

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

MARCO ANTONIO CRUZ PEREIRA

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVO DE CONTROLE EM
INTERSEÇÃO TIPO ROTATÓRIA**

Botucatu-SP
Junho - 2011

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

MARCO ANTONIO CRUZ PEREIRA

**VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE DISPOSITIVO DE CONTROLE EM
INTERSEÇÃO TIPO ROTATÓRIA**

Orientador: Profa. Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo em Curso de Logística e
Transporte.

Botucatu-SP
Junho – 2011

Oferecimento de si mesmo

Recebei, Senhor, minha liberdade inteira.
Recebei minha memória,
Minha inteligência e toda minha vontade.
Tudo que tenho ou possuo de Vós me veio;
Tudo Vos devolvo e entrego sem reserva,
Para que a Vossa vontade tudo governe.
Dai-me somente Vosso amor e Vossa graça,
E nada mais Vos peço,
Pois já serei bastante rico.

Aos Pais

A vocês, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um obrigado. A vocês, que iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que os trilhassem sem medo e cheio de esperanças, não bastaria um muito obrigado. A vocês, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudesse realizar os meus. A vocês, pais por natureza, por opção e amor, não bastaria dizer, que não tenho palavras para agradecer tudo isso. Mas é o que acontece agora, quando procuro arduamente uma forma verbal de exprimir uma emoção ímpar. Uma emoção que jamais seria traduzida por palavras. Amo vocês!

A Esposa e Filhos

Os momentos mais felizes da minha vida foram aqueles, que pude passar em minha casa, com a minha família.

No dias em que não pude estar presente, com certeza meus pensamentos estavam voltados para vocês. Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que tanto contribuíram para meu aprendizado, me dando conhecimentos suficientes para realização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos da XIII turma de logística que contribuíram de alguma forma, tanto em palavras de incentivo quanto em ações para o término do curso.

Agradecimentos especiais:

Ao Professor José Benedito pelo apoio na definição e formatação do Trabalho

A Professora Bernadete Fantin que disponibilizou seu tempo para acompanhar todas as etapas deste trabalho e ao apoio que me deu desde o início, sem o qual não seria possível o término do mesmo.

RESUMO

Os processos acelerados de urbanização e o crescimento significativo da frota de veículos em circulação têm produzido profundas mudanças na estrutura das cidades brasileiras, gerando custos econômicos decorrentes de acidentes e problemas ambientais, causados por altas velocidades e excessivos volumes de tráfego. O Brasil é um país que aumentou sua taxa de urbanização rapidamente nas últimas décadas, esse rápido crescimento das cidades fez com que as distâncias a serem percorridas aumentassem impossibilitando que as viagens fossem realizadas a pé obrigando aos habitantes das cidades a utilizarem algum meio de transporte motorizado. O trânsito elevado de veículos em uma cidade trás danos e prejuízos para pessoas e para o poder público, diminuindo a fluidez e a segurança na circulação de veículos e pedestres principalmente na área urbana. Neste sentido as interseções, das vias tornam-se muitas vezes, o ponto mais crítico durante o trajeto de um determinado veículo, sendo necessária atenção especial a esses pontos para que a segurança durante o percurso seja otimizada. Medidas de *Traffic calming* preocupadas em ordenar o cruzamento desses pontos passam a ser de extrema importância para motoristas e pedestres. O presente estudo investigou a possibilidade de implantação de uma dessas medidas num ponto crítico da cidade de Botucatu.

Palavras Chaves: Interseções. Segurança. *Traffic calming*. Trânsito.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pagina
1 Ondulação	18
2 Plataforma	18
3 Almofada	19
4 Rotatória	19
5 Sonarizador	20
6 Chicanas	20
7 Rotatória Normal	21
8 Rotatória Vazada	22
9 Mini Rotatória	22
10 Dupla Rotatória	23
11 Rotatória em Desnível	23
12 Intercâmbio de Rotatórias	24
13 Rotatória Sinalizada	24
14 Rotatória Semi-Galgável	25
15 Elementos de projeto de uma Rotatória moderna	27
16 Mini Rotatória	28
17 Mini Rotatória galgável	29
18 Foto Aérea aproximada do local	31
19 Foto Aérea do local	32
20 Levantamento das Interferências	35
21 Levantamento do local	36
22 Contagem Veicular Fluxo 1	40
23 Contagem Veicular Fluxo 2	41
24 Contagem Veicular Fluxo 3	42
25 Contagem Veicular Fluxo 4	43
26 Contagem Veicular Fluxo 5	44
27 Contagem Veicular Fluxo 6	45
28 Contagem Veicular - Totalização	46
29 Contagem dos Conflitos	47
30 Ajustes necessários no local	49
31 Proposta para a Interseção	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos	8
1.2 Justificativas	8
2 REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 Planejamento do Sistema Viário	9
2.2 Segurança no Trânsito	11
<i>2.2.1 Acidentes de Trânsito</i>	12
<i>2.2.2 Interseções</i>	13
<i>2.2.3 Traffic calming</i>	15
2.3 Rotatória	21
2.4 Mini Rotatória	27
3 MATERIAIS E METODOS	30
3.1 Materiais empregados	30
3.2 Métodos empregados	30
3.3 Estudo de Caso	31
<i>3.3.1 Levantamento das Interferências</i>	32
<i>3.3.2 Levantamento Planimétrico</i>	32
<i>3.3.3 Observação de Campo</i>	33
<i>3.3.4 Levantamento em Campo</i>	33
<i>3.3.4.1 Contagem Veicular</i>	33
<i>3.3.4.2 Contagem dos Conflitos</i>	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Levantamento das Interferências	34
4.2 Levantamento Planimétrico	36
4.3 Observação de Campo	36
<i>4.3.1 Relatório de Observação de Campo</i>	37
4.4 Levantamento em Campo	39
<i>4.4.1 Contagem Veicular</i>	39
<i>4.4.2 Contagem dos Conflitos</i>	46
4.5 Medidas Moderadoras Propostas	48
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIA	53

1 INTRODUÇÃO

O sistema viário urbano é formado por vias de diferentes características que, em função de seu posicionamento cruzam entre si em diferentes pontos. As interseções entre as vias são locais que merecem atenção especial dentro do contexto de gerenciamento do tráfego urbano, pois nestes locais existe uma série de conflitos potenciais que, eventualmente, resultam em acidentes caso o tipo de controle de tráfego estabelecido para o local não seja o mais adequado.

Para que existam fluidez e segurança do tráfego no local, faz-se necessária a implantação de elementos de controle como placas, semáforos, rotatórias ou até mesmo intervenções maiores como rebaixamento viário e utilização de viadutos, dentre outros. Conforme a localização, os tipos de vias e a quantidade de veículos que circulam por estas, existe um tratamento mais indicado, visando o ordenamento dos fluxos de tráfego e a segurança dos motoristas e pedestres.

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999), um trânsito de veículos e pedestres racional – realizado com segurança, fluidez e comodidade depende de ações adequadas em três áreas: Engenharia (engloba infra-estrutura, circulação e estacionamento, sinalização e gestão do trânsito), Educação (visa conscientizar as pessoas da importância do respeito às leis e à sinalização de trânsito, bem como prepará-las para que possam conduzir veículos ou se locomover a pé com eficiência e segurança) e Esforço Legal (inclui se a fiscalização que corresponde ao policiamento constante para verificação da obediência das pessoas às leis e regras do trânsito e a punição que consiste na aplicação de multas e outras sanções previstas nas leis para aqueles que infringem as leis de trânsito).

As interseções são os pontos críticos da rede viária urbana, pois são os locais onde ocorre o cruzamento dos fluxos provenientes das vias que se cruzam. Como o movimento dos diversos fluxos que cruzam deve ser feito um de cada vez, estes locais representam os gargalos em termos de capacidade da rede viária.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi identificar a viabilidade de implantação de um dispositivo de controle de interseções do tipo rotatória em um cruzamento na cidade do Botucatu – SP, através de levantamentos e estudos no local.

1.2 Justificativas

Os problemas relativos à segurança viária estão compreendidos em três áreas distintas Engenharia, Educação e Esforço Legal. A Engenharia atua nos fatores ligados a via, a Educação diz respeito ao preparo do homem para o trânsito e o Esforço Legal trata sobretudo, da fiscalização e da punição no caso do desrespeito às leis e regras de trânsito.

A Engenharia de Tráfego, no que concerne a segurança viária, trata dos estudos e interferências nas vias para aumento da segurança dos usuários na utilização do sistema de trânsito. Neste ponto, analisa vários aspectos da via, do usuário e do ambiente que possam estar contribuindo para a ocorrência de acidentes.

Nas áreas urbanas, estudos como os de moderação do tráfego – *Traffic calming* relacionam o planejamento urbano e a segurança viária, contemplando medidas que visam reduzir a velocidade dos veículos e modificar a configuração das vias. Muitas técnicas utilizadas na análise da segurança viária se baseiam em levantamentos de dados de acidentes e na definição de pontos críticos para a implantação de medidas corretivas. Outras técnicas utilizam a análise de conflitos de tráfego para avaliação da periculosidade das interseções.

O trabalho justifica-se na medida em que, o grande desafio que se coloca para administração pública no campo do desenvolvimento urbano é assegurar que os conflitos entre a circulação viária e as demais atividades desenvolvidas nas diversas regiões da cidade sejam minimizados. Nesse sentido, o trabalho de pesquisa é importante já que propõe a minimizar uma situação potencial de risco em alguns deslocamentos realizados na cidade de Botucatu.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Planejamento do Sistema Viário

Segundo o Site da ANTP (2011), temos que fazer algumas perguntas sobre alguns assuntos importantes com relação ao trânsito descritas a seguir.

Porque incluir o Transporte Coletivo e o Trânsito na agenda de questões Sociais?

O transporte e o trânsito são os únicos serviços que estão por trás de todas as atividades da sociedade. Eles afetam todas as pessoas, todos os dias. O impacto é tanto direto - o deslocamento da pessoa em si – quanto indireto, pela circulação dos bens e das mercadorias que estão sendo usadas pelas pessoas e pelo setor produtivo.

Porque devemos investir em transporte coletivo?

Mais de 75% dos brasileiros residem hoje em áreas urbanas, nas quais a maioria das pessoas depende do transporte coletivo para deslocar-se. Mesmo nos domicílios com automóvel, o uso do transporte coletivo é uma necessidade para quem não pode usar o carro. Assim, o acesso das pessoas às atividades necessárias a vida moderna depende do funcionamento adequado do transporte coletivo. Em áreas isoladas, o transporte coletivo é inclusive uma questão de sobrevivência. Sabemos que não é possível acomodar todos os deslocamentos em veículos particulares, por motivos sociais, econômicos e ambientais. Assim, investimento no transporte coletivo é uma necessidade. É a melhor forma de garantir melhor qualidade de vida e de eficiência para as cidades do Brasil.

Porque devemos investir na melhoria da circulação?

As cidades constituem a base da produção industrial e de serviços do País e terão sua importância aumentada frente aos novos requisitos de eficiência e competitividade que caracterizam as mudanças econômicas regionais e mundiais. A urbanização prosseguirá e as más condições de transporte e trânsito deverão agravar-se. O investimento para melhorar a

circulação de pessoas e mercadorias é, portanto, essencial, tendo alto interesse econômico e estratégico.

Quais são os objetivos a perseguir?

A cidade deve ser reorganizada para permitir uma divisão mais justa do espaço de circulação e para melhorar nossa qualidade de vida. Para o transporte coletivo, os objetivos mais importantes são: o aumento da oferta, melhoria da qualidade e a garantia de prioridade nas vias. Para o trânsito em geral, os objetivos mais importantes são a redução dos acidentes, a proteção de áreas residenciais e de vivência coletiva, a redução da poluição e a garantia da eficiência na circulação.

Quais os impactos que se pode esperar do investimento em transporte público?

No campo social, o transporte coletivo possibilita o acesso ao emprego, à saúde, à habitação, à educação, ao comércio, à cultura e ao lazer. Do ponto de vista econômico, o transporte coletivo aumenta a oferta direta e indireta de empregos e as trocas comerciais (compras, negócios), agilizando a economia local. Do ponto de vista ambiental, o transporte coletivo ajuda a reduzir a poluição. Em termos urbanísticos, o transporte coletivo adequado ajuda a reorganizar a cidade de forma mais eficiente.

Quais são os benefícios que se pode esperar do investimento do trânsito?

No lado social, o trânsito disciplinado ajuda a reduzir o índice de acidentes e melhorar a qualidade de vida das áreas residenciais e de vivência coletiva. No lado econômico, o trânsito organizado é garantia de eficiência na circulação de pessoas e mercadorias, em contraste com as perdas de tempo e de dinheiro que representam os congestionamentos. No lado ambiental, o trânsito adequado ajuda a reduzir a poluição atmosférica e sonora.

Investir em transporte coletivo e trânsito é difícil e caro?

Difícil: Não, pois o Brasil já detém tecnologia ampla e variada para resolver a maioria dos problemas de transporte e trânsito. Desde soluções simples na área de sinalização, até soluções complexas de grandes corredores de ônibus e de sistemas estruturais como metrô e trens regionais, já foram experimentadas com sucesso em várias cidades brasileiras, podendo ser transplantadas para outras cidades.

Caro: Não, o custo é mais baixo do que se imagina. A maior parte das cidades brasileiras, inclusive as de grande porte, pode melhorar significativamente as suas condições de transporte e de trânsito com investimentos compatíveis com os seus recursos. Há soluções boas e acessíveis em todas as áreas de atuação. Além disso, há fontes externas de recursos que podem ser acionadas, tanto em órgãos financiadores, quanto junto à iniciativa privada e à sociedade.

O que pode acontecer se não fizermos estes investimentos?

Qualidade de vida nas nossas cidades vai piorar muito. Aumentarão os congestionamentos e a poluição. Os deslocamentos ficarão cada vez mais difíceis e mais demorados, obrigando as pessoas a mudarem seus horários de viagem, ou desistirem de realizar algumas atividades. A produtividade da econômica vai cair. Frente à pressão crescente, as vias residenciais tenderão a ser utilizadas para o tráfego de passagem, prejudicando a qualidade de vida e a segurança dos moradores. Frente à expansão descontrolada das vias e do tráfego, os acidentes tendem a espalhar-se por toda a cidade, mantendo ou piorando os seus índices já elevados.

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999), os objetivos do planejamento do sistema viário e do sistema de trânsito são: proporcionar segurança nos deslocamentos de veículos e pedestres, fluidez no movimento de veículos e pedestres, comodidade no movimento de veículos e pedestres, disponibilidade de estacionamento para os veículos, comodidade aos usuários do transporte público por ônibus durante a espera nos pontos, priorizar o transporte coletivo, quando pertinente, ampliar o sistema viário a medida de que a cidade cresce, distribuir racionalmente o espaço disponível entre pedestres, veículos e usuários do transporte público, definir de maneira adequada a hierarquização das vias e o sistema de circulação, definir o tipo de operação adequada nos cruzamentos entre vias, sinalizar adequadamente o sistema viário e estabelecer prioridades para o transporte público quando necessário.

O tamanho da cidade determina em grande parte o modo de locomoção dos seus habitantes. Assim, nas cidades muito pequenas a locomoção é feita quase que exclusivamente a pé. Crescendo o tamanho, aumenta a utilização de veículos particulares e taxis. Nas cidades de porte médio já se observam ruas mais largas e transporte coletivo por ônibus.

O planejamento do sistema viário de uma cidade deve ser parte presente do plano diretor de desenvolvimento urbano, uma vez que transporte e ocupação e uso do solo são atividades intimamente relacionadas. Assim, as atividades de planejamento do transporte urbano devem ser realizadas em conjunto com as atividades de planejamento da ocupação e uso do solo. A ocupação do solo induz a um aumento da demanda por transporte e a existência de transporte induz a um aumento da ocupação e uso do solo. (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p. 11).

2.2 Segurança no Trânsito

Segundo Cristo (2007), o aumento da utilização do automóvel trás impactos negativos nas questões ambientais e de saúde pública.

Os automóveis têm contribuído decisivamente no desenvolvimento das sociedades, aumentando a capacidade e a rapidez da locomoção das pessoas, da comercialização de produtos, conhecimentos, tecnologias e cultura. Todavia, observam-se sérias conseqüências negativas, principalmente, nas questões ambientais e de saúde pública, gerando altos custos sociais e sofrimentos incontáveis para os envolvidos.

Nesse sentido, o trânsito é considerado uma problemática das mais importantes do século XXI. Esses aspectos negativos têm gerado demandas para os órgãos responsáveis pelo trânsito, empresas de transporte e profissionais que lidam nesse campo. Uma pergunta comum a todos esses envolvidos é: como promover segurança no trânsito?

Esta é uma tarefa das mais difíceis e que deve ser desempenhada de forma constante, não apenas em campanhas na semana nacional de trânsito ou na semana de prevenção de acidentes, isto porque muitos são os fatores internos e externos aos indivíduos que estão interagindo, determinando comportamentos que ameaçam a segurança e produzindo acidentes. (CRISTO. 2007 p.1).

2.2.1 Acidentes de Trânsito

Segundo o Site Vias Seguras (2011), no Brasil mais de 50.000 pessoas perdem a vida anualmente em acidentes de trânsito, acredita-se porém que estes números são maiores, pois as estatísticas são imprecisas.

Só em rodovias paulistas em 2007 ocorreram 75.800 acidentes com 2.400 mortes e 37.460 pessoas feridas. Em todo o mundo o trânsito tira vidas, porém os números brasileiros são alarmantes e disparam na frente de qualquer país do mundo.

Em Botucatu – SP em 2010 ocorreram 1689 acidentes de trânsito, sendo: 537 com vítimas, 1.106 sem vítimas e 46 atropelamentos com 2 mortes e 690 feridos.

Segundo o Site 3ª cia Polícia Militar do Rio Grande do Norte (2009), definiu-se:

O veículo a motor, como qualquer outra máquina, exige que o ser humano esteja qualificado tecnicamente e mentalmente para operá-lo seguramente. O cidadão comum não dispõe de qualquer outra máquina ou dispositivo que lhe dê a sensação de tanto poder. Um indivíduo com um carro importado de alto valor pode cometer todo tipo de infração apenas para satisfazer seu ego, ao passo que um indivíduo com carro velho e de baixo valor pode cometer os mesmos tipos de infrações também para satisfazer seu ego. [...] Para que uma pessoa responda adequadamente a determinado estímulo, é necessário que esteja "alerta", caso contrário poderá causar um acidente. Este estado de "alerta" é afetado por muitos fatores, fazendo com que as pessoas respondam com maior ou menor rapidez em situações de emergências. O intervalo de tempo entre o reconhecimento de uma situação perigosa e a ação de resposta a esta situação é chamado de tempo de reação, e depende da condição física e do estado emocional do indivíduo. O tempo médio de reação de uma pessoa jovem em bom estado de saúde é de aproximadamente 0,75 segundos. Este é praticamente o tempo que o cérebro necessita para processar as informações que está recebendo e definir uma ação. [...] Muitos indivíduos ao conduzirem seus veículos criam condições ideais e irreversíveis para que o acidente ocorra, isto normalmente ocorre em função da completa ignorância em relação aos fatores causadores dos mesmos. 3ª (3ª CIA POLICIA MILITAR. 2009).

Ferraz, Fortes e Simões (1999), descrevem sobre segurança viária para melhor entendimento.

A educação é fator fundamental na segurança do trânsito. As leis e regras de trânsito só serão cumpridas se conhecidas e respeitadas. [...] Todo o cidadão deve receber ensinamento e informações sobre o sistema de trânsito através de cursos, palestras ou campanhas educativas. [...] Toda população deve ter acesso a informações confiáveis e atualizadas a respeito de dados estatísticos dos acidentes de trânsito

ocorridos na sua cidade. O conhecimento da realidade dos fatos é importante para colaboração na redução dos índices de acidentes, vindo auxiliares os serviços de fiscalização e engenharia de tráfego no combate a estes acidentes. Os dados devem ser divulgados em escolas, associações de bairro, empresa, entre outras instituições, e também pela imprensa. [...] Como ações importantes na área de esforço legal para reduzir acidentes podem ser citados o policiamento preventivo com equipamentos adequados, como radar e bafômetro, e aplicações de penalidades rigorosas aos infratores. (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p. 64).

2.2.2 Interseções

Segundo o Site da Universidade Estadual de Maringá (2010), Interseções são áreas onde ocorre o cruzamento ou entroncamento de duas ou mais vias. As soluções adotadas para as interseções têm grande importância no projeto de uma estrada porque pode interferir na segurança, capacidade de tráfego, velocidade de operação, além de serem obras de custos significativos em relação ao custo total da estrada.

Classificam inicialmente as interseções em dois grandes grupos: interseções em nível (quando as estradas que se interceptam possuem a mesma cota no ponto comum), e interseções em desnível (quando existem vias e/ou ramos da interseção cruzando-se em cotas diferentes).

As interseções de cada um desses grupos podem ainda ser classificadas em três subgrupos: Cruzamento (quando uma via for cortada por outra); Entroncamento (quando uma via começa ou termina em outra) e Rotatória (quando duas ou mais vias encontra-se em um ponto e a solução escolhida baseia-se no uso de uma praça central de distribuição do tráfego).

Cada um dos subgrupos pode ter um grande número de soluções tipo. Não podem existir projetos padrões para os diversos tipos de interseções, porque em cada caso específico existirá um grande número de fatores que irão definir a solução mais adequada e conseqüentemente o melhor projeto.

Os principais fatores que irão influir na escolha de uma solução são: capacidade de escoamento de tráfego, segurança e conforto das vias e da interseção e custos das obras necessárias. Uma interseção deve ser projetada de forma a não criar restrições ao escoamento do tráfego das vias que chegam até ela e, principalmente, não podem ser pontos de engarrafamento de tráfego. Por outro lado, as soluções ideais representam obras caras que envolvem custos de viadutos, movimento de terra, grandes áreas de desapropriação, obras especiais de drenagem etc. Assim cada interseção terá que ter um projeto específico que leve em consideração a capacidade de tráfego necessária, condições topográficas e geográficas locais e a segurança do tráfego, com um custo mínimo.

Movimento dos veículos nas interseções: - Interferências nas correntes de tráfego

Os veículos que transitam por uma interseção seguem correntes de tráfego que podem juntar-se formando nova corrente, separar-se em duas ou mais correntes ou cruzar-se entre si. Os pontos, onde ocorrem união, separação ou cruzamento, são definidos como:

a) Pontos de convergência: todo local da interseção onde duas ou mais corrente de tráfego distinta juntam-se para formar uma nova corrente.

b) Pontos de divergência: todo local da interseção onde uma determinada corrente de tráfego separa-se formando novas correntes.

c) Trecho de entrelaçamento: quando a trajetória dos veículos de duas ou mais correntes independentes se combinam (convergência), formando uma corrente única (trecho de entrelaçamento) e logo se separam (divergência).

d) Ponto de conflito: todos locais da interseção onde correntes de tráfego cruzam entre si.

Ainda no Site da Universidade Estadual de Maringá (2010), temos que as interseções devem ser projetadas de forma a evitar ou reduzir pontos de conflito. Geralmente, as soluções que conseguem evitar pontos de conflito são soluções de alto custo exigindo a construção de viadutos, um maior número de ramos, conseqüentemente, maior movimento de terra, ocupando áreas maiores. Soluções desse tipo só são justificáveis em cruzamentos ou entroncamentos de estradas de grande volume de tráfego onde as interseções de alto custo são necessárias para garantir a segurança e o escoamento normal do tráfego. A maioria das interseções ocorre em estradas sem grande volume de tráfego onde alguns pontos de conflito podem ser aceitos, desde que adequadamente localizados de forma a não comprometer o livre escoamento do tráfego e principalmente não comprometer a segurança dos veículos.

Em locais onde os pontos de conflito não podem ser evitados, de forma econômica, são necessários cuidados especiais quanto à segurança do tráfego. Nesses pontos é importante que existam boas condições de visibilidade de forma que os motoristas que se aproximam dos pontos de conflito tenham uma perfeita visão das correntes de tráfego que serão cruzadas com o tempo suficiente para parar se necessário.

Os pontos de conflito deverão ser localizados nas vias secundárias em correntes com menor volume de tráfego. Uma sinalização adequada deverá fixar as prioridades no cruzamento, quando for o caso. Trechos de entrelaçamento também devem ser evitados, sempre que possível, embora sejam menos perigosos que os pontos de conflito, pois nos entrelaçamentos as correntes de tráfego tem mesmo sentido. Podem ser usados em vias com maiores volumes de tráfego desde que bem sinalizadas e com visibilidade suficiente.

2.2.3 *Traffic calming*

Segundo Steves (2003), As definições de *Traffic calming* estão fortemente relacionadas com seus objetivos e, em alguns casos, objetivos e definições se fundem como pode ser visto nas seguintes definições:

Traffic calming é definido como uma adaptação do volume, velocidade e comportamento do tráfego às funções primárias das vias nas quais ele passa, em vez de adaptar as vias à demanda desenfreada dos veículos motorizados' (Devon County Council, 1991); e

Traffic calming pode ser definido como uma tentativa de atingir o aprimoramento das vias quanto às condições de meio-ambiente, segurança e quietude' (Pharoah & Russell, 1989).

Apesar de algumas diferenças nas definições, todas elas baseiam-se no princípio fundamental de acomodar o tráfego de uma maneira aceitável para o meio-ambiente. (STEVES, 2003, p. 24.).

Apesar de ser difícil traçar as origens do *Traffic calming* pode-se afirmar que elas estão muito relacionadas com medidas de gerenciamento de tráfego introduzidas na Alemanha e na Holanda na década de 70. De acordo com Hass-Klau et Al (1992) a Alemanha contribuiu para o desenvolvimento dos conceitos de *Traffic calming* através do aumento das áreas de pedestres nos centros das cidades, da emancipação das associações de residentes e de um aumento na conscientização do público quanto às questões ambientais.

O conceito foi desenvolvido na Holanda o por planejadores urbanos e engenheiros de tráfego, que perceberam que o bem-estar da população era influenciado não só pela moradia, mas também pelas condições das vias adjacentes às suas residências (HASS-KLAU, 1990).

Hass-Klau (1992) afirma que o conceito de *Traffic calming* na Europa Central sempre foi muito vago. Conseqüentemente, é difícil traçar sua origem. Entretanto, conforme a mesma autora (1990) suas diretrizes podem ser consideradas como tendo desenvolvido de três raízes relacionadas:

a) A idéia das áreas ambientais, uma expressão que foi popularizada por Colin Buchanan no '*Traffic in Towns*' em 1963. Os primeiros exemplos daquilo que hoje seria chamado de medidas de *Traffic calming* foram implementadas nas áreas ambientais em muitas cidades britânicas no final dos anos 60;

b) O novo projeto denominado pelos planejadores holandeses como *woonerf* (pátios residenciais) no qual o enfoque é evitar a separação tradicional entre a pista e a calçada. Na superfície criada, todos os usuários da via convivem sem separação e tem direitos iguais. A velocidade máxima do veículo motor fica restrita ao passo humano. O local tem as funções de residência, ponto de encontro, recreação e área de lazer. Esta área pública tem a função de suporte ao tráfego, mas nenhuma função para o tráfego de passagem; e

c) Projetos de áreas de pedestres que geralmente significam o fechamento de ruas existentes, seguidas da construção de calçadas, paisagismo e mobiliário urbano. Nos primeiros projetos implementados nos centros das cidades, não era permitido o uso pelos ciclistas, e os veículos de serviços e abastecimento tinham apenas acesso pelos fundos. Recentemente, as áreas de pedestres foram estendidas a vias comerciais locais, e nessas vias como nos centros das cidades os diversos usos, tais como veículos de serviço, ciclistas e transporte público, têm sido compartilhados com os pedestres.

A combinação dessas três idéias teve um impacto considerável na maneira como *Traffic calming* tem sido entendido e implementado na Europa. Algumas dessas idéias, principalmente aquelas referentes ao *wonnerf*, vêm sofrendo adaptações e mudanças em vista do alto custo de implementação. As 'áreas de limite de velocidade de 30 km/h', primeiramente introduzidas na Holanda em 1983, foram vistas como sendo uma opção mais barata e eficiente que o *woonerf*, porque grandes áreas poderiam ser tratadas com a mesma quantia de dinheiro e com benefícios similares.

Os processos acelerados de urbanização e o crescimento significativo da frota de veículos em circulação, nas últimas três décadas, têm produzido profundas mudanças na estrutura das cidades brasileiras, gerando custos econômicos decorrentes de acidentes e problemas ambientais, causados por altas velocidades e excessivos volumes de tráfego. Este cenário tem gerado preocupação, especialmente quando se trata de áreas mais sensíveis. Na Europa, *Traffic calming* tem sido visto como uma das possibilidades de enfrentar tais problemas de maneira eficiente. *Traffic calming* é o termo que designa a aplicação através da engenharia de tráfego, de regulamentação e de medidas físicas, desenvolvidas para controlar a velocidade e induzir os motoristas a um modo de dirigir mais apropriado à segurança e ao meio ambiente.

Traffic calming se tornou lugar comum em muitas áreas urbanas na Europa, primeiramente como resultado de políticas governamentais que visam a redução em um terço do número de acidentes. Em segundo lugar, muitas autoridades locais consideram *Traffic calming* como um elemento importante nas suas estratégias de transporte. Finalmente, há uma demanda crescente por parte dos residentes pela implementação de projetos de *Traffic calming* em áreas residenciais.

Geralmente, a adoção do *Traffic calming* tem resultado em áreas mais adequadas à habitação, com ganhos na qualidade ambiental e na segurança viária, como resultado de baixas velocidades e da redução de tráfego. Cabe aqui ressaltar que as medidas de *Traffic calming* têm sido implementadas em seqüência e usando combinações de várias medidas, não

permitindo, assim, o tráfego em altas velocidades entre os dispositivos redutores de velocidade.

Os problemas verificados nas cidades brasileiras - o excesso de velocidade, o crescente volume de tráfego e o comportamento inadequado de motoristas, que causam insegurança para os moradores e usuários das vias, além da degradação do ambiente - também podem ser tratados com as técnicas de *Traffic calming*, a exemplo da experiência européia.

Desde 1976, o termo *Traffic calming* tornou-se uma expressão aceita, embora existam grandes variações no seu significado (HASS-KLAU, 1990).

Traffic calming não foi claramente definido, portanto, permitindo diferentes interpretações que variam de diretrizes alternativas de transporte urbano, a simples medidas de engenharia para reduzir a velocidade dos veículos em áreas residenciais.

Traffic calming pode ser definido em dois sentidos: amplo e restrito. O primeiro propõe uma política geral de transportes que inclui, além da redução da velocidade média nas áreas edificadas, um grande incentivo ao tráfego de pedestres, ao ciclismo, ao transporte público (Hass- Klau, 1990) e à renovação urbana. No seu sentido restrito, *Traffic calming* pode ser considerado como uma política para a redução da velocidade dos veículos em áreas edificadas e, portanto, amenizando o impacto ambiental desses veículos.

Considerando o *Traffic calming* no sentido restrito, seus objetivos dividem-se em três categorias:

- a) Reduzir o número e a severidade dos acidentes;
- b) Reduzir os ruídos e a poluição do ar; e
- c) Revitalizar as características ambientais das vias através da redução do domínio do automóvel.

As figuras de 1 a 6 a seguir ilustram algumas medidas moderadoras utilizadas:



Figura 1 - Ondulação

Fonte: ESTEVES, (2003).



Figura 2 - Plataforma

Fonte: ESTEVES, (2003).



Figura 3 - Almofada

Fonte: ESTEVES, (2003).



Figura 4 - Rotatória

Fonte: ESTEVES, (2003).



Figura 5 - Sonarizador

Fonte: ESTEVES, (2003).



Figura 6 - Chicanas

Fonte: ESTEVES, (2003).

2.3 Rotatória

Segundo Site da UFRGS, (2011), rotatória é definido como:

Uma forma de interseção que acomoda o fluxo de veículos ao redor de uma ilha central opera com controle de retenção no ponto de entrada, e da prioridade aos veículos que estão no seu interior. Os principais elementos de uma Rotatória são: Ilha de Divisão, Circulação Viária e Ilha Central. [...] O conceito surgiu em 1903, onde os veículos deveriam circular em um único sentido. O primeiro uso prático foi em Nova Iorque em 1905; em Paris em 1907 e no Reino Unido foi em 1926 e 1927. O termo Rotatória surgiu em 1929, quando foram dadas as primeiras sugestões para o projeto. [...] Nos EUA, surgiu como rótula em 1942, definida como uma interseção onde o tráfego converge e diverge em uma via de sentido único ao redor de uma ilha central. Atualmente na França, mais de 1000 rotatórias tem sido implantadas por ano. [...] Nos EUA, os departamentos de transporte estão revendo suas políticas e começaram a considerar novamente as rotatórias, que ficaram esquecidas devido os fracassos de antigamente.

São 6 os tipos de rotatórias ilustradas nas figuras 7 a 14 a seguir:

a) Normal – Rotatória com uma via de sentido único, ao redor de uma ilha elevada de 4 m ou mais de diâmetro;



Figura 7 – Rotatória Normal

Fonte: SILVA, (1998).

b) Vazada – Rotatória cortada por uma via;



Figura 8 – Rotatória Vazada

Fonte: Google Maps, (2011).

c) Mini Rotatória – Rotatória com uma via de sentido único, ao redor de uma ilha pintada ou levemente elevada com menos de 4 m de diâmetro;



Figura 9 – Mini Rotatória

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), (2011).

d) Dupla Rotatória – Interseção simples com duas rotatórias normais ou mini, ligadas por uma ilha elevada ou em arco de via;



Figura 10 – Dupla Rotatória

Fonte: SILVA, (1998).

e) Rotatória com desnível – Dois níveis de rotatórias se cruzando;



Figura 11 – Rotatória em Desnível

Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2011).

- f) Intercâmbio de Rotatórias – Um intercâmbio entre uma ou mais Rotatórias;



Figura 12 – Intercâmbio de Rotatórias
Fonte: SILVA, (1998).

- g) Rotatórias sinalizadas – Semáforos controlam uma ou mais entradas.



Figura 13 – Rotatória Sinalizada
Fonte: SILVA, (1998).

h) Rotatória Semi-galgável - Segundo Silva (1998), Rotatória Semi-galgável pode revelar-se bastante eficaz na garantia de maiores deflexões para os veículos de menores dimensões, ao mesmo tempo que se garantem as condições de manobrabilidade dos veículos pesados de grande dimensão. Para o efeito a ilha central poderá ser contornada por uma faixa galgável, revestida por material de cor diferente e textura preferencialmente irregular (exemplo calhau rolado, ou cubos de granito) por forma a tornar-se suficientemente desincentivadora à circulação dos veículos ligeiros, mas adequada aos veículos pesados.



Figura 14 – Rotatória Semi-Galgável

Fonte: SILVA, (1998).

Os locais mais apropriados para instalação são:

Interseções onde as regras de prioridade utilizadas resultam em inaceitáveis níveis de atraso a uma das vias; Interseções onde exista grande variação de demanda com relação a fora pico; Interseções onde há grande proporção de veículos que queiram converter à esquerda; Interseções com mais de 4 ramos, onde regras de prioridade são confusas ou há necessidade de um grande número de estágios semafóricos; Interseções onde é grande o número de acidentes com veículos que querem cruzar a via ou realizar conversões; Pode ser usada como medida de Traffic Calming; Interseções com vias onde a velocidade operacional é alta e o

número de movimentos à esquerda também é alto; Em locais onde o crescimento esperado do tráfego é grande e o padrão deste é incerto; Em locais onde não é desejável a prioridade a uma via específica.

Os locais inapropriados para instalação são:

Locais onde não há espaço físico suficiente e inviabilidade financeira, frente a custos de desapropriação, aquisição, etc.; Interseções onde o volume em uma aproximação é muito maior que as outras; Interseções onde o volume de uma via é maior que o da outra, a rotatória pode gerar atrasos inaceitáveis na via maior; Interseções onde há grande fluxo de pedestres; Em uma interseção isolada em uma rede controlada por semáforos interligados; Via onde há necessidade de faixas reversíveis no horário de pico; Locais onde frequentemente passam veículos de grande porte ou combinações de veículos; Locais onde o tráfego que sai da rotatória é influenciado pela interseção seguinte, resultando em filas no interior da rotatória.

Segundo Ferraz, Fortes e Simões (1999), os dispositivos do tipo rotatórias são utilizados em rodovias e vias urbanas.

Existe uma distinção básica de operação do tráfego em rotatórias que influencia diretamente na metodologia a ser utilizada para avaliação de sua capacidade. Nas rotatórias de grandes raios internos, geralmente em rodovias ou vias urbanas expressas, em que há a possibilidade dos veículos entrarem diretamente na rotatórias sem parar, a capacidade deve ser avaliada em função da seção de entrelaçamento do tráfego das diversas faixas. Neste caso, a seção de entrelaçamento deve ter largura suficiente para pelo menos duas faixas de tráfego, e a entrada deve ser livre para que o entrelaçamento possa ocorrer. A capacidade de tráfego deste tipo de rotatória corresponde à capacidade da seção de entrelaçamento. [...] Nas rotatórias com um raio interno reduzido, muito utilizado em regiões urbanas, a condição de operação do tráfego é completamente diferente. Nestas rotatórias as condições geométricas não permitem que ocorra o movimento de entrelaçamento entre os fluxos, por não existir espaço para que isso ocorra. Estas rotatórias de raios reduzidos operam em geral obedecendo a seguinte regra básica: “O tráfego circulando na rotatória tem prioridade sobre o que está entrando”, regra esta que pode ser explicada com a colocação de sinal de “Pare” ou “de preferência”. [...] No caso das rotatórias de raio reduzido, a capacidade de tráfego na rotatória corresponde à capacidade de entrada na rotatória de cada aproximação. (FERRAZ; FORTES; SIMÕES, 1999, p. 116).

Portanto, existem dois critérios para avaliação de capacidade de tráfego em uma rotatória em função da sua condição de operação: a capacidade de seção de entrelaçamento e a capacidade da seção de entrada na mesma.

Segundo o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2005), as Rotatórias modernas são caracterizadas pelos seguintes princípios:

a) Prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória. São colocados sinais “Dê a preferência” ou “Parada Obrigatória” voltados para as correntes de tráfego que chegam à rotatória, dando clara preferência nos pontos de convergência para os veículos que vêm pela

esquerda. Para entrar no fluxo da rotatória os veículos têm que aguardar intervalos adequados da corrente de tráfego, causando o mínimo de interferência. Mesmo quando têm mais de uma faixa de trânsito, as rótulas modernas não são sujeitas a movimentos de entrecruzamento que interfiram no seu funcionamento a ponto de constituírem critério de projeto ou de determinação da capacidade.

b) Deflexão do tráfego de entrada. A corrente de tráfego que entra na rotatória é canalizada pela ilha divisória de acesso, de modo a se inserir em um intervalo de tráfego ao longo da rotatória. A visão da ilha central, a ser obrigatoriamente contornada, complementa a orientação do veículo. Nos casos de rotatórias de pequenas dimensões, que não permitem o projeto de ilhas divisórias de acesso, a ilha central pode ser o fator principal de orientação do tráfego de entrada conforme representado na figura 15.

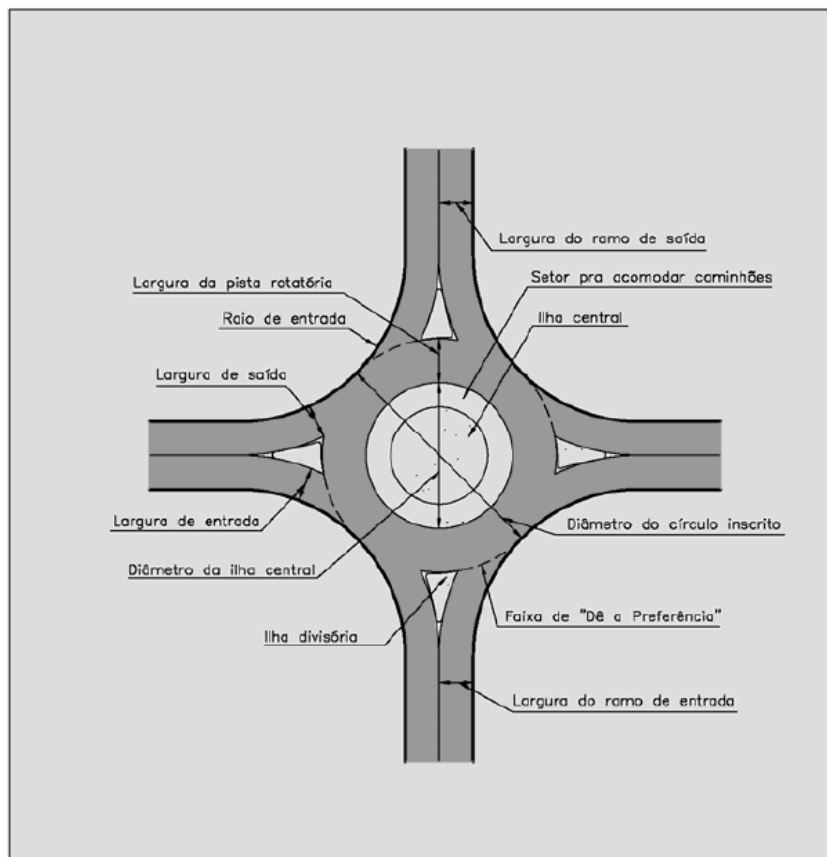


Figura 15 - Elementos de projeto de uma Rotatória moderna
Fonte: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2005, p 174.

2.4 Mini Rotatória

Segundo Site da CET (1981), Mini Rotatória é definida como:

Um círculo, com raio não inferior a um metro, pintado no centro de um cruzamento. Tem como função principal diminuir o número de conflitos existentes em

interseções com baixa intensidade de tráfego e elevado índice de acidentes, reduzindo a velocidade das aproximações e ordenando as conversões. (CET, NT070/81).

Esse dispositivo teve suas primeiras experiências desenvolvidas na Inglaterra, em interseções onde a definição de preferencial feita por sinalização horizontal e vertical, ou até mesmo semafórica, não atingia o efeito de segurança desejado.

A partir dessas experiências, rotatórias de pequeno diâmetro começaram a ser implantadas, com grande eficiência na redução de acidentes. Esse dispositivo foi então estudado e desenvolvido pela CET e redimensionado para melhor adaptação do nosso motorista conforme figura 16.



Figura 16 – Mini Rotatória

Fonte: Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), (2011).

Para escolha dessas interseções foram considerados os seguintes parâmetros:

- a) Índice de acidentes - o índice mínimo de acidentes constatado no cruzamento deve ser de 5 acidentes por ano.
- b) Volume de tráfego - o volume máximo admissível na interseção deverá ser igual ao volume mínimo para implantação de um semáforo.
- c) Trajeto de ônibus e caminhão - no trajeto de ônibus e caminhões estão previstas conversões por cima do círculo. No entanto, se em um cruzamento o volume de ônibus for

maior que 5% do volume máximo do cruzamento, com ângulo de conversão maior que 45°, fica impraticável a implantação de mini rotatórias.

A substituição de semáforos por mini rotatórias em interseções onde o mesmo opera com baixo volume de tráfego, evita o elevado nível de desobediência provocado pelo motorista que não aguarda o sinal verde quando observa o baixo volume do cruzamento. Outro fator importante que a mini rotatória oferece em relação ao semáforo é a melhor fluidez dos veículos o que, por sua vez, leva a economia de combustível.

Segundo Silva (1998), Mini Rotatória galgável - Constitui um tipo de solução muito utilizada em outros países, nomeadamente em Inglaterra e Austrália, na resolução de pontos de conflito, em cruzamentos já existentes localizados em zonas de procura de tráfego pouco acentuada e onde as velocidades de circulação são reduzidas. É caracterizada pela existência de uma ilha central galgável, com diâmetro inferior a 4m e por diâmetros do círculo inscrito compreendidos entre 14 e 28m. A ilha central pode ser materializada em relação ao anel de circulação ou simplesmente demarcada no pavimento e totalmente recoberta por tinta branca refletora ou ainda pela demarcação de anéis concêntricos. A figura 17 demonstra a utilização deste tipo de dispositivo.



Figura 17 – Mini Rotatória galgável

Fonte: SILVA, (1998).

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 Materiais empregados

- Planilhas eletrônicas e gráficos gerados pelos softwares Word® e Excel® (Windows XP®);

- Bloco de Papel Sulfite A4;
- Caneta esferográfica azul e preta;
- Computador com Internet 300 kbps;
- Produção Bibliográfica pertinente
- Impressora jato de tinta;
- Máquina Fotográfica Digital;
- Trena 7 metros

3.2 Métodos empregados

O presente trabalho foi desenvolvido em um cruzamento da área urbana da cidade de Botucatu aonde se pretendeu verificar a viabilidade de implantação de um dispositivo de controle de interseção tipo rotatória.

A escolha do cruzamento foi feita através do método de observação de campo aonde se definiu um cruzamento que apresentasse problemas de segurança e que necessitasse intervenção.

Após a identificação do cruzamento foram levantados dados como:

- a) Volume de veículos e pedestres através de contagem no período de duas horas;
- b) Comportamento de usuários através da observação de campo;

c) Geometria do cruzamento através de medição;

Após o levantamento, foi feita a análise de viabilidade da implantação do dispositivo de controle de interseção que permitiu o desenvolvimento de uma proposta de implantação de dispositivo mais adequado às necessidades da interseção em estudo.

3.3 Estudo de Caso

O referente estudo foi realizado na zona leste da cidade de Botucatu, divisa entre os bairros: Conjunto Habitacional Humberto Popolo, Jardim Reflorenda, Convívio Residencial Parque e Recreio do Havaí. Fazem parte do cruzamento as vias: 1)- Av. Dr. Jaime de Almeida Pinto; 2)- Rua Argeu Mauricio de Oliveira; 3)- Alameda das Hortênsias; 4)- Estrada Municipal dos Delegos e 5)- Rua Mario Figueiredo, conforme representado da figura 18.



Figura 18 - Foto Aérea aproximada do local

Fonte: Google Maps, (2011). - Modificado por Pereira, (2011).

Observando mapas antigos da cidade, as referidas vias foram resultantes da urbanização desordenada do bairro. Com a inauguração do Conjunto Habitacional Humberto Popolo e o respectivo asfaltamento, nos anos 80, os bairros Convívio Residencial Parque e Recreio do Havaí, ficaram desprovidos de benefícios urbanos, ou seja, sem asfaltamento. Após alguns anos com o crescimento dos bairros adjacentes, e a pavimentação das vias, a geometria do cruzamento foi definida conforme ilustrado na figura 19 a seguir.



Figura 19 - Foto Aérea do local

Fonte: Google Maps, (2011).

3.3.1 Levantamento das Interferências

O objetivo do levantamento foi registrar as interferências próximas ao cruzamento, para verificar a possibilidade de implantação de dispositivo tipo rotatória e verificar os possíveis impactos gerados no cruzamento devido à esta implantação, e ainda, caso não fosse possível implantar tal dispositivo, analisar qual outra alternativa poderia ser adotada para melhorar a fluidez e segurança no cruzamento

3.3.2 Levantamento Planimétrico

Este levantamento consiste em levantar as larguras de ruas, calçadas, raio de curvatura e interferências como: rede de luz e telefone, locação de postes de iluminação, telefones

públicos, posto de visita de rede de água e esgoto bem como o uso do solo dos lotes adjacentes.

3.3.3 Observação de Campo

Este levantamento teve como objetivo verificar o comportamento de veículos e pedestres bem como diagnosticar os principais conflitos existentes no cruzamento.

3.3.4 Levantamento em Campo

3.3.4.1 Contagem Veicular

O objetivo deste levantamento foi verificar a quantidade de veículos que passam pela interseção. Foram realizadas contagens volumétricas classificadas nas interseções principais da rede viária da área de influência, durante os momentos críticos.

As contagens de tráfego existentes buscaram atender dois objetivos.

a) Estimar o fluxo atual que circula nas interseções – objetivo primeiro das contagens e que visa subsidiar o outro objetivo seguinte;

b) Levantar o "Fator de pico horário" que mede a variação entre os intervalos de 15 min dentro de uma hora e obter-se o volume na hora de maior movimento (hora de pico da demanda).

Definiu-se o período da tarde para o levantamento, no período das 16:30 às 18:30 hs, pois é um dos que mais concentra veículos no dia, tendo uma demanda próxima à uniforme.

Foi utilizada a técnica de filmagem da interseção durante o período de duas horas, e a contabilização dos dados foi executada posteriormente. Com isso foi possível executar uma medição mais precisa.

3.3.4.2 Contagem dos Conflitos

O objetivo deste levantamento foi verificar os pontos de conflito e os movimentos conflitantes envolvendo os usuários da via em circulação, onde há riscos relevantes de acidentes (curso de colisão, necessidade de ação evasiva, tempo de reação etc.).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento das Interferências

No caso, a interseção se localiza em área residencial. Observa-se uma intensa movimentação de pedestres em virtude da escola de ensino fundamental localizada nas proximidades, logo faz-se necessária a definição de locais apropriados para travessia dos mesmos, áreas de estacionamento, sinalização adequada, além de medidas que minimizem os efeitos decorrentes do tráfego, tais como, ruídos e poluição.

Com relação ao trânsito, o volume de tráfego na região é composto em sua maioria por veículos leves, no entanto temos alguns veículos pesados de importância como os ônibus de duas linhas do transporte público urbano, que passam a mais ou menos 30 minutos.

Foram identificadas na região, várias construções urbanas comerciais como: Praças; Bares; Lanchonetes; Igrejas; Escolas; Banca de Revistas; Casa de Material de Construção e Padaria conforme representado na figura 20.



Figura 20 – Levantamento das Interferências

Fonte: Google Maps, (2011). - Modificado por Pereira, (2011).

4.2 Levantamento Planimétrico

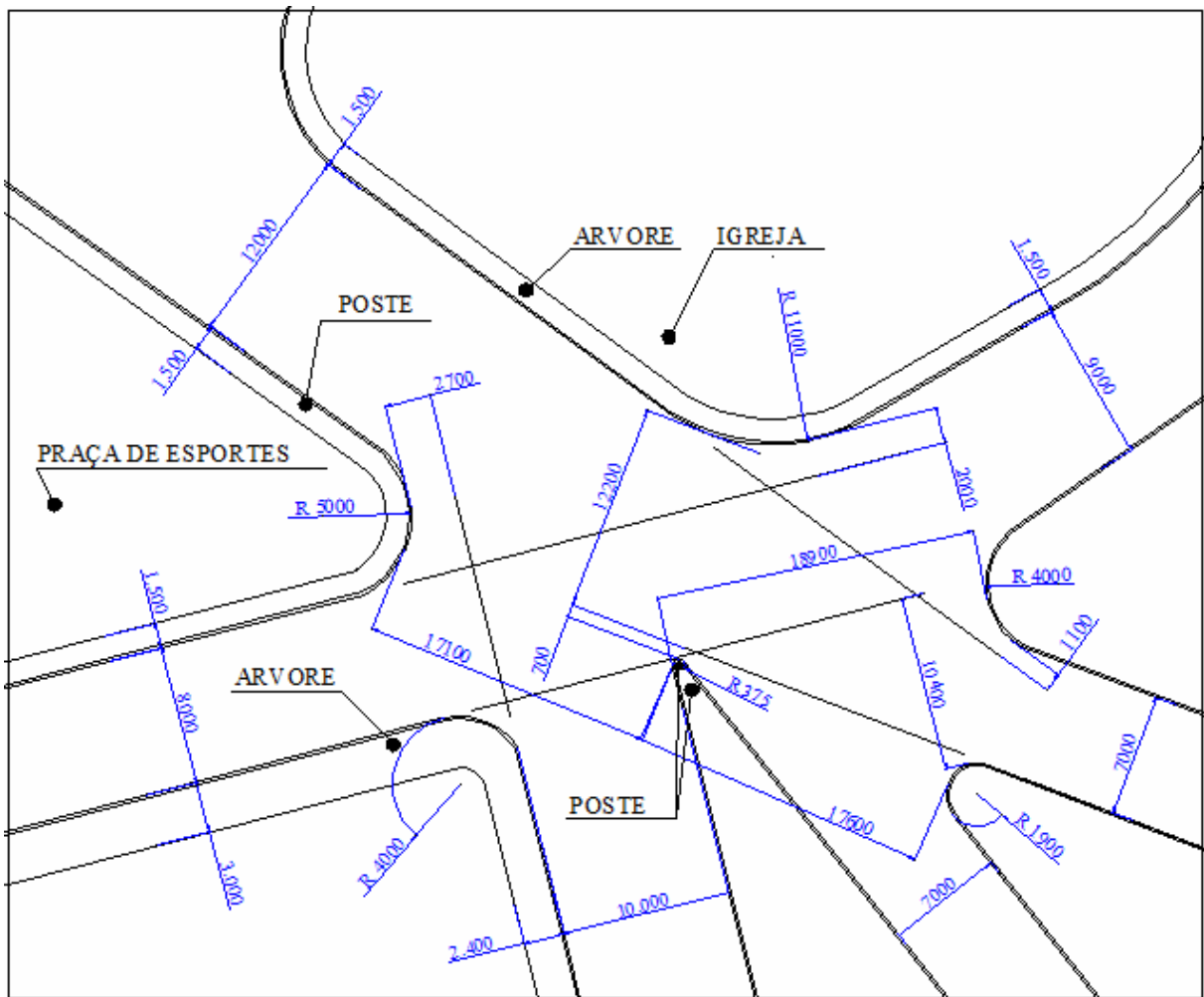


Figura 21 – Levantamento do Local

Fonte: Pereira, (2011).

4.3 Observação de Campo

Em consulta com alguns moradores e comerciantes do local, pode-se levantar alguns aspectos relatados a seguir:

- A frequência e os tipos de acidentes na interseção são baixos.
- Na via principal, os veículos trafegam com excesso de velocidade, principalmente nos horários extremos, manhã e noite.
- A interseção contém vias que formam ângulos diferentes de 90° , causando sérios problemas no campo de visão dos motoristas principalmente ao anoitecer.
- Existe uma insatisfação geral, pois em alguns horários o trânsito praticamente para, devido à confusão gerada pela indecisão de preferência na interseção.

Também foi utilizado na observação, relatório próprio, com perguntas pertinentes para a interseção.

A seguir, os registros com comentários pertinentes:

4.3.1 Relatório de Observação de Campo

Período da Pesquisa : das 16:30 às 18:30

Aspectos Operacionais:

1. Obstruções impedem a visão do fluxo oposto pelos motoristas?

Sim! O cruzamento tem várias vias e uma delas, principalmente a noite, prejudica o campo de visão do motorista.

2. Os motoristas respondem incorretamente aos semáforos, à sinalização?

Sim! A sinalização é confusa e permite avanços de veículos em momentos iguais.

3. Os motoristas tem problemas em achar o caminho correto para o movimento?

Sim! O cruzamento é mal sinalizado e mal construído.

4. As velocidades são muito altas? Muito baixas?

Sim! Nas vias principais há excesso de velocidade.

5. Existem violações de regulamentação de estacionamento ou outras?

Não!

6. Os motoristas sentem confusão sobre orientação de ruas, locais?

Sim! Devido a má sinalização, ponto com pouca visão para o motorista e excesso de vias.

7. É possível reduzir o atraso experimentado pelos veículos?

Sim! Com a implantação de medidas moderadoras de trafego.

8. Existem deficiências ou conflitos associados com movimentos de conversão?

Sim! Principalmente em uma das vias.

9. Operação em mão única pode tornar o local mais seguro?

Sim! Diminuiria os conflitos, más é um complicador por ser um acesso importante aos bairros vizinhos.

10. O volume de tráfego pode ser considerado excessivo para a interseção?

Não!

11. O movimento de pedestres causa problemas no local?

Sim! Em horário de saída de escola.

12. O movimento de pedestres tem problemas no local, causados pelo fluxo veicular?

Sim! Pelo grande numero de vias, os pedestres acabam cruzando mais de uma via no mesmo momento.

13. Existem outras deficiências ou conflitos típicos no local?

Sim! Sinalização e Iluminação em estado precário.

Aspectos Físicos:

1. Podem ser eliminados ou reduzidos os obstáculos à visibilidade?

Sim!

2. O alinhamento da via ou largura das faixas é inadequado?

Sim! Algumas vias têm alinhamento irregular.

3. Os raios de curva são muito pequenos?

Sim! Em pelo menos uma das vias.

4. As faixas de pedestres devem ser realocizadas? repintadas?

No local a sinalização de pedestre não existe, mesmo sendo uma área escolar.

5. Os semáforos estão inadequados (posição, visibilidade, tempos)?

Não há semáforos.

6. A sinalização vertical é inadequada (utilidade, legibilidade, localização)?

Sim! A localização é dificultada pelo cruzamento ser confuso.

7. As marcas viárias estão inadequadas (clareza, localização)?

Sim! Necessitam ser realocizadas.

8. A canalização está inadequada para veículos e pedestres (reduzir área de conflito, separar movimentos, definir movimentos)?

Sim! Deve ser feito uma remodelação do cruzamento.

9. A regulamentação de estacionamento definida é inadequada (visibilidade, caminho dos movimentos)?

Sim! O fluxo de veículos no local, ainda não causam problemas de estacionamento.

10. A regulamentação de velocidade é insegura ou não razoável?

Não!

11. O número de faixas é insuficiente?

Sim! Considerando o fluxo atual.

12. A iluminação da via é insuficiente?

Sim! O cruzamento é mal iluminado.

13. Os acessos/regressos são inadequadamente localizados ou construídos?

Sim! O cruzamento deve ser remodelado.

14. A condição do pavimento contribui para os problemas de operação e segurança?

Não!

4.4 Levantamento em Campo

4.4.1 Contagem Veicular

A seguir, fichas de registro separada por fluxos, com os resultados da contagem:

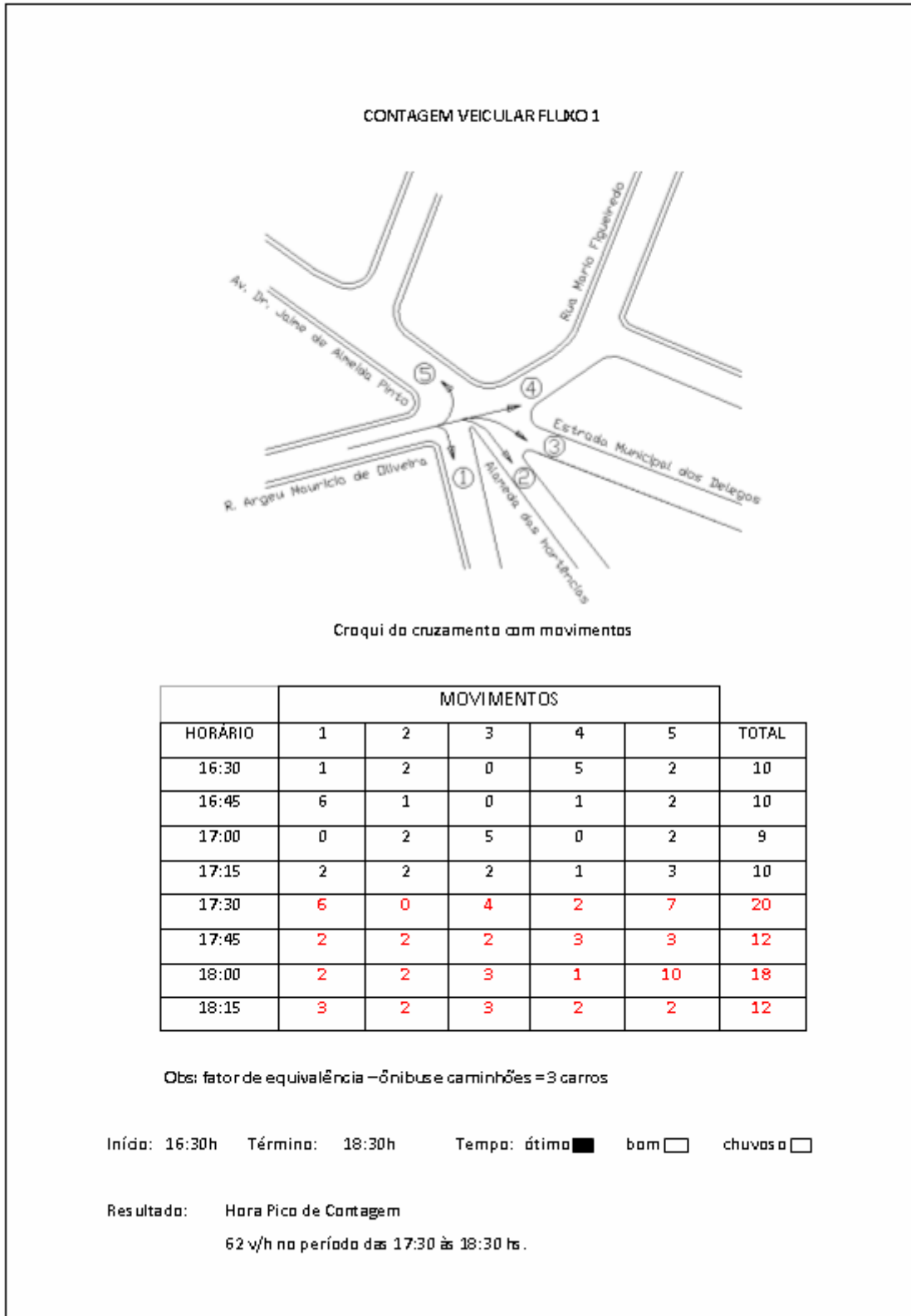


Figura 22 - Contagem Veicular Fluxo 1

Fonte: Pereira, (2011).

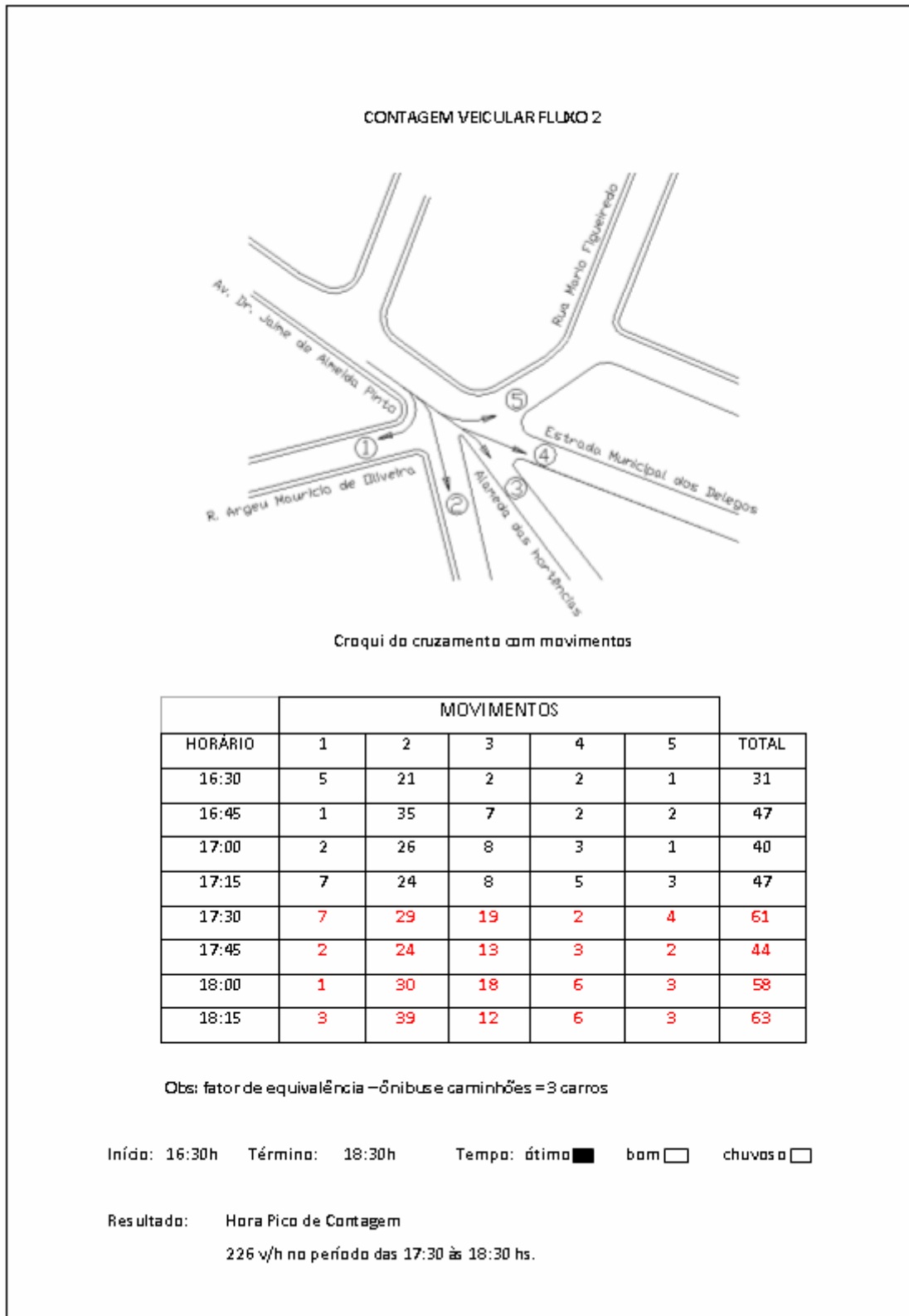


Figura 23 – Contagem Veicular Fluxo 2

Fonte: Pereira, (2011).

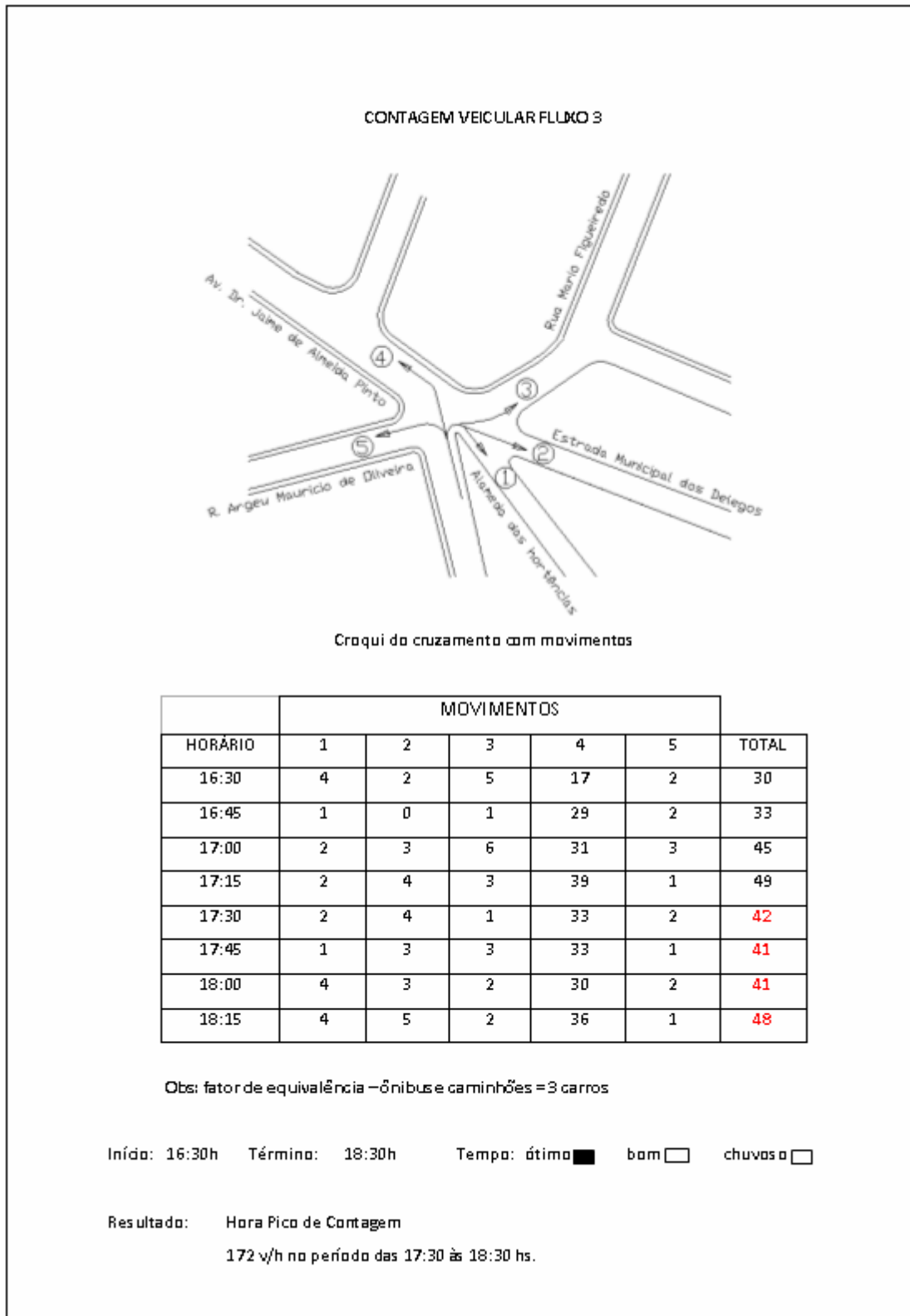


Figura 24 – Contagem Veicular Fluxo 3

Fonte: Pereira, (2011).

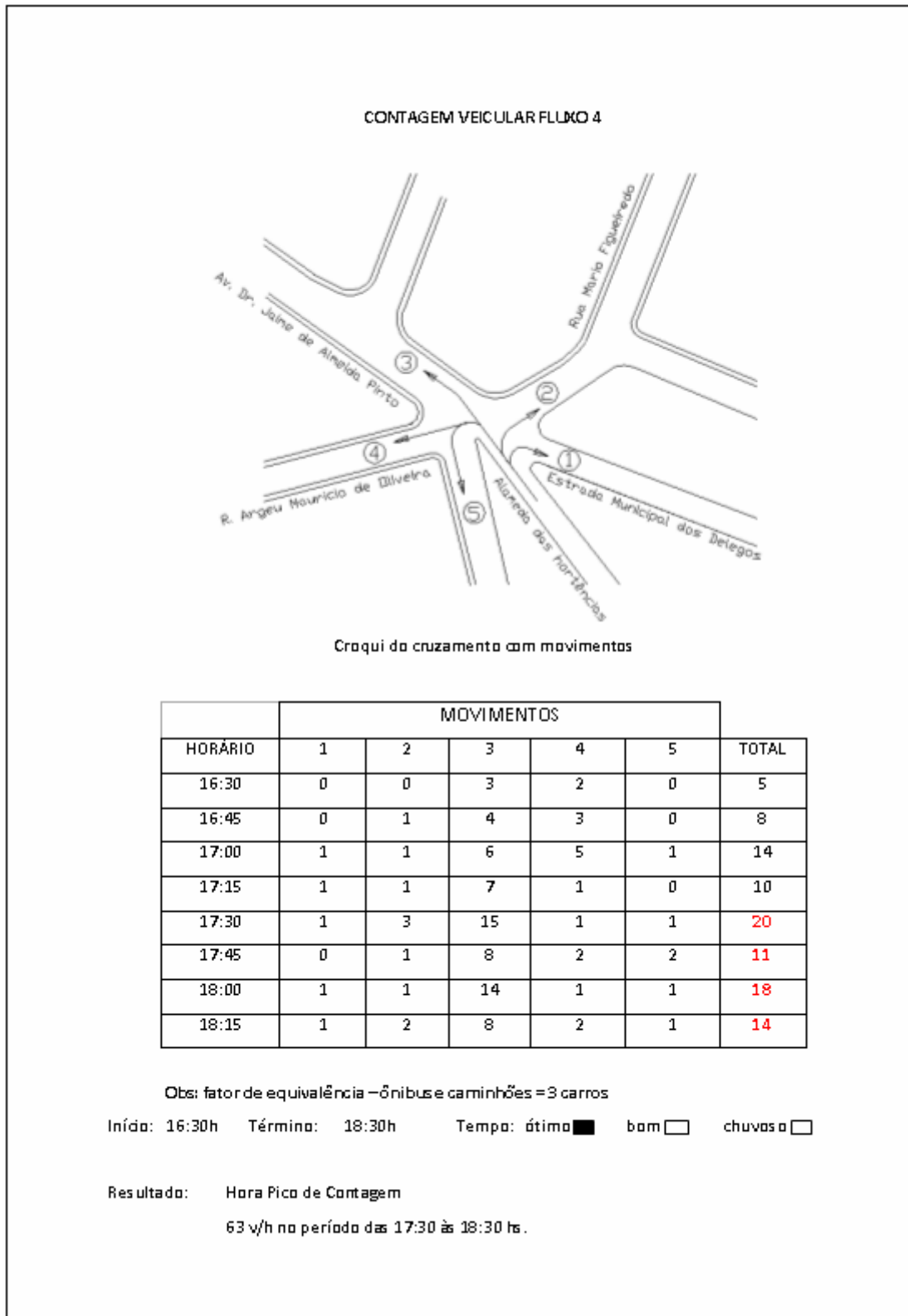


Figura 25 – Contagem Veicular Fluxo 4

Fonte: Pereira, (2011).

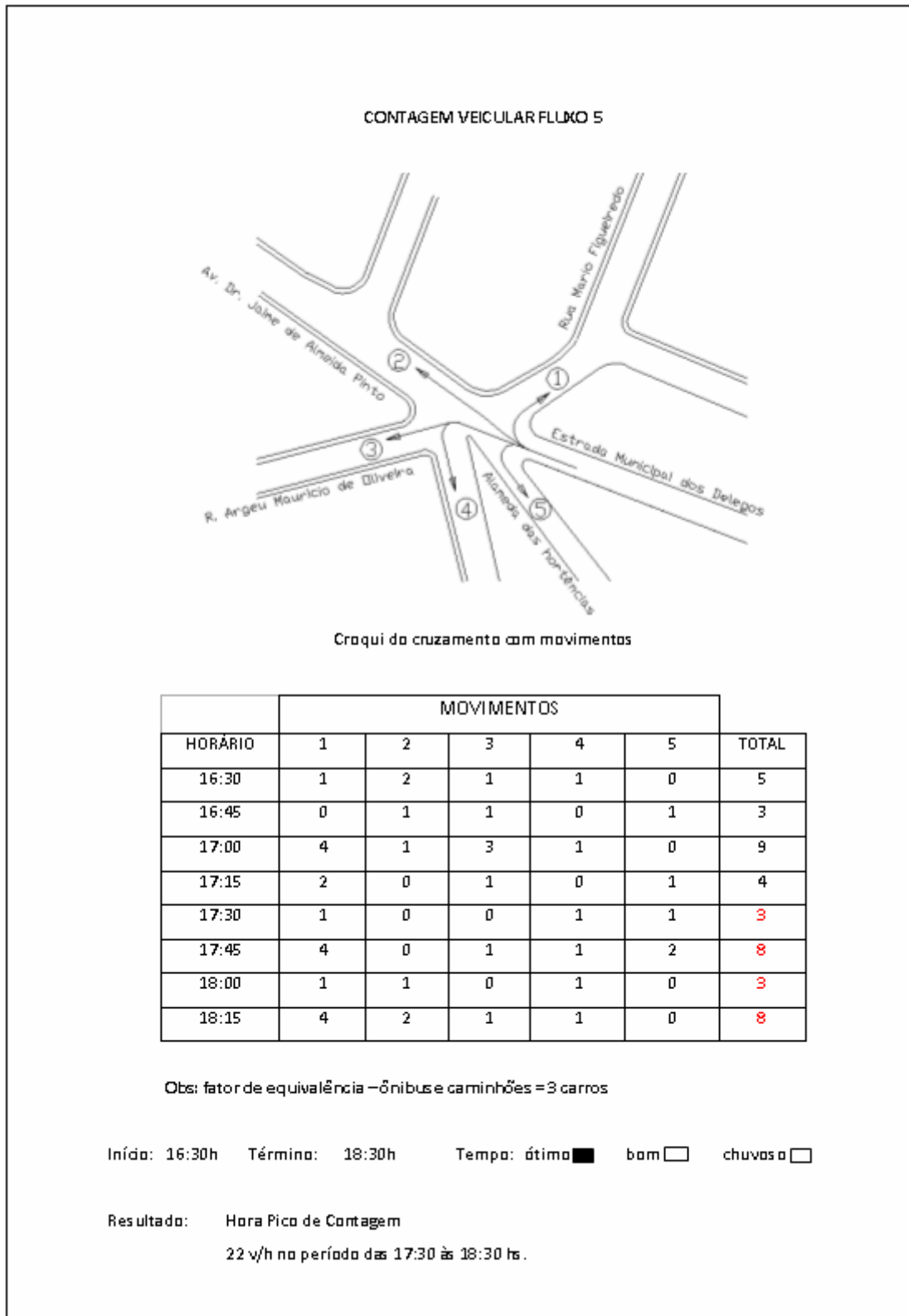


Figura 26 – Contagem Veicular Fluxo 5

Fonte: Pereira, (2011).

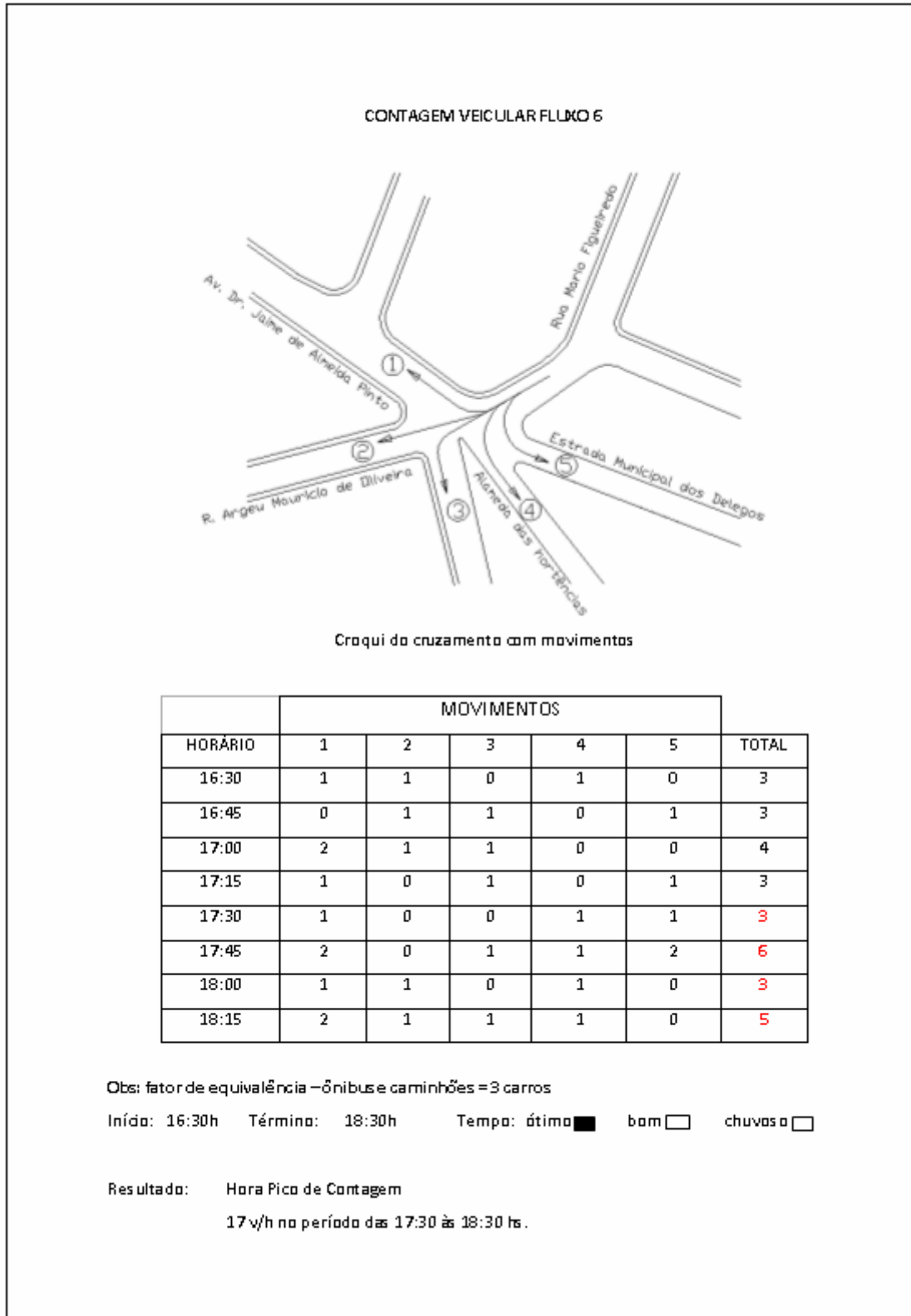


Figura 27 – Contagem Veicular Fluxo 6

Fonte: Pereira, (2011).

Observa-se conforme representado na figura 28, que o maior fluxo de veículos no local está concentrado nos fluxos dois e três. Esses fluxos referem-se à via principal da interseção, ou seja, nos dois movimentos da Av. Dr. Jaime de Almeida Pinto. O volume dessa via é muito maior que o das outras.

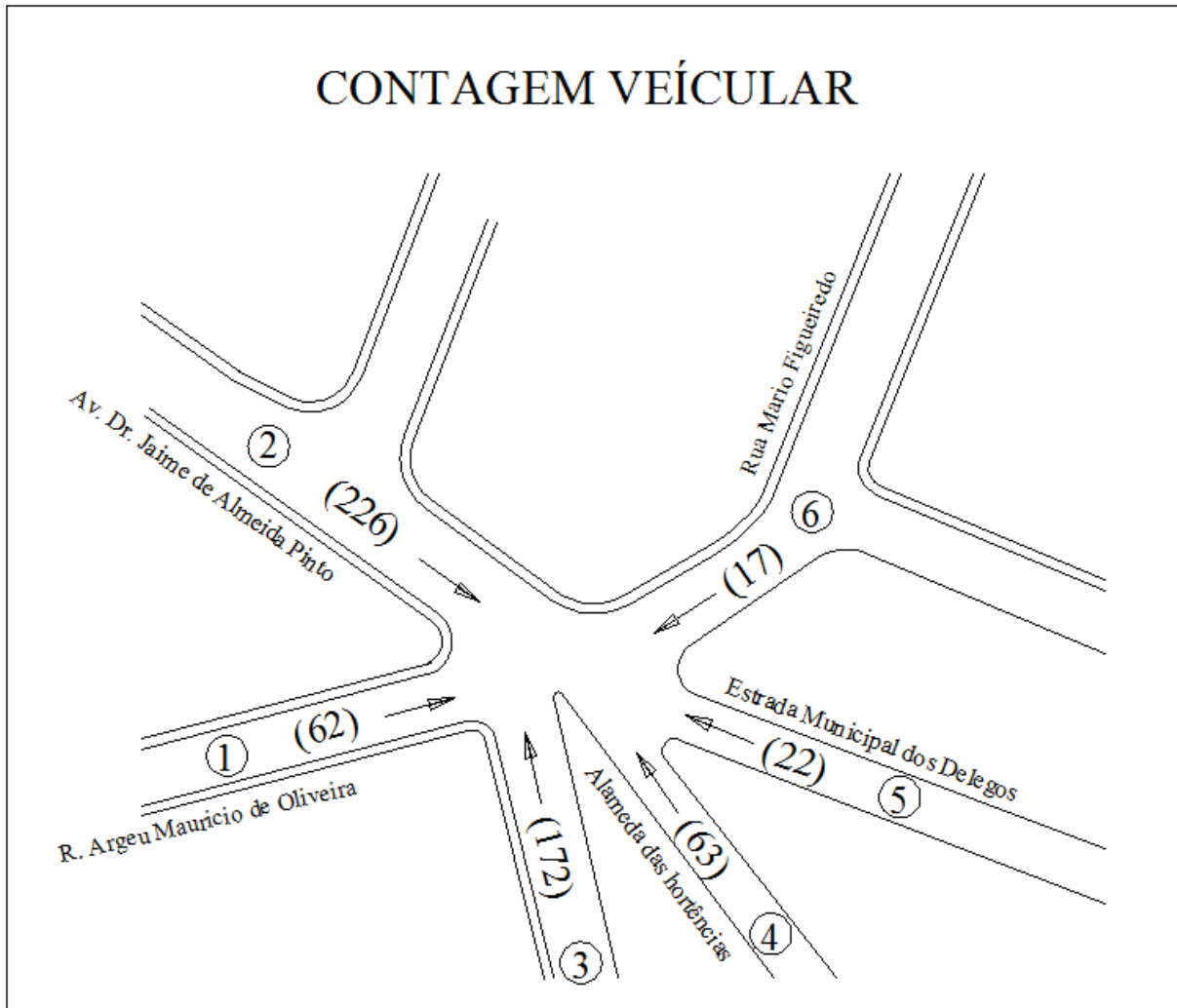


Figura 28 - Contagem Veicular - Totalização

Fonte: Pereira, (2011).

4.4.2 Contagem dos Conflitos

A seguir, gráfico demonstrando os tipos de conflitos levantados na interseção:

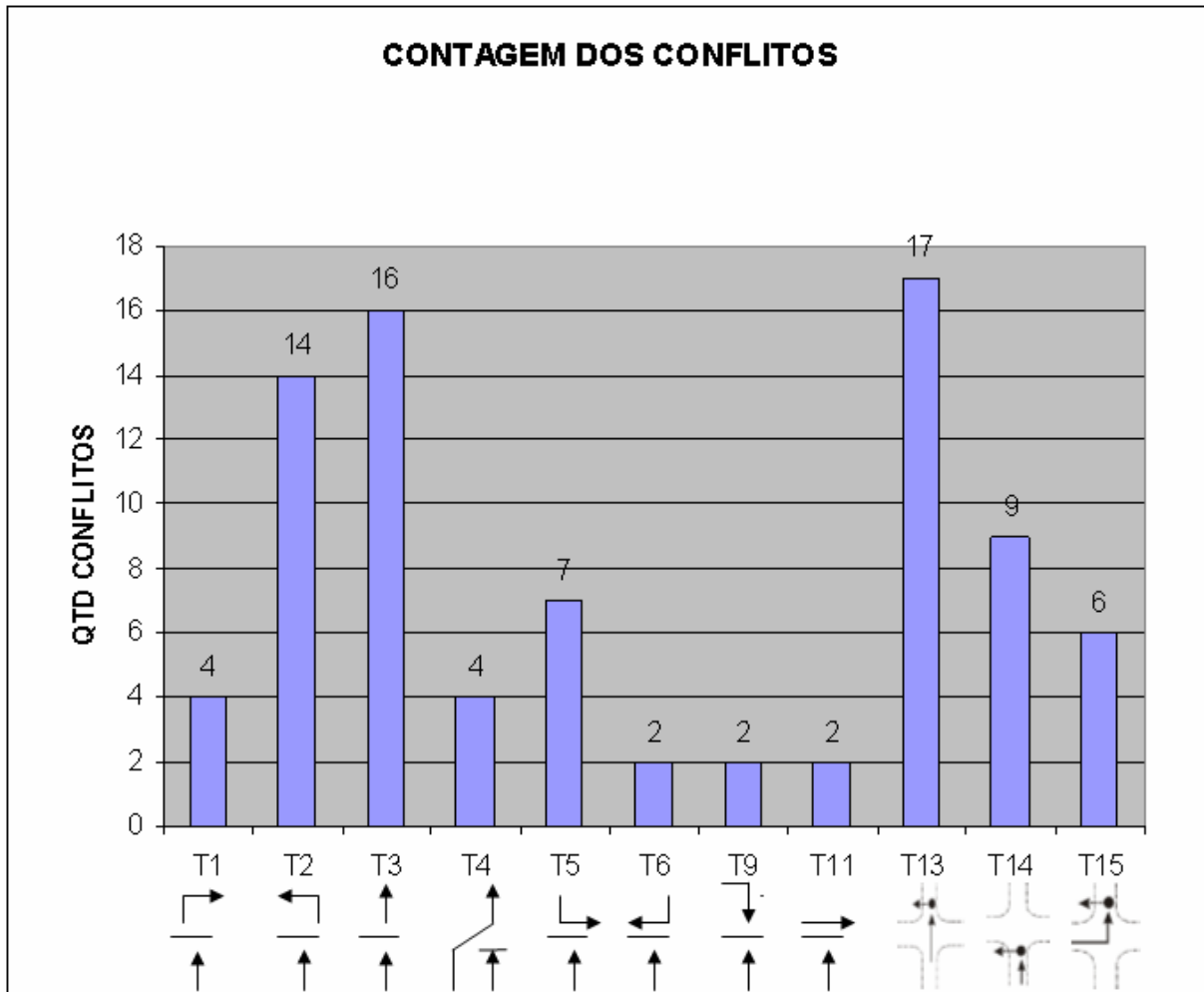


Figura 29 - Contagem dos Conflitos

Fonte: Pereira, (2011).

Observam-se pelos resultados apresentados na figura 29, três conflitos mais comuns:

1º- Conflito tipo 2 – Mesma direção, conversão à esquerda.

Pelo excesso de vias e falta de visibilidade, o motorista se vê obrigado a praticamente parar o veículo para fazer a conversão.

2º- Conflito tipo 3 – Mesma direção, movimento em frente

Pelo excesso de vias, falta de visibilidade e dificuldade de definir a preferência de entrada, o motorista praticamente para o veículo para aguardar as entradas de outros veículos na interseção.

3º- Conflito tipo 13 – Com pedestres, esquina posterior

Pela proximidade da interseção com a escola municipal e pela deficiência de sinalização, os pedestres se confundem no momento da travessia.

4.5 Medidas Moderadoras Propostas

De acordo com o diagnóstico da área levantada e com base nas medidas de moderação do tráfego definidas na revisão da literatura, apresenta-se, uma proposta de medidas moderadoras do tráfego para a referida interseção urbana, a qual encontra-se abaixo.

Com base no que foram apresentados no diagnóstico da situação atual, dois problemas revelaram-se mais preocupantes tornando-se, por isso, o foco das atenções. O primeiro refere-se ao excesso de velocidade com que os veículos ingressam no trecho em estudo, principalmente quando se trata de veículos pesados, os quais normalmente apresentam uma reação mais lenta que a dos veículos leves em situações de conflito. O segundo problema refere-se às manobras de conversão, as quais são efetuadas em qualquer ponto da interseção, dando origem a várias situações de risco, especialmente quando estas ocorrem na via principal da interseção (tendo em vista restrições de visibilidade para a sua realização).

Visando diminuir estes problemas propõe-se implantar uma Rotatória Semi-Galgável, pois ela revela-se bastante eficaz na garantia de maiores deflexões para os veículos de menores dimensões, ao mesmo tempo garante as condições de manobrabilidade dos veículos pesados de grande dimensão.

A execução da Rotatória Semi-Galgável, é aplicável neste caso, devido ao espaço do cruzamento não permitir uma Rotatória totalmente física, pois os custos de desapropriação seriam muito elevados.

Para tanto antes da implantação da Rotatória, serão necessários alguns ajustes no local da interseção conforme indicado na figura 30:

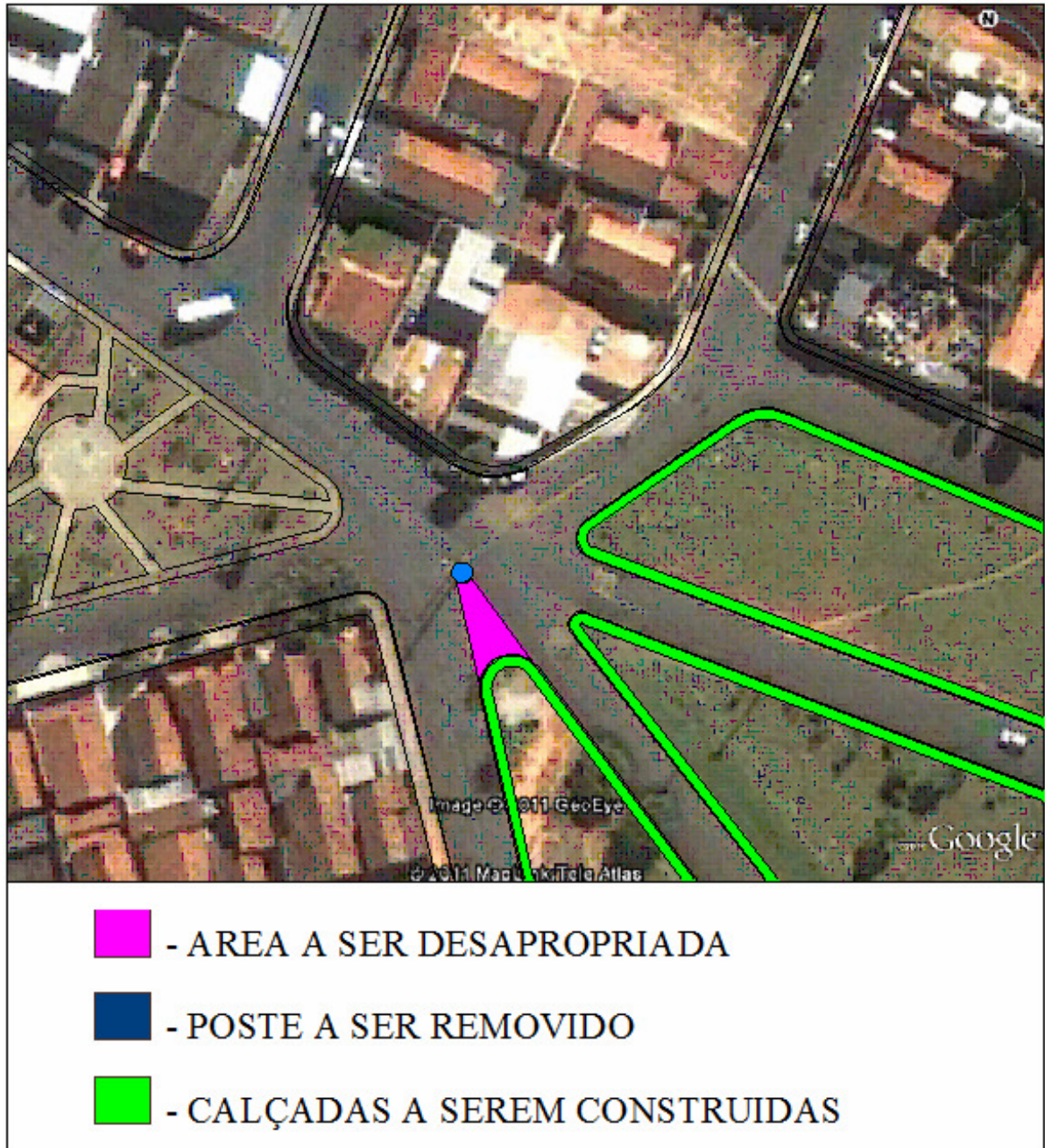


Figura 30 – Ajustes necessários no local

Fonte: Google Maps, (2011). - Modificado por Pereira, (2011).

- 1)- Desapropriação de 64 M² de área pública.
- 2)- Remoção de poste da CPFL.
- 3)- Execução de calçadas nas áreas não habitadas, a fim de facilitar a circulação de pedestres.

A figura 31 a seguir, mostra como ficará a interseção após a implantação da Rotatória Semi-Galgavel.



Figura 31 – Proposta para a Interseção

Fonte: Google Maps, (2011). - Modificado por Pereira, (2011).

Medidas que deverão ser adotadas após a implantação da Rotatória para viabilizar o seu uso:

- 1)- Executar recapeamento asfáltico.
- 2)- Readequar a iluminação pública.
- 3)- Executar sinalização de solo tanto para canalização de fluxo de veículos como para travessia de pedestres.
- 4)- Executar sinalização vertical de indicação de rotatória e "de preferência".

5 CONCLUSÃO

Este trabalho através de uma revisão bibliográfica da prática da Moderação do tráfego no Brasil e Portugal procurou salientar a importância do emprego de medidas moderadoras e apontar as mais indicadas a serem utilizadas, em especial, nas travessias urbanas.

Sabe-se que as travessias urbanas apresentam condições especiais de gerenciamento viário em função da ocupação desordenada do solo adjacente à via, reflexo da falta de planejamento do uso do solo lindeiro. A circulação local de usuários motorizados e não-motorizados conflita com o tráfego da via, sendo necessário um tratamento adequado que promova a fluidez do tráfego de passagem, a acessibilidade às atividades locais e conseqüentemente a segurança aos usuários.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito às velocidades praticadas pelos motoristas do tráfego de passagem que em função da falta de tratamento adequado em certos trechos, permite que os motoristas excedam os limites de velocidade regulamentada aumentando a probabilidade de acidentes.

Com o propósito de contribuir para melhorar as condições de segurança viária nas travessias urbanas este trabalho procurou sugerir o emprego de dispositivos físicos com o objetivo de reduzir os conflitos do tráfego.

Esta proposta deu origem a um quadro o qual estabelece a medida de moderação em função do objetivo a ser alcançado, ou seja, redução de velocidade, redução de conflitos ou redução do fluxo de passagem.

A partir daí elaborou-se um quadro conclusivo onde são apontadas as medidas recomendadas de acordo com o objetivo a ser alcançado e em função do trecho da travessia urbana.

Cabe salientar a importância da participação da comunidade, prática que na maioria das vezes não é seguida nas soluções adotadas para minimizar a insegurança viária nas travessias urbanas.

Outra questão que deve ser enfatizada diz respeito às ações conjuntas de educação, engenharia e fiscalização. Os 3E (*Engineering, Education, Enforcement*) são considerados o tripé das atividades relacionadas à Segurança Viária, e devem ser vistos com o mesmo nível de importância. O que se vê, em muitas ocasiões, é a valorização da Fiscalização em detrimento das demais, o que acaba por comprometer os resultados.

Em relação à implementação das medidas de moderação, propostas neste projeto, algumas recomendações devem ser observadas, objetivando-se alcançar os resultados desejados.

Torna-se necessária a inclusão da verificação do estado de conservação do pavimento além das condições de limpeza da via.

Recomenda-se um levantamento de custos, para que sejam analisadas as possibilidades de implantação do projeto proposto. Caso não seja viável a sua implantação imediata, devido as desapropriações e custos de reformulação do local, sugere-se que seja feita em etapas até a completa finalização.

Observa-se a necessidade de, durante um determinado período de tempo, simular o dispositivo a ser implantado, para que se possa verificar a aceitação pela comunidade assim como pelos usuários da interseção. Após a implantação definitiva, estudos de tráfego (volume, atrasos), de acidentes (tipos de acidentes e gravidade), estudos de conflitos de tráfego, de velocidades além da opinião da população, devem ser analisados por um período mínimo de um ano, para que seja possível detectar as mudanças ocorridas, se positivas ou não, a fim de que estas possam ser corrigidas quando necessário.

Espera-se que de algum modo este estudo venha a contribuir para melhorar as condições de tráfego e de segurança na interseção.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRANSITO. **Estatísticas estaduais de acidentes de trânsito** disponíveis, São Paulo. Disponível em: < http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_estaduais_de_acidentes_de_transito_dados_modelos_resultados/estatisticas_estaduais_de_acidentes_de_transito_disponiveis> .Acesso em: 31 mar. 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO (ANTP) - **Perguntas e respostas**. São Paulo. Disponível em: <http://hist.antp.org.br/telas/perguntas_repostas.htm> .Acesso em: 23 fev. 2011.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Mini Rotatória – Notas Técnicas**. São Paulo. Disponível em: < <http://cetsp1.cetsp.com.br/pdfs/nt/NT070.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Rotatória como Dispositivo de redução de acidentes – Notas Técnicas**. São Paulo. Disponível em: <<http://cetsp1.cetsp.com.br/pdfs/nt/NT048.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

CRISTO, Fabio de. (2007). Portal Diginet. **Como promover segurança no trânsito**, Disponível em: <<http://colunas.digi.com.br/fhvcs/como-promover-seguranca-no-trnsito/>>. Acesso em: 22 fev. 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto de interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < http://ipr.dnit.gov.br/manuais/MANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf >. Acesso em: 22 mar. 2011.

ESTEVEES, R. (2003). **Cenários Urbanos e Traffic calming**, Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/infra_estrutura/moderacao_do_tráfego/cenarios_urbanos_e_Traffic_calming>. Acesso em: 25 de fev. 2011

FERRAZ, A.C.P.; FORTES, F.Q.; SIMÕES, F.A. (1999). **Engenharia de Tráfego Urbano - Fundamentos Práticos**, EESC-USP, São Carlos, edição preliminar.

GOOGLE MAPS. Disponível em: < <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>. Acesso em: 24 fev. 2011.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). 3ª Cia Policia Militar. **Acidentes de trânsito**, disponível em: < <http://3ciapmrn.blogspot.com/2009/12/acidentes-no-transito.html>> Acesso em: 23 fev. 2011.

SILVA, A.M.C.B. et al, (1998). **O Dimensionamento e Projecto de Rotundas** O Estado da Arte, Edição FCTUC, Novembro, Coimbra-Portugal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM). **Introdução ao projeto geométrico de interseções rodoviárias** (2010). Paraná. Disponível em: <http://www.dec.uem.br/docentes/soda/proj_inters.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Interseções**. Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_14intersecoes.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2011.

Botucatu, 27 de Junho de 2011.

Marco Antonio Cruz Pereira

De Acordo:

Prof (a). Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Orientador (a)

Prof (a). Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin
Coordenador (a) do Curso de Logística e Transporte