com cada origem e destino, conforme a Figura 9;

Figura 9 – Introdução das contagens em cada interseção

	1	2	3	4	5	6	Total
1	0	50	80	0	0	0	130
2	0	0	25	215	25	0	265
3	0	0	0	385	25	0	410
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	173	0	0	0	0	173
6	0	515	300	30	10	0	855
Total	0	738	405	630	60	0	-

Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

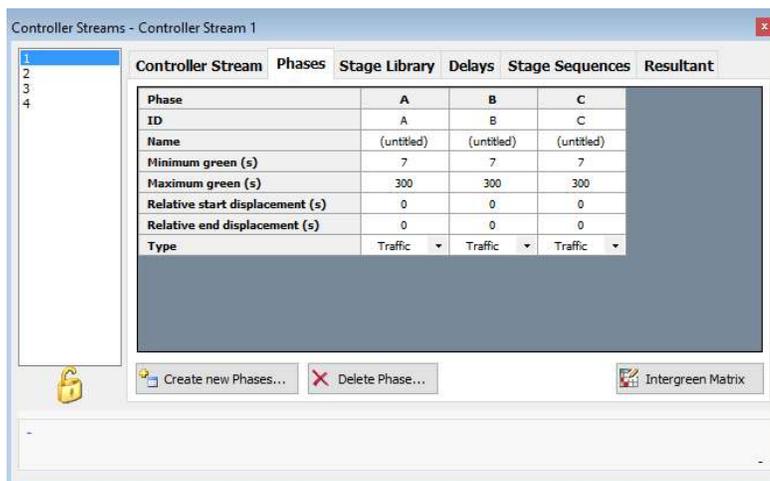
- e) por último, para que o programa possa ser executado, coloca-se os tempos e fases de cada semáforo, conforme as Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Temporização dos semáforos

Stage sequence	ID	Name	Multiple cycling	Stage IDs	Stage ends
1	1	(until)	Single	1, 2, 3	90, 18, 45

Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 11 – Fases dos semáforos

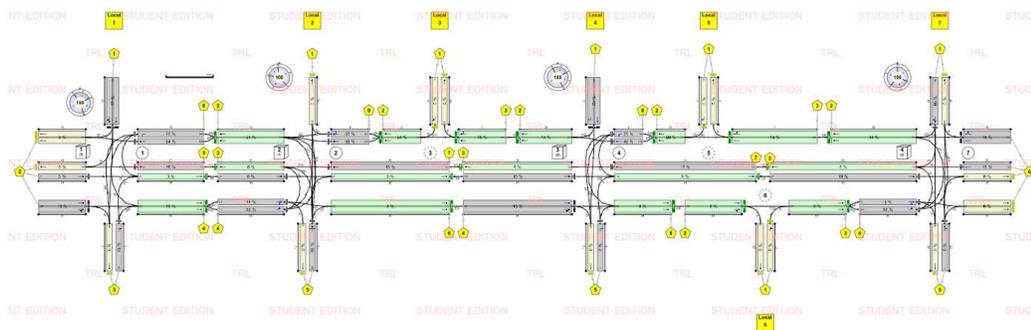


Phase	A	B	C
ID	A	B	C
Name	(untitled)	(untitled)	(untitled)
Minimum green (s)	7	7	7
Maximum green (s)	300	300	300
Relative start displacement (s)	0	0	0
Relative end displacement (s)	0	0	0
Type	Traffic	Traffic	Traffic

Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Após a introdução de todos estes dados no programa, o modelo a ser analisado é disposto conforme a Figura 12. Depois da execução do programa, são apresentados diversos tipos de resultados de acordo com o objetivo inicial. O *TRANSYT* procura estabelecer, através de diversas execuções do mesmo arquivo, o melhor valor do Índice de Performance (IP) possível para o cenário em estudo. Este IP, que é calculado em termos monetários, baseia-se em uma média ponderada de todos os atrasos e paradas que os veículos fazem ao longo do modelo estudado.

Figura 12 – Disposição da via após inserção dos dados



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

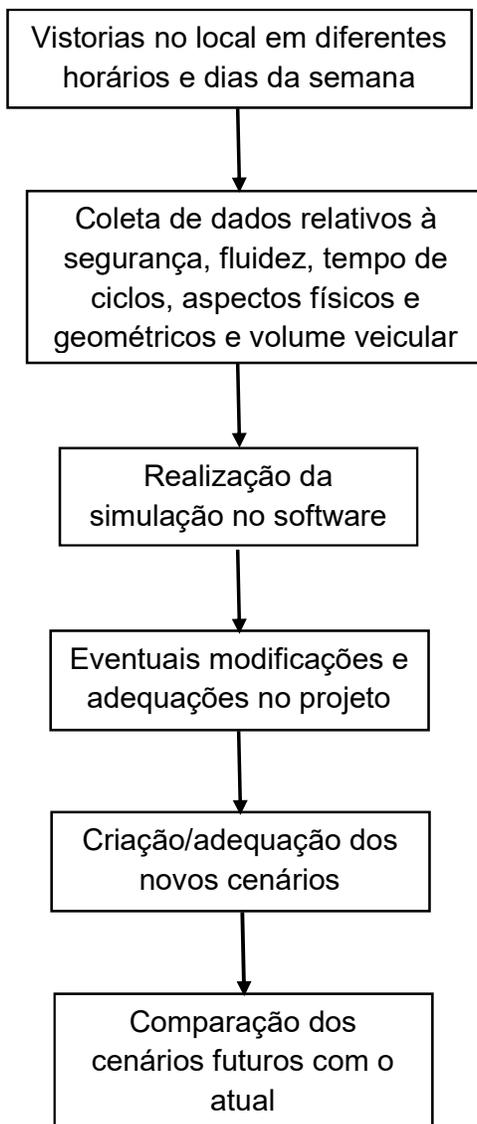
Portanto, depois de otimizar o máximo possível de tempos de verde de cada cruzamento e alterar o tempo em que cada via recebe o verde de passagem visando

a melhor fluência dos veículos, é mostrado o valor do Índice de Performance – quanto menor, melhor será.

3 METODOLOGIA

Após o estudo dos diversos métodos de implantação semafórica, as etapas foram realizadas de acordo com o MBST (2014), sendo adaptadas às necessidades do estudo de caso e são descritas a seguir:

Figura 13 – Fluxograma das etapas



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 49) – Adaptado pelo autor.

Este estudo de caso foi realizado em, basicamente, 3 etapas descritas a seguir:

- a) os critérios estudados foram analisados, e foi escolhido o manual que melhor se encaixou ao necessário – neste caso, foi o manual do MBST;
- b) foi definida a estratégia a ser seguida (fluxograma anterior);
- c) foi analisado operacionalmente a necessidade de cada semáforo, com levantamento geométrico e coleta de dados.

Após a escolha do manual a ser seguido, a contagem dos veículos foi realizada em cada cruzamento. Então, interseção por interseção, foi transmitida ao programa todos os possíveis movimentos por estágio e quantidades de fluxo veicular.

Segundo o MBST (2014), o projetista deve decidir entre usar o controle isolado dos semáforos, onde cada interseção é analisada e controlada independentemente e sem coordenação, ou utilizar o controle em rede, onde as interseções escolhidas são coordenadas entre si para que haja progressão contínua do tráfego no trecho estudado, também conhecida como “onda verde”.

Optou-se por utilizar o controle em rede, sincronizando os semáforos das interseções 01, 02, 04 e 07 o máximo possível, a fim de sanar o problema do “para-e-anda”, encontrado no trecho.

Segundo Akishino (2005) as contagens de hora de pico são variáveis, onde cada caso deve ser analisado pois varia de acordo com tamanho e tipo da via, e devem ser feitas no início da manhã, das sete horas às nove horas, ou das 17 horas às 19 horas, no final da tarde.

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014), deve-se converter o tráfego total (automóveis, motocicletas, ônibus e caminhões) em Unidades de Carros de Passeio (UCP), e há um fator de equivalência para cada tipo de veículo. Portanto utilizou-se os números de fator de equivalência que o manual dispõe, conforme Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Fator de equivalência veicular

Tipo	Automóvel	Motocicleta	Ônibus	Caminhão		
				2 Eixos	3 Eixos	3+ Eixos
Fator de equivalência	1.00	0.33	2.00	2.00	3.00	3.00

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V (2014, p. 85) – Adaptado pelo autor.

Devida familiaridade com o local, sabe-se que o horário com maior fluxo veicular acontece das 17h15min até às 18h15min, logo, as contagens foram realizadas neste horário.

Por requisitos do simulador utilizado, as contagens foram realizadas em cada interseção semaforizada, em dias diferentes, no horário de pico (ver apêndice A).

Levando em conta que as vias não-semaforizadas não cruzam a avenida e não possuem grande volume de tráfego, foram utilizadas as diferenças entre os semáforos posterior e anterior, e então contabilizados e adicionados ao simulador.

Todas as filmagens foram realizadas com uma câmera Go Pro, presa no vidro do carro conforme Figura 14, onde o mesmo foi estacionado em locais estratégicos – para que as contagens pudessem ser feitas com precisão.

Figura 14 – Câmera utilizada na filmagem



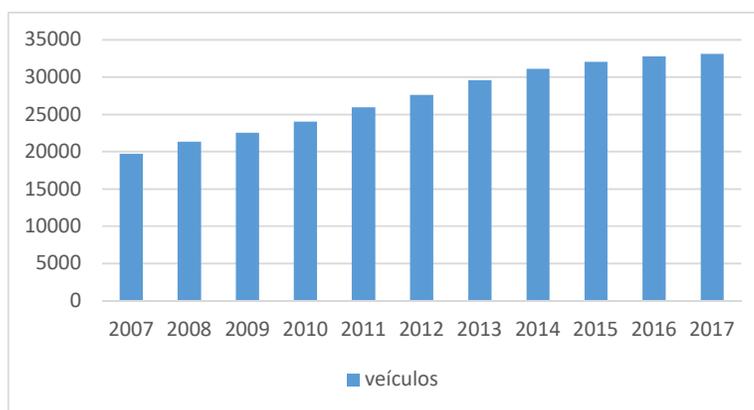
Fonte: Registrada pelo autor.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 A CIDADE E SEU TRÂNSITO

A cidade de Taquara possui, segundo o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) realizado em 2010, a população de 54.643 habitantes e, no mesmo ano, existia um veículo para cada 2,28 habitantes. O crescimento da frota é semelhante ao das cidades mais desenvolvidas: há o registro de, em média, 1341 novos veículos por ano. (DETRAN/RS, 2017).

Gráfico 1 – Crescimento da frota veicular de Taquara



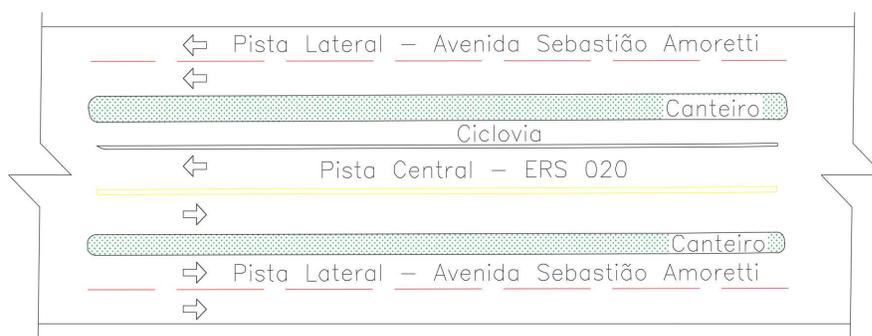
Fonte: Elaborada pelo autor – DETRAN/RS (2017).

O grande problema no trânsito da cidade está justamente no crescimento da frota, conforme o Gráfico 1, e a falta de manutenção e modificação nas vias. Não houve nenhuma mudança significativa no trânsito (na Avenida em estudo), mesmo com o aumento na quantidade de veículos registrados.

4.2 A AVENIDA SEBASTIÃO AMORETTI

A via escolhida para as análises e estudo de caso foi a Avenida Sebastião Amoretti, desde a interseção com a rua Tristão Monteiro até o cruzamento com a rua Pinheiro Machado. É uma via diferente do que se costuma ver: possui, nas suas laterais, a avenida citada acima, e entre elas situa-se a ERS-020 (Figura 15).

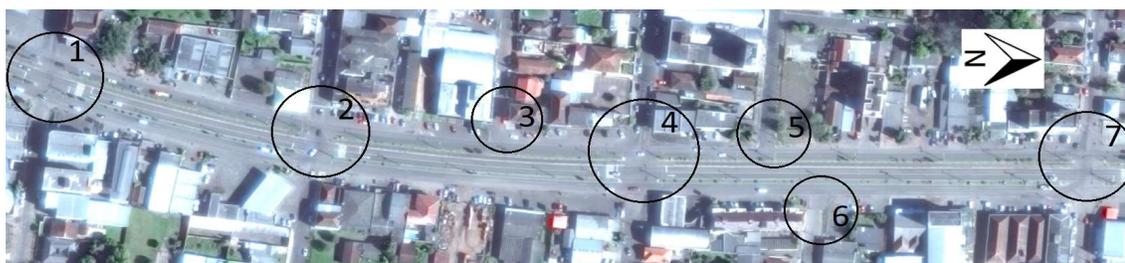
Figura 15 – Avenida Sebastião Amoretti



Fonte: Elaborada pelo autor.

É uma via preferencial e possui uma extensão de aproximadamente 2800 metros no total. O trecho estudado possui cerca de 600 metros, com sentido de circulação norte/sul e largura de 6,5 m nas pistas de rolamento laterais (duas em cada lado, quatro no total) e 7,9 m na pista central. As vias secundárias, de sentido leste/oeste, são perpendiculares a Avenida e possuem semáforos ou placas de “Pare” nas interseções, conforme Tabela 5.

Figura 16 – Imagem do Google Maps de Taquara - RS do local de estudo



Fonte: Taquara (2018). Adaptado pelo autor.

Tabela 5 – Interseções e tipos de sinalizações

Numeração	Interseções	Tipo de sinalização
01	Av. Sebastião Amoretti x R. Pinheiro Machado	Semafórica
02	Av. Sebastião Amoretti x R. Marechal Floriano	Semafórica
03	Av. Sebastião Amoretti x R. Gaspar Martins	Vertical
04	Av. Sebastião Amoretti x R. Guilherme Lahm	Semafórica
05	Av. Sebastião Amoretti x R. Rio Branco	Vertical
06	Av. Sebastião Amoretti x R. Henrique Kohlrausch	Vertical
07	Av. Sebastião Amoretti x R. Tristão Monteiro	Semafórica

Fonte: Elaborada pelo autor.

Levando em conta que a avenida situa-se numa área urbana, a sua grande maioria de veículos é composta por carros de passeio (automóveis). Abaixo, na Tabela 6, é possível observar a porcentagem do trânsito encontrado na via.

Tabela 6 – Porcentagem veicular por tipo

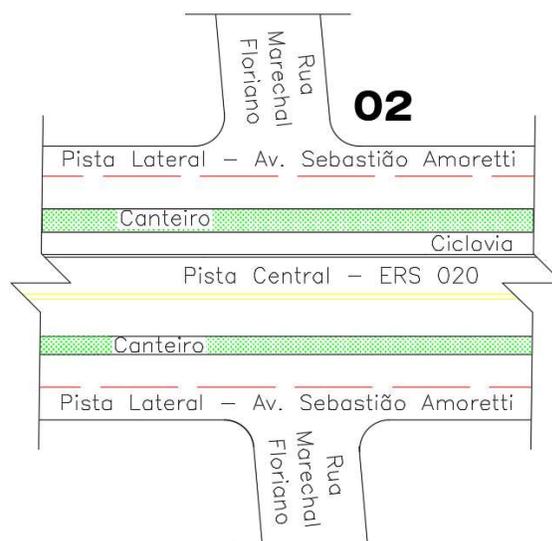
Automóveis	Motocicletas	Ônibus	Caminhão			Total de veículos*
			2 Eixos	3 Eixos	3+ Eixos	
86.61%	9.61%	1.44%	1.81%	0.27%	0.27%	6399

Fonte: Elaborada pelo autor.

* Quantidade total de veículos contados em todas as aproximações, durante a hora de pico, nas filmagens realizadas.

No ano de 2008, foram removidos os canteiros centrais da avenida para a instalação do Semáforo 02 e possível cruzamento (interseção da Avenida Sebastião Amoretti com a Rua Marechal Floriano), conforme a Figura 17, e não houve nenhum estudo de viabilidade. É o cruzamento, dos citados acima, que mais acumula veículos na hora de pico, nos finais de tarde. Como dito no subtítulo 2.4: quando um semáforo é instalado sem um estudo, pode haver o aumento da quantidade de paradas, aumento de acidentes e, por consequência, aumento do tempo de espera dos veículos e pedestres; neste caso, o aumento da quantidade de paradas e do tempo de espera dos veículos estão presentes (MANNERING E WASHBURN, 2016).

Figura 17 – Avenida Sebastião Amoretti antes da instalação do semáforo 02



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 ANÁLISE DOS CENÁRIOS

Levando em consideração a atual situação financeira do Estado, bem como da cidade de Taquara, a seguir serão descritos dois possíveis cenários em ordem crescente em questão financeira e de construção, bem como o atual e suas modificações/adequações a serem feitas.

4.3.1 Cenário atual

O cenário atual, conta com um conjunto semafórico que possui 3 fases (“A”, “B” e “C” – apenas para os veículos), conforme a Tabela 7.

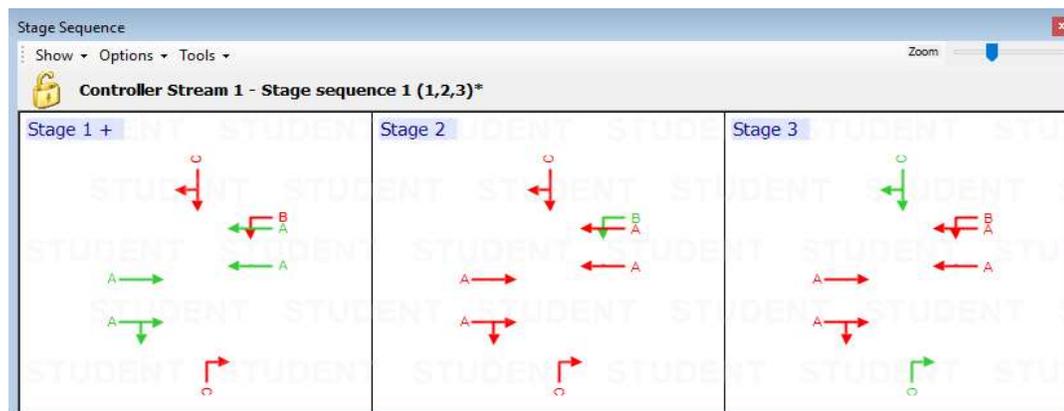
Tabela 7 – Fases dos semáforos no cenário atual

1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
A - Abre	A - Fecha	A - Fecha
B - Fecha	B - Abre	B - Fecha
C - Fecha	C - Fecha	C - Abre

Fonte: Elaborada pelo autor.

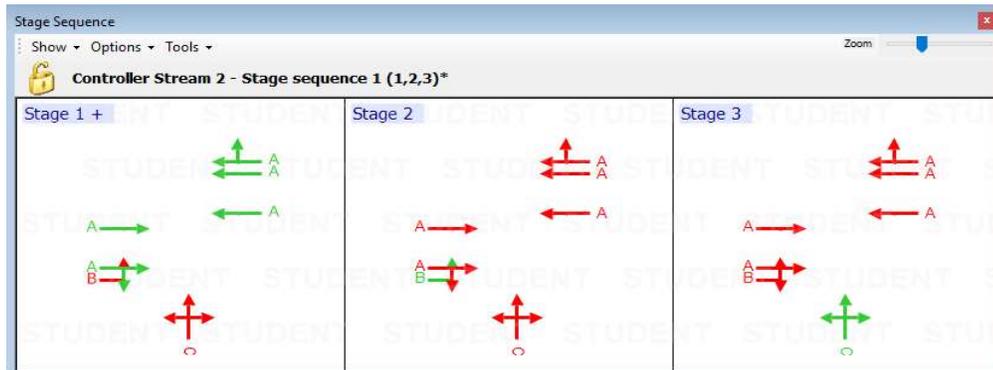
É composto por 04 semáforos, nos cruzamentos 01, 02, 04 e 07. Cada semáforo possui um grupo de movimentos permitidos, conforme Figuras 18 a 21 abaixo.

Figura 18 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01



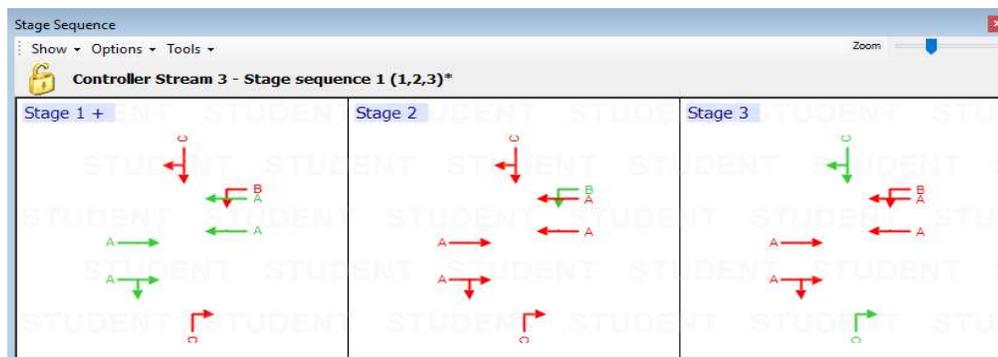
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 19 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02



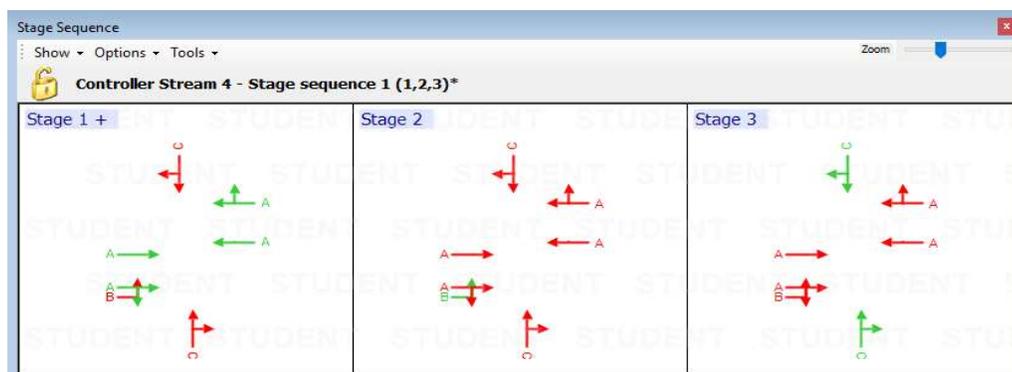
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 20 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03



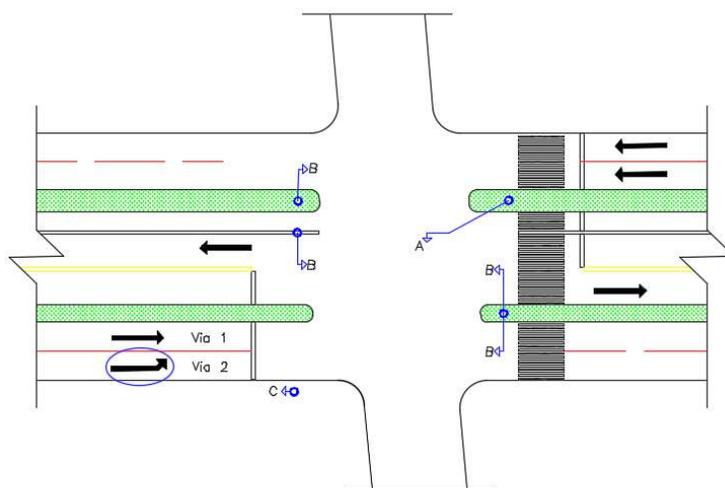
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 21 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 22 – Cenário atual



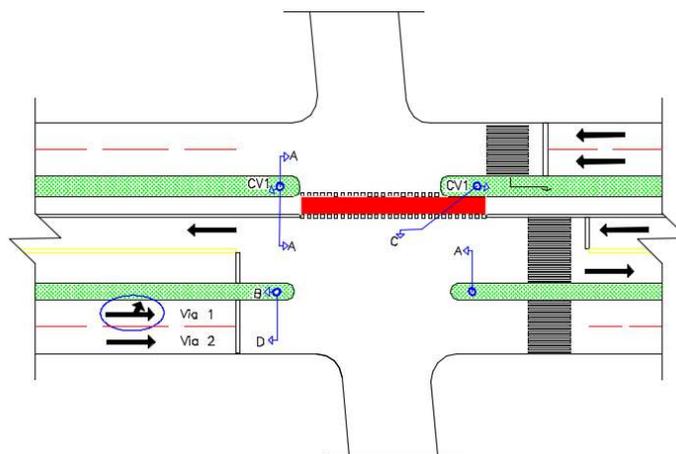
Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse cenário atual, há alguns pontos importantes que foram corrigidos no cenário 01 e 02, são eles: mudança da localização da via para convergir à esquerda, a falta de local seguro para os pedestres (nos canteiros) que atravessam a avenida, a adição da faixa em vermelho no sentido da ciclovia bem como um semáforo para a mesma.

4.3.2 Cenário 01 – Modificação das Conversões à Esquerda na Avenida

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007), em todo o cruzamento rodociclovitário deve ser demarcada a continuação da ciclovia, com cor vermelha, e também deve ser utilizado a Marcação de Cruzamento Rodociclovitário (MCC), que “é composta de duas linhas paralelas constituídas por paralelogramos, que seguem no cruzamento os alinhamentos dos bordos da ciclovia ou ciclofaixa”. (MANUAL BRASILEIRO DE SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO, 2007, p. 49).

Figura 23 – Cenário 01



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os veículos que irão convergir à esquerda deverão se posicionar na via 1 (conforme sinalização em azul na Figura 23 – onde a interseção 07 foi utilizada como exemplo), assim reduzindo um possível conflito. Há outro modo de fazer esta conversão, se escolhido em vez do sinalizado acima: em “P” (ou laço de quadra), conforme Figura 24, e comumente vista em cidades “grandes” – porém a utilização deste tipo não é a que melhor se encaixa neste caso, pois os quarteirões são muito extensos e acarretaria em uma perda de tempo significativa.

Figura 24 – Placa de retorno/conversão à esquerda em “P”



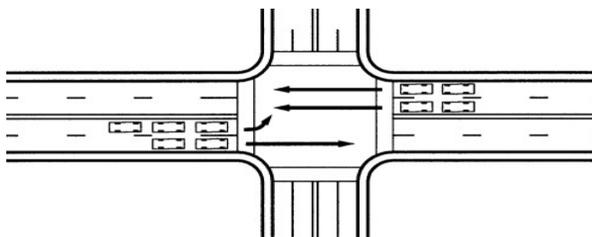
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014, p. 77).

Não há nenhuma regulamentação que indica o posicionamento (citado no parágrafo anterior) para a conversão à esquerda, em nenhum dos manuais estudados; portanto acredita-se que o correto é a utilização deste modelo, assim reduzindo possíveis conflitos e, também, o tempo de espera.

Conforme a Figura 25, retirada do Manual Informativo do Departamento de Transporte dos Estados Unidos sobre interseções sinalizadas (*Signalized*

Intersections, 2004), indica que a melhor posição para um veículo convergir à esquerda é a faixa da esquerda.

Figura 25 – Exemplo de faixa da esquerda para conversão



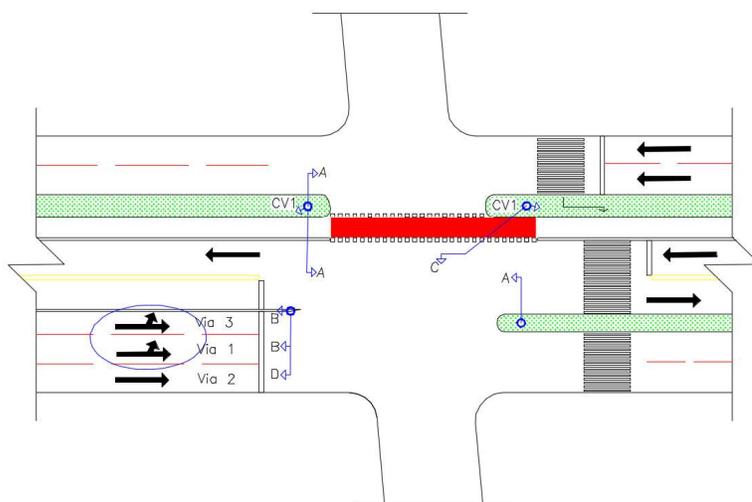
Fonte: *Signalized Intersections* (2004, p. 41).

4.3.3 Cenário 02 – Remoção de um dos canteiros e implantação de uma nova via (refúgio) para a conversão

Este cenário consiste em retirar um dos canteiros e utilizá-lo como refúgio para que os veículos possam convergir, mediante semáforo, sem influenciar no trânsito das vias de quem continuará na Avenida.

Para que o trânsito tenha maior fluidez, duas vias poderão convergir à esquerda, conforme Figura 26.

Figura 26 – Adição da “via 3” no projeto

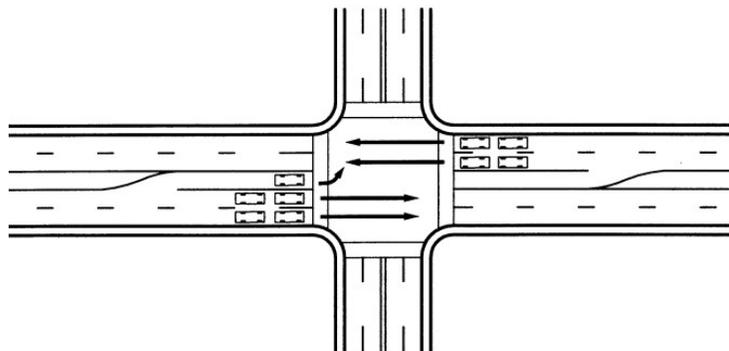


Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme Figura 27, retirada do Manual Informativo do Departamento de Transporte dos Estados Unidos sobre interseções sinalizadas (*Signalized*

Intersections, 2004) indica que a melhor posição para uma faixa de conversão é, justamente, à esquerda.

Figura 27 – Nova faixa na esquerda exclusiva para convergir à esquerda



Fonte: *Signalized Intersections* (2004, p. 41).

4.4 RESULTADOS DOS CENÁRIOS

Mediante avaliação e análise do máximo possível de variáveis disponíveis para este estudo, alguns fatores foram mantidos por estarem de acordo com os manuais estudados e, também, por não apresentarem riscos à vida dos motoristas e pedestres. A quantidade de fases, bem como o tempo de ciclo e localização dos semáforos, foram preservadas.

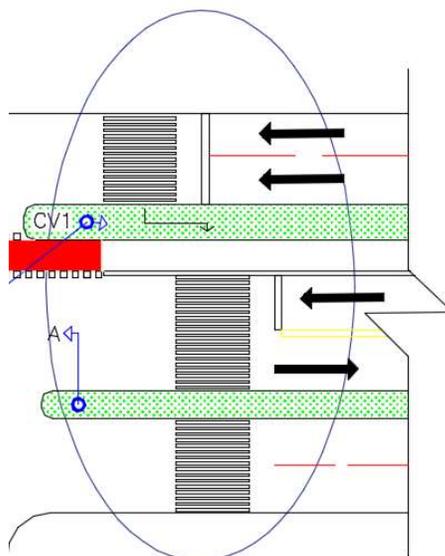
Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2014, p. 232), não é justificada a implantação semafórica exclusiva para pedestres quando o local de estudo/análise atende os requisitos a seguir:

- a) perceptibilidade da indicação luminosa do grupo focal veicular, para o pedestre;
- b) existência de dispositivos de proteção de pedestres.

A adição do grupo semafórico para pedestres, leva em conta, ainda, a quantidade de atropelamentos que deve ser igual a quatro, observado ao longo dos últimos três anos, ou dois atropelamentos nos últimos 12 meses; sendo que não há registros, pelo menos nos últimos cinco anos, de atropelamentos evitáveis por sinalização semafórica.

A medida de segurança adotada para os pedestres que atravessam a Avenida foi a travessia em duas etapas: onde o canteiro central é utilizado como refúgio e rodeado por gradis, sendo as faixas de pedestres locadas de forma desalinhada, conforme Figura 28. As indicações necessitam ser sinalizadas no canteiro central, de forma que os pedestres caminhem no sentido contrário ao fluxo de veículos.

Figura 28 – Relocação da faixa de pedestres



Fonte: Elaborada pelo autor.

Outro fator importante foi a implantação de um semáforo para quem está na ciclovia, mantendo-se o número de fases e funcionando em conjunto com os semáforos veiculares.

4.4.1 Resultados do Cenário atual

O cenário atual, de acordo com o estudo realizado, está obsoleto. Não há nenhuma explicação para a situação encontrada atualmente.

Dentre diversos problemas mostrados ao longo do trabalho, destacam-se ainda a falta de fluidez e, por consequência, a falta da “onda verde”, o atraso total dos veículos e a falta de vermelho geral (tempo entre o final do amarelo de um estágio e o início do verde do próximo – assim expondo a segurança dos usuários) conforme a Figura 29.

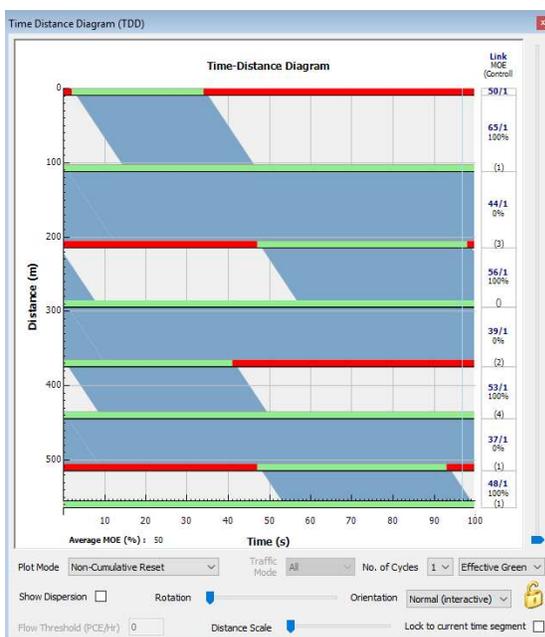
Figura 29 – Semáforo sem um tempo de vermelho geral



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Há de se lembrar, inclusive, que os semáforos caracterizaram-se como operando de forma isolada pois não estão sincronizados e não há a defasagem (que caracteriza a coordenação em rede), conforme a Figura 30, prejudicando a fluência dos veículos conforme a Figura 31.

Figura 30 – Falta de coordenação semafórica na avenida



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 31 – Falta de fluência dos veículos



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Enfim, o cenário atual servirá como base para uma análise mais criteriosa dos cenários a seguir. Para isso, a Tabela 8 traz um resumo dos principais resultados encontrados neste cenário.

Tabela 8 – Resumo dos resultados

Cenário atual	
IP do cenário	R\$ 842,99
Maior grau de saturação	76% na faixa 15/1
Atraso médio por veículo	12,37 s
Paradas totais	5427,38 por hora
Velocidade média	10,58 km/h
Consumo de combustível	5,92 km/L

Fonte: Elaborada pelo autor – TRANSYT 15.

4.4.2 Resultados do Cenário 01

O Cenário 01, conforme citado anteriormente, é um cenário que se encaixa mais facilmente na atual situação financeira do Estado e da cidade. Foram propostas pequenas modificações e alterações, mantendo a mesma quantidade de fases, adicionando o semáforo na ciclovia, bem como a demarcação da mesma.

Com a adição deste semáforo para ciclistas e pedestres, há uma nova tabela de fases (onde inclui as fases “D” para os veículos, e “CV” para a ciclovia), conforme a Tabela 9 abaixo.

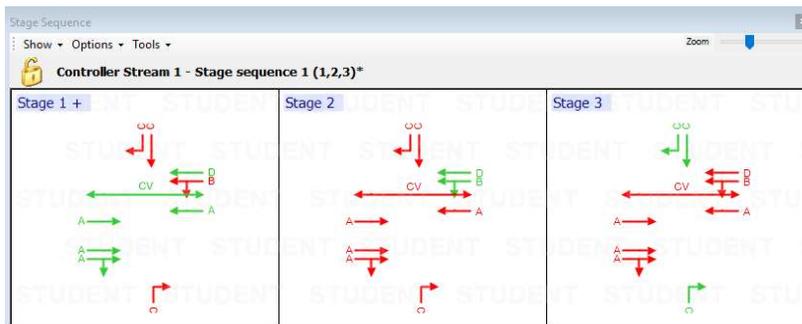
Tabela 9 – Fases dos semáforos no cenário 01

1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
A – Abre	A – Fecha	A – Fecha
B – Fecha	B – Abre	B – Fecha
C – Fecha	C – Fecha	C – Abre
D – Abre	D – Abre	D – Fecha
CV – Abre	CV – Fecha	CV – Fecha

Fonte: Elaborada pelo autor.

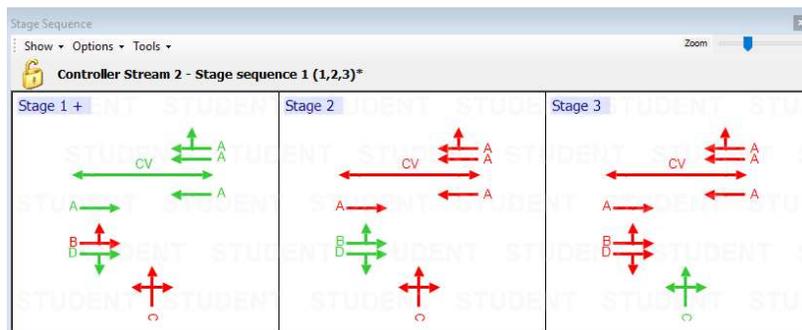
Após a alteração da via de conversão e adição do novo semáforo, o grupo de movimentos permitidos foi modificado para melhor utilização do trecho, conforme Figuras a seguir.

Figura 32 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01



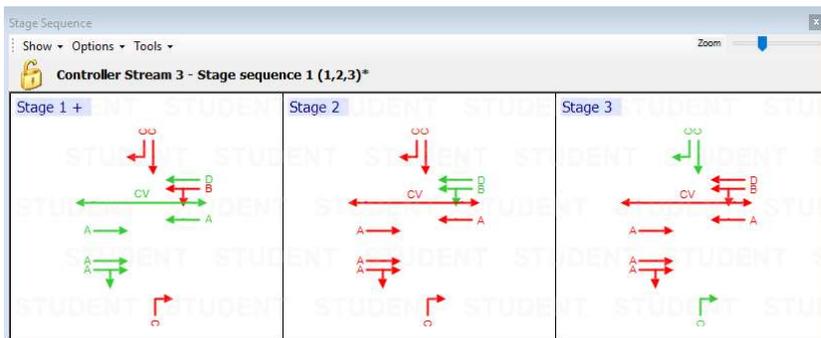
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 33 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02



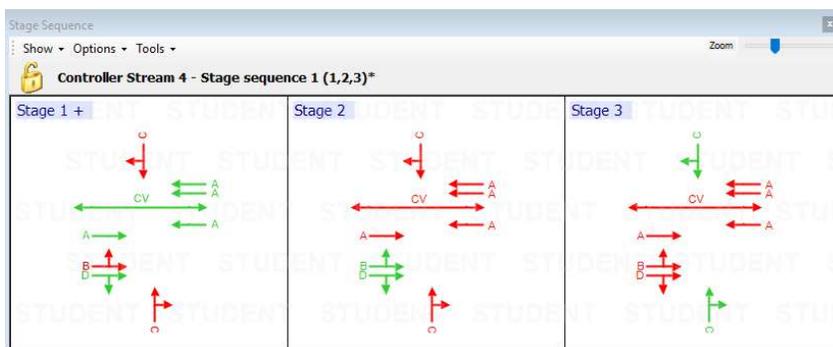
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 34 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

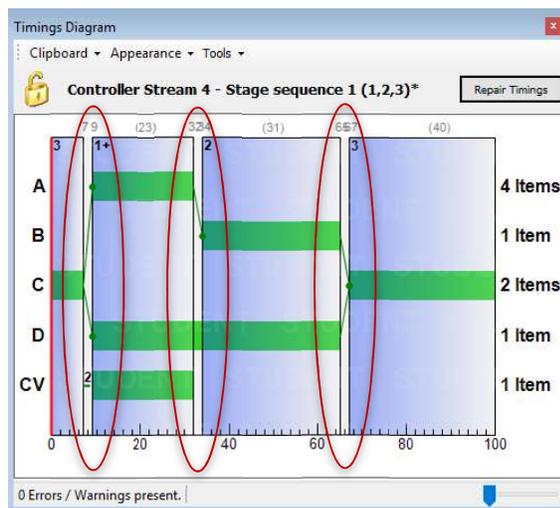
Figura 35 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Os diversos problemas citados acima, na análise do cenário atual, foram corrigidos. A fluidez dos veículos foi acertada, o atraso médio e IP reduzidos e o tempo de vermelho geral foi adicionado, conforme a Figura 36.

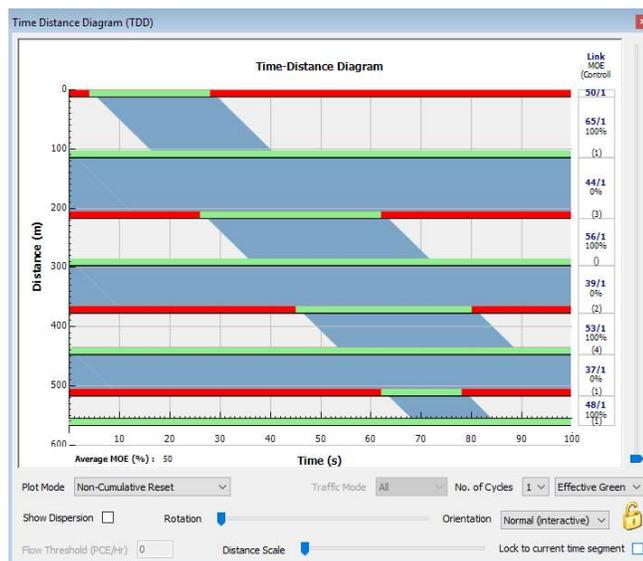
Figura 36 – Tempo de vermelho geral adicionado



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

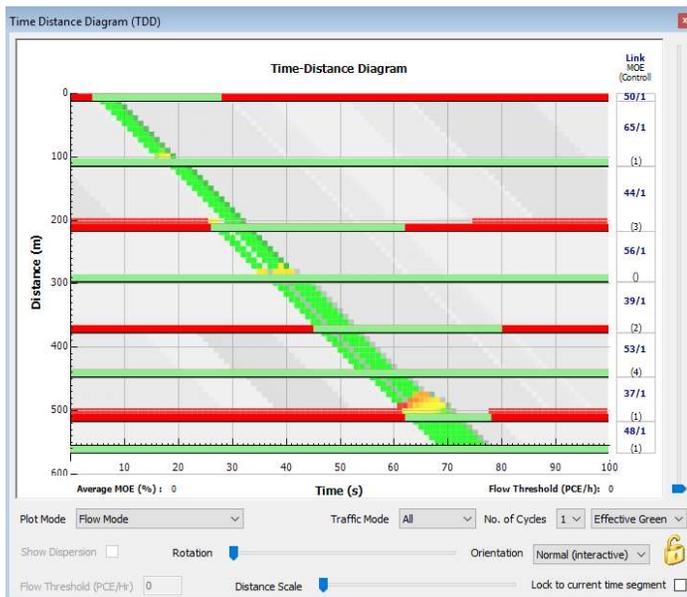
Neste cenário, os semáforos caracterizam-se como operando em rede, pois estão sincronizados e há a defasagem correta, conforme Figura 37, contribuindo assim para a melhor fluência dos veículos conforme a Figura 38.

Figura 37 – Coordenação semafórica na avenida



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 38 – Fluência dos veículos



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Portanto, este cenário se mostrou bastante eficaz sem a necessidade de grandes modificações geométricas na via. A Tabela 10 abaixo, traz um resumo dos principais resultados encontrados neste cenário – bastante satisfatórios.

Tabela 10 – Resumo dos resultados

Cenário 01	
IP do cenário	R\$ 769,20
Maior grau de saturação	71% na faixa 52/2
Atraso médio por veículo	10,99 s
Paradas totais	4754,52 por hora
Velocidade média	11,19 km/h
Consumo de combustível	6,31 km/L

Fonte: Elaborada pelo autor – TRANSYT 15.

4.4.3 Resultados do Cenário 02

O Cenário 02 foi criado para suprir o tráfego atual com melhor diluição, fluência e segurança; porém, com o custo mais elevado. Inclui todas as modificações do cenário anterior, porém com a adição de mais uma via (no lugar do canteiro) exclusiva para realização da conversão à esquerda nas interseções 02 e 07, pois são as

conversões com maior fluxo. Mesmo com a adição desta nova faixa, o grupo semafórico continua com as mesmas 3 fases, porém dispostas conforme a Tabela 11.

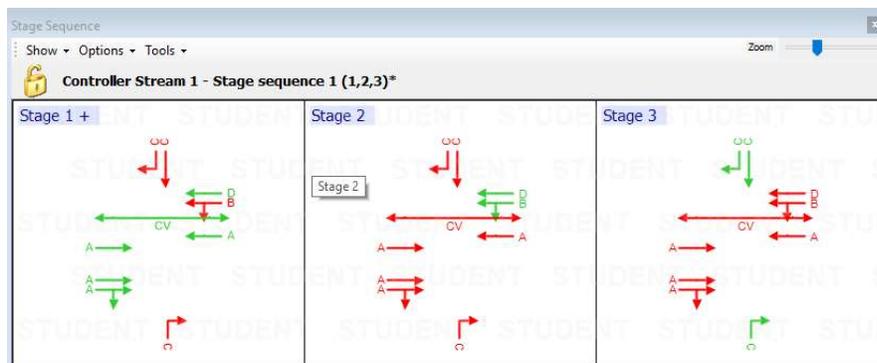
Tabela 11 – Fases dos semáforos no cenário 02

1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
A – Abre	A – Fecha	A – Fecha
B – Fecha	B – Abre	B – Fecha
C – Fecha	C – Fecha	C – Abre
D – Abre	D – Abre	D – Fecha
CV – Abre	CV – Fecha	CV – Fecha

Fonte: Elaborada pelo autor.

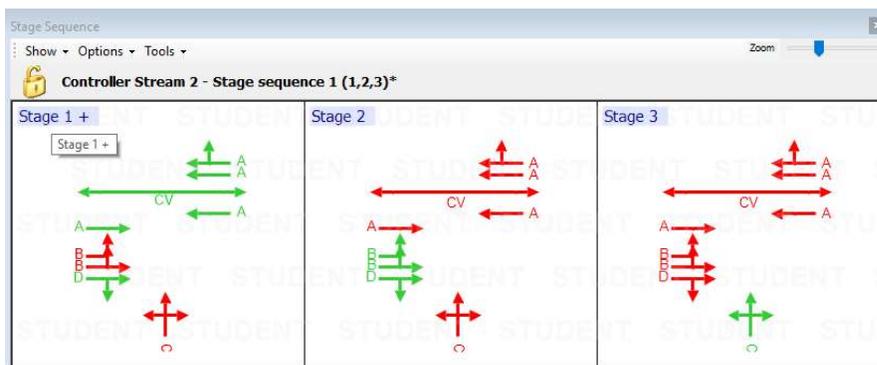
Após as alterações supracitadas, o grupo de movimentos permitidos foi adequado para melhor fluidez e segurança do trecho, conforme Figuras a seguir.

Figura 39 – Grupo de movimento por fase no semáforo 01



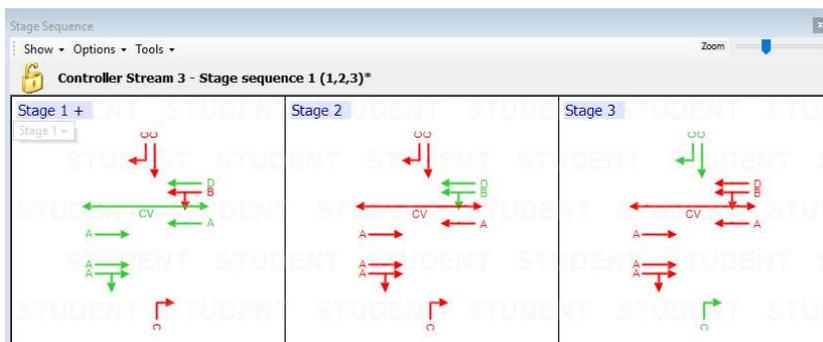
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 40 – Grupo de movimento por fase no semáforo 02



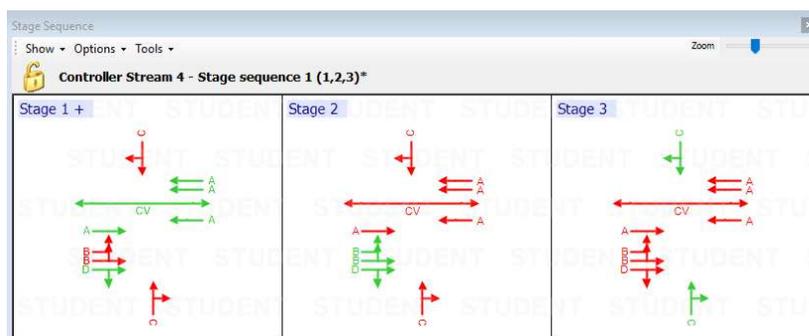
Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 41 – Grupo de movimento por fase no semáforo 03



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Figura 42 – Grupo de movimento por fase no semáforo 04



Fonte: Elaborada pelo autor – Transyt 15.

Neste cenário, assim como no cenário anterior, os semáforos estão sincronizados, portanto, estão operando em rede. A defasagem e fluência dos veículos foram mantidas.

Este cenário mostrou-se sendo o mais eficaz dentre os analisados, porém há a necessidade de uma modificação geométrica na via. A Tabela 12 abaixo, traz um resumo dos principais resultados encontrados neste cenário.

Tabela 12 – Resumo dos resultados

Cenário 02	
IP do cenário	R\$ 641,95
Maior grau de saturação	64% na faixa 11/2
Atraso médio por veículo	9,01 s
Paradas totais	4647,68 por hora
Velocidade média	12,58 km/h
Consumo de combustível	6,79 km/L

Fonte: Elaborada pelo autor – TRANSYT 15.

4.4.4 Comparação entre todos os cenários

Para uma melhor análise dos cenários, foram desenvolvidas as tabelas abaixo. A Tabela 13 compara o cenário atual com o cenário 01, e a Tabela 14 o cenário atual com o cenário 02.

Tabela 13 – Comparação do cenário atual x cenário 01

	Cenário atual	Cenário 01	Diferença
IP do cenário	R\$ 842.99	R\$ 769.20	-R\$ 73.79
Maior grau de saturação	76% na faixa 15/1	71% na faixa 52/2	-
Atraso médio por veículo	12.37 s	10.99 s	-1.38 s
Paradas totais	5427.38 por hora	4754.52 por hora	-672.86 por hora
Velocidade média	10.58 km/h	11.19 km/h	0.61 km/h
Consumo de combustível	5.92 km/L	6.31 km/L	0.39 km/L

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 14 – Comparação do cenário atual x cenário 02

	Cenário atual	Cenário 02	Diferença
IP do cenário	R\$ 842.99	R\$ 641.95	-R\$ 201.04
Maior grau de saturação	76% na faixa 15/1	64% na faixa 11/2	-
Atraso médio por veículo	12.37 s	9.01 s	-3.36 s
Paradas totais	5427.38 por hora	4647.68 por hora	-779.70 por hora
Velocidade média	10.58 km/h	12.58 km/h	2.00 km/h
Consumo de combustível	5.92 km/L	6.79 km/L	0.87 km/L

Fonte: Elaborada pelo autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trecho estudado sob a Avenida Sebastião Amoretti apresentou, assim como todo e qualquer estudo de trânsito, uma certa complexidade associada aos veículos e motoristas – o que não era esperado antes do início do estudo.

De acordo com os resultados obtidos em decorrência da utilização do simulador de tráfego *TRANSYT*, há diversas melhorias que devem ser feitas. A utilização de um dos dois cenários criados deve ser encarada como uma mudança bastante necessária. O grande problema é a falta de verba, levando em conta a atual situação financeira do estado e do município – pois, certamente, a mudança seria realizada em uma parceria entre ambos.

Sobre o cenário atual, basicamente o único aproveitamento é o local onde os semáforos foram instalados. O Cenário 01, de certa forma, trouxe resultados significativos, levando em conta que a mudança seria apenas em algumas trocas nas sinalizações; sendo então, a opção com melhor custo-benefício. Já o Cenário 02, por sua vez, apresentou resultados mais atrativos e interessantes, porém com um custo e complexidade ligeiramente maiores.

Conclui-se, então, que o local estudado tem condições de propor uma melhor fluência do trânsito, reduzindo o consumo de combustível e as paradas provocadas pela falta de coordenação, aumentando a velocidade média no trecho.

Levando em conta que um projeto deste tipo é, de certo modo, considerado complexo – pois necessita de conhecimentos abrangentes e específicos – este trabalho servirá para que uma futura e/ou possível modificação na via, ou até mesmo em outro local (utilizando métodos semelhantes aos aplicados), possa iniciar-se em um estado mais avançado.

Portanto, acredita-se que o país deveria dar mais importância para este tipo de problema, visto que é bastante recorrente.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. **Estudos de tráfego**. Disciplina: Transportes “B”. Volume 1. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2005.

BARCELÓ, Jaume. **Fundamentals of Traffic Simulation**. Volume 145. Barcelona, Espanha: Springer, 2010.

BRASIL, **Código de Trânsito Brasileiro**. 5. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2013.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Vertical de Indicação**. Volume III. 1. ed. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Horizontal**. Volume IV. 1. ed. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Semafórica**. Volume V. 2. ed. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), 2014.

DETRAN-RS. **Frota do RS**: formato pdf - 2017. Disponível em: <<http://www.detrans.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs>>. Acesso em: 20 set. 2017.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD)**. 2003 Edition. Washington: U.S. Department of Transportation, 2003. Disponível em: <<https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2003r1/Ch4.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **Signalized Intersections: Informational Guide**. Washington: U.S. Department of Transportation, 2004. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/04091/04091.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA JR, A.; BEZERRA, B.; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. **Segurança Viária**. 1. ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE**: Rio Grande do Sul: Taquara: dados gerais do município, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/taquara/panorama>>. Acesso em: 12 out. 2017.

LIMA, Camila. **Uso de Simulador de Tráfego para análise de intersecção na Av. Humberto Alencar Castelo Branco com Estrada Samuel Aizemberg**. 2012. 111 f. Relatório Final de Iniciação Científica Do Projeto de Simulação Semafórica. Centro Universitário da FEI, São Paulo, São Bernardo do Campo, 2012. Disponível em: <<http://sinaldetransito.com.br/artigos/lisa.pdf>>. Acesso em: 3 out 2017.

MANNERING, Fred. L., WASHBURN, Scott S. **Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis**. 5. ed. N.J., EUA: John Wiley & Sons, 2012.

MAY, Adolf Darlington. **Traffic Flow Fundamentals**. Englewood Cliffs, N.J., EUA: Prentice-Hall, 1990.

TAQUARA. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Av.+Sebasti%C3%A3o+Amoretti,+Taquara+-+RS/@-29.6488635,-50.7764699,710m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x951918e248696369:0x1fe85629c1544ed0!8m2!3d-29.6548173!4d-50.7779112>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

THE ENGINEER. **Street Signals, Bridge Street**. Westminster, dec. 1868. Disponível em: <http://www.ukroads.org/ukroadsignals/articlespapers/18681211_theengineer.pdf>. Acesso em: 5 set. 2017.

TRANSYT 15, Transport Research Laboratory, TRL Software. Disponível em: <<https://trlsoftware.co.uk/>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

VILANOVA, Luis. **Critérios para a implantação de semáforos**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/criterios_implantacao_semaforos.pdf> Acesso em: 20 out 2017.

APÊNDICE A – DADOS DAS CONTAGENS REALIZADAS NAS INTERSEÇÕES

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL					FASE 1/3	
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Pinheiro Machado						
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira			DATA: 07-Mar			
HORA: 17h15 - 18h15		MOVIMENTOS				
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	487	150	22	22	203	
MOTOCICLETA	23	3	1	4	17	
ÔNIBUS	5	5	0	0	0	
CAM. 2 EIXOS	5	3	1	0	3	
CAM. 3 EIXOS	0	2	0	0	0	
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0	0	
TOTAL UCP	515	173	25	24	215	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL		FASE				
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Pinheiro Machado		2/3				
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira		DATA: 07-Mar				
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	280	8	22			
MOTOCICLETA	18	3	7			
ÔNIBUS	3	3	1			
CAM. 2 EIXOS	2	0	2			
CAM. 3 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0			
TOTAL UCP	296	15	31	0	0	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL					FASE	
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Pinheiro Machado					3/3	
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira				DATA: 07-Mar		
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	23	23	73	365		
MOTOCICLETA	8	8	18	23		
ÔNIBUS	0	0	0	2		
CAM. 2 EIXOS	0	0	0	5		
CAM. 3 EIXOS	0	0	0	0		
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0		
TOTAL UCP	26	26	79	387	0	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL		FASE				
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Marechal Floriano		1/3				
PESQUISADOR:	Felipe Baldasso					
DIA SEMANA:	Quarta-feira	DATA:	14-Mar			
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	5	112	570	103	50	45
MOTOCICLETA	2	18	84	12	0	45
ÔNIBUS	0	0	8	0	8	8
CAM. 2 EIXOS	0	5	4	0	0	5
CAM. 3 EIXOS	0	0	0	0	1	0
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0	4	0
TOTAL UCP	6	128	622	107	81	86

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL				FASE		
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Marechal Floriano				2/3		
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira				DATA: 14-Mar		
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	14	97	305			
MOTOCICLETA	1	15	50			
ÔNIBUS	0	15	5			
CAM. 2 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0			
TOTAL UCP	15	132	332	0	0	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL					FASE 3/3	
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Marechal Floriano						
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira				DATA: 14-Mar		
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	20	55	155	0	20	
MOTOCICLETA	2	15	15	0	0	
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	
CAM. 2 EIXOS	0	0	0	0	0	
CAM. 3 EIXOS	0	0	0	0	0	
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0	0	
TOTAL UCP	21	60	160	0	20	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL					FASE	
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Guilherme Lahm					1/3	
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira				DATA: 21-Mar		
HORA: 17h15 - 18h15		MOVIMENTOS				
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	265	45	15	95	425	
MOTOCICLETA	10	10	0	0	35	
ÔNIBUS	5	0	0	10	10	
CAM. 2 EIXOS	10	25	5	0	0	
CAM. 3 EIXOS	0	10	0	0	0	
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	10	0	
TOTAL UCP	299	129	25	145	457	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL				FASE		
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Guilherme Lahm				2/3		
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira				DATA: 21-Mar		
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	5	35	40			
MOTOCICLETA	5	3	15			
ÔNIBUS	0	0	0			
CAM. 2 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0			
TOTAL UCP	7	36	45	0	0	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL		FASE				
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Guilherme Lahm		3/3				
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira		DATA: 21-Mar				
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	70	135	10	5	5	
MOTOCICLETA	15	20	0	5	5	
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	
CAM. 2 EIXOS	5	5	0	0	0	
CAM. 3 EIXOS	0	0	0	0	0	
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0	0	
TOTAL UCP	85	152	10	7	7	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL		FASE				
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Tristão Monteiro		1/3				
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira		DATA: 28-Mar				
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	12	10	98	60	117	86
MOTOCICLETA	5	3	5	1	12	8
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0
CAM. 2 EIXOS	0	1	5	3	3	2
CAM. 3 EIXOS	0	0	2	2	0	0
CAM. 3+ EIXOS	0	0	2	1	0	0
TOTAL UCP	14	13	122	76	127	93

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL		FASE 2/3				
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Tristão Monteiro						
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira			DATA: 28-Mar			
HORA: 17h15 - 18h15	MOVIMENTOS					
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	7	35	246			
MOTOCICLETA	2	4	22			
ÔNIBUS	0	0	2			
CAM. 2 EIXOS	0	1	4			
CAM. 3 EIXOS	0	0	0			
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0			
TOTAL UCP	8	39	266	0	0	0

PESQUISA DE VOLUME DE TRÁFEGO DIRECIONAL					FASE 3/3	
LOCAL: Avenida Sebastião Amoretti x Rua Tristão Monteiro						
PESQUISADOR: Felipe Baldasso						
DIA SEMANA: Quarta-feira			DATA: 28-Mar			
HORA: 17h15 - 18h15		MOVIMENTOS				
TIPO VEÍCULO	1	2	3	4	5	6
AUTOMÓVEL	397	24	33	20	12	6
MOTOCICLETA	22	4	4	5	2	1
ÔNIBUS	2	0	0	0	0	0
CAM. 2 EIXOS	5	2	2	3	0	0
CAM. 3 EIXOS	0	0	0	0	0	0
CAM. 3+ EIXOS	0	0	0	0	0	0
TOTAL UCP	419	30	39	28	13	7