

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Departamento de Transportes**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO
DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES
ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE
IMPLANTADOS
NO MUNICÍPIO DE LONDRINA-PR.**

**DISCIPLINA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO
Prof.º Dr. ANTÔNIO CLÓVIS PINTO FERRAZ**

LÚCIA MARIA BRANDÃO

**São Carlos
Julho de 2000**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

- 1.1 Caracterização do Problema de Trânsito para o Ano de 1994
- 1.2 Intervenções propostas para o ano de 1995
 - 1.2.1 Modernização dos Controladores Semafóricos
 - 1.2.2 Caracterização de vias e Interseções Segundo sua Função
 - 1.2.3 Manutenção de Dados sobre Acidentes de Trânsito

2. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE

- 2.1 Definição de Locais para Implantação dos REV's
- 2.2 Definição de Limite de Velocidade para Operação dos REV's
- 2.3 Definição de Locais para Implantação dos REV's

3 .AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE

- 3.1 Levantamento de Dados
- 3.2 Organização dos Dados Levantados para Análise
 - 3.2.1 Representação Monetária dos Impactos e Perdas por Acidente
- 3.3 Análise dos Dados Organizados

4. CONCLUSÃO

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO I – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE

ANEXO II. – CÓPIAS DOS BOLETINS DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO MANTIDOS PELA COMPANHIA DE TRÂNSITO MANTIDOS PELA COMPANHIA DE TRÂNSITO DO 5º BATALHÃO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DO PARANÁ

1. INTRODUÇÃO

Londrina, cidade de porte médio do Norte do Estado do Paraná, com 450 mil habitantes, aos seus 65 anos, já apresenta um certo grau de complexidade no atendimento à demanda por transportes que se utiliza do seu sistema viário urbano, em uma extensão de 1000 Km de vias, das quais apenas 8% não conta com algum tipo de pavimentação.

Essa situação apresentava-se mais intensa no ano de 1994, quando o resultado da inabilidade em lidar com tal complexidade era o grande número de acidentes contabilizados mensalmente nas estatísticas realizadas pela Companhia de Trânsito do 5º Batalhão da Polícia Militar do Estado, em nossa cidade - 400 acidentes no total, sendo 100 com danos pessoais e 10 mortes, embora dentro da média nacional, quando comparados ao número de habitantes e índice de motorização (um veículo para cada 3,5 habitantes) para o mesmo período.

Uma análise mais técnica do problema permitiu concluir que esta complexidade era derivada, principalmente, do sistema existente de controle de fluxos de veículos e pedestres em trechos e interseções do sistema viário.

Esse sistema de controle caracterizava-se por sua obsolescência quanto aos controladores semafóricos, pela inadequação ou insuficiência dos equipamentos viários para a percepção de prioridade em interseções não semaforizadas e pela inexistência de esquemas de controle de velocidade em vias e coletoras.

Essa compreensão inicial do problema permitiu identificar os efeitos a serem reduzidos, desde o número de acidentes aos dispêndios com o tempo de viagens, e combustível, incluindo a poluição ambiental, e exigiu medidas em nível de engenharia de tráfego.

1.1 Caracterização do Problema de Trânsito para o Ano de 1994

Dos acidentes ocorridos na cidade de Londrina durante o ano de 1994, podem-se distinguir dois grupos por tipo de dados: acidentes com vítimas fatais e acidentes com feridos e/ou perdas por danos materiais.

A incidência de acidentes com mortes, por atropelamento ou colisão de veículos, verifica-se na grande maioria (90%) em vias de trânsito rápido ou arteriais, segundo informações que puderam ser coletadas diretamente dos Boletins de Ocorrência de Acidentes (BOA), fornecidos pelo 5º Batalhão de Polícia Militar, freqüentemente em conseqüência dos altos níveis de velocidade desenvolvida pelos condutores de veículos.

A incidência dos acidentes com feridos e perdas por danos materiais verifica-se de forma generalizada na cidade como um todo, sendo, segundo estatística realizada a partir dos dados constantes dos BOA's, pelas Secretaria da Segurança Pública, sua distribuição por tipo de acidente como mostra o gráfico adiante.

De acordo com o gráfico representado na FIGURA 1, estabeleceram-se algumas relações entre o tipo de acidente e características da via. De forma geral, os acidentes ocorreram em interseções sinalizadas ou semaforizadas (mais de 50% do total sem vítimas fatais). Do tipo colisão traseira ocorreram na grande maioria (60%) em interseções semaforizadas, do tipo colisão transversal apenas 25% ocorrem em vias sinalizadas.

Auditorias realizadas em locais com grande número de acidentes confirmam a ineficiência dos equipamentos de controles de fluxos de veículos e pedestre existentes, explicitamente como se segue.

A cidade de Londrina possuía no ano de análise 122 cruzamentos semaforizados, dos quais 100% com equipamentos elétricos-mecânicos, sendo 60% deles em corredores arteriais, funcionando com único plano de tráfego para o dia todo.

ACIDENTES DE TRÂNSITO COM FERIDOS E/OU PERDA POR DADOS
MATERIAIS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA PARA O ANO DE 1994



FIGURA I

FONTE: BOLETINS DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO MANDIDOS PELA COMPANHIA DE TRÂNSITO DO 5º BATALHÃO DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DO PARANÁ

A flutuação do fluxo de veículos por período do dia apresentava-se bastante acentuada, gerando em vias semaforizadas, no pico, grandes filas (50 a 100 veículos/interseção, em média) e atrasos na realização de viagens pelos condutores de veículos sobre o sistema viário; e nos entre – picos avanços aos cruzamentos por parte dos condutores, nos entre-verdes (amarelo ou vermelho), em função da ociosidade do tempo de ciclo para esses períodos. Além da falta de sincronização semafórica em alguns corredores do sistema viário, e da ansiedade dos motoristas em realizar o cruzamento durante o sinal vermelho nos entre-picos. Grupos focais para a travessia de pedestres eram praticamente inexistentes em interseções semaforizadas.

As interseções não semaforizadas, em Londrina, quando sinalizadas, contavam apenas com a sinalização de parada obrigatória (vertical e horizontal) na totalidade. A percepção de prioridade do motorista que acessava vias

preferenciais ficava comprometida pela insuficiência de clareza dos equipamentos de sinalização, o que representava outro forte condicionante de acidentes.

1.2 Intervenções Propostas para o ano de 1995

Várias foram as necessidades diagnosticadas para o setor de tráfego, em Londrina, que levaram a equipe técnica local da época a organizar uma estratégia de intervenção a médio prazo, incluindo substituição dos controladores semafóricos, tratamento das vias de transportes segundo sua função, e implantação de dispositivos de controle de velocidade em vias de trânsito rápido.

1.2.1 Modernização dos Controladores Semafóricos

A substituição dos controladores semafóricos eletro-mecânicos por eletrônicos nas principais vias arteriais, onde o problema de filas e acidentes por avanço nos entre-verdes era freqüente, permitiria adequar tempos de ciclo, com planos de tráfego independente para cada seqüência semafórica, compatível com o fluxo e veículos observado.

Uma pesquisa para contagem volumétrica de fluxos e atraso médio observado em interseções candidatas à substituição do controlador foi realizada e tabulada, permitindo apontar o conjunto de vias (interseções) com necessidade de modernização dos controladores:

Av. Juscelino Kubitschek, com 15 semáforos; Av. Higienópolis com 8 semáforos; Av. Leste-Oeste, com 11 semáforos; Av. Duque de Caxias, com 12 semáforos, Rua Goiás, com 8 semáforos; Rua Pará, com 10 semáforos; Rua Maringá, com 3 semáforos; totalizando 69 semáforos.

Uma equipe de monitoração desses controladores eletrônicos deveria ser organizada, para viabilizar a operação desses equipamentos, já que a operação semafórica em Londrina era inexistente.

A capacidade da Administração Municipal no que se refere à operação de trânsito, além da formação de uma equipe técnica operacional, exigia a implantação de uma central de controle de semáforos, baseadas em micro-computadores, para ação imediata à flutuação inesperada que pudessem ser detectadas a partir de terminais locais.

1.2.2 Caracterização de Vias e Interseções segundo sua Função

A hierarquização do sistema viário segundo sua função, trata-se de uma estratégia de intervenção em nível de engenharia de tráfego, que leva à concentração de problemas em vias de maior capacidade e justifica a utilização de esquemas de controle de fluxos mais avançados no tratamento e adequação dessas vias.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, as vias classificam-se em trânsito rápido (controle total de acesso), vias arteriais (com controle parcial de acesso), vias coletoras (ou vias de transição), vias locais (acesso às atividades). A identificação da função da via considera, além dessa classificação, o grau de continuidade e capacidade das vias em atender grandes desejos de viagens e o padrão físico existente (dimensão, número de faixas por sentido, presença de canteiros centrais, tipo de pavimentação, permissão de estacionamento, etc.).

Os dados sobre o tipo de uso de via consagrado pelo usuário do sistema viário de Londrina foram obtidos através de levantamentos apropriados.

Identificar o uso do solo entre corredores arteriais; eleger vias coletoras; isolar cada região com acesso independente através de fechamento de vias locais que cruzam com arteriais, tratar cada aproximação de vias coletoras que entram para

arteriais, com implantação/complementação de sinalização vertical e horizontal adequadas, para ampliar percepção de prioridade do motorista; implantar planos semafóricos independentes compatível com fluxo de veículos por período do dia em interseções das vias arteriais e/ou coletoras; e sincronizar semáforos em corredores e em áreas; são exemplos de medidas que acentuam a caracterização da via, segundo a sua função e promovem a hierarquização do sistema viário.

1.2.3 Implantação de Controladores de Velocidade em Vias Arteriais

A eficácia do controle de velocidade em vias urbanas de trânsito rápido depende do dispositivo de controle. O mais comumente empregado é o recurso humano, com policiamento ostensivo, cujo resultado é indiscutível. Custos provenientes dessa forma de atuação são muito altos, o que inviabiliza a sua utilização.

A solução mais apropriada para o problema de velocidade excessiva no trânsito urbano está nos dispositivos eletrônicos e computadorizados desenvolvidos para esse fim, que estão disponíveis e em evidência do mercado, como redutor eletrônico de velocidade. Equipamento eletrônico fixo na via, composto de sensores instalados na via, câmeras fotográficas, grupos focais, alarme visual e sonoro, instalado em monólito ou pórtico em estrutura metálica.

Outro modelo de instrumento de fiscalização por radares seriam equipamentos portáteis compostos por câmera de vídeo, terminal de computador e o radar propriamente dito. Ambos com características iguais quanto ao documento de prova de infração cometida pelo condutor de veículo, a imagem registrada, incluindo dados sobre local, hora e data da infração e velocidade desenvolvida no instante do registro, anexos à fotografia.

Para o caso do Município de Londrina, optou-se pela implantação dos equipamentos Redutores Eletrônicos de Velocidade, fixos à via, principalmente

por sua característica educativa, garantida pela ostensividade de cada equipamento.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho técnico desses equipamentos, cuja implantação representa a única medida efetivamente realizada para reduzir os níveis de acidentes de trânsito no Município nos anos que se sucederam.

2. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE

Durante o primeiro semestre de 1995, a Diretoria de Trânsito e Sistema Viário do IPPUL, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina, ocupou-se em identificar os locais candidatos para implantação dos equipamentos Redutores Eletrônicos de Velocidade (REV's), cuja descrição e especificações técnicas estão apresentadas no ANEXO I do presente trabalho.

Como referido no capítulo anterior, a escolha por esse modelo de equipamento redutor de velocidade deve-se especialmente por sua característica educativa garantida por sua ostensividade, reforçando o fator positivo do comportamento desejado pelo condutor, e apresentando repreensão instantânea em caso de detecção de infração.

Foram considerados ainda nesse processo aspectos construtivos e técnicos dos equipamentos, como a provisão de travessia segura; confiabilidade na produção de dados sobre infração registrada; durabilidade e resistência contra vandalismo; ocorrência de defeitos; e resistência contra intempéries.

2.1 Definição de Locais para Implantação dos REV's

Definiu-se como locais candidatos à sua implantação, aqueles que integravam o conjunto de pontos críticos da cidade, baseando-se em levantamentos de dados sobre os Boletins de Ocorrência de Acidentes (BOA's) mantidos pelo 5º Batalhão da Polícia Militar do Estado, e onde pelo menos uma vítima fatal por acidente de trânsito tivesse sido registrada, em especial os atropelamentos, no período anterior de dezoito meses à data de análise.

Desta forma, foram selecionados dez locais cujos índices de acidentes de trânsito lhes garantiam as primeiras colocações no *ranking* dos locais com acidentes graves na cidade de Londrina.

Esses locais são identificados através da FIGURA II, onde estão mapeados os pontos de instalação dos equipamentos Redutores Eletrônicos de Velocidade no Município, cujas descrições e características de suporte são apresentadas no QUADRO I, a seguir.

LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES
ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NO MUNICÍPIO DE LONDRINA

<i>Local de Implantação dos REV's</i>	<i>Modelo do Equipamento</i>	<i>Quantidade de Sentidos</i>
Av. Abélio Benatti	Tipo T2	1
Av. Arthur Thomas	Tipo T2	2
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	Tipo T2	2
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	Tipo T3	2
Av. Higienópolis	Tipo T2	2
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	Tipo T3	2
Av. Juscelino Kubitscheck (R. Paranaquá)	Tipo T2	1
Av. Santos Dumont	Tipo T2	2
Av. Saul Elkind	Tipo T2	2
Av. Winston Churchill	Tipo T2	2

QUADRO I

Os locais identificados tratam-se de vias arteriais dentro do sistema viário do Município, segundo definições constantes do Código de Trânsito Brasileiro e uso consagrado pelos usuários do sistema. Suas características físicas compatibilizam-se com sua função, incluindo sentido duplo de direção em pista dupla com três faixas de rolamento por sentido de tráfego e presença de canteiro central. Sejam a Avenida Abélio Benatti, nas proximidades de um centro religioso; Av. Arthur Thomas, nas proximidades de um grande centro comercial de bairro; Av. Duque de Caxias, em área escolar, em frente a uma escola (Colégio Maxi); Av. Duque de Caxias, nas proximidades do Centro Cívico

(Prefeitura, Fórum, Câmara Municipal); Av. Higienópolis, em frente a um clube esportivo, em trecho de grande volume de tráfego de veículos em alta velocidade, e na rota do maior pólo gerador de viagens do Município, o Shopping Catuá; Av. Juscelino Kubitscheck, em frente a uma grande escola (Colégio Delta), Av. Juscelino Kubitscheck, nas proximidades de várias escolas de porte grande (R. Paranaguá), Av. Santos Dumont, nas proximidades e uma escola especial para deficientes auditivos, e na rota do Aeroporto local; Av. Saul Elkind, nas proximidades de uma creche municipal e em trecho comercial de bairro; e Av. Winston Churchill, nas proximidades de área escolar.

De acordo com o QUADRO I, a escolha do modelo de equipamento para instalação centraliza-se por monólito para acomodação do equipamento, em geral do tipo T2, em apenas duas situações o tipo T3. Fato que se justifica pelas características de entorno nos trechos candidatos, com presença de arborização alta e intensa, e uso comercial nas edificações lindeiras, como forma de minimização de interferências locais.

2.2 Definição do Limite de Velocidade para Operação dos REV's

Os equipamentos REV's têm por objetivo principal, de forma ostensiva e educativa, a redução da velocidade de percurso para os usuários que trafegam nos trechos onde os mesmos são implantados.

O nível para o qual deve ser reduzida a velocidade, depende em linhas gerais das condições de tráfego, da função da via, do uso das edificações lindeiras e do grau de conflito entre pedestre e veículos observado.

Para o caso de Londrina, onde a maioria dos locais, selecionados para implantação, apresentava grande volume de pedestres realizando travessia contínua ou intermitentemente, incluindo área escolar, centro cívico e vias com concentração de edificações comerciais e de serviço, definiu-se como limite

máximo de velocidade 30 km/h, considerando também distância padrão existente entre a detecção pelo equipamento e faixa de travessia por pedestres (distância de visibilidade), e o tempo mínimo necessário para reação e parada pelo condutor do veículo, em caso de possibilidade conflito iminente com o pedestre em travessia.

A identificação do número de sentido de tráfego tratado dependeu da distância de visibilidade por sentido, e do tipo e concentração de acidentes por sentido em cada trecho selecionado. Uma vez que em oito dos dez locais havia registro de mortes por atropelamento por restrição de visibilidade local nos dois sentidos e em dois locais apenas em um sentido, o resultado foi o constante da última coluna do QUADRO I, onde apenas as Avenidas Abélio Benatti e Juscelino Kubitscheck, contam com intervenção em apenas um dos sentidos.

2.3 Manutenção de Dados sobre Acidentes de Trânsito para os Locais de Implantação dos REV's

Em atendimento ao modelo adotado para seleção dos locais para implantação dos REV's foram mantidos os dados sobre acidentes de trânsito obtidos a partir dos BOA's, para apoiar as atividades de acompanhamento da operação dos referidos equipamentos.

As informações de que trata o parágrafo anterior foram organizadas para análise, na etapa de identificação dos locais candidatos à seleção, e podem ser facilmente visualizadas através do QUADRO II, onde as mesmas estão armazenadas, referindo-se ao período de janeiro de 1994 a junho de 1995, anterior a implantação dos REV's, e que correspondem à totalidade de informações de que dispunha a Companhia de Trânsito.

Como pode ser observado, em todos os pontos de instalação dos equipamentos foi registrada pelo menos uma vítima fatal por acidente de trânsito, no período de análise.

**DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS NOS LOCAIS DE
IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES
ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NO MUNICÍPIO**

<i>Local</i>	<i>Severidade</i>	<i>Período</i> 1994 a junho/1995			<i>Vítimas Fatais</i>
		<i>Dados Materiais</i>	<i>Ferimentos Leves</i>	<i>Ferimentos Graves</i>	
Av. Abélio Benatti		5	-	1	2
Av. Arthur Thomas		18	1	4	1
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)		14	3	6	1
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)		9	2	8	1
Av. Higienópolis		15	4	3	2
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)		12	2	2	1
Av. Juscelino Kubitscheck (R. Paranaguá)		9	1	2	1
Av. Santos Dumont		8	4	8	1
Av. Saul Elkind		4	3	3	1
Av. Winston Churchill		2	-	4	1

QUADRO II

3. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO DOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE

O desempenho técnico dos equipamentos Redutores Eletrônicos de Velocidade (REV's) deve ser uma medida de sua eficácia em reduzir acidentes de trânsito, e/ou severidade nos acidentes registrados por local, a partir da mudança de comportamento nos condutores de veículos fiscalizados pelos equipamentos redutores para a redução de sua velocidade de percurso, a níveis compatíveis com a segurança.

A avaliação do desempenho técnico desses equipamentos, implantados no Município de Londrina, pressupõe levantamentos volumosos de dados sobre acidentes de trânsito registrados na área de influência de sua atuação, tendo em vista seu local de instalação.

Por área de influência, considerando a situação em análise, entende-se como o trecho de via, nas proximidades de cada REV, cujos índices de acidentes de trânsito registrados tenham sofrido alteração significativa durante o período de sua operação.

3.1 Levantamento de Dados

Proceder à avaliação de desempenho técnico de um equipamento implica em comparar parâmetros operacionais em diferentes períodos de sua operação.

Considerando que a Companhia de Trânsito do 5º Batalhão da Polícia Militar do Estado (Cia Tran), responsável pelo registro e manutenção dos dados sobre acidentes de trânsito em Londrina, apresenta disponibilidade de informações somente a partir de janeiro de 1994, e que a implantação dos REV's iniciou-se em julho de 1995, definiu-se como primeiro período de análise, os 18 meses

anteriores à implantação daqueles equipamentos, incluindo o mês de janeiro de 1994.

Dois outros importantes diferentes períodos são identificados como base temporal para análise: durante sua operação, de julho de 1995 a maio de 1999; e posterior à sua retirada, de junho de 1999 a maio de 2000.

O grande volume de dados, sobre acidentes a serem manipulados na obtenção de informações relevantes para a análise proposta, deve-se basicamente ao fato de que a CiaTran mantém os dados de acidentes por ordem cronológica de sua ocorrência. O que implica na identificação desses dados, por local de instalação dos REV's e por período identificado, entre os mais de 400 (quatrocentos) Boletins de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (BOA's) arquivados mensalmente. Totalizando busca em quase 31000 (trinta e um mil) BOA's, arquivados entre janeiro de 1994 e maio de 2000, para levantamento dos BOA's correspondentes aos acidentes ocorridos e registrados para os locais fiscalizados pelos REV's, nos períodos identificados. Tarefa que resultou na obtenção de 421 (quatrocentos e vinte e um) exemplares de BOA's, cujas cópias de sua páginas de rosto estão organizadas por local de implantação, no ANEXO II, como fonte principal de dados para o desenvolvimento da presente pesquisa.

3.2 Organização dos Dados Levantados para Análise

A análise de dados exclusivamente sobre números de acidentes, registrados no tempo, para um determinado local, não leva a respostas conclusivas. Há que se ponderar o acidente pelo dano que provoca sobre os envolvidos.

Com este intuito adotou-se um método consagrado, entre os técnicos do setor, para análise de acidentes.

O modelo utilizado para ponderação de acidentes refere-se a metodologia empregada pela CET, Companhia de Engenharia de Tráfego, em suas atividades

de avaliação técnico-econômica de intervenções em engenharia de curto e médio prazo.

Trata-se de um modelo (CET,1984) onde a cada acidente de trânsito registrado é atribuído um valor monetário, correspondente ao custo direto e/ ou custo social médio por tipo de dano no acidente. Podendo distinguir acidentes que resultam apenas em perdas por *danos materiais*; acidentes que resultam, além das perdas por danos materiais, *ferimentos leves*; acidentes que resultam, além das perdas por danos materiais, em *ferimentos graves*, com seqüelas; e acidentes que resultam em *vítimas fatais*.

3.2.1 Representação Monetária dos Impactos e Perdas por Acidente

A representação monetária dos impactos e perdas por acidente de trânsito, no presente estudo, define os custos diretos como sendo aqueles decorrentes diretamente de todo acidente registrado independente da severidade, e o custo social para os acidentes que resultaram em vítimas com seqüelas ou fatais.

Nos custos diretos, o valor monetário conferido a cada acidente refere-se aos dispêndios com danos causados no veículo e com tempo perdido por ocasião do acidente, as despesas hospitalares, e tratamento médico. Enquanto que no custo social, o valor monetário conferido ao acidente refere-se, além das despesas incorporadas no custo direto, a renda por exercício profissional que as vítimas com seqüelas ou fatais deixaram de perceber em consequência do acidente, e portanto de produzir a sociedade, considerando expectativa de vida média de 70 anos para os filhos desta nação.

Desta forma, e considerando os componentes descritos acima para os custos, definiu-se um custo médio de U\$ 500,00 (quinhentos dólares) por acidente de trânsito que resultou apenas em perdas por danos materiais; U\$ 2500,00 (dois mil e quinhentos dólares) por acidente que resultou em *ferimentos leves*; U\$

25000,00 (vinte e cinco mil dólares) por acidente que resultou em seqüelas por *ferimentos graves*; e U\$ 100000,00 (cem mil dólares) por acidente que resultou em *vítimas fatais*.

3.3 Análise dos Dados Organizados

Os dados levantados a partir dos BOA's, correspondentes aos 421 acidentes registrados na área de influência da fiscalização pelos REV's, foram agrupados por período identificado para análise, e organizados por índice de acidentes registrados por local, conforme demonstrado no QUADRO III, incluindo acidentes com perdas por danos materiais, por ferimentos leves, por ferimentos graves, vítimas fatais.

Através do QUADRO III pode-se verificar grande concentração de acidentes no período anterior à implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica, seguida de drástica redução de ocorrência dos mesmos durante a operação dos referidos equipamentos, independente do local.

Ainda a partir desses dados, há que se considerar a ocorrência e registro de um acidente com vítima fatal, durante o período de operação dos REV's, em cada uma das Avenidas Arthur Thomas e Winston Churchill.

A análise detalhada, sobre as informações constantes dos BOA's correspondentes ao problema detectado acima, permitiu verificar que em ambos os casos a vítima tratava-se de ciclista, que trafegava pelos locais de fiscalização e acabou sendo colhido por veículos de carga, ao passar pelos avanços de calçada, construídos especificamente para abrigarem os monólitos que compõem os equipamentos REV's.

**DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS NOS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO
DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NO MUNICÍPIO DE LONDRINA**

<i>Período</i>	<i>1994 a Junho/1995</i>				<i>Durante Operação</i>			<i>Após Retirada dos Equipamentos</i>					
	<i>Severidade</i>	<i>Danos Materiais</i>	<i>Ferimento Leve</i>	<i>Ferimento Grave</i>	<i>Vítimas Fatais</i>	<i>Danos Materiais</i>	<i>Ferimento Leve</i>	<i>Ferimento Grave</i>	<i>Vítimas Fatais</i>	<i>Danos Materiais</i>	<i>Ferimento Leve</i>	<i>Ferimento Grave</i>	<i>Vítimas Fatais</i>
<i>Local</i>													
Av. Abélio Benatti	5	-	1	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-
Av. Arthur Thomas	18	1	4	1	4	3	-	1	1	-	2	-	-
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	14	3	6	1	5	9	-	-	7	-	4	-	-
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	9	2	8	1	11	5	1	-	4	-	5	1	-
Av. Higienópolis	15	4	3	2	17	11	-	-	24	4	3	3	-
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	12	2	2	1	12	3	-	-	6	-	1	-	-
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	9	1	2	1	8	2	-	-	1	-	-	-	-
Av. Santos Dumont	8	4	8	1	12	7	-	-	12	-	4	1	-
Av. Saul Elkind	4	3	3	1	9	12	-	-	4	2	3	-	-
Av. Winston Churchill	2	-	4	1	7	10	-	1	1	-	3	1	-

QUADRO III

A partir da FIGURA II, FIGURA III, e FIGURA IV, onde estão mapeados os acidentes de trânsito, registrados nas áreas de influência de cada equipamento de fiscalização eletrônica no Município, nos períodos anterior à implantação, durante a operação, e posterior à retirada, respectivamente, é possível obter visualização imediata sobre a evolução temporal da ocorrência de acidentes para os trechos de vias em análise, que demonstra forte diminuição na ocorrência de acidentes para o Mapa que corresponde ao período de operação dos REV's, FIGURA III.

Importante salientar que o número de acidentes plotados por Mapa corresponde a uma base de tempo anual, considerando que o menor período de análise apresenta duração de um ano. Portanto os dados sobre ocorrência de acidentes foram todos convertidos para a mesma base temporal, um ano.

Essa análise visual confirma sua eficácia e bom desempenho técnico e operacional dos REV's.

O QUADRO IV apresenta os dados sobre custo dos acidentes de trânsito registrados na área de influência de cada equipamento, no período de 18 (dezoito) meses anterior à sua implantação, por tipo de dano, ponderando o número de ocorrência pelo custo unitário do acidente, por tipo. A última coluna do referido Quadro mostra o custo médio mensal em acidente por local, no mesmo período.

O QUADRO V apresenta os dados sobre custo dos acidentes de trânsito registrados na área de influência de cada equipamento, no período de 4 (quatro) anos de sua operação, por tipo de dano, ponderando o número de ocorrência pelo custo unitário do acidente, por tipo. A última coluna do referido Quadro mostra o custo médio mensal em acidente por local, no mesmo período.

CUSTO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS NO PERÍODO ANTERIOR À IMPLANTAÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS REDUTORES DE VELOCIDADE

Custo Anual dos Acidentes por Tipo e Severidade na Área de Influência					
Local de Implantação dos REV's	Danos Materiais	Ferimentos Leves	Ferimentos Graves	Vítimas Fatais	Custo Médio Mensal (U\$)
Av. Abélio Benatti	2500,00	-	25.000,00	200.000,00	18.958,33
Av. Arthur Thomas	9.000,00	2.500,00	100.000,00	100.000,00	17.625,00
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	7.000,00	7.500,00	150.000,00	100.000,00	22.041,67
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	4.500,00	5.000,00	200.000,00	100.000,00	25.791,67
Av. Higienópolis	7.500,00	10.000,00	75.000,00	200.000,00	24.375,00
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	6.000,00	5.000,00	50.000,00	100.000,00	13.416,67
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	4.500,00	2.500,00	50.000,00	100.000,00	13.083,33
Av. Santos Dumont	4.000,00	10.000,00	200.000,00	100.000,00	26.166,67
Av. Saul Elkind	2.000,00	7.500,00	75.000,00	100.000,00	15.375,00
Av. Winston Churchill	1.000,00	-	100.000,00	100.000,00	16.750,00

QUADRO IV

**CUSTO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS NO PERÍODO DE OPERAÇÃO DOS
EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE**

Custo Anual dos Acidentes por Tipo e Severidade na Área de Influência					
Local de Implantação dos REV's	Danos Materiais	Ferimentos Leves	Ferimentos Graves	Vítimas Fatais	Custo Médio Mensal (U\$)
Av. Abélio Benatti	250,00	1.875,00	-	-	177,08
Av. Arthur Thomas	500,00	1.875,00	-	25.000,00	2.281,25
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	625,00	5.625,00	-	-	520,83
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	1.375,00	3.125,00	6.250,00	-	895,83
Av. Higienópolis	2.125,00	6.875,00	-	-	750,00
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	1.500,00	1.875,00	-	-	281,25
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	1.000,00	1.250,00	-	-	187,50
Av. Santos Dumont	1.500,00	4.375,00	-	-	489,58
Av. Saul Elkind	1.125,00	7.500,00	-	-	718,75
Av. Winston Churchill	875,00	6.250,00	-	25.000,00	2.677,08

QUADRO V

O QUADRO VI apresenta os dados sobre custo dos acidentes de trânsito registrados na área de influência de cada equipamento, no período de 12 (doze) meses posterior à sua retirada, por tipo de dado, ponderando o número de ocorrência pelo custo médio mensal em acidente por local, no mesmo período. Algumas considerações podem ser realizadas com base nos dados constantes dos Quadros referidos.

- 1- Durante o período de operação dos REV's o custo médio mensal por acidente, por local de instalação, atingiu valores próximos ao custo de ocorrência de apenas um acidente com perdas por danos materiais, ou seja, U\$ 500,00 (quinhentos dólares), em contra partida ao custo médio mensal de U\$20000 (vinte mil dólares) correspondentes ao período anterior à sua implantação;
- 2- Os acidentes registrados eram em sua maioria do tipo colisão traseira, nesse período, resultando em geral em apenas perdas por danos materiais. Os casos mais graves ficavam por conta de abalroamentos transversais, em especial envolvendo motocicleta na corrente de tráfego da via principal;
- 3- Somente em locais que ainda permanecia alguma gravidade, como as Av. Arthur Thomas e Av. Winston Churchill, esse custo ultrapassou o valor de referência, chegando a atingir valores até cinco vezes maior que o de outros equipamentos no mesmo período. Diferenças nada significativas diante dos custos apresentados no período anterior à sua implantação, independente do local; e
- 4- Após a retirada dos REV's houve aumento nos custos por acidentes, de forma generalizada, mas que variam significativamente de local para local.

As informações sobre custo pro acidentes puderam ser melhor avaliadas a partir da confecção de quadros comparativos, como pode ser verificado a seguir.

**CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS NO PERÍODO POSTERIOR À RETIRADA
DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE**

Custo Anual dos Acidentes por Tipo e Severidade na Área de Influência					
Local de Implantação dos REV's	Danos Materiais	Ferimentos Leves	Ferimentos Graves	Vítimas Fatais	Custo Médio Mensal (U\$)
Av. Abélio Benatti	-	-	-	-	-
Av. Arthur Thomas	500,00	-	50.000,00	-	4.208,33
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	3.500,00	-	100.000,00	-	8.625,00
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	2.000,00	-	125.000,00	100.000,00	18.916,67
Av. Higienópolis	12.000,00	10.000,00	75.000,00	300.000,00	33.083,33
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	3.000,00	-	25.000,00	-	2.333,33
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	500,00	-	-	-	41,67
Av. Santos Dumont	6.000,00	-	100.000,00	100.000,00	17.166,67
Av. Saul Elkind	2.000,00	5.000,00	75.000,00	-	6.833,33
Av. Winston Churchill	500,00	-	75.000,00	100.000,00	14.625,00

QUADRO VI

Através da comparação entre os custos médios mensais por acidentes de trânsito, nos períodos anterior e durante a operação dos equipamentos REV's, apresentada no QUADRO VII, pode-se verificar a redução drástica desses custos por ocasião da implantação.

Índices de redução acima de 95% estão presentes em oito dos dez locais de instalação. Apenas os dois locais, que apresentaram registro de 1 vítima fatal naquele período, mantiveram índices de redução menores, em torno de 85%.

Através da comparação entre os custos médios mensais por acidentes de trânsito, nos períodos de operação e posterior à retirada dos equipamentos REV's, apresentada no QUADRO VIII, pode-se verificar e confirmar um acréscimo abusivo desses custos para oito daqueles locais. Na grande maioria da ordem de 2000% de acréscimo.

Apenas dois locais demonstram reduções nestes custos, as Av. Abélio Benatti e a Av. Juscelino Kubitscheck (C/ Paranaguá). Considerando que o primeiro caso deve-se ao fato de que já havia dois anos, antes da retirada, que aquele local não apresentava ocorrência de acidentes de trânsito de qualquer sorte. Situação facilmente comprovada pelo seu índice de redução de custos durante a operação, 99,07%, atingindo custo médio mensal de U\$ 177,08. E que mesmo após retirada do equipamentos, o comportamento dos condutores permaneceu dentro do limite de velocidade permitido para o local.

O segundo caso deve-se ao fato de que o cruzamento, após retirada, foi tratado com a implantação de semáforos no local. O que garantiu a solução definitiva para o problema.

Através da comparação entre os custos médios mensais por acidentes de trânsito, nos períodos anterior à implantação e posterior à retirada dos equipamentos REV's, apresentada no QUADRO IX, pode-se verificar e confirmar uma redução desses custos para nove dos dez pontos de instalação, demonstrando que a presença dos equipamentos de fiscalização eletrônica ainda permanecia no hábito dos condutores em reduzir velocidade naqueles locais. A menos da Av.

Higienópolis, que embora tenha sido tratada com instalação de semáforos, não conseguiu manter os mesmos níveis e registrou a ocorrência de três vítimas fatais, no período de um ano, após retirada a ocorrência de três vítimas fatais, no período de um ano, após retirada dos REV's.

Informações gerais por local, incluindo os três períodos identificados, permitem clareza e facilitam a avaliação, quando se consideram as características físicas e de tráfego para cada local. Deste modo são apresentados a seguir gráficos, elaborados para cada local de implantação, sintetizando informações sobre o custo médio mensal por acidente de trânsito para os períodos referidos.

O primeiro gráfico mostrado refere-se à Av. Benatti, e, como mencionado, foi o local que apresentou maior redução nos índices e custos de acidentes, tanto na operação, quanto após retirada.

Conforme explicado em parágrafos anteriores o comportamento dos condutores, ao circularem nas proximidades daquele local, garantiu velocidade dentro de patamares estabelecidos. Além da atuação de policiamento ostensivo permanente na região, que as condições de tráfego intenso, naquele trecho de acesso à área central da cidade, exigiu das autoridades municipais.

As informações contidas no gráfico sobre o desempenho técnico do REV instalado na Av. Arthur Thomas revelam acentuada redução para os custos com acidentes de trânsito registrados no local, considerando um custo médio mensal de U\$ 17625,00 (dezessete mil seiscentos e vinte cinco dólares) antes da implantação, contra U\$ 2281,25 (dois mil duzentos e oitenta e um dólares) durante a operação. Mesmo considerando a ocorrência de um acidente com vítima fatal no local. No entanto, o acréscimo nestes custos para o período posterior à retirada do REV, não chega a ser expressivo quando comparado com os custos percebidos no período anterior à implantação, contabilizando custo médio mensal de U\$ 4208,33 (quatro mil duzentos e oito dólares), embora preocupante já que representa quase o dobro do custo para o período de operação.

COMPARAÇÃO ENTRE CUSTO MÉDIO MENSAL POR ACIDENTES DE TRÂNSITO NOS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE POR PERÍODO IDENTIFICADO

<i>Local de Implantação dos R EV'S</i>	<i>Custo Médio Mensal Anterior à Implantação dos R EV's (U\$)</i>	<i>Custo Médio Mensal Durante a Operação dos R EV's (U\$)</i>	<i>Redução no Custo Médio Mensal (%)</i>
Av. Abélio Benatti	18.958,33	177,08	99,07
Av. Arthur Thomas	17.625,00	2.281,25	87,06
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	22.041,67	520,83	97,64
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	25.791,67	895,83	96,53
Av. Higienópolis	24.375,00	750,00	96,92
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	13.416,67	281,25	97,90
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	13.083,33	187,50	98,57
Av. Santos Dumont	26.166,67	489,58	98,13
Av. Saul Elkind	15.375,00	718,75	95,33
Av. Winston Churchill	16.750,00	2.677,08	84,02

QUADRO VII

COMPARAÇÃO ENTRE CUSTO MÉDIO MENSAL POR ACIDENTES DE TRANSITO NOS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE POR PERÍODO IDENTIFICADO

Local de Implantação dos R EV'S	Custo Médio Mensal Durante à Operação dos R EV's (U\$)	Custo Médio Mensal Posterior a Retirada dos R EV's (U\$)	Acréscimo no Custo Médio Mensal (%)
Av. Abélio Benatti	177,08	-	-100,00
Av. Arthur Thomas	2.281,25	4.208,33	84,47
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	520,83	8.625,00	1.556,00
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	895,83	18.916,67	2.011,63
Av. Higienópolis	750,00	33.083,33	4.311,11
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	281,25	2.333,33	729,63
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	187,50	41,67	-77,78
Av. Santos Dumont	489,58	17.166,67	3.406,38
Av. Saul Elkind	718,75	6.833,33	850,72
Av. Winston Churchill	2.677,08	14.625,00	446,30

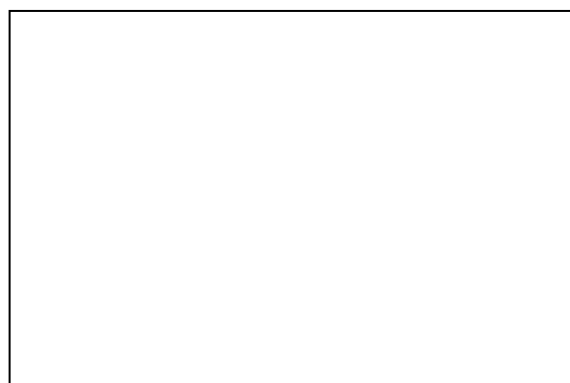
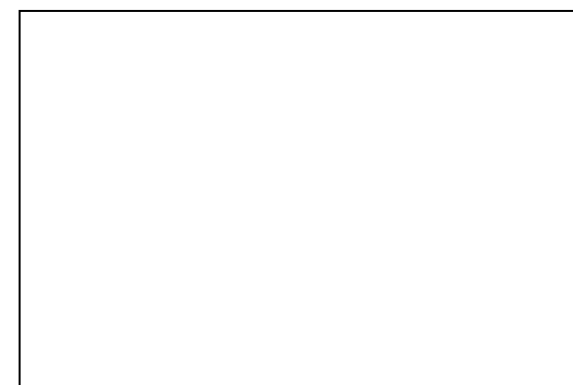
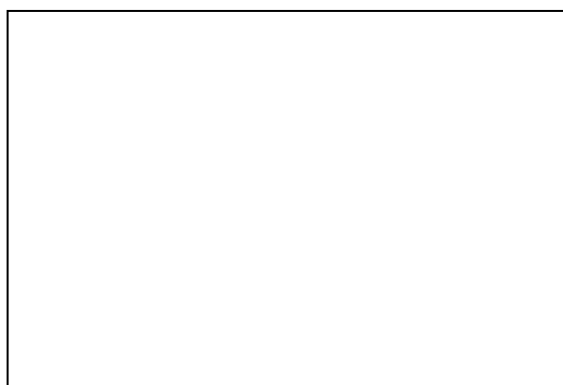
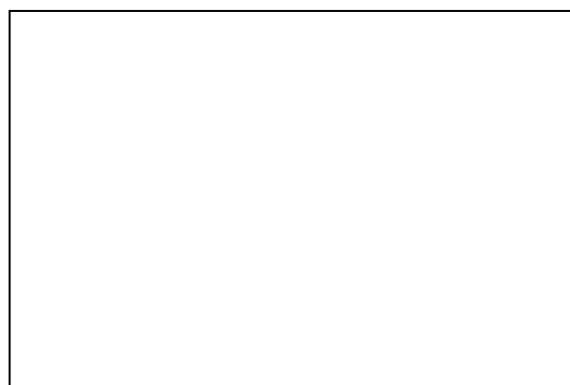
QUADRO VIII

COMPARAÇÃO ENTRE CUSTO MÉDIO MENSAL PRO ACIDENTES DE TRÂNSITO NOS LOCAIS DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE POR PERÍODO IDENTIFICADO

Local de Implantação dos R EV'S	Custo Médio Mensal Anterior à Implantação dos R EV's (U\$)	Custo Médio Mensal Posterior a Retirada dos R EV's (U\$)	Redução no Custo Médio Mensal (%)
Av. Abélio Benatti	18.958,33	-	100,00
Av. Arthur Thomas	17.625,00	4.208,33	76,12
Av. Duque de Caxias (Colégio Maxi)	22.041,67	8.625,00	60,87
Av. Duque de Caxias (Prefeitura)	25.791,67	18.916,67	26,66
Av. Higienópolis	24.375,00	33.083,33	-35,73
Av. Juscelino Kubitscheck (Colégio Delta)	13.416,67	2.333,33	82,61
Av. Juscelino Kubitscheck (R.Paranaguá)	13.083,33	41,67	99,68
Av. Santos Dumont	26.166,67	17.166,67	34,39
Av. Saul Elkind	15.375,00	6.833,33	55,56
Av. Winston Churchill	16.750,00	14.625,00	12,69

QUADRO IX

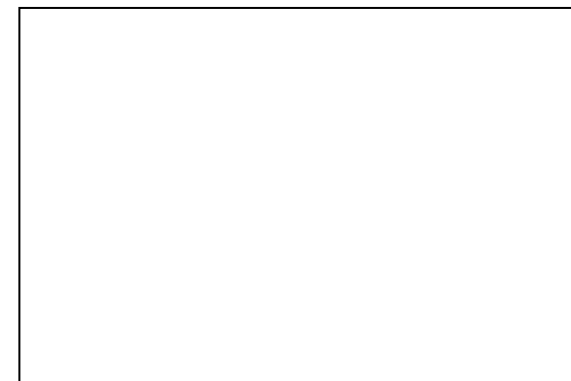
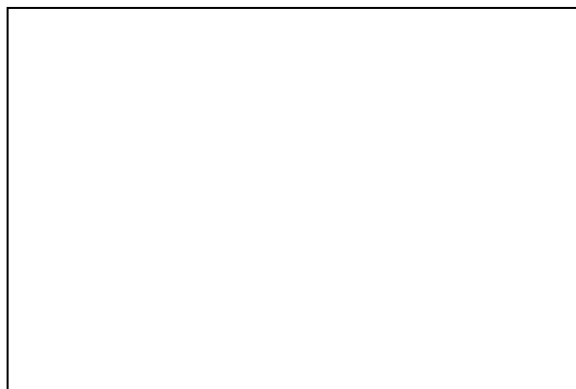
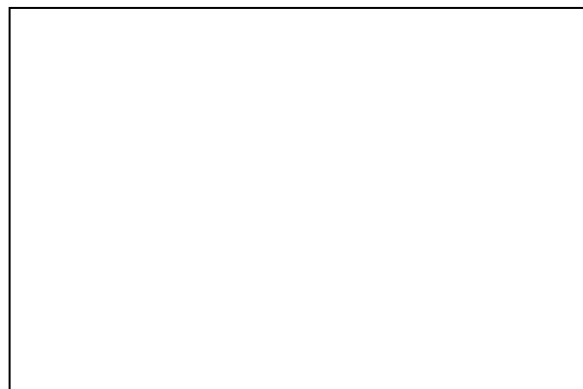
**CUSTO MÉDIO MENSAL POR ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS POR PERÍODO IDENTIFICADO NOS LOCAIS DE
IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE**



Períodos Identificados:

- 1 Anterior à Implantação
- 2 Durante a Operação
- 3 Posterior à Retirada

**CUSTO MÉDIO MENSAL POR ACIDENTES DE TRÂNSITO REGISTRADOS POR PERÍODO IDENTIFICADO NAS LOCAIS DE
IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS REDUTORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE**



Períodos Identificados:

- 1 Anterior à Implantação
- 2 Durante a Operação
- 3 Posterior à Retirada

Essa situação apresenta-se mais grave ainda para a Av. Winston Churchill, que apesar de ter registrado também a ocorrência de um acidente com vítima fatal, contabilizou um aumento nos custos médios mensais, após a retirada do equipamento, próximo a cinco vezes o custo durante a operação, retornado praticamente aos patamares anteriores a implantação.

A mesma condição pode ser observada para as Av. Duque de Caxias, em frente à Prefeitura, e Av. Santos Dumont, que contabilizaram aumentos de 2000% e 3400% nos custos médios mensais, respectivamente, após retirada, de acordo com os danos constantes do QUADRO VIII, permitindo custos próximos aos praticados no período anterior à implantação dos REV's.

Av. Saul Elkind está inserida neste contexto, apresentando prejuízo intermediário, entre os locais que registram aumento significativo nos custos após retirada dos equipamentos, facilmente observado através do gráfico sobre o desempenho local, que demonstra aumento da ordem de 800% nos custos médios mensais por acidente de trânsito.

Importante salientar que nenhum dos locais, já mencionados, que apresentaram acréscimo no custo médio mensal por acidente de trânsito, recebeu qualquer tipo de tratamento técnico para solução ou minimização do problema.

Dentre aqueles locais que receberam algum tipo de tratamento destacam-se a Av. Juscelino Kubitschek, nos dois locais de instalação, em frente ao Colégio Delta e no cruzamento com a Rua Paranaguá, a Av. Duque de Caxias, em frente ao Colégio Maxi, e a Av. Higienópolis.

Naqueles locais foram instalados semáforos do tipo ciclo visual, que parecem representar boa solução, em uma análise inicial, para a situação existente na Av. Juscelino Kubitschek no cruzamento com a Rua Paranaguá, considerando como único ponto tratado que apresentou redução nos custos por acidente de trânsito após substituição os REV's por equipamentos semafóricos. Os outros locais todos apresentaram acréscimo nos referidos custos. Alcançando valores de oito vezes o custo contabilizando durante a operação, para a Av. Juscelino Kubitschek, em

frente ao Colégio Delta, de quinze vezes para Av. Duque de Caxias, em frente ao Colégio Maxi, e drasticamente de quarenta e três vezes, para a Av. Higienópolis, que atingiu patamares superiores aos registrados no período anterior à implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica (35% superior).

4. CONCLUSÃO

A avaliação do desempenho técnico dos equipamentos redutores eletrônicos de velocidade (REV's) implantados no Município de Londrina é proposta, com base em sua eficácia em reduzir acidentes de trânsito na área de influência de sua atuação, considerando o local de instalação desses equipamentos.

Levantamentos de dados sobre Boletins de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (BOA's), mantidos pela Companhia de Trânsito do 5º Batalhão da polícia Militar do Estado, são realizados, considerando três diferentes períodos, anterior à implantação, durante operação e posterior à retirada.

Os dados levantados são organizados e ponderados pelo custo direto e social do acidente, por tipo de severidade, incluindo perdas por danos materiais, por ferimentos leves, por ferimentos graves, por vítimas fatais.

A análise sobre os dados organizados em quadros comparativos e gráficos permite concluir que os equipamentos avaliados apresentam grande eficácia na redução de acidentes de trânsito para os locais onde são instalados, considerando que os mesmos reduzem custos mensais por local de instalação a valores comparados ao custo de apenas um acidente com perdas por danos materiais, U\$500,00 (quinhentos dólares).

Algumas sugestões sobre a utilização dos REV's, com o objetivo de garantir máximo desempenho operacional considerando seu objetivo principal, podem ser elaboradas a partir da análise realizada.

Equipamentos redutores eletrônicos de velocidade ajustam-se melhores a trecho específico sobre uma única direção, embora nos dois sentidos de tráfego.

Quando aplicados em tratamento de cruzamentos viários, atenção especial deve ser dedicada aos conflitos de veículos, independente do porte, que trafegam por vias transversais, com motocicletas que trafegam na via principal. Considerando a grande probabilidade, que esses tipos de conflito apresentam, de resultar em

colisão transversal, como demonstram as estatísticas organizadas com base nos BOA's.

Estudos, para proposição de solução para circulação de ciclistas nas proximidades dos REV's, devem ser realizados.

A alternativa de construção de trechos de ciclovias, entre o alinhamento original da calçada e o avanço necessário para acomodação do totem, deve ser considerada.

5. BIBLIOGRAFIA

- CET - Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, “**Manual de Análise e Estudos de Pontos Negros**”, Gerência de Estudos e Normatização Técnica da CET, São Paulo, SP., 1984
- CET- Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo ,”**Segurança de Técnica**”, Gerencia de Estudos e Normatização Técnica da CET, São Paulo, SP., 1983.
- CTB - **Código de Trânsito Brasileiro**, Lei Federal 9503 de 21 de janeiro de 1997.
- DENATRAN- Departamento Nacional de Trânsito, “**Manual de Sinalização Viária**”, Brasília , D.F., 1982.
- GOLD, Philip Anthony, “**Vias urbanas Mais Seguras**”, São Paulo, S.P. , 1998.
- HOBBS, Frederick D., “**Traffic Planning and Engeneering**”, Cap. 4,pág 155, Pergamon Press, Oxford England,1974