

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

TAMIRES DO NASCIMENTO DAMASCENO

**AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE SEMÁFORO NOS CRUZAMENTOS
SEMAFORIZADOS DA CIDADE DE BOTUCATU EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE
VEÍCULOS/HORA**

Botucatu-SP
Dezembro – 2014

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

TAMIRES DO NASCIMENTO DAMASCENO

**AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE SEMÁFORO NOS CRUZAMENTOS
SEMAFORIZADOS DA CIDADE DE BOTUCATU EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE
VEÍCULOS/HORA**

Orientadora: Prof. Me. 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
Dezembro – 2014

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me proporcionou momentos com pessoas maravilhosas e por me conceder a força necessária para seguir em frente apesar das dificuldades e nunca desistir dos meus sonhos.

A minha mãe que sempre me apoiou e mesmo quando eu pensava em desistir ela estava ali, para me apoiar, me incentivar e me mostrar que eu podia, que eu conseguia, bastava tentar sem olhar para trás.

Ao meu irmão que se tornou um exemplo, me incentivou e me fez compreender a virtude de se formada.

A minha amiga Débora Cristina da Silva, que me ajudou na finalização deste Trabalho.

A minha orientadora Bernadete Rossi Barbosa Fantin pela paciência, dedicação e orientação.

A Izabela Ferreira da Silva, por ter me fornecido os dados por ela levantados, necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que de alguma maneira auxiliaram para que eu conseguisse realizar este sonho.

RESUMO

Devido ao aumento gradativo do fluxo de veículos nas cidades, a implantação de semáforos nas interseções que apresentam potencial número de conflitos torna-se necessário na tentativa de ordenar os fluxos de passagem e minimizar as situações de risco. No entanto é preciso adequar corretamente às instalações dos semáforos nos cruzamentos semaforizados da cidade de Botucatu em busca de um melhor trânsito, diminuindo acidentes, paradas desnecessárias aos condutores e facilitando um melhor percurso com mais tranquilidade aos carros e pedestres. Os semáforos colocados de maneira correta deixam os cruzamentos com um trânsito mais organizado, de maneira em que acarretará vantagens ao trânsito, mas se colocado sem necessidade pode causar congestionamento, espera desnecessárias, impaciência, estímulo ao desrespeito, falta de confiança nos semáforos por parte dos pedestres e condutores. O presente estudo procurou identificar a real necessidade de semáforo nos cruzamentos semaforizados na cidade de Botucatu em função do volume de veículos que passam por cada cruzamento. Este estudo foi realizado a partir do levantamento existente destes fluxos, realizados para o desenvolvimento de outro trabalho de conclusão de curso complementar ao tema, através da identificação dos principais critérios utilizados para se avaliar a pertinência ou não da colocação de semáforo numa interseção. Foi identificado, através desta análise que 16 dos semáforos tiveram sua instalação justificada e 11 deles obtiveram há não justificativa dos 27 semáforos analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Fluxo de veículos. Segurança. Semáforos. Trânsito.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Transito descontrolado por falta de sinalização.....	19
Figura 2- Cruzamento sinalizado com placa de pare.....	20
Figura 3- cruzamento sinalizado com semáforo.....	21
Figura 4- Modelo de semáforo	24
Figura 5- Semáforos interrompendo um fluxo contínuo	28
Figura 6- Mapa com a indicação dos cruzamentos semaforizados na cidade de Botucatu	31

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1- Indicação 1- Volume médio de veículos nas duas vias que se cruzam	26
Tabela 2- Indicação 2- Volume na via secundária mas alto na principal	26
Tabela 3- Indicação 3- Volume alto de veículos e volume significativo de pedestres atravessando.....	27
Tabela 4 -Relação dos Cruzamentos por Numeração.....	32
Tabela 5 - Cruzamento 1 = R. Virgílio Bartoli x R. Leonardo Villas Boas.	35
Tabela 6 - Cruzamento 2 = R. Lincon Vaz x R. Leonardo Villas Boas.	36
Tabela 7 - Cruzamento 3 – R. Leonardo Villas Boas x R. Major Matheus.....	37
Tabela 8- Cruzamento 4 = R. Major Matheus x R. Floriano Simões.	37
Tabela 9 - Cruzamento 5 = R. Brás de Assis x R. Tenente João Francisco	38
Tabela 10 - Cruzamento 6 = R. Major Matheus x R. Galvão Severino	38
Tabela 11 - Cruzamento 7 = R. Brás de Assis x R. Dinorah C. Barros.....	38
Tabela 12 - Cruzamento 8 = Av. Vital Brasil x R. Pinheiro Machado.....	39
Tabela 13 - Cruzamento 9 = R. Gabriel Ragi Zacharias (Cel. Fonseca) x Avenida Vital Brasil.	40
Tabela 14 - Cruzamento 10 - Av. Floriano Peixoto x Av. Vital Brasil	40
Tabela 15 - Cruzamento 11 = Avenida Santana x R. Floriano Peixoto	41
Tabela 16 - Cruzamento 12= R. Newton Prado x Avenida Santana	41
Tabela 17 - Cruzamento 14 = R. Djalma Dutra x Avenida Santana	42
Tabela 18 - Cruzamento 15 = R. Coronel Fonseca x R. Avenida Santana.....	42
Tabela 19 - Cruzamento 17 = R. Tiradentes x R. Floriano Peixoto	43
Tabela 20 - Cruzamento 19 = R. João Passo x R. Djalma Dutra	43
Tabela 21 - Cruzamento 20 = R. Siqueira Campos x R. Curuzu.....	44
Tabela 22 - Cruzamento 21 = R. João Passos x R. Moraes de Barros	44
Tabela 23 - Cruzamento 22- R. Marechal Deodoro x R. João Passos.....	45
Tabela 24 - Cruzamento 23 = R. Major Leonidas x R. Avenida Dom Lúcio	45
Tabela 25 - Cruzamento 24 = R. Quintino Bocaiuva x R. General Telles	46
Tabela 26 - Cruzamento 25 = R. Costa Leite x R. Visconde do Rio Branco	46
Tabela 27 - Cruzamento 26 = R. Costa Leite x R. Campos Salles.....	47
Tabela 28 - Cruzamento 27 = R. Avenida Dom Lúcio x R. Visconde do Rio Branco	47
Tabela 29 - Cruzamento 28 = R. Campos Salles x R. Avenida Dom Lúcio	48
Tabela 30 - Cruzamento 29 = R. Visconde do Rio Branco x R. João Passos	48
Tabela 31 - Cruzamento 30 = R. Gal Marcodes Salgado x R. Avenida Dom Lúcio	49
Tabela 32 – Cruzamentos com justificativa e sem justificativa	49

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	13
1.2 Justificativa e relevância do texto	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Transporte Urbano	14
2.2 Meios de Transportes.....	15
2.3 Quando há falta de segurança nos cruzamentos	16
2.4 Tipos de cruzamentos	18
2.5 Semáforo	21
2.6 Objetivo.....	24
2.7 Critérios de utilização	24
2.8 Necessidade de semáforo num cruzamento	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Material.....	30
3.2 Métodos	30
3.3 Estudo de caso	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Análise e justificativa da colocação dos semáforos	35
4.2 Discussões.....	50
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O fato de o número de automóveis em circulação na cidade estarem aumentando de forma gradativa, assim como também a necessidade e existência de muitas outras linhas de transporte público estar em circulação em trajetos antes não percorridos, ou então abandonada, alguns percursos que antes não eram movimentados passaram a ter uma demanda maior (OLIVEIRA, 2009, p. 19). Devido à maior proporção de veículos, necessita ter um maior interesse nas alocações dos semáforos nos cruzamentos em Botucatu.

Os semáforos quando instalados da maneira correta propicia maior conforto para motoristas e pedestres, porém se colocados em um local inadequado podem tornar o trânsito caótico, difícil de mensurar o tamanho do malefício que ele pode gerar (ASKISHINO, 2014).

A viabilidade de um semáforo não é algo fácil de ser estudado, embora a “a colocação de um semáforo onde não indicado tecnicamente acaba por prejudicar o desempenho operacional do cruzamento, afetando um ou mais dos fatores segurança, demora, número de paradas e capacidade” (BEZERRA, 2007, p. 2). Ou seja, afeta diretamente o fluxo de carros e pedestres em um cruzamento.

Dentre todos os problemas enfrentados pelas cidades brasileiras tais como, poluição, criminalidade entre outros, o congestionamento e a qualidade do sistema de transporte também não são satisfatórios. O modo como vem crescendo o número de automóveis e motocicletas têm por agravar ainda mais este problema, que mesmo sendo inevitável pode ser organizado de maneira a tornar a mobilidade urbana uma oportunidade de eliminar este impasse senão por completo pelo menos torná-lo mais viável.

Para avaliar à eficiência do posicionamento dos semáforos em Botucatu, foi necessário um levantamento do fluxo de veículos nos cruzamentos semaforizados.

1.1 Objetivos

O objetivo deste estudo foi a analisar os cruzamentos semaforizados da cidade de Botucatu, verificando sua real necessidade e se o mesmo encontra-se alocado corretamente.

1.2 Justificativa e relevância do texto

A justificativa do tema pode ser vista sob várias óticas. A primeira delas se dá pelo consumo de espaço que a mobilidade urbana necessita para se obter sua fluidez, deste modo o espaço territorial na forma de vias, calçadas e estacionamentos necessitam de um espaço que os comportem para seu melhor fluxo. O segundo é a energia gasta pelos meios de transporte que podem ser de origem fóssil, vegetal e hídrica, e não deixam de ser um agravante para o meio ambiente e para todos que tem que conviver diariamente em meio a um trânsito sem eficiência.

Outro ponto é que com o crescimento desordenado e acelerado das cidades, e o montante de investimentos necessários para garantir infraestrutura e equipamentos para uma mobilidade segura e eficiente. o uso inadequado de equipamentos aliado à necessidade de altos investimentos financeiros para solucionar o problema da falta de mobilidade, onera o poder público que deve empregar seus recursos adequadamente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Transporte Urbano

Os primeiros meios de locomoção surgiram antes do século XVII. Nesta época não existiam transportes motorizados, então as pessoas se locomoviam como elas podiam, sendo a pé, em animais ou em carruagens.

Antes do século XVII, o deslocamento das pessoas nas cidades era realizado a pé, montado em animal ou em carruagem própria puxada por animais privilégio dos muito ricos. As carruagens de aluguel puxadas por animais, que surgiram na cidade de Londres, 1600, e Paris, em 1612, podem ser consideradas os primeiros serviços de transporte público urbano (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 9).

Em 1662, na cidade de Paris, o matemático Blaise Pascal, iniciou a primeira rota de carruagens puxada por cavalos, com capacidade para oito pessoas, com destinos pré determinados, horários e já com percurso de cinco linhas (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 9).

A revolução industrial teve um grande peso na evolução do transporte público, com a mudança da produção artesanais antes feitas em casa, para a produção feita por maquinários aumentando o fluxo de locomoção dos operários, que obrigatoriamente necessitavam sair de suas casas até as fábricas (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 9).

O transporte Urbano é muito importante na qualidade de vida da sociedade, a partir dele conseguimos obter uma melhor locomoção para o trabalho, para estudar e passear. A mobilidade é essencial na sociedade, facilita a vida de todas as pessoas sem distinção de classes sociais.

Para Rosa (2006), um transporte de qualidade auxilia nas condições de acesso físico aos meios de locomoção, reduz a proporção de viagens e aumenta a velocidade média dos veículos, deste modo as viagens se tornam mais confortáveis.

Entende-se que o conceito básico do transporte urbano é denominado pelo “deslocamento das pessoas de um local a outro, dependendo da necessidade que elas tenham, refere-se ao transporte de passageiros e locomoção dos produtos que as empresas desejam fornecer ou entregar ao consumidor final, refere-se ao transporte de carga” (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 2).

Outro conceito de transporte citado por Costa (2001), refere-se como o ato de conduzir ou transportar de um lugar para um outro local desejado.

Segundo Lopes (1998), é considerado trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação e movimentação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga de mercadorias.

As cidades buscam um melhor controle de trânsito e o fluxo de veículos influencia muito neste controle. Quanto maior for a quantidade de carros circulantes em nossas vias maior a dificuldade, ocasionando um trânsito mal desenvolvido.

As cidades têm grandes dificuldades em controlar o trânsito, devido a quantidade de veículos e de pedestres estar crescendo gradativamente, assim a tendência em aumentar a dificuldade no transporte fica mais crítica (OLIVEIRA, 2009, p. 19).

2.2 Meios de Transportes

“A movimentação de pessoas pela cidade é necessidade sempre relacionada a algum motivo: trabalho, estudo ou lazer, dentre outros. Podem ser realizadas à pé, ou por veículos de tração animal, ou ainda por meios para transportes motorizados” (COSTA, 2001, p.01).

No que diz respeito, a meios de transporte podemos destacar alguns grupos e identificá-los em que função melhor está adequada para o transporte, sendo eles privado ou individual, público, coletivo ou de massa e semipúblico.

Privado ou individual esse grupo tem por característica a privacidade, é um modelo típico de transporte particular, utilizando como meio de locomoção os carros, motocicletas, bicicletas, etc.

Privado ou individual são os modos em que o veículo utilizado no transporte (mesmo que temporariamente, pois pode estar emprestado ou a serviço) à pessoa que está dirigindo. Há completa liberdade para escolher o caminho a seguir e o horário de início de viagem, ou seja, existe total flexibilidade no tempo e no espaço para efetuar o transporte. O número de passageiros é pequeno e o deslocamento é de porta a porta. [...] (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 3)

Públicos, coletivos ou de massa são meios de transporte próprios para receber quantidades maiores de pessoas, sendo que o veículo terá como dono uma empresa que será responsável pelo carro que está sendo utilizado e os passageiros. Por ser adaptado para várias pessoas não existe flexibilidade para horários, devido á empresa já haver rotas e horários fixos, pontos de descida pré-determinados, onde será necessário finalizar outro meio de locomoção para chegar ao destino final, os veículos utilizados normalmente neste modo são os ônibus, metrô, trem, etc (FERRAZ; TORRES, 2004, p. 3).

Segundo Ferraz; Torres, (2004), semipúblico é um modo que mantém uma co-relação entre os modos privado e público, sendo que poderá transportar pequenas quantidades de pessoas em táxis, e grandes quantidades de pessoas em lotação como peruas e até ônibus fretados para algo específico, além dos horários serem adaptados de acordo com a necessidade dos usuários.

Esses modos de transportes nos ajudam a entender os tipos de transportes existentes, e onde iremos identificar quais abrangem maior fluxo de circulação nas cidades.

2.3 Quando há falta de segurança nos cruzamentos

Alguns cruzamentos, devido a problemas de visibilidade (para motoristas ou pedestres), a topografia favorece uma velocidade elevada, assim a tomada de decisão para os motorista e pedestres da sua alternância de passagem causa em potencial maior ocorrência de acidentes (BEZERRA, 2007, p.02). Conseqüentemente ocasiona a falta de segurança nos cruzamentos.

Conforme complementa Bezerra, (2007) “se outras ações possíveis não puderem ser implementadas ou se mostrarem infrutíferas, como, por exemplo, mudança de posição da placa de PARE, colocação de placa de PARE dos dois lados da via, implantação de sinal de PARE horizontal no pavimento, colocação de lombada, etc., é indicada a instalação de semáforo no local”.

Nos cruzamentos podemos abranger também, os atrasos que podem ocasionar, sendo um fator essencial no fluxo dos carros que ocasiona algum tipo de transtorno no trânsito.

“ Atraso é a medida mais diretamente relacionada com a sensação do motorista, visto que ele descreve a quantidade de tempo consumida na travessia do cruzamento. O atraso, todavia, pode ser quantificado de várias maneiras diferentes.” (RENERÍA; TANSCHUIT, VELLASCO, 2002)

Rentería; Tanscheit; Vellasco, (2002) cita abaixo os tipos de atraso mais frequentemente utilizados:

- Atraso parado

É o tempo durante o qual o veículo fica totalmente parado enquanto espera para atravessar o cruzamento. Logo este atraso começa quando o veículo pára completamente e termina quando ele começa a acelerar.

- Atraso de aproximação

Inclui o atraso parado, mas também inclui o tempo de desaceleração e o tempo de aceleração até o retorno à velocidade original em que trafegava.

- Atraso no tempo de viagem

É definido como a diferença entre o tempo total desejado pelo motorista para atravessar o cruzamento e o tempo que realmente levou a travessia.

- Atraso na fila

É o tempo total contado a partir de o veículo alcançar o final da fila até ele atravessar o cruzamento.

Citado por Bezerra (2007), o atraso é um dos fatores essenciais para causar o incômodo e irritabilidade dos motoristas, assim vindo a acarretar acidentes, pois os mesmos não suportam esperar por muito tempo ou sem necessidade e acabam infringindo as normas do trânsito.

Quando há segurança nos cruzamentos obtemos algumas vantagens no trânsito como é descrito por Rosa (2006) “ segurança e eficiência na circulação de veículos, reduz índices de acidentes no trânsito e melhora a eficiência da circulação com conseqüente redução dos níveis de congestionamento.

2.4 Tipos de cruzamentos

Podemos analisar nos cruzamentos três modelos, sendo eles cruzamentos sem sinalização, cruzamento com sinalização de parada obrigatória ou dê a preferência e cruzamento com semáforo.

- **Cruzamento sem sinalização**

Esse modo de cruzamento é mais utilizado em locais com menor fluxo de veículos e pedestre.

“Cruzamento sem sinalização são comuns em vias com baixo volume de tráfego nas regiões periféricas das cidades, embora, em razão do pequeno custo de pelo menos uma placa de pare, seja uma situação injustificável” (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p.17).

Um transito sem sinalização, além de desorganizados, acarreta grandes acidentes e transtornos entre os condutores dos veículos. A Figura 1, comprova quão grande pode ser as conseqüências de um cruzamento sem sinalização, demonstrando o caos de um cruzamento sem sinalização

Figura 1- Transito descontrolado por falta de sinalização



Fonte: www.blog.tribunadonorte.com.br

- **Cruzamento com sinal de parada obrigatória ou dê a preferência**

Os veículos da via preferencial passam sem parar e os da via secundária param (no caso do PARE) e param ou reduzem a velocidade (no caso do sinal dê a preferência-triângulo com vértice para baixo) (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p. 17).

Nos países desenvolvidos a obediência ao sinal de PARE é real (os motoristas efetivamente param); no Brasil não: o sinal de Pare funciona para os motoristas brasileiros como um dê a preferência (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p. 17).

Bezerra (2007), define o modo de sinalização utilizando a placa PARE como, a lógica que ocasiona a parada dos veículos nas interseções e se policiam se podem continuar o trajeto, dependendo do fluxo conflitante de veículos da via oposta e para sinais de dê a preferência os veículos não costumam parar somente se houver uma real necessidade.

A Figura 2 exemplifica um cruzamento controlado com sinalização de parada obrigatória.

Figura 2- Cruzamento sinalizado com placa de pare.



Fonte: www.blogspot.com.br

- **Cruzamento com semáforo**

“Os semáforos proporcionam alternância do direito de passagem dos veículos na interseção através de indicações luminosas (verde, vermelho e amarelo)” (FERRAZ; FORTES; SIMÕES,1999, p. 18).

“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” (FERRAZ; FORTES; SIMÕES,1999, p. 18).

Os cruzamentos sinalizados com semáforos, de certa forma mostram aos condutores e pedestres como devem proceder e o momento em que podem atravessar o cruzamento, dando-

lhes maior segurança ao trafegar com seus carros ou transitar nas faixas de pedestres, como mostra a Figura 3 (OLIVEIRA, 2009, p. 26).

Figura 3- cruzamento sinalizado com semáforo



Fonte: Adriano Borges (2014).

2.5 Semáforo

O trânsito nas cidades se mostra cada vez mais caótico e com maior dificuldade de estudo. O fluxo dos carros aumenta constantemente travando a visibilidade de monitoramento.

Conforme Schmitz (2002) “cada vez mais o trânsito se mostra mais complexo em nossa sociedade apresentando novas e desafiantes problemáticas aqueles que têm a incumbência de administrá-lo ou entendê-lo com o objetivo de propor novas soluções.”

Devido à complexidade do trânsito uma forma de melhorar o fluxo de carros é a instalação dos semáforos. Temos várias definições para estes dispositivos, além de modelos com parâmetros diversificados.

“O semáforo é um dispositivo de controle de tráfego que, por meio de indicações luminosas transmitidas para motoristas e pedestres, alterna o direito de passagem de veículos ou de pedestres em interseções de 2 ou mais vias” (OLIVEIRA, 2009. p. 26).

“Os semáforos são geralmente considerados pela mídia e pelo público a panacéia para todos os problemas de segurança de tráfego nas interseções” (BEZERRA, 2007. p. 20).

DENATRAN (1984) descreve existir dois tipos de semáforo, sendo eles:

Semáforo veicular- é um dispositivo geralmente composto por três focos de luz de seção redonda, um de cor vermelha outro de cor amarela e o terceiro de cor verde: às vezes, são agregados focos auxiliares, indicativos de movimentos especiais, como por exemplo: o verde e o vermelho seta para movimentos de conversão ou sempre livre. As cores dos focos veiculares são padronizadas internacionalmente e têm uma função especificada, dada no regulamento do código nacional de trânsito (DENATRAN, 1984. p. 15).

Cada um desses focos de luz tem seu significado, conforme descrito abaixo:

Verde: os condutores de veículos que recebem a indicação luminosa nesta cor podem seguir em frente, virar a 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 e/ ou pedestres que se encontrem legalmente na área de interseção;

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;

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.

O semáforo de pedestre é um dispositivo constituído por dois focos de seção quadrada ou retangular. A denominação é feita através de mascar agregada á parte interna da lente dos focos , onde obtêm legendas ou representações de bonecos humanos, descrito abaixo:

Boneco verde fixo: os pedestres que recebem indicação luminosa nesta cor podem atravessar a via, cedendo o direito de passagem aos veículos que se encontram legalmente na área da interseção;

Boneco vermelho intermitente: os pedestres que recebem indicação luminosa nesta cor, e que já iniciaram a travessia, devem procurar terminá-la, e aqueles que ainda não a iniciaram devem parar antes de entrar na interseção e permanecer parados até que recebam autorização de passagem do “boneco verde” ou de autoridade legal;

Boneco vermelho fixo: os pedestres que recebem indicação luminosa nesta cor devem parar antes de atravessar a via, e permanecer assim até que recebam autorização de travessia através do “boneco verde” ou autoridade legal.

Os semáforos de tempo fixo representam grande parte dos semáforos brasileiros (BONETTI JR; PIETRANTONIO, 2006). Nestes semáforos os tempos são programados de acordo com dados históricos sobre a intersecção. Estes semáforos podem ser programados com diversos planos de temporização, que são carregados dependendo do dia e horário (BONETTI JR; PIETRANTONIO, 2006).

Semáforos atuados são aqueles que ajustam o tempo de verde de acordo com informações colhidas em tempo real, através do uso de sensores, sobre o fluxo de veículos onde operam (BONETTI JR; PIETRANTONIO, 2006). Bonetti Jr. e Pietrantonio descrevem algumas das estratégias para controle desses semáforos como:

Fazer com que um grupo de movimento obtenha verde quando o comprimento da fila ultrapassa um limite; esta estratégia é usada principalmente em semáforos semi-atuados, onde apenas algumas das vias envolvidas possuem sensores.

Estes semáforos apresentam vantagens em relação aos outros sistemas, principalmente em intersecções isoladas ou em situações de alto grau de saturação das vias (BONETTI JR., PIETRANTONIO, 2006).

Outro modelo comum no Brasil é o de seleção dinâmica (BONETTI JR., PIETRANTONIO, 2006). Neste caso o sistema escolhe, entre uma série de planos existentes, aqueles que mais se adequam à percepção que o sistema tem do ambiente. Em intervalos de 15 a 20 minutos o sistema analisa o tráfego de veículos e seleciona o plano que melhor se adapta à situação. Este modelo é utilizado tanto de maneira primária em alguns sistemas como de maneira secundária em sistemas atuados quando há falhas em um grande número de detectores (VILANOVA, NETO, FERNANDES, 2005).

O estudo que engloba os semáforos deve considerar fundamental o controle semafórico para se obter melhores resultados no fluxo do trânsito, além de reduzir paradas desnecessárias (OLIVEIRA, 2009. p. 26).

A Figura 4, mostra um dos modelos de semáforos utilizados em nossos cruzamentos.

Figura 4- Modelo de semáforo



Fonte: www.auriverde.am.br

2.6 Objetivo do semáforo

Segundo Askishino (2014), a principal finalidade do semáforo é a de ordenar a passagem pela interseção ou mudança eletrônica. Através desta ordenação, procura-se obter maior:

- segurança – com a redução ou eliminação dos conflitos, feita através da alternância do direito de passagem perante os cruzamentos.
- fluidez – com a facilidade de efetuar o cruzamento da travessia na área em questão, com abrangência em termos do tempo de espera dos veículos no semáforo.
- capacidade – melhor aproveitamento global da interseção, podendo este ser medido em termos de veículos liberados por ela na unidade de tempo.

2.7 Critérios de utilização

Para a Askishino (2014), devido ao fato de criar paradas obrigatórias periodicamente, causando atrasos inevitáveis, o semáforo deve ter sua necessidade cuidadosamente avaliada, pois se utilizado corretamente, de maneira plenamente justificada, pode tornar-se

extremamente necessário, e atingir os objetivos ao qual tem por finalidade, melhorar fluxo de carros e o trânsito em si, caso contrário, pode piorar os problemas que pretende amenizar ou eliminar, contribuindo para espera desnecessária, impaciência, estímulo ao desrespeito, descrédito do semáforo e pedestres expostos a avanços imprevisto dos veículos.

Segundo Bezerra (2007), um semáforo se for instalado de forma inadequada pode acarretar alguns transtornos entre os veículos e pedestres, sendo indicados abaixo os principais problemas que podem causar ao trânsito:

- Aumento da demora e do número de paradas;
- Redução da capacidade;
- Aumento da frequência de acidentes;
- Aumento nas violações das regras de trânsito;
- Utilização de rotas alternativas para evitar o semáforo gerando problemas para as ruas de características locais.

Por outro lado um semáforo bem alocado pode trazer benefícios ao trânsito, como as vantagens citadas abaixo:

- Redução da demora e do número de paradas;
- Aumento da capacidade;
- Redução do tamanho das filas;
- Redução da frequência de acidentes;
- Redução da emissão de poluente e do consumo de combustível.

De acordo com o DENATRAN (1984), uma implantação mal estudada pode acarretar paradas periódicas obrigatórias, aumento do tempo de travessia do cruzamento vindo a causar atrasos desnecessários ao tráfego.

2.8 Necessidade de semáforo num cruzamento

Segundo DENATRAN (1984), indica que são nove os critérios que devemos utilizar ou estudar, para justificar a implantação de um semáforo referem-se a:

- Volumes veiculares mínimos em todas as aproximações da interseção;
- Interrupção de tráfego contínuo;
- Volumes conflitantes em interseções de cinco ou mais aproximações;
- Volumes mínimos de pedestres que cruzam via principal;
- Índice de acidentes e os diagramas de colisão;
- Melhoria de sistema progressivo;

- Controle de áreas congestionadas;
- Combinação de critérios;
- Situações locais específicos.

Para Ferraz, Fortes e Simões (1999), são seis os principais critérios utilizados para se avaliar a pertinência ou não da colocação de semáforo numa interseção. Os volumes reais devem superar ambos os valores tabelados para que a implantação de semáforo seja justificada. A Tabela 1, apresenta a Indicação 1- Volume médio de veículos nas duas vias que se cruzam.

Tabela 1- Indicação 1- Volume médio de veículos nas duas vias que se cruzam

Número de faixas		Volume total dos dois sentidos da via principal (v/h)	Volume do sentido de maior movimento da via secundária (v/h)
Via principal	Via secundária		
1	1	500	150
2 ou +	1	600	150
2 ou +	2 ou +	600	200
1	2 ou +	500	200

Fonte: Ferraz, Fortes e Simões (1999).

Quando há predominância de velocidades maiores que 65 km/h na via principal, os valores citados deverão ser reduzidos de 30%.

A Tabela 2, apresenta a Indicação 2- Volume na via secundária mas alto na principal.

Tabela 2- Indicação 2- Volume na via secundária mas alto na principal

Número de faixas		Volume total dos dois sentidos da via principal (v/h)	Volume do sentido de maior movimento da via secundária (v/h)
Via principal	Via secundária		
1	1	750	75
2 ou +	1	900	75
2 ou +	2 ou +	900	100
1	2 ou +	750	100

Fonte: Ferraz, Fortes e Simões (1999).

Quando há predominância de velocidades maiores que 65 km/h na via principal, os valores citados deverão ser reduzidos de 30%.

A Tabela 3, apresenta a Indicação 3- Volume alto de veículos e volume significativo de pedestres atravessando.

Tabela 3- Indicação 3- Volume alto de veículos e volume significativo de pedestres atravessando

Canteiro Central	Volume total dos dois sentidos da via (v/h)	Volume total de pedestres cruzando a via (p/h)
sem ou com largura insuficiente (< 0,80m)	600	150
com largura suficiente (> 0,80m)	1000	150

Fonte: Ferraz, Fortes e Simões (1999).

Quando há predominância de velocidades maiores que 65 km/h na via principal, os valores citados deverão ser reduzidos de 30%.

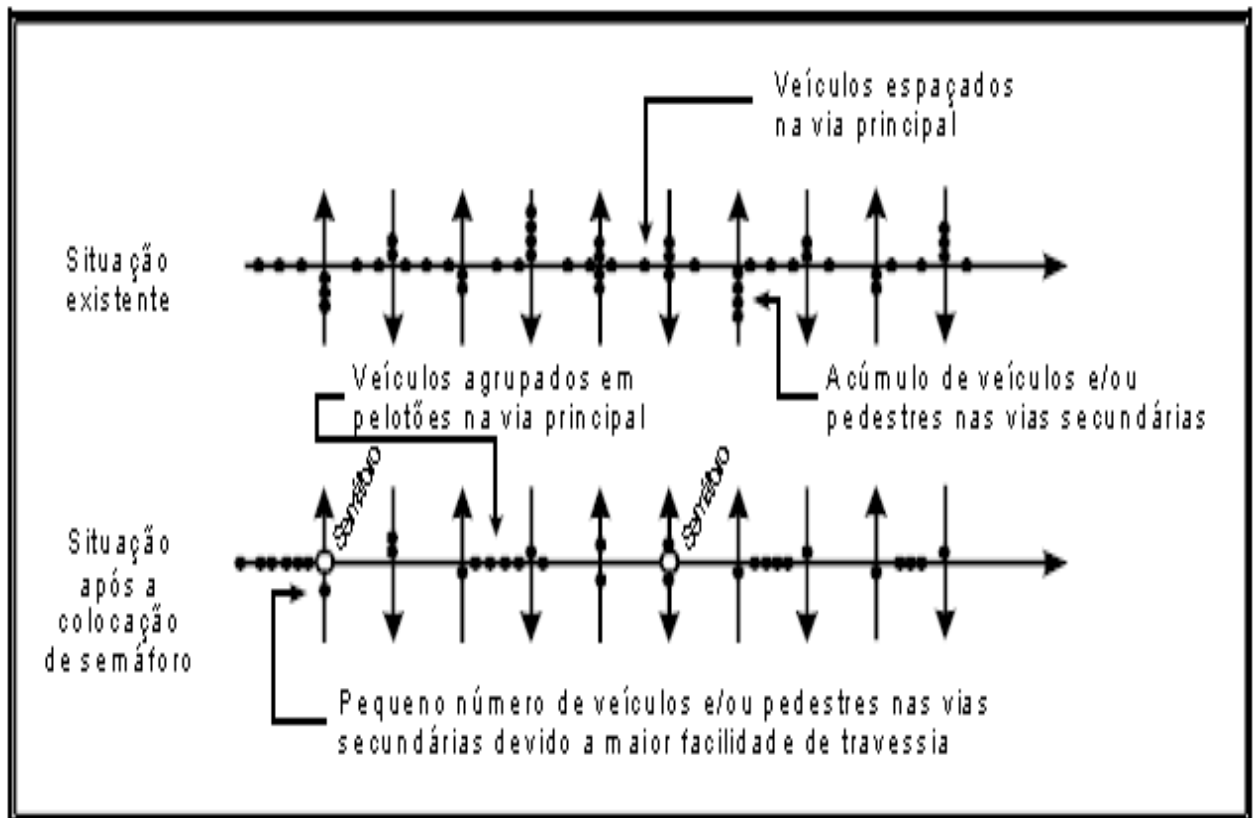
Indicação 4- Conjugação das indicações 1, 2 e 3

A colocação de semáforos pode ocasionalmente ser justificada se pelo menos duas das indicações 1, 2 e 3 forem satisfeitas, tornando-se como referência 80% dos valores mencionados.

Indicação 5- Necessidade de agrupamento dos veículos numa via principal para facilitar a travessia de veículos e ou pedestres.

A colocação de semáforo pode ser justificada para interromper um fluxo contínuo de veículos numa via preferencial, visando facilitar o cruzamento da mesma por parte dos veículos das vias secundárias e dos pedestres. A Figura 5, apresenta os Semáforos interrompendo um fluxo contínuo.

Figura 5- Semáforos interrompendo um fluxo contínuo



Fonte: Ferraz, Fortes e Simões (1999).

O agrupamento permanece até aproximadamente 400 a 500 m a jusante do semáforo, a partir de onde a dispersão dos veículos já passa a ser acentuada.

Um benefício marginal do tráfego de veículos em pelotões é a redução da velocidade média de circulação na via.

Indicação 6- Redução da freqüência de acidentes.

Se a freqüência de acidentes persistir elevada num cruzamento após a melhoria da sinalização de parada obrigatória, como mudança da posição da placa PARE, colocação de placa de PARE dos dois lados da via, implantação de sinal de PARE horizontal no pavimento, colocação de lombada, etc..., pode ser recomendável a instalação de semáforo para se reduzir o número de acidentes.

Observações importantes, segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999).

1. Os valores citados nas indicações 1, 2, 3 e 4 não são rígidos, pois outros fatores interferem na operação, como a geometria da interseção, a visibilidade, o tamanho da cidade (nas cidades maiores os motoristas são, em geral, mais hábeis), entre outros exame no local é

sempre fundamental, pois ocorrem casos em que os valores citados são superados e a operação apresenta um bom nível de serviço. Em outros, apesar dos valores de referência não serem ultrapassados, o nível de serviço é baixo, podendo melhorar com a colocação do semáforo.

2. A literatura técnica americana recomendada que os valores citados sejam superados em todas às 8 horas de maior movimento de um dia normal. Às vezes podem ocorrer congestionamentos graves apenas nos períodos de pico dos dias úteis, que justificam a necessidade de semáforo. A decisão depende, também, da disponibilidade de se poder contar com a presença de policiais para controlarem o trânsito no cruzamento nos horários críticos.

3. Outras condições particulares podem, eventualmente, justificar a implantação de semáforo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

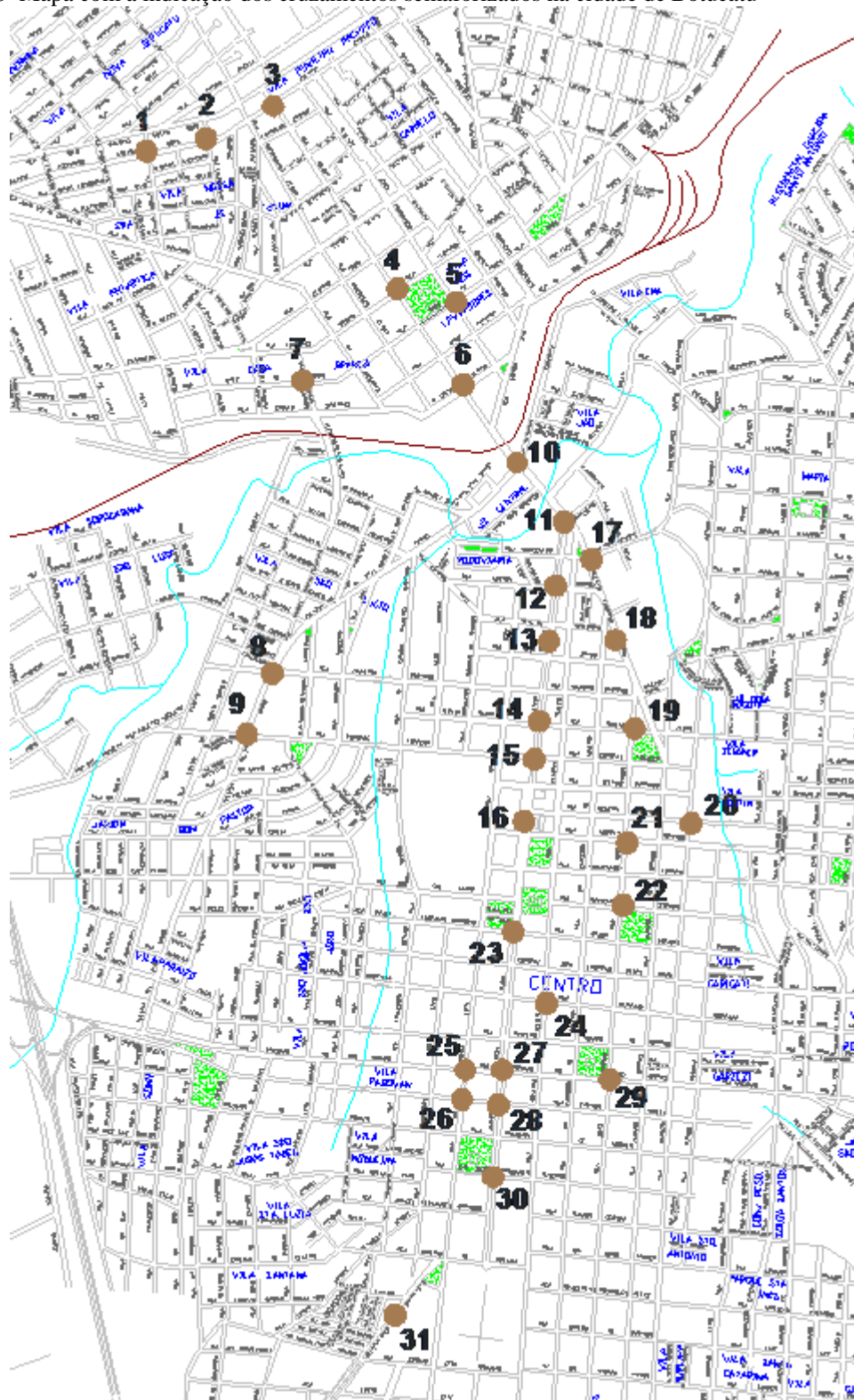
Ponderaram-se os dados dos fluxos dos veículos, utilizados pela Isabela Ferreira da Silva, levantados em campo pela aluna para o desenvolvimento do seu relatório de iniciação científica sob o tema “Análise da Capacidade das Interseções Semaforizadas da Cidade de Botucatu”, considerando que o presente estudo foi complemento do trabalho citado acima.

3.2 Métodos

O estudo da necessidade da alocação dos semáforos foi viabilizado através do método comparativo “que permite analisar o dado concreto, deduzindo do mesmo os elementos constantes, abstratos e gerais” (LAKARTOS, MARCONI, 2003. p. 107)..

Para a análise da real necessidade da existência do semáforo nos cruzamentos semaforizados, foi verificado os cruzamentos situados na cidade de Botucatu, representados na Figura 6.

Figura 6- Mapa com a indicação dos cruzamentos semaforizados na cidade de Botucatu



Fonte: Barbosa Fantin (2013).

A relação dos cruzamentos semaforizados em Botucatu, numerados de 1 à 31 na Figura 6, estão representados pela Tabela 4.

Tabela 4 -Relação dos Cruzamentos por Numeração

-
1. Av. Leonardo Villas Boas x R. Virgílio Bartoli
 2. R. Lincoln Vaz X Av. Leonardo Villas Boas
 3. Av. Leonardo Villas Boas x R. Major Matheus
 4. R. Major Matheus x R. Floriano Simões
 5. R. Tenente João Francisco x R. Brás de Assis
 6. R. Major Matheus x R. Galvão Severino
 7. R. Brás de Assis x R. Dinorah C. Barros
 8. Av. Vital Brasil x R. Pinheiro Machado
 9. Av. Vital Brasil x R. Cel. Fonseca
 10. Av. Floriano Peixoto x Av. Vital Brasil
 11. Av. Floriano Peixoto x Av. Santana = Correios
 12. Av. Santana x R. Newton Prado
 13. Av. Santana = SAMU
 14. Av. Santana x R. Djalma Dutra
 15. Av. Santana x R. Cel. Fonseca
 16. Prefeitura Municipal (Pedestre)
 17. Av. Floriano Peixoto x R. Tiradentes
 18. Av. Floriano Peixoto = Supermercado Jáu Serve
 19. R. João Passos x R. Djalma Dutra
 20. R. Curuzu x R. Siqueira Campos
 21. R. João Passos x R. Moraes de Barros
 22. R. João Passos x R. Marechal Deodoro
 23. Av. Dom Lúcio x R. Major Leônidas Cardoso
 24. R. General Telles X R. Quintino Bocaiúva
 25. R. Visconde do Rio Branco x R. Dr. Costa Leite
 26. R. Campos Salles x R. Dr. Costa Leite
 27. Av. Dom Lúcio x R. Visconde do Rio Branco
 28. Av. Dom Lúcio x R. Campos Salles
 29. R. João Passos x R. Visconde do Rio Branco
 30. Av. Dom Lúcio x R. General Júlio M. Salgado
 31. Av. Prof. José Pedretti = Corpo de Bombeiros
-

Os cruzamentos da rua Av. Santana X Prefeitura (cruzamento 16) e Floriano Peixoto X Jáu Serve (cruzamento 18) encontram-se no mapa, mas não foram considerados, pois era necessário o levantamento do fluxo de pedestre que não foi coletado, porém eles tem uma justificativa para a instalação dos semáforos.

O cruzamento da rua Av. Santana X Prefeitura (cruzamento 16), Levando-se em conta que a largura da via é de 14m e a passada do pedestre é de 1,2 m/s, isso faz com que ele atravesse a avenida em 11,66 segundos. Se pegarmos o volume mínimo de veículos 1317 veículo/hora que corresponde ao pico do almoço temos no período de uma hora 21,95 veículos por minuto, o que corresponde a 0,36 veículos por segundo. Sendo assim durante a travessia do pedestre de 11,66 segundos este teria que driblar 4,26 veículos. A colocação do semáforo se justifica devido ao risco de atropelamento.

O cruzamento Floriano Peixoto X Jaú Serve (cruzamento 18), Levando-se em conta que a largura da rua é de 14m e a passada do pedestre é de 1,2 m/s, isso faz com que ele atravesse a avenida em 11,66 segundos. Se pegarmos o volume mínimo de veículos 1149 veículo/hora que corresponde ao pico do almoço temos no período de uma hora 19,15 veículos por minuto, o que corresponde a 0,31 veículos por segundo. Sendo assim durante a travessia do pedestre de 11,66 segundos este teria que driblar 3,61 veículos. A colocação do semáforo se justifica devido ao risco de atropelamento.

E os cruzamentos Av. Santana = SAMU e AV. Prof. José Pedretti = Corpo de Bombeiros não foram estudados, por serem semáforos atuados utilizados somente para parar o fluxo de veículos, agilizando a saída da ambulância do SAMU e dos carros do corpo de bombeiros. Fora esses horários os semáforos encontram-se estacionados na fase verde.

A comparação utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi feita através de dois principais critérios descritos por Ferraz, Fortes e Simões (1999) e são utilizados para se avaliar a pertinência ou não da colocação de semáforo numa interseção.

- **Indicação1- Volume médio de veículos nas duas vias que se cruzam;**
- **Indicação 2- Volume na via secundária mas alto na principal.**

3.3 Estudo de caso

Este trabalho analisou os cruzamentos semaforizados da cidade de Botucatu.

Botucatu é um município no interior de São Paulo, ocupa uma área de 1.482.642 km², fazendo limite com 09 municípios: Anhembi, Bofete, Pardinho, Itatinga, Avaré, Pratânia, São Manuel, Dois Córregos e Santa Maria da Serra. Há 235 km de distância que a separa da capital paulista, à qual seu acesso interliga a rodovia Marechal Rondon e Castelo Branco (IBGE, 2014).

Tem uma densidade demográfica de 85,88 hab/ km² além de uma população que foi estimada para Julho de 2014 de 137.899 mil pessoas e sua Bioma é considerado cerrado e mata atlântica (IBGE, 2014).

Segundo o DENATRAN a frota de veículos do município para o ano de 2013 foi de 83.121 veículos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise e justificativa da colocação dos semáforos

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999) a colocação do semáforo é justificada quando os valores das tabelas apresentadas na seção 2.8 são superados em todas as horas de maior movimento. Além disso, os volumes reais devem superar os dois valores tabelados para que a implantação de semáforo seja justificada nos cruzamentos.

A seguir são apresentados os dados dos cruzamentos e a análise indicações mostradas anteriormente.

A Tabela 5 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 1, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	4	495	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	1	295	
TARDE	Principal -	4	719	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	374	
NOITE	Principal -	4	767	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	399	

No cruzamento 1, não justifica colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos valores dos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 6 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 2, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 6 - Cruzamento 2 = R. Lincon Vaz x R. Leonardo Villas Boas.

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	4	608	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	277	
TARDE	Principal -	4	783	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	401	
NOITE	Principal -	4	868	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	455	

No cruzamento 2, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 7 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 3, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 7 - Cruzamento 3 – R. Leonardo Villas Boas x R. Major Matheus

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	4	634	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	273	
TARDE	Principal -	4	795	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	303	
NOITE	Principal -	4	841	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	268	

No cruzamento 3, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 8 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 4, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 8- Cruzamento 4 = R. Major Matheus x R. Floriano Simões.

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	984	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	2	280	
TARDE	Principal -	2	1011	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	2	420	
NOITE	Principal -	2	664	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	447	

No cruzamento 4, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 9 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 5, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 9 - Cruzamento 5 = R. Brás de Assis x R. Tenente João Francisco

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	398	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal e secundária é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	2	198	
TARDE	Principal -	2	600	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	349	
NOITE	Principal -	2	663	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	288	

No cruzamento 5, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos dos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 10 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 6, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 10 - Cruzamento 6 = R. Major Matheus x R. Galvão Severino

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	1118	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	2	406	
TARDE	Principal -	2	1127	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	2	191	
NOITE	Principal -	2	1045	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	2	585	

No cruzamento 6, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 11 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 7, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 11 - Cruzamento 7 = R. Brás de Assis x R. Dinorah C. Barros

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	306	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	2	372	
TARDE	Principal -	2	390	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	2	454	
NOITE	Principal -	2	355	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	2	313	

No cruzamento 7, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos dos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 12 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 8, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 12 - Cruzamento 8 = Av. Vital Brasil x R. Pinheiro Machado

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	4	485	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	1	198	
TARDE	Principal -	4	908	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	262	
NOITE	Principal -	4	404	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios estabelecidos.
	Secundária -	1	639	

No cruzamento 8, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã e de noite serem inferiores aos dos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A tabela 13 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 9, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 13 - Cruzamento 9 = R. Gabriel Ragi Zacharias (Cel. Fonseca) x Avenida Vital Brasil.

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	522	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	192	
TARDE	Principal -	2	639	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	271	
NOITE	Principal -	2	706	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	362	

No cruzamento 9, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 14 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 10, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 14 - Cruzamento 10 - Av. Floriano Peixoto x Av. Vital Brasil

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	3	2285	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	427	
TARDE	Principal -	3	2784	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	389	
NOITE	Principal -	3	3215	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	464	

No cruzamento 10, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem similar aos critérios utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 15 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 11, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 15 - Cruzamento 11 = Avenida Santana x R. Floriano Peixoto

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	3	570	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	381	
TARDE	Principal -	3	827	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	406	
NOITE	Principal -	3	851	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	392	

No cruzamento 11, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 19 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 12, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 16 - Cruzamento 12= R. Newton Prado x Avenida Santana

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	545	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	280	
TARDE	Principal -	2	816	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	317	
NOITE	Principal -	2	719	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	312	

No cruzamento 12, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 17 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 14, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 17 - Cruzamento 14 = R. Djalma Dutra x Avenida Santana

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	592	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	222	
TARDE	Principal -	2	534	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	273	
NOITE	Principal -	2	724	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	242	

No cruzamento 14, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã e da tarde da serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 18 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 15, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 18 - Cruzamento 15 = R. Coronel Fonseca x R. Avenida Santana

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	511	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	282	
TARDE	Principal -	2	615	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	281	
NOITE	Principal -	2	727	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	271	

No cruzamento 15, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 19 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 17, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 19 - Cruzamento 17 = R. Tiradentes x R. Floriano Peixoto

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	3	690	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	326	
TARDE	Principal -	3	844	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	399	
NOITE	Principal -	3	864	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	2	450	

No cruzamento 17, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 20 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 19, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 20 - Cruzamento 19 = R. João Passo x R. Djalma Dutra

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	499	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	488	
TARDE	Principal -	2	571	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	536	
NOITE	Principal -	2	677	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	610	

No cruzamento 19, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã e tarde serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 21 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 20, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 21 - Cruzamento 20 = R. Siqueira Campos x R. Curuzu

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	625	Não justifica a colocação, pois o valor da via secundária é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	125	
TARDE	Principal -	2	978	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	228	
NOITE	Principal -	2	606	Não justifica a colocação, pois o valor da via secundária é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	125	

No cruzamento 20, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã e noite serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 22 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 21, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 22 - Cruzamento 21 = R. João Passos x R. Moraes de Barros

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	828	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	316	
TARDE	Principal -	2	881	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	418	
NOITE	Principal -	2	959	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	437	

No cruzamento 21, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 23 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 22, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 23 - Cruzamento 22- R. Marechal Deodoro x R. João Passos

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	363	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	177	
TARDE	Principal -	2	701	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	205	
NOITE	Principal -	2	651	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	201	

No cruzamento 22, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 24 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 23, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 24 - Cruzamento 23 = R. Major Leonidas x R. Avenida Dom Lúcio

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	561	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	367	
TARDE	Principal -	2	816	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	440	
NOITE	Principal -	2	831	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	336	

No cruzamento 23, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 28 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 24, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 25 - Cruzamento 24 = R. Quintino Bocaiuva x R. General Telles

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	1	498	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal e secundária é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	123	
TARDE	Principal -	1	649	Justifica pela indicação 1.
	Secundária -	1	259	
NOITE	Principal -	1	439	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	158	

No cruzamento 24, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico da manhã e noite serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 26 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 25, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 26 - Cruzamento 25 = R. Costa Leite x R. Visconde do Rio Branco

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	1	197	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	276	
TARDE	Principal -	1	280	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	277	
NOITE	Principal -	1	248	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	269	

No cruzamento 25, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 27 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 26, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 27 - Cruzamento 26 = R. Costa Leite x R. Campos Salles

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	1	244	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	164	
TARDE	Principal -	1	1194	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	227	
NOITE	Principal -	1	286	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	237	

No cruzamento 26, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 28 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 27, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 28 - Cruzamento 27 = R. Avenida Dom Lúcio x R. Visconde do Rio Branco

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	738	Justifica pela indicação 1
	Secundária -	1	390	
TARDE	Principal -	2	1138	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	519	
NOITE	Principal -	2	1035	Justifica pela indicação 2
	Secundária -	1	534	

No cruzamento 27, justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos estarem similar aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 29 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 28, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 29 - Cruzamento 28 = R. Campos Salles x R. Avenida Dom Lúcio

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	558	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	267	
TARDE	Principal -	2	562	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	301	
NOITE	Principal -	2	577	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	334	

No cruzamento 28, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos valores utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 30 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 29, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 30 - Cruzamento 29 = R. Visconde do Rio Branco x R. João Passos

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	527	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	255	
TARDE	Principal -	2	81	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	652	
NOITE	Principal -	2	170	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	789	

No cruzamento 29, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

A Tabela 31 demonstra o volume de veículos e o número de faixas do tráfego no cruzamento 30, nos picos da manhã, tarde e noite e o resultado da análise para cada horário.

Tabela 31 - Cruzamento 30 = R. Gal Marcodes Salgado x R. Avenida Dom Lúcio

PERÍODO	VIA	Nº DE FAIXAS	VEÍCULOS (v/h)	ANÁLISE
MANHÃ	Principal -	2	538	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	306	
TARDE	Principal -	2	575	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	372	
NOITE	Principal -	2	547	Não justifica a colocação, pois o valor da via principal é inferior aos dos critérios utilizados.
	Secundária -	1	256	

No cruzamento 30, não justifica a colocação de semáforo, devido aos valores do pico dos três períodos serem inferiores aos utilizados por Ferraz, Fortes e Simões (1999).

Na Tabela 32 demonstra a relação dos cruzamentos onde 16 deles obtiveram sua justificativa e 11 deles não foram justificados.

Tabela 32 – Cruzamentos com justificativa e sem justificativa

Cruzamento com a instalação justificada	Cruzamento com a instalação justificada
1	7
2	8
3	14
4	19
5	20
6	24
9	25
10	26
11	28
12	29
15	30
17	
21	
22	
23	
27	

4.2 Discussões

Na análise feita dos semáforos, observou que há maior parte deles não está compatível com as indicações citadas podendo estar alocado de forma irregular em um cruzamento conforme recomenda a literatura.

Considerando, Bezerra (2007) destaca ainda que se um semáforo for instalado de forma inadequada pode acarretar alguns transtornos ao trânsito de veículos e pedestres, entre os quais se destacam: o aumento do tempo de espera e do número de paradas; a redução da capacidade, o aumento da frequência de acidentes, o aumento nas violações das regras de trânsito, a utilização de rotas alternativas para evitar o semáforo (gerando problemas para as ruas de características locais)

Através dos resultados verificou-se, que os cruzamentos que tiveram sua colocação justificativa em pelo menos 2 períodos ainda justifica a colocação do semáforo, pois hoje em dia os semáforos são eletrônicos e permitem o ajuste do tempo de verde em vários períodos do dia, minimizando os impactos de filas e tempo de espera.

Já os cruzamentos que não tiveram justificativa em todos os 3 períodos, somente pode ser justificado sua instalação se houver alto índice de acidentes naquela interseção. No entanto não podemos afirmar com certeza que a colocação não se justifica nestes cruzamentos.

5 CONCLUSÕES

O semáforo ordena o trânsito possibilitando passagens a todos que interferem no trânsito. Desta forma obtêm-se mais segurança, fluidez e capacidade nos cruzamentos semaforizados.

Porém se o semáforo estiver instalado de forma errônea, os problemas que deveriam ser amenizados acabam piorando e tornando para os veículos e pedestres um trânsito caótico e incomodo para a sociedade.

A Instalação de um semáforo deve ser feita após um estudo que justifique sua implantação, pois se for instalado em um cruzamento que não há necessidade pode gerar conseqüências adversas, como o aumento da violação das regras de trânsito causando assim o aumento de acidentes, problemas na manutenção, congestionamento, demoras constantes e paradas desnecessárias acarretando maior nível de gases expostos ao meio ambiente. Ao efetuar essa análise pode evitar danos imensuráveis à sociedade, ao trânsito e ao meio ambiente.

Os cruzamentos estudados demonstraram que alguns deles não justificam a colocação sob o ponto de vista do fluxo de veículos, no entanto não podemos ser categóricos ao afirmar a não justificativa, pois não foi feito nenhum levantamento do índice de acidentes nesses locais que confirme os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- AKISHINO, P. Apostila: **Algumas Técnicas de Engenharia de Tráfego na Redução de Prevenção de Acidentes de Trânsito**. Disponível em:
<http://tecnologia.ufpr.br/publicacoes/engcivil/dtt/seguranca_de_transito/SegurancaCap05.pdf> acesso em 08 Junho 2014
- BARBOSA, B. R. **Plano viário e de trânsito para a cidade de Jaú**. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos/ SP. 2005.
- BEZERRA, B. S. **Semáforo: Gestão técnica, percepção do desempenho, duração dos tempos**. 241f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) apresentada a Escola de Engenharia de São Carlos/ SP. 2007.
- BONETTI JR, W.; PIETRANTONIO, H. **Semáforos atuados pelo tráfego** - Utilização, Parametrização, Monitoração e Análise de Desempenho. São Paulo, SP Brasil, Julho 2006.
- COSTA, J. M. S. P da. **Contribuição a comparação de meios para transporte urbano**. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de Pós Graduação em Transportes) apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos/ SP. 2001.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Semáforo**. 2º Ed., Brasília, DENATRAN, 1984, 172 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em:
<<http://www.denatran.gov.br/frota2013.htm>> acesso em 13 de novembro de 2014.
- FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. São Carlos: Rima, 2004.
- FERRAZ, A.C.P.; FORTES, F. Q. SIMÕES, F. A. **Engenharia de Tráfego Urbano: Fundamentos Práticos**. Edição Preliminar. EESC/USP. São Carlos, SP. 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades: Botucatu. 2014. Disponível em: <<http://http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350750&search=sao-paulo|botucatu|infograficos:-informacoes-completas>>. acesso em 07 novembro. 2014.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LOPES, M. A. R. **Código de trânsito brasileiro anotado**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 1998.

OLIVEIRA, F. B. **Geração de tempos semafóricos utilizando inteligência computacional em sig convencionais.** 118f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional) apresentada ao Centro Educacional Tecnológico de Belo Horizonte/MG. 2009.

RENTERÍA, A. R.; TANSCHKEIT, R.; VELLASCO, M. MBR. **Controle de semáforos por lógica fuzzy e redes neurais.** In: XVI Congresso Brasileiro de Automática. Natal, RN, 2 a 5 de setembro de 2002.

ROSA, S. J. **Tansporte e Exclusão Social: A Mobilidade da População de Baixa Renda da Região Metropolitana de São Paulo e Trem Metropolitano.** 176f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/ SP. 2006.

SCHMITZ, M. **Sistema de controle de tráfego urbano utilizando sistemas multi-agentes.** 2002.

VILANOVA, L. M.; NETO, J. C.; FERNANDES, S. R. R. **O controle de semáforos em tempo real: a experiência de São Paulo.** São Paulo, SP, Brasil, 2005. 70 p.

Botucatu, 14 de novembro de 2014.

Tamires do Nascimento Damasceno.

De Acordo:

Prof. M^a. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Orientadora

Prof. Me. Vitor de Campos Leite
Coordenador do Curso de Logística