



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

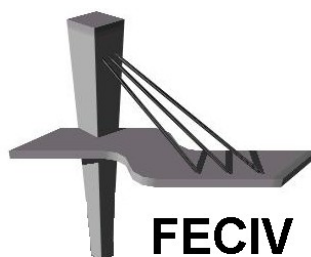
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 045

O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE MEDIDORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA REDUÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO EM ÁREA URBANA

MARCOS PIMENTEL DE OLIVEIRA

UBERLÂNDIA, MARÇO DE 2008.



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil



Marcos Pimentel de Oliveira

**O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE MEDIDORES
ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE NA REDUÇÃO DE
ACIDENTES DE TRÂNSITO EM ÁREA URBANA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

UBERLÂNDIA, MARÇO DE 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48i Oliveira, Marcos Pimentel de, 1960-
O impacto da utilização de medidores eletrônicos de velocidade na
redução de acidentes de trânsito em área urbana / Marcos Pimentel de
Oliveira. - 2008.
78 f.: il.

Orientador: José Aparecido Serratini.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Progra-
ma de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
Inclui bibliografia.

1. Acidentes de trânsito - Teses. 2. Acidentes de trânsito - Uberlândia -
Teses. I. Serratini, José Aparecido. II. Universidade Federal de Uberlân-
dia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 656.08



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 045/2008

CANDIDATO: Marcos Pimentel de Oliveira

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Aparecido Serratini

TÍTULO: "O impacto da utilização de medidores eletrônicos de velocidade na redução de acidentes de trânsito em área urbana"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Operação de Transportes

DATA DA DEFESA: 12 de março de 2008

LOCAL: Sala de Reuniões da FECIV

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 14:20 - 17:00

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

APROVADO

REPROVADO

OBS: As correções sugeridas pela banca deverão ser entregues num prazo máximo de 20 dias

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

José Ap. Serratini

Professor Orientador: **Prof. Dr. José Aparecido Serratini – FECIV - UFU**

[Assinatura]

Membro externo: **Prof. Dr. Archimedes Azevedo Raia Junior – UFSCar - SP**

ARAJ

Membro: **Prof. Dr. Carlos Alberto Faria – FECIV - UFU**

Uberlândia, 12 de março de 2008.

À minha esposa e filhos, pela luz que representam em minha existência, pelo apoio e compreensão durante estes dois anos que apesar da ausência, em alguns momentos, sempre estive muito perto em busca do objetivo.

O início da sabedoria é a admissão da própria ignorância.

A verdade não está com os homens, mas entre os homens.

Sócrates

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador pela paciência e sabedoria no desenvolvimento deste projeto, à Prefeitura Municipal de Uberlândia, através da Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes, que liberou os horários para que eu pudesse freqüentar as aulas.

Ao colega Gilmar Borges Rabelo pela prestimosa colaboração na formatação do texto.

A Deus, pela oportunidade de poder desenvolver os aprendizados nesta etapa de minha existência.

OLIVEIRA, M. P. O impacto da utilização de medidores eletrônicos de velocidade na redução de acidentes de trânsito em área urbana. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2008. 64 p.

RESUMO

A presente dissertação de mestrado tem como objetivo avaliar a utilização dos chamados Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEV na redução de acidentes de trânsito em área urbana, principalmente os relacionados ao excesso de velocidade. Foram avaliadas algumas interseções onde foi instalado o MEV e uma região circular de monitoramento, com raio de 500 m no entorno dessas interseções, para se verificar se os acidentes não migraram para essa região. Foi utilizada a técnica padrão proposta nos manuais do Ministério dos Transportes que tratam de avaliações antes e depois de implantação de determinada medida de redução de acidentes de trânsito. Com base na avaliação visual do número registrado de acidentes na região de monitoramento concluiu-se que não se pode afirmar que houve migração de acidentes devido à instalação do MEV. Pode-se concluir, também, que a ocorrência dos acidentes representa apenas um fenômeno aleatório e meramente estatístico e a variabilidade dos acidentes, após a instalação do MEV, ocorreu de maneira aleatória. Espera que a pesquisa forneça elementos mais precisos para as administrações municipais regularem o trânsito em área urbana.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito, medidores eletrônicos de velocidade, migração de acidentes.

OLIVEIRA, M. P. The use of electronic devices for enforcement of speed on the reduction of traffic accidents in urban areas. MSc. Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2008. 64p.

ABSTRACT

This master dissertation aims to evaluate the use of Electronic Devices for Enforcement of Speed – MEV on the reduction of traffic accidents in urban area, mainly the ones related to the drivers exceeding the speed limits. It was evaluated some intersections and a monitoring circular area surrounding it with a 500 m radii where the MEV was installed in order to verify if the accidents were not transferred to this area. It was used the default procedure by manuals from the Brazilian Ministry of Transportation which deal with the evaluation of the before and after measure to mitigate traffic accidents. Based on a visual observation of the number of registered traffic accidents it was concluded that one can not say that an accident migration occurred due to the deployment of the MEV. It was also concluded that the occurrence of traffic accidents is a statistical phenomenon due to chance and their variability was due to the random nature of accident occurrence. It is expected that this work gives more precise insights to the local administrator to control the traffic in urban areas.

Keywords: Traffic accidents, electronic devices for speed enforcement, accident migration.

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABREVIATURAS

MEV – medidores eletrônicos de velocidade.

UPS – unidade padrão de severidade

FMA – fenômeno da migração de acidentes

ADM – acidentes com danos materiais

ACF – acidente com feridos

AFEP – acidentes com feridos envolvendo pedestres

AVF – acidente com vítima

VMP – velocidade máxima permitida

SIGLAS

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

MT – Ministério dos Transportes

PMU – Prefeitura Municipal de Uberlândia

SETTRAN - Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes

MJ – Ministério da Justiça

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – MEV tipo lombada eletrônica: vista frontal	4
Figura 2 – MEV tipo fixo: vista frontal.....	4
Figura 3 – Croqui de localização do MEV e dos sensores.....	7
Figura 4 – MEV tipo fixo: vista lateral	8
Figura 5 – Laços detectores de um MEV tipo fixo	8
Figura 6 – Representação esquemática da zona de monitoramento.....	13
Figura 7 – Esquema da malha viária da zona de monitoramento.....	15
Figura 8 – Representação matricial da malha viária.....	15
Figura 9 – Croqui auxiliar de trajetória de manobra.....	19
Figura 10 – Comparação dos índices de UPS para os anos de 2004, 2005 e 2006	35
Figura 11 – Quantidade de acidentes registrados nos anos de 2004, 2005 e 2006.....	35
Figura 12 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco	36
Figura 13 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves Dos Santos	37
Figura 14 – Acidentes de trânsito envolvendo vítimas com ferimentos leves e fatais no cruzamento das Avenidas Rondon Pacheco e Nicomedes Alves dos Santos.....	37
Figura 15 – Taxa mensal de acidentes registrados nos anos de 2002, 2003 e 2004 – Av. Rondon Pacheco cruzamento com Av. Nicomedes Alves dos Santos.....	42
Figura 16 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos	44
Figura 17 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos nos anos de 2002, 2003 e 2004.....	44
Figura 18 – Taxa mensal de acidentes registrados nos anos de 2004, 2005 e 2006 - Av. Marcos de Freitas Costa cruzamento com Av. Fernando Vilela.....	47
Figura 19 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela.....	48
Figura 20 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela nos anos de 2004, 2005 e 2006.....	49

Figura 21 – Taxa mensal de acidentes registrados nos anos de 2002, 2003 e 2004 - Av. João Pessoa cruzamento com Av. Araguari.....	52
Figura 22 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari.....	53
Figura 23 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari nos anos de 2002, 2003 e 2004.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de identificação do equipamento MEV	6
Tabela 2 – Divisão dos dados para análise do efeito da medida de segurança implantada, MEV.....	17
Tabela 3 – Delimitações para a ligação entre dados	18
Tabela 4 – Código de identificação de dados.....	19
Tabela 5 – Estrutura proposta para armazenamento de dados.	20
Tabela 6 – Registro de acidentes na cidade de Uberlândia e variação percentual	32
Tabela 7 – Crescimento da frota de veículos na cidade de Uberlândia e variação percentual.....	33
Tabela 8 – Comparação mensal de acidentes registrados e UPS nos anos de 2004, 2005 e 2006.....	34
Tabela 9 – Número de acidentes registrados: Av. Rondon Pacheco cruzamento com Av. Nicomedes Alves dos Santos – Data da implantação do MEV: 23/04/2003	41
Tabela 10 – Número de acidentes registrados: Av. Marcos de Freitas Costa cruzamento com Av. Fernando Vilela – Data da implantação do MEV: 14/02/2005	45
Tabela 11 – Número de acidentes registrados: Av. João Pessoa cruzamento com Av. Araguari. Data da implantação do MEV: 01/09/2003	49
Tabela 12 – Variação da taxa mensal de acidentes	54

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 HISTÓRICO	2
1.2 OBJETIVO	9
1.3 JUSTIFICATIVA	9
1.4 METODOLOGIA.....	9
1.5 SÍNTESE	10
CAPÍTULO 2	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 DEFINIÇÃO DA ZONA DE MONITORAMENTO.....	12
2.2 FENÔMENO DE MIGRAÇÃO DE ACIDENTES	13
2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFEITO DE MIGRAÇÃO DE ACIDENTES NA ZONA DE MONITORAMENTO	16
2.4 ESTRUTURA PARA REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE DADOS	16
2.4.1 Dados relevantes ao armazenamento.....	17
2.4.2 Ligações entre dados	18
2.4.3 Estrutura do banco de dados.....	19
2.5 TEORIA DA REGRESSÃO A MÉDIA.....	21
2.5.1 Estudos sobre o fenômeno da regressão a média	22
2.6 A CARACTERÍSTICA DO ACIDENTE DE TRÂNSITO	26
2.6.1 O acidente de trânsito como evento aleatório.....	27
2.7 TÉCNICA DA SEVERIDADE	28
2.8 SÍNTESE	29
CAPÍTULO 3	31
O CASO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MG.....	31
3.1 INTRODUÇÃO.....	31
3.2 DADOS GERAIS DOS ACIDENTES EM UBERLÂNDIA	32
3.2.1 Variação percentual da frota de veículos na cidade de Uberlândia nos anos de 2000 a 2006	33

3.2.2 Dados mensais de acidentes registrados na cidade de Uberlândia	33
3.2.3 Dados de acidentes nos cruzamentos com maior fluxo de veículos em Uberlândia no período de 2002 a 2005.....	36
3.3 SÍNTESE	38
CAPÍTULO 4	39
REGIÕES DE MONITORAMENTO	39
4.1 INTRODUÇÃO	39
4.2 DADOS DE ACIDENTES NOS CRUZAMENTOS PESQUISADOS	39
4.2.1 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas Rondon Pacheco com Nicomedes Alves dos Santos.....	40
4.2.2 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas Marcos de Freitas Costa com Fernando Vilela	45
4.2.3 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas João Pessoa com Araguari	49
4.3 SÍNTESE	54
CAPÍTULO 5	56
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS	62

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A necessidade de reduzir a quantidade no número de acidentes de trânsito no Brasil é a grande missão dos órgãos gestores de trânsito e transportes. Se por um lado o rigor da lei avança ao longo do tempo, por outro, na contramão do bom senso, pouco tem sido feito, em termos de investimento, na área da educação do trânsito.

Segundo a Associação Brasileira dos DETRANS (1999), no Brasil a preocupação legal com o trânsito teve início em 1910 com o Presidente Nilo Peçanha, através do Decreto nº 8324, pouco tempo depois de o Brasil ter registrado seu primeiro acidente de trânsito em 1898, quando Olavo Bilac dirigia um carro emprestado por José do Patrocínio e bateu em uma árvore.

A preocupação com a Educação do Trânsito no Brasil surgiu também em 1972 com o Ministro da Educação Jarbas Passarinho, que instituiu a educação de trânsito nas escolas (OESP, 1972),

“Escolas Ensinarão Trânsito – O Conselho Federal de Educação aprovou ontem, em Brasília, a inclusão do ensino de normas de trânsito no currículo escolar de primeiro e segundo graus em todo país, no âmbito de Moral e Cívica, ou de Estudos Sociais. A decisão foi saudada pelo Presidente do Conselho Nacional de Trânsito, Silvio Diniz Borges, como uma das melhores notícias nos 40 anos de existência do órgão”.

A evolução legal do trânsito vem se transformando desde então até a aprovação do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, em 1997, pelo presidente Fernando Henrique Cardoso, que também prevê a implantação da educação do trânsito no Brasil.

Após o início da aplicação do CTB o número de acidentes diminuiu até meados de 1999, vindo a aumentar posteriormente, fazendo com que os órgãos gestores investissem na implantação de medidores eletrônicos de velocidade – MEV, na busca da redução de acidentes.

Neste trabalho analisou-se a utilização dos MEV em alguns cruzamentos da cidade de Uberlândia na redução de acidentes e uma possível migração dos mesmos para outros cruzamentos, num raio de 500 m.

1.1 HISTÓRICO

As vias de algumas regiões da cidade de Uberlândia, no início da década de 1990, tiveram alteradas suas características com a implantação de redutores de velocidade, as chamadas “ondulações transversais”, que são dispositivos de asfalto implantados sobre o pavimento de vias públicas de acordo com padrões e critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, através da Resolução nº. 39, de 21 de maio de 1998, em função da alteração no pavimento, que de terra passaram a ser pavimentadas. Os costumes dos moradores tiveram que ser alterados com a pavimentação, uma vez que as crianças brincavam nas antigas vias de terra. Solicitações para a implantação de redutores de velocidade aumentaram muito em função desta nova realidade, solicitações estas vindas de associações de moradores de bairros, vereadores e público em geral.

Muitos redutores de velocidade foram implantados em locais diversos e muitas vezes sem estudos técnicos em função da urgência da solicitação, principalmente devido à mudança no comportamento do tráfego nestas novas vias pavimentadas, com aumento no volume de veículos circulando.

Outros redutores de velocidade foram implantados em vias já asfaltadas há tempo e um fator que foi observado é que alguns veículos mudavam o trajeto para desviar do redutor de velocidade e passavam a circular em locais estritamente residenciais, ou seja, em vias locais. Esta mudança de trajeto trouxe uma nova preocupação que foi o da transferência dos acidentes para as vias locais.

Com a aprovação do Código de Trânsito Brasileiro em 1997, a Prefeitura Municipal de Uberlândia – PMU teve que se adequar ao mesmo com relação à implantação de novos

redutores de velocidade e estudo da situação dos já instalados (aproximadamente 890 unidades). A partir de então foi realizado um cadastramento dos mesmos e os irregulares foram removidos, restando aproximadamente 100 unidades.

A utilização dos redutores de velocidade tem vários pontos negativos, como por exemplo, a manutenção na sinalização horizontal (pintura), vertical (placas) e trincas nas paredes de algumas residências próximas aos mesmos devido à vibração do solo provocada pelo impacto do pneu do veículo no redutor. A falta de sinalização provocou alguns acidentes, como quedas de motociclistas e colisões traseiras.

Um novo enfoque foi dado ao problema com a utilização dos Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEV, que começaram a registrar os motoristas infratores e “substituir” os redutores de velocidade na redução de acidentes de trânsito. O MEV é um aparelho dotado de dispositivo registrador de imagem, por processo digital, que não necessita da interferência do operador em qualquer das fases do seu funcionamento (CONTRAN, 2004).

O uso de MEV para reduzir acidentes teve início no Brasil a partir do início da década de 1990 e obteve intensa disseminação com a aprovação do novo Código de Trânsito Brasileiro, Lei nº. 9503 de 23/09/1997 (BRASIL, 1999).

A Resolução nº. 146 de 27/08/2003 e a de nº. 214 de 13/11/2006 (CONTRAN, 2003 e 2006) determinam os tipos de instrumento ou equipamento que registre ou indique a velocidade permitida, com ou sem dispositivo registrador de imagem, como sendo: fixo, estático, móvel ou portátil. O dispositivo fixo é um medidor de velocidade instalado em local definido e em caráter permanente; o estático é instalado em veículo parado ou em suporte apropriado; o móvel é instalado em veículo em movimento procedendo a medição ao longo da via; e o portátil é direcionado manualmente para o veículo alvo. O mais utilizado em Uberlândia é o tipo fixo de medição de velocidade, que objetiva a fiscalização do cumprimento da velocidade regulamentar de trecho de via e visa à diminuição do índice de acidentes, principalmente aqueles relacionados com o excesso de velocidade.

A Figura 1 mostra a visão frontal de um MEV do tipo “lombada eletrônica” utilizado para reduzir o limite de velocidade máxima em um trecho de via (Av. João Naves de Ávila) devido a existência de escola ou passagem sinalizada de pedestres ou de um hospital. Neste

caso a lombada eletrônica fiscaliza a velocidade máxima no trecho, que foi estipulada em 40 km/h, devido à existência de um hospital. A velocidade máxima permitida nos outros trechos da avenida é de 60 km/h.



Figura 1 – MEV tipo lombada eletrônica: vista frontal

A Figura 2 mostra a visão frontal de um MEV tipo fixo para fiscalizar o limite de velocidade máxima em um ponto e/ou cruzamento de uma via. Neste caso este MEV fiscaliza o limite máximo de velocidade no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela.



Figura 2 – MEV tipo fixo: vista frontal

Segundo Silva (2003, p.42),

“Vários estudos indicam que uma diminuição na velocidade máxima permitida (VMP) reduz o número de acidentes de trânsito com ferimentos ou lesões pessoais graves. Portanto, diminuindo a velocidade média como consequência de mudanças nos limites da VMP e, conforme esperado, aumenta a segurança dos motoristas. Há também uma concordância na literatura de que uma imposição nos limites da VMP reduz a proporção de veículos transitando em altas velocidades. Por exemplo, quando a VMP de 88 km/h foi introduzida nos Estados Unidos na década de 1970, a média das velocidades nas estradas interestaduais, que previamente tinha uma VMP de 112 km/h, diminuiu de 100 km/h para 93 km/h. Mas, quando a VMP aumentou de 88 km/h para 104 km/h, no fim da década de 1980, houve um aumento médio nas velocidades médias de 93 km/h para 100 km/h. Um efeito imediato da diminuição da VMP foi o aumento na proporção de motoristas que excederam o limite da velocidade permitida. Além disso, uma VMP muito alta aumenta a velocidade média dos motoristas que anteriormente dirigiam em baixa velocidade. Embora as placas indicando os limites da VMP afetam o comportamento do motorista no sentido de ajustar a velocidade, a taxa de obediência não é tão alta. Há também um consenso de que a fiscalização policial tem um efeito sobre o ajustamento da velocidade máxima permitida.”

A eficácia dos MEV como redutor do número de acidentes é questionável e uma possível migração dos acidentes para uma região próxima ao dispositivo deve ser avaliada. Essa região no entorno do MEV deve ser monitorada porque os motoristas podem evitar a via onde o dispositivo estiver instalado e podem provocar acidentes nas proximidades da mesma ao aumentarem a velocidade nas vias sem o dispositivo.

O monitoramento de medidas como a implantação de MEV pode ser feito por meio de coleção sistemática de dados relativos ao desempenho de uma medida mitigadora de acidentes após sua implantação. A avaliação é essencial para diagnosticar o efeito (positivo ou negativo) de uma medida e então melhorar a precisão e confiança de previsões da mesma em implantações futuras.

Segundo Brandão (2006), a avaliação do desempenho dos medidores eletrônicos de velocidade consiste na análise da eficácia de todo o processo de planejamento e engenharia, desenvolvido para eliminar ou reduzir a frequência e a severidade dos acidentes de trânsito por excesso de velocidade. A evolução dos índices de acidentes, antes

e depois da implantação das ações corretivas, constitui um importante indicador da eficácia.

O desempenho de um tratamento na área de segurança viária pode ser avaliado apenas através do monitoramento, para assegurar que a implantação de determinada medida mitigadora não acarrete um aumento no número de acidentes. É necessário avaliar as questões como a operação do tráfego após a implantação da medida, falhas no projeto ou na execução do mesmo, a compensação do risco pelos motoristas e a falta de divulgação das medidas, para evitar que as medidas não causem um efeito contrário ao proposto.

O Medidor Eletrônico de Velocidade (MEV). Este utiliza sensores de superfície, cujo elemento sensor encontra-se instalado sobre a superfície da via, de tal modo que a passagem de um veículo provoque algumas reações físicas, propiciando a medição da sua velocidade (Figura 1). Todo MEV é cadastrado e identificado como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de identificação do equipamento MEV

Identificação do equipamento	
Código local:	Nº. de série:
Marca:	
Modelo:	
Portaria aprovação:	
Data da primeira aferição pelo INMETRO:	
Data do início da operação:	

A Figura 3 mostra o croqui de localização para implantação do medidor eletrônico de velocidade e dos sensores em um cruzamento de vias em mão única.

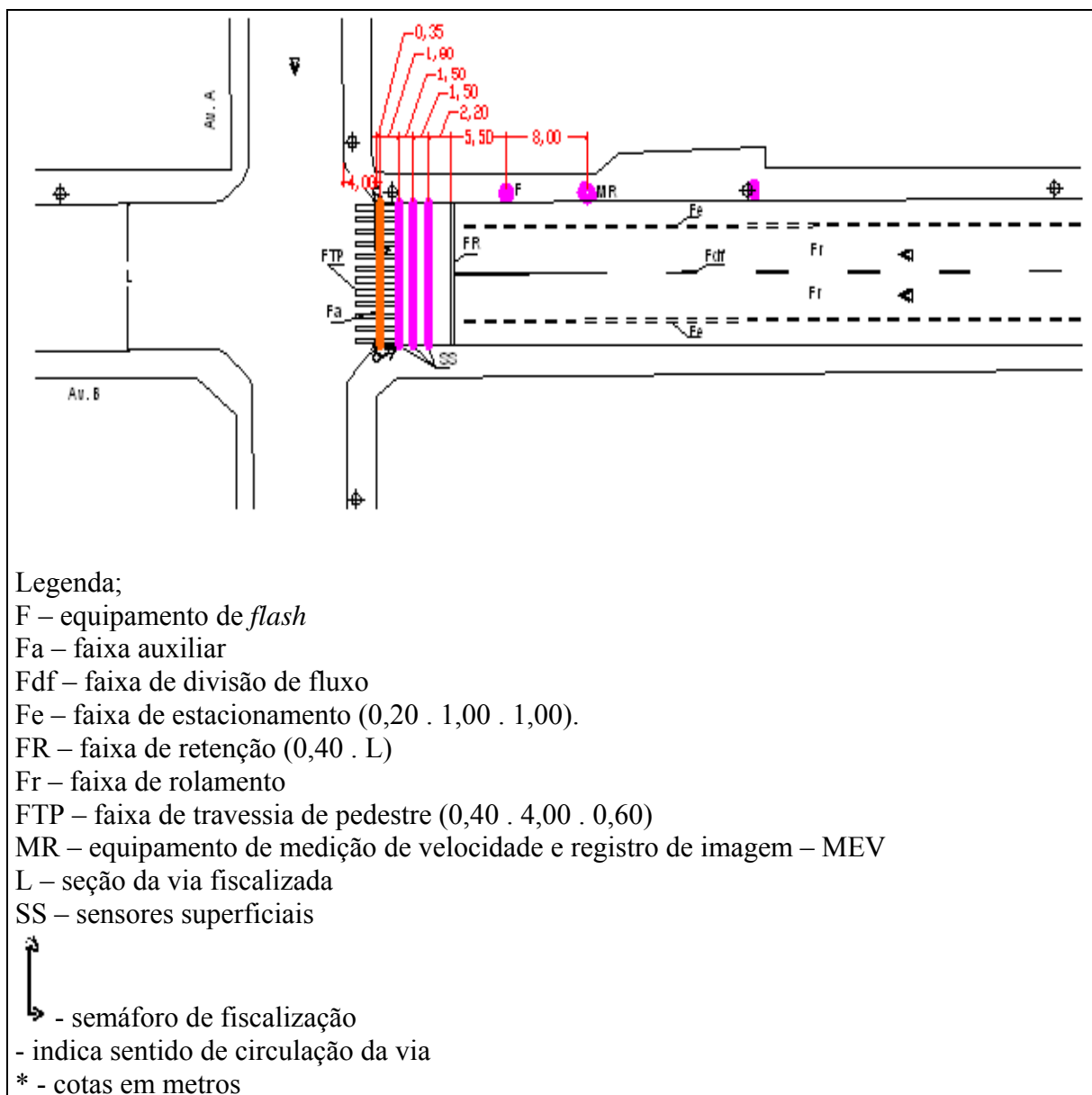


Figura 3 – Croqui de localização do MEV e dos sensores.

A Figura 4 mostra a vista lateral de um equipamento de *flash*, iluminação auxiliar para melhor definição na captura de imagem, (à esquerda) e de um equipamento de MEV (à direita), localizados no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela.



Figura 4 – MEV tipo fixo: vista lateral

A Figura 5 mostra a posição dos laços detectores de veículos no cruzamento da Av. João Pessoa com Av. Araguari. Esses laços detectam excesso de velocidade, que neste caso é de 50 km/h, avanço do sinal vermelho no semáforo e parada e/ou estacionamento sobre a faixa para pedestres.



Figura 5 – Laços detectores de um MEV tipo fixo

1.2 OBJETIVO

Avaliar o desempenho de Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEV instalados na cidade de Uberlândia, nos seguintes cruzamentos: Av. Rondon Pacheco cruzamento com a Av. Nicomedes Alves dos Santos, Av. Fernando Vilela cruzamento com a Av. Marcos de Freitas Costa e Av. João Pessoa cruzamento com a Av. Araguari, na redução e migração de acidentes de trânsito.

A avaliação do desempenho dos MEV foi baseada na verificação da variação da ocorrência de acidentes registrados no local onde o MEV foi implantado e em uma área de monitoramento no entorno do mesmo, num raio de 500 m.

1.3 JUSTIFICATIVA

Neste trabalho avaliou-se o desempenho de Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEV instalados nos cruzamentos listados abaixo na área urbana da cidade de Uberlândia, um ano antes e um ano após a implantação do mesmo, na redução de acidentes de trânsito. A avaliação do desempenho dos MEV é baseada na verificação da variação da ocorrência de acidentes no trecho onde o MEV foi implantado e em uma área de monitoramento no entorno do mesmo num raio de 500 m. Objetiva-se verificar se os acidentes não migraram para uma região no entorno do MEV.

O estudo no entorno da área tratada objetiva a comparação dos dados de acidentes após o tratamento, para verificar se houve “migração” dos acidentes para a “vizinhança” do local de instalação do MEV (local inseguro). O efeito global da medida mitigadora pode não ter valor devido ao incremento no número médio de acidentes em locais adjacentes ao tratamento.

Locais avaliados nesta dissertação foram: Avenida Rondon Pacheco cruzamento com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos, Avenida Marcos de Freitas Costa cruzamento com a Avenida Fernando Vilela e Avenida João Pessoa cruzamento com a Avenida Araguari.

1.4 METODOLOGIA

Utilizou-se a técnica da comparação de dados de acidentes registrados no ano anterior e no

ano posterior à instalação dos MEVs nos locais mencionados e seguiu-se a metodologia do Ministério dos Transportes. Calculou-se a taxa mensal de acidentes registrados nos meses anteriores e posteriores à implantação dos MEVs, por não haver dados mensais, apenas anuais, disponíveis para consulta, na SETTRAN e na Polícia Militar, entre os anos de 2000 e 2004 para os cruzamentos analisados.

A taxa mensal foi calculada dividindo-se a quantidade de acidentes registrados pelo número de meses anteriores e posteriores à implantação do MEV. Tomou-se como referência um ano antes, o ano de implantação do MEV e um ano depois da implantação. Como os dispositivos não foram instalados exatamente na metade do ano de implantação, ou seja, em 30 de junho, calculou-se a taxa pelos períodos correspondentes, resultando na taxa mensal de acidentes registrados. A taxa de ocorrência serviu para a avaliação da distribuição espacial dos acidentes nas regiões de monitoramento e conclusão em função dos dados disponíveis.

1.5 SÍNTESE

Neste capítulo apresentou-se, inicialmente, um histórico do comportamento dos motoristas com o crescimento da cidade e a necessidade da utilização de redutores de velocidade e Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEV. Posteriormente, apresentou-se o histórico dos MEV no Brasil e sua utilização na cidade de Uberlândia.

Avaliou-se a eficácia da redução de velocidade no combate a diminuição de acidentes de trânsito. O principal elemento utilizado neste combate foi o MEV, onde se apresentou sua definição segundo o CONTRAN e também sua classificação. Questionou-se sua eficácia na redução de acidentes, com uma possível migração dos acidentes para uma região próxima ao dispositivo MEV, que deve ser monitorada. Apresentou-se o croqui de localização do MEV, dos laços detectores e alguns tipos utilizados na cidade de Uberlândia.

Definiram-se neste capítulo os locais (cruzamentos) a serem avaliados e a região a ser analisada como tendo um raio de 500m no entorno de cada cruzamento.

Concluiu-se que o monitoramento de medidas como a implantação de MEV deve ser feito por meio de coleção sistemática de dados relativos ao desempenho de uma medida

mitigadora de acidentes após sua implantação.

No Capítulo II será feita uma revisão bibliográfica, no Capítulo III a análise geral de dados de acidentes e frota de veículos da cidade Uberlândia, no Capítulo IV será feita a análise das zonas de monitoramento e no Capítulo V será feita a conclusão.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é desenvolvida a revisão bibliográfica, iniciando com a definição da zona de monitoramento, como sendo a área circunscrita por um círculo com raio de 500 m em torno do local tratado pelo Medidor Eletrônico de Velocidade – MEV. Avaliou-se a questão do fenômeno da migração de acidentes para essa região no entorno do local tratado.

É caracterizado o efeito de migração de acidentes na zona de monitoramento, a estrutura para registro e armazenamento de dados, os dados relevantes ao armazenamento, a ligação entre os dados e a estrutura do banco de dados.

Apresenta-se a teoria da regressão a média, estudos sobre o fenômeno de regressão a média, a característica do acidente de trânsito, o acidente de trânsito como evento raro e a técnica da severidade dos acidentes de trânsito.

2.1 DEFINIÇÃO DA ZONA DE MONITORAMENTO

A definição da zona de monitoramento deve ser cuidadosa para evitar a sobreposição de efeitos de tratamentos distintos. O tráfego urbano recebe constantemente medidas distintas de segurança viária. Desta forma, para avaliar o efeito individual de uma medida implantada no tráfego deve-se atentar para que as zonas de monitoramento de cada tratamento não estejam sobrepostas. O efeito sobreposto de medidas resulta num diagnóstico comprometido da efetividade da medida em estudo.

Lupton (1996), apud Framarim (2003), considera como zona de influência do tratamento a área circunscrita por um círculo com raio de 500 m. Mesmo que a zona influenciada pela

medida de segurança varie com o passar dos anos, há a necessidade de se definir uma distância fixa, de forma a facilitar o armazenamento e registros de dados. Este trabalho sugere o monitoramento de pontos distanciados nos mesmos 500 m do local tratado sugeridos por Lupton, conforme Figura 6, e uma possível migração dos acidentes para os locais pertencentes à zona de monitoramento.

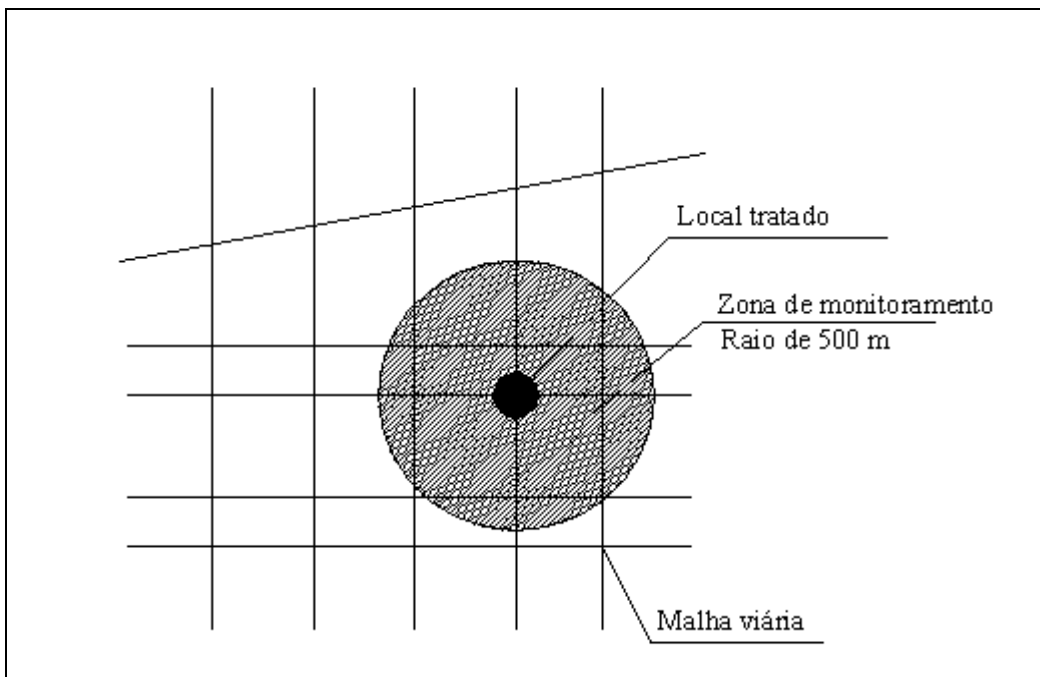


Figura 6 – Representação esquemática da zona de monitoramento

2.2 FENÔMENO DE MIGRAÇÃO DE ACIDENTES

A migração dos acidentes para uma região no entorno do local, onde está instalado o MEV, pode prejudicar a avaliação da efetividade da medida mitigadora. Locais adjacentes ao ponto crítico eventualmente recebem preferência para análise do efeito da medida mitigadora, por apresentarem, em alguns casos, características semelhantes ao ponto crítico (volume de veículos, de pedestres, geometria). A análise do efeito da medida, feita através da comparação do número de acidentes em ambos os locais, ponto crítico e local adjacente, após a implantação da mesma, induzirão o analista a superestimar a efetividade da medida mitigadora no ponto crítico, ao não considerar o acréscimo do número de acidentes nos locais adjacentes.

A transferência do local tratado para os locais adjacentes a ele é apenas um tipo de

migração de acidentes (BTCE, 1995). A migração da tipologia do acidente e a associada severidade das lesões são outros tipos de migrações. Na migração da tipologia do acidente, o tratamento pode reduzir uma tipologia, mas seu efeito pode ser afetado pelo aumento de outra tipologia. Da mesma forma, a migração da severidade das lesões se caracteriza pelo aumento na severidade média dos acidentes em locais adjacentes ao tratamento, principalmente quando os motoristas desviam dos MEV, circulando por vias paralelas àquela onde o MEV foi instalado. Muitas vezes os motoristas aumentam a velocidade para compensar o tempo perdido no desvio da rota e passam a se envolver em acidentes cujos danos físicos são maiores, aumentando a severidade do acidente.

A comunidade científica ainda não possui um consenso sobre o Fenômeno de Migração de Acidentes – FMA. Segundo Framarim (2003, p.80),

“Enquanto alguns pesquisadores buscam demonstrar a existência do fenômeno (Boyle e Wright, 1984 e 1985; Levine, 1988), outros contestam as metodologias adotadas para identificar o mesmo (Huddart, 1984; Stein, 1984) ou definem como um fenômeno estatístico (McGuigan, 1985; Maher, 1987). As evidências que o FMA se resume a um fenômeno estatístico não são conclusivas (Mountain e Farraz, 1992). Portanto, o FMA não deve ser desprezado. Mountain e Farraz (1992) verificaram que o efeito do FMA varia com o tempo. No primeiro ano após o tratamento, o aumento no número de acidentes esteve concentrado em locais afastados até 200 m do local tratado. Considerando os dois primeiros anos após o tratamento, o aumento foi verificado em locais afastados até 500 m, demonstrando que o efeito do FMA pode se estender ao longo dos anos. Portanto, o analista deve acompanhar as ocorrências de acidentes no local tratado e nos locais adjacentes ao tratamento para identificar o efeito global do tratamento”.

A mensuração e avaliação do efeito do fenômeno de migração de acidentes, FMA, são feitas depois de identificado o número de acidentes de todos os locais na zona de monitoramento. O efeito é avaliado com a disposição do número de acidentes da zona de monitoramento na forma de representação matricial. Este arranjo facilita a localização de locais influenciados pelo fenômeno.

Toda zona de monitoramento é composta por nós (N) e arcos (A) (Figura 7). O nó é definido como o elemento da malha viária que une dois ou mais arcos. Já o arco é definido como o segmento de reta que une dois nós. A avaliação do efeito do FMA é feita

apresentando o número de acidentes em todos os nós e arcos da zona de monitoramento na forma de uma matriz (Figura 8). A disposição dos elementos da matriz deve corresponder à disposição dos nós e arcos na zona de monitoramento. Esta formatação facilita a identificação de possíveis alterações na taxa de acidente de cada local.

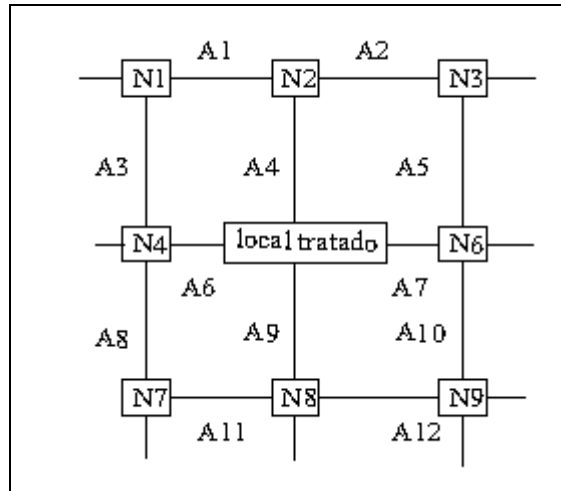


Figura 7 – Esquema da malha viária da zona de monitoramento.

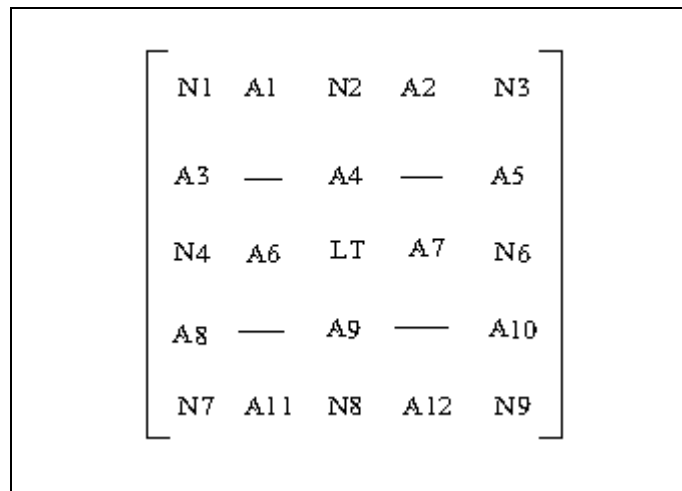


Figura 8 – Representação matricial da malha viária.

Duas matrizes são utilizadas para avaliar o efeito do FMA. A primeira matriz, denominada de matriz “antes”, é formada pelo número de acidentes registrados antes da implantação do MEV para cada local da zona de monitoramento, sendo este nó ou arco. Já a segunda matriz, denominada de matriz “depois”, é formada pelo número de acidentes registrados após a implantação do MEV como medida mitigadora no local tratado.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFEITO DE MIGRAÇÃO DE ACIDENTES NA ZONA DE MONITORAMENTO

A comparação entre a matriz antes e a matriz depois possibilita identificar e mensurar o efeito do FMA. Esse efeito pode ser analisado em valor absoluto, através da subtração entre a matriz depois e a matriz antes. Neste caso, valores positivos indicam um aumento no número de acidentes de locais adjacentes ao local tratado. A análise também pode ser feita com valores percentuais. Denominando de r a razão entre o valor depois e o antes para cada elemento da matriz, $100(r-1)$ permite avaliar o percentual de incremento ou redução no número de acidentes registrados para os nós e arcos analisados na zona de monitoramento.

A atualização periódica dos valores que compõem a matriz depois permite caracterizar o fenômeno da migração de acidentes. Por exemplo, pode-se avaliar a variação da taxa de acidentes registrados no local tratado e em locais adjacentes ao mesmo, comparando a matriz antes com diferentes matrizes depois compostas por número de acidentes registrados do primeiro, segundo, terceiro,..., enésimo ano. Esta comparação pode ser feita ao longo de vários anos com a formatação de um banco de dados permanente, o que auxiliará o acompanhamento da evolução dos acidentes.

Neste trabalho utilizou-se a taxa mensal de ocorrência de acidentes nas interseções da área de monitoramento e a comparação das taxas antes e depois foi de fundamental importância na identificação e mensuração do efeito de migração de acidentes.

2.4 ESTRUTURA PARA REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE DADOS

O banco de dados que contenha informações sobre o desempenho da medida mitigadora de acidentes é fundamental para o desenvolvimento de atuações eficientes na redução das fatalidades geradas pelo tráfego viário. As experiências adquiridas por profissionais que atuam na área de segurança viária podem ser transmitidas e avaliadas através de um banco de dados de monitoramento, que deve armazenar dados relevantes referentes ao acidente, volume de tráfego, conflitos veiculares e com pedestres, tratamento realizado no cruzamento e na rede de tráfego.

2.4.1 Dados relevantes ao armazenamento

Os dados que devem ser armazenados para o monitoramento e avaliação do efeito do tratamento podem ser divididos em 5 grupos. A Tabela 2 apresenta cada grupo e seus dados relevantes ao armazenamento. As informações sobre os acidentes registrados estão armazenadas no grupo A. A caracterização de cada acidente viário permite que a avaliação do desempenho da medida implantada seja feita pela análise dos acidentes ocorridos. Desta forma, os dados que descrevam a tipologia do acidente e que definam a alocação do mesmo na via são importantes.

Tabela 2 – Divisão dos dados para análise do efeito da medida de segurança implantada, MEV.

Grupo	Fonte de Informação	Dados relevantes
Grupo A	Acidente	Tipologia do acidente Local do acidente Data e hora do acidente
Grupo B	Tráfego	Limite de velocidade Volume de tráfego Tipo de interseção
Grupo C	Conflito	Quantificação dos conflitos de tráfego Tipologia dos conflitos de tráfego Severidade dos conflitos Data e hora do conflito
Grupo D	Tratamento	Implantação do MEV Data do início da implantação
Grupo E	Rede de tráfego	Identificação dos arcos e nós da malha viária

Os dados de tráfego são armazenados no Grupo B. É importante que as informações do volume de tráfego e do limite de velocidade do local para a análise da medida implantada estejam disponíveis. Qualquer alteração do limite de velocidade regulamentada para a via deve ser registrada. O valor da velocidade limite e a data da implantação da regulamentação devem ser também registrados.

O Grupo C registra os dados de conflitos de tráfego. O registro dos conflitos de tráfego permite que as informações da alteração do comportamento do motorista no local sejam avaliadas antes e depois da implantação da medida.

As informações sobre a aplicação do tratamento no local e a disposição dos elementos (nós e arcos) na malha viária são armazenadas no Grupo D e Grupo E, respectivamente.

As informações sobre a ligação entre os arcos e nós da malha viária são importantes para se acompanhar o desempenho da medida mitigadora na zona de monitoramento. Disponibilizar o acesso aos dados de registros de acidentes de locais compreendidos na zona de monitoramento propicia que se utilizem locais de comparação na análise do tratamento. Muitos processos de monitoramento são feitos sem a utilização de locais de comparação devido a falta de registro de dados de locais que não receberam tratamento. Em suma, para o desenvolvimento adequado do monitoramento necessita-se realizar a comparação com locais definidos e armazenar os dados de maneira a facilitar o acesso às informações.

Nesta dissertação os dados analisados estiveram relacionados aos grupos A, na tipologia e local do acidente; grupo B, no volume de tráfego; grupo C, na severidade do acidente; grupo D, na data de instalação do MEV; e grupo E, na visualização das vias e interseções onde foi instalado o medidor e na região de monitoramento.

2.4.2 Ligações entre dados

A ligação entre os dados dos cinco grupos é importante para oferecer fácil acesso às informações. A qualidade da acessibilidade é obtida definindo restrições nas ligações entre os dados, impedindo registros duplos de informações. As delimitações para a ligação entre os dados estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Delimitações para a ligação entre dados

Regra	Descrição
1	Um acidente pode apenas ocorrer em local e tempo
2	Um arco ou nó pode ter muitos acidentes
3	Um acidente pode ser afetado pelo tratamento
4	O tratamento pode afetar muitos acidentes
5	Um nó pode conectar vários arcos
6	Um tratamento pode afetar muitos arcos e nós
7	Um arco pode ter diversos volumes de tráfego anual

A ligação entre o tipo de acidente e o tipo de conflito é fundamental para a análise do efeito da medida no tráfego. O registro deste tipo de dado deve ser uniformizado para permitir comparações e análises. Pode-se fazer uso de um croqui auxiliar de trajetória de manobras para registrar o tipo de dado uniformemente (Figura 9). Outros padrões de croquis podem ser utilizados para outros tipos de interseções. No caso de acidentes em arcos, pode-se definir previamente um código para cada tipo de acidente (colisão, choque, capotamento, tombamento e atropelamento) para a estruturação do banco de dados.

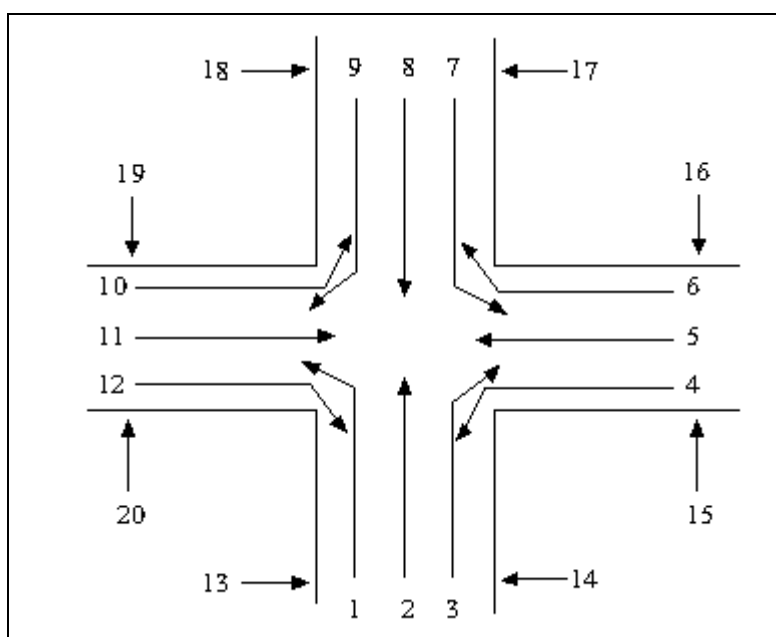


Figura 9 – Croqui auxiliar de trajetória de manobra.

2.4.3 Estrutura do banco de dados

A denominação de cada nó, arco via e acidente da rede de tráfego deve ser feita por um código de identificação (código ID). Uma sugestão de código ID é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Código de identificação de dados.

Tipo de dados	Código ID
Acidentes	Ex.: A001
Nó	Ex.: N005
Arco	Ex.: L021
Via	Ex.: R0534

Os códigos ID da via, do nó e do arco servirão como ligação entre os 5 grupos. Cada grupo de dados possui o registro do local em análise. Os registros permitem a captura de informações rapidamente, por serem a fonte de referência comum em todos os grupos. O código ID de acidentes será o campo chave do banco de dados. O campo chave representa a informação que não pode ser repetida no banco de dados. A restrição da primeira regra de ligação entre os dados delimita que cada acidente seja único no banco de dados.

A Tabela 5 apresenta a estrutura proposta para o armazenamento de dados. São apresentados apenas os dados considerados relevantes para a avaliação do desempenho do tratamento implantado. Outros dados podem ser agregados às tabelas, conforme a necessidade do analista.

Tabela 5 – Estrutura proposta para armazenamento de dados.

Acidente ID	Chave do banco de dados			
GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D	GRUPO E
Acidente ID				
Via ID	Via ID	Via ID	Via ID	Via ID
Nó ID	Nó ID	Nó ID	Nó ID	Nó ID
Arco ID	Arco ID	Arco ID	Arco ID	Arco ID
Posição no arco (quilometragem)	VDMA (Volume Diário Médio Anual)	Posição no arco (quilometragem)	Posição no arco (quilometragem)	Identificação dos nós da via
Data	Limite de velocidade	Data	Tipo de tratamento	Identificação dos arcos ID)
Hora	Data inicial da implantação regulamentação da velocidade	Hora	Data da implantação	Identificação de locais adjacentes
Tipologia	Data final da implantação regulamentação da velocidade			
	Nº. de faixas			
	Tipo de interseção			

O efeito da regressão á média também deve ser considerado pelo analista e pode ser avaliado na análise estatística da distribuição dos acidentes na região de monitoramento.

2.5 TEORIA DA REGRESSÃO A MÉDIA

Segundo Silveira (2007),

“Francis Galton, geógrafo e antropologista inglês, inventou métodos estatísticos para estudar a relação entre variáveis. Em um famoso estudo investigou a relação entre a estatura de pais e filhos e descobriu a falácia e o paradoxo de Galton”.

“Pais altos tendem a ter filhos altos, mas, em média, mais baixos do que os pais. Pais baixos tendem a ter filhos baixos, mas, em média, mais altos que os pais”.

“Filhos altos tendem a descender de pais altos, mas, em média, os pais são mais baixos que os filhos. Os filhos baixos tendem a descender de pais baixos, mas, em média, os pais são mais altos que os filhos”.

Galton descobriu uma Lei, a “lei da regressão para a média”. Esta Lei é absolutamente universal, pois é uma lei matemática, independente do significado concreto das variáveis X e Y. Incorre-se na “falácia de Galton” quando se crê que a “regressão para a média” verificada em um particular contexto expressa algo intrínseco, circunstancial e particular daquele contexto.

Depois de Galton denominou-se qualquer método de ajuste de curvas a um conjunto de pontos de método de regressão, mesmo quando o procedimento utiliza funções não lineares, com mais de duas variáveis e critérios de ajustamento diferentes do critério dos mínimos quadrados.

Desta forma o termo equação de regressão teve o seu significado ampliado, generalizado, extrapolando a sua origem histórica.

Apesar de Galton já ter notado que a regressão para a média é um efeito necessário quando se investiga a evolução de um grupo selecionado com base em uma primeira medida X, de X para uma segunda medida Y, até hoje há pessoas que incorrem na falácia de Galton.

Uma interessante instância da falácia de Galton acontece quando um grupo pré-testado, submetido a algum tratamento e depois pós-testado, sofre efetivamente um crescimento

(supondo-se por simplicidade que o desvio padrão dos escores no pré e pós-teste não se alterem). Então o grupo inferior cresce em parte por regressão e em parte por um efeito real. Já o grupo superior decresce por regressão e cresce por efeito real. Portanto, o grupo inferior cresce mais que o superior, mesmo que o tratamento afete igualmente os dois grupos.

Vários estudos são apresentados a seguir para uma melhor compreensão do fenômeno da regressão a média, que pode ocorrer na distribuição espacial dos acidentes em locais adjacentes aos pontos avaliados, denominado como locais críticos pelos analistas.

2.5.1 Estudos sobre o fenômeno da regressão a média

Segundo McGuigan (1985), uma possível explicação para a origem da migração do acidente reside no efeito de regressão à média. Este efeito sugere que locais escolhidos para o tratamento com base no número de acidentes além do esperado tenderão a apresentar, no futuro, níveis de acidentes maiores se comparados aos esperados, independente se qualquer tratamento tenha sido realizado ou não. Abbess, Jarrett e Wright, apud McGuigan (1985), concluem, com base em alguns trabalhos teóricos, que o fenômeno de regressão à média em pontos críticos aparenta ser bastante apreciável em magnitude em alguns casos.

A investigação no aspecto da segurança viária parece estar relacionada exclusivamente ao acidente em pontos críticos. A regressão à média, porém, não é de exclusiva competência desses pontos; o seu efeito pode ser também sentido em locais que não podem ser descritos como tais (chamados de não críticos). No contexto do presente documento, um local não crítico é simplesmente um local que não tenha sido identificado como um ponto crítico.

Com o passar do tempo, haverá variação no número de acidentes registrados em locais individuais. Esta variação pode ser atribuída a um número de diferentes causas, como por exemplo: uma mudança no risco real de acidentes da via (talvez associada com alguma obra); uma alteração da composição e/ou volume de tráfego; a natureza aleatória da ocorrência de acidentes etc. Se houve pouca ou nenhuma alteração significativa do risco e/ou composição do tráfego, a variação no número de acidentes totais seria em grande parte dependente de um processo aleatório. Esse processo iria refletir em maior ou menor medida no efeito da regressão à média. O efeito da regressão à média significa que os

locais que tenham sido tratados e com alto índice de acidentes totais tendem a mostrar uma redução de acidentes totais no futuro imediato após o tratamento. Inversamente, os locais que tenham recentemente índice inferior ao previsto apresentam a tendência de mostrar que os totais de acidentes aumentaram. Os antigos locais são, por definição, susceptíveis de serem críticos, enquanto que para os últimos é provável que sejam não críticos.

Segundo McGuigan (1985), parece apropriado testar a hipótese da regressão à média pela construção de um conjunto de dados que inclui acidentes registrados em locais durante dois períodos consecutivos de igual duração. Esse conjunto de dados poderia ser questionado de forma a determinar a natureza de quaisquer alterações no total de acidentes com a passagem do tempo.

Segundo Maher (1987), é bem aceita a estimativa do efeito do tratamento utilizando o efeito da regressão a média. Isso é produzido pela polarização inerente na seleção dos locais para o tratamento.

Hauer (1980) e Abbess et al (1981), apud Maher (1987), mostraram que, mesmo se o tratamento fosse totalmente ineficaz em reduzir a taxa real de acidente, as frequências de acidentes em locais tratados podem diminuir no período após o tratamento. Eles também mostraram como fazer uma estimativa da dimensão desse efeito e, conseqüentemente, como estimar adequadamente o efeito real do tratamento. O efeito é devido à seguinte condição: os locais não são amostras aleatórias de todos os locais da região, mas são aqueles que foram selecionados por algum critério (por exemplo: se a frequência do acidente no período antes exceder alguns valores críticos). Eles concluem que se trata de um mero efeito estatístico.

Boyle e Wright (1984) descreveram o trabalho realizado com dados de acidentes de bairros de Londres. Além de estudar as mudanças na taxa de acidente em locais tratados, olharam também aqueles locais que eram ao lado dos locais tratados. Encontraram que nesses locais vizinhos a taxa de acidente tinha aumentado, em aproximadamente 10 por cento, após o período. Esse foi claramente um fenômeno que requereu alguma análise.

Outro trabalho relatou os dados que indicam aparentemente o mesmo efeito da migração do acidente. Persaud (1987) apresentou alguns resultados obtidos de um estudo de antes e depois das frequências de acidentes quando sinal do tipo “Pare” em vias secundárias foram

substituídos por sinais do tipo “Pare” para as quatro aproximações de algumas interseções em Toronto.

Boyle e Wright (1984) propuseram uma hipótese para explicar a migração de acidentes de locais vizinhos aos tratados. A hipótese é um mecanismo que envolve um comportamento bastante imediato na forma de compensação do risco no comportamento dos condutores. Eles consideraram como hipótese que o êxito do tratamento dos pontos críticos irá reduzir a porcentagem de condutores que saem dos pontos críticos, que estão agindo com cautela, a fim de que o número de acidentes na área circundante tenderá a aumentar para o seu nível natural. Se isto vier a ser verdade, seriam claramente mais graves as conseqüências para a segurança da investigação, em que, em vez de reduzir os acidentes nos locais tratados eles deslocariam.

McGuigan (1985) argumenta que o efeito da migração poderia ser explicado simplesmente por um efeito reverso da regressão a média: se a taxa total de acidentes em todos os locais mantém-se inalterada, então, ao remover os locais com a maior freqüência de acidente, os restantes irão necessariamente aumentar em média. Isso é perfeitamente correto. No entanto, Boyle e Wright (1985) salientaram que a dimensão deste efeito tende a zero quando a proporção p de locais tratados também tende a zero, e que, para um valor realista de p a magnitude do efeito reverso da regressão é sensivelmente menor do que a observada (10%) nos dados de Londres. McGuigan respondeu, argumentando que os locais vizinhos não foram escolhidos como uma amostra aleatória de locais não tratados, e procurou mostrar que o tamanho do seu efeito seria aumentado se fosse levada em conta a tendência observada para os locais de alto risco quando agrupados. No final, entretanto, ele admitiu que o seu argumento se tornou menos convincente.

Segundo Maher (1987), a explicação para o fenômeno que veio a ser chamado migração de acidente será uma explanação puramente estatística ou probabilística, como foi para McGuigan, e que não há nenhum aumento real na taxa de acidente nos locais vizinhos e, assim, nenhuma variação ou migração genuína do acidente do local tratado aos vizinhos. O efeito aparente da migração surge pela mesma razão que o efeito da regressão a média surge: um viés devido à seleção dos locais de análise. No modelo de McGuigan todos os locais são independentes e, conseqüentemente, o fato que o vizinho de um local é junto a um local tratado é irrelevante. Seu argumento aplicou-se igualmente a todos os locais não

tratados. O ingrediente extra no modelo de Maher é que há uma correlação positiva entre as taxas reais de acidente de locais adjacentes. Demonstra-se, primeiro, que deve se esperar somente que tal correlação positiva deve existir; e segundo, a consequência disso é que o tamanho esperado do aparente efeito da migração é suficientemente grande para fornecer uma explanação plausível das observações nos dados de Londres.

Maher (1987) considera primeiro porque as taxas reais de acidente em locais adjacentes deveriam ser positivamente correlacionadas. Pelo processo da atribuição do tráfego há fluxos contínuos de veículos passando pela rede, de modo que os níveis do fluxo em locais adjacentes tendam a ser similar. Tem sido mostrado em muitos estudos que a principal variável explanatória para a taxa de acidente em um local é a exposição ou o valor do volume de tráfego. (Pode-se também dizer que algumas das variáveis explanatórias secundárias tais como o tipo do local e partes da via, são prováveis de serem similares em locais adjacentes). Conseqüentemente, é completamente natural que deveria haver alguma similaridade apreciável entre as taxas de acidente em locais vizinhos.

Segundo Persaud (1987), parece prudente começar por estabelecer o que se entende por risco de migração de acidente e porque é importante explorar essa questão. A questão se refere ao fenômeno em que uma melhoria na segurança em um local onde uma medida de reparação é aplicada é acompanhada por uma degradação da segurança noutras partes em torno do local. Embora a crença na existência de tais migrações é bastante ampla, a questão permanece calorosamente contestada porque muitos acham difícil acreditar que se for dificultado para o condutor ter um acidente em um local que ele passará a ter o acidente em outro lugar. De acordo com algumas fontes citadas pelo autor, é prática normal tratar locais que constatarem elevado número de acidentes em algum período anterior. Os locais vizinhos não tratados teriam, portanto, uma tendência a registrar relativamente poucos acidentes durante aquele período. Portanto, mesmo quando o tratamento é completamente inútil, leis do acaso farão com que o local tratado passe a registrar menos acidentes depois do que antes do tratamento. O inverso vai acontecer no local não tratado. No seu conjunto, essas alterações podem ser erroneamente interpretadas como prova de que a segurança tenha migrado. Neste contexto, segundo Persaud (1987), as experiências na literatura constituem um fascinante debate sobre se leis do acaso poderiam ter causado um aumento dos acidentes nos locais não tratados, como Stein e McGuigan afirmam, ou uma diminuição, como Boyle e Wright sugeriram. No documento original os autores

aparentemente se comprometeram por não contabilizarem o efeito da regressão a média. Além disso, segundo Persaud (1987), o estudo de Boyle e Wright (1984) teve consideráveis limitações, como os próprios autores admitem. Essas dificuldades servem para enfatizar os problemas em abordar a questão e, talvez, explique por que razão não há tantos estudos publicados.

Portanto, é necessária a análise do acidente e seus fatores de ocorrência levando-se em consideração aspectos como as características da via, tipo dos veículos envolvidos e dos usuários da via voltados para a realidade local a ser analisada, pois há que se considerarem comportamentos peculiares à realidade de cada região de um país.

2.6 A CARACTERÍSTICA DO ACIDENTE DE TRÂNSITO

Segundo Mesquita (1995), a probabilidade de ocorrência do acidente de trânsito pode ser acrescida ou reduzida em função de características particulares das condições físicas do local, dos veículos envolvidos e dos usuários da via. Quando essas características concorrem para a ocorrência do acidente elas são denominadas de fatores de contribuição.

Em qualquer processo de investigação de acidentes é necessário conhecer primeiramente o mecanismo de ocorrência para, posteriormente, estudá-los. Os acidentes de trânsito podem ser considerados como eventos que, apesar de frequentes sob o ponto de vista social, podem ser considerados como aleatórios no tempo e no espaço sob o ponto de vista científico, sendo observáveis após sua ocorrência. O acidente caracteriza-se pela sua natureza de evento aleatório e multifatorial. Essas características são fundamentais para o tratamento estatístico dos dados.

Segundo Raia Jr. (2007), o fenômeno do acidente de trânsito tem sido considerado como um acontecimento isolado, onde as causas mais comuns seriam: algum tipo de erro do motorista ou defeitos no veículo ou na pista, nas proximidades do acidente. Este entendimento, no entanto, pode ser considerado inadequado, pois, na realidade, os acidentes fazem parte de um sistema, isto é, de ambientes físico, social e institucional, cujas partes possuem inter-relações. Os erros dos motoristas, bem como os defeitos em vias e veículos, existem de fato e aparecem como as causas imediatas dos acidentes. Entretanto, os acidentes são fenômenos que se manifestam dentro de um contexto mais amplo, e que precisam ser bem compreendidos para se obter saltos quantitativos no

controle dos mesmos.

Cardoso (2007) ressalta que, ao se determinar uma taxa para a qual será modelada a ocorrência de acidentes (ex: número de acidentes por veículos que circulam no sistema viário, número de acidentes por quilômetros viajados etc.), está sendo utilizada uma medida de exposição ao risco como o número de oportunidades para ocorrer acidentes de certo tipo em um determinado período ou área. Essa definição considera que a exposição pode incluir fatores relacionados ao meio ambiente viário, aos veículos ou aos condutores. Isso significa que tanto a exposição quanto o risco podem depender, em alguns aspectos, dos mesmos fatores, tais como: volume de tráfego, período do dia, condições climáticas, dentre outros. Pode-se, então, dizer que todos esses fatores interagem entre si.

2.6.1 O acidente de trânsito como evento aleatório

Alguns aspectos tornam um acidente aleatório. Tomando-se como exemplo a ocorrência anual de acidentes registrados em rodovias federais, no estado de Minas Gerais, verifica-se o seguinte quadro:

Ocorreram no ano de 2006, segundo dados do Ministério da Justiça (MJ, 2007), 44.234 acidentes para uma malha rodoviária federal, no estado de Minas Gerais, de aproximadamente 7.000 km. Esses dados demonstram a taxa de 6,32 acidentes por quilômetro de rodovia por ano. No caso de área urbana verifica-se uma taxa de um acidente por 0,6 quilômetros de via pública por ano (Mesquita, 1995).

Em relação a locais com incidência de acidentes acima do nível aceitável para uma região, o acidente é aleatório quando relacionado a um período de tempo e ao volume de tráfego que passa por ele. Tomando-se como exemplo o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com Av. Nicomedes Alves dos Santos, em Uberlândia (2002, 2003, 2004), onde ocorreram 19 acidentes com feridos num período de três anos (1.095 dias), e onde trafegaram 40.000 veículos por dia, teve-se então 19 acidentes para 43.800.000 veículos no cruzamento neste período.

Segundo Mesquita (1995) a aleatoriedade do acidente de trânsito refere-se à característica de não possuírem a mesma chance de ocorrer dentro de um grupo ou série e pode ser considerada sob aspectos de tempo e local de ocorrência.

Ao arranjar a ocorrência de acidentes em um cruzamento, segundo uma escala de tempo, encontra-se que o intervalo entre um acidente e outro varia, sejam os componentes de exposição ou risco mantidos inalterados ou não. Conclui-se, desta forma, que os acidentes ocorrem aleatoriamente no tempo. Pode-se exemplificar essa aleatoriedade representando os acidentes ocorridos em determinado período numa área que represente o tempo. Analisando-se um mapa, em intervalos de um ano, por exemplo, observa-se a existência de flutuação aleatória dentro dos intervalos, acima e abaixo da média.

Um fator de contribuição, ou um conjunto deles pode ser responsável pela existência de um agrupamento de acidentes e através de testes estatísticos pode-se detectar se esse agrupamento constitui uma parte significativa da tendência geral do período estudado. Esses fatores são responsáveis pela variação no risco na malha viária e, conseqüentemente, na probabilidade de ocorrência de acidentes, Mesquita (1995).

Pode-se dizer que a ocorrência de acidentes possui uma distribuição espacial por todo o sistema viário. Desta forma poder-se-ia afirmar que o risco seria igual para qualquer lugar, no entanto, constata-se uma variação nestes riscos devido a inúmeros fatores, que podem estar ligados às condições físicas e operacionais ou do meio ambiente.

Segundo Raia Jr. (2007), a utilização da estatística espacial na análise de acidentes de trânsito consiste no emprego de ferramentas analíticas de dados estatísticos relacionados a eventos espaciais com a finalidade de auxiliar o entendimento, controle e descrição de dados espaciais, tendo como objetivo principal caracterizar os padrões espaciais entre dados. A estatística espacial é o conjunto de técnicas que inclui métodos estatísticos e que procuram descrever a variação espacial do fenômeno em estudo, a partir de amostras disponíveis.

2.7 TÉCNICA DA SEVERIDADE

Será utilizada a técnica da severidade dos acidentes, que, segundo o Ministério dos Transportes (MT, 2002), considera o número de ocorrências e destaca a gravidade dos acidentes, associando a cada situação (com vítima fatal, atropelamento, com ferido e com danos materiais) um determinado peso. Os pesos são estabelecidos a partir da relação entre os custos atribuídos a cada tipo de severidade. Para a sociedade, um acidente com vítima fatal (AVF) possui custo econômico superior a um acidente com ferido (ACF), que, por

sua vez, possui custo superior àqueles com somente danos materiais (ADM).

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 1987) instituiu a Unidade Padrão de Severidade – UPS, cujo valor é resultante da soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Assim, a quantificação dos acidentes, em UPS, é feita a partir da equação 1:

$$\text{UPS} = \text{ADM} \cdot 1 + \text{ACF} \cdot 4 + \text{AFEP} \cdot 6 + \text{AVF} \cdot 13 \dots \dots \dots (1)$$

Onde 1, 4, 6 e 13, respectivamente, são os pesos atribuídos aos acidentes somente com danos materiais (ADM), acidentes com feridos (ACF), acidentes com feridos envolvendo pedestres (AFEP) e acidentes com vítimas fatais (AVF).

Segundo Cardoso (2007), existem no país, para áreas urbanas, estudos mais recentes, como o da ANTP/IPEA (2003), que sugere que, se forem considerados os valores referentes ao custo social dos acidentes devem ser utilizados o peso 1 para acidentes somente com danos materiais, 5 para acidentes com feridos e 44 para acidentes com vítimas fatais, no cálculo da UPS.

Neste estudo foram utilizados os cálculos indicados pelo DENATRAN (1987), uma vez que os mesmos já estão consolidados e, segundo Cardoso (2007), não há diferença significativa na comparação dos dois modelos.

2.8 SÍNTESE

Como se pode observar alguns estudos foram desenvolvidos para avaliação do efeito de migração do acidente de trânsito. Pontos de vista e enfoques diferentes foram anotados pelos autores em localidades de diferentes países com realidades peculiares para cada situação. Não resta dúvida que o estudo do fenômeno de migração de acidentes precisa ser bem detalhado e aprofundado, embasado em dados completos, tais como o volume diário, mensal e anual de veículos em todos os nós e arcos pertencentes à zona de monitoramento.

Outro fator importante é a análise dos dados durante um período mais longo possível, antes e após a implantação da ação mitigadora. A análise por longos períodos antes/depois mostra o comportamento dos acidentes aproximando-se da realidade do local, com o objetivo de propor soluções para a segurança viária do local em análise e no seu entorno,

que realmente possibilitem reduzir a quantidade de acidentes de trânsito registrados e conseqüentemente o número de vítimas decorrente dos mesmos.

A utilização de modelos estatísticos para o desenvolvimento da pesquisa é de suma importância para a análise, distribuição e representação dos dados, tornando o estudo viável matematicamente. Estudos como o fenômeno de regressão à média, analisado neste trabalho, mostraram o acidente como evento aleatório e meramente estatístico.

Novos modelos estatísticos utilizados, como por exemplo, o modelo de estatística espacial na análise de acidentes de trânsito, dão um novo enfoque ao tratamento de acidentes nas áreas em estudo.

Contudo, o acidente de trânsito não deixa de ser um evento aleatório e pode ter comportamento e distribuição variados ao ser analisado em uma determinada cidade e bairros distintos, como se pôde observar nos dados obtidos da cidade de Uberlândia em três regiões distintas e bairros distintos.

Nesta dissertação utilizou-se somente os dados de acidentes registrados, como o número e locais dos acidentes, o volume de tráfego nos locais onde foram implantados os MEVs estudados e a data da implantação dos mesmos. Dados para a execução de parte dos itens 2.4 ao 2.7 acima não estavam disponíveis para consulta ou não foram utilizados.

No próximo capítulo serão apresentados dados da cidade de Uberlândia que serviram de base para esta dissertação.

CAPÍTULO 3

O CASO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MG

A cidade de Uberlândia, em Minas Gerais, e alguns de seus cruzamentos foram tomados como caso de estudo para esta dissertação.

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a situação geral da cidade de Uberlândia, onde foram levantados, inicialmente, a variação percentual dos acidentes de trânsito entre os anos de 2000 e 2006 e a variação da frota de veículos no mesmo período. Realizou-se uma comparação da variação de acidentes nos anos estudados com a variação da frota de veículos.

Estudou-se a variação mensal da quantidade de acidentes registrados e da UPS entre os anos de 2004 e 2006 na cidade, para se fazer uma comparação com os cruzamentos analisados individualmente.

Estudou-se, também, os dois cruzamentos com maior variação no volume de veículos da cidade entre os anos de 2002 e 2005, o que forneceu uma visão geral em quatro anos de levantamento de dados, e comparou-se com a variação na zona de monitoramento do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos (um dos cruzamentos analisados).

3.2 DADOS GERAIS DOS ACIDENTES EM UBERLÂNDIA

Segundo dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU, 2006), no ano de 2001 foram instalados os primeiros medidores eletrônicos de velocidade na cidade. No ano de 2000 foram registrados 6.954 acidentes e durante o ano de 2001 ocorreram 5.452 acidentes (uma redução de 21,6%). Aparentemente, pode-se concluir que a instalação dos MEVs contribuiu, em parte, para a diminuição do número de acidentes na cidade. Inicialmente foram instalados os dispositivos do tipo estático em trechos com maior número de acidentes com ocorrências de excesso de velocidade, mas o Projeto de Lei MMAP/DMPG N°. 7713/2001, aprovado pela Câmara Municipal, proibiu a utilização dos MEVs do tipo estático.

A partir de 19/07/01, com a aprovação da Lei 7.827 (Câmara Municipal de Uberlândia, 2001), que proibiu o uso dos MEVs estáticos nas vias da cidade de Uberlândia, os motoristas infratores voltaram a exceder a velocidade limite permitida das vias. A consequência foi o aumento do número de acidentes no ano de 2002, para 6.647 ocorrências. No ano de 2003 foram registrados 7.971 acidentes (Tabela 6). Para combater o elevado número de acidentes a Prefeitura Municipal de Uberlândia intensificou a instalação de novos equipamentos nos anos de 2004 e 2005.

Tabela 6 – Registro de acidentes na cidade de Uberlândia e variação percentual

Ano	Acidentes	Varição percentual
2000	6.954	-
2001	5.452	- 21,60
2002	6.647	+ 21,90
2003	7.971	+ 19,90
2004	7.741	- 2,30
2005	9.080	+ 17,30
2006	9.267	+ 2,02

3.2.1 Variação percentual da frota de veículos na cidade de Uberlândia nos anos de 2000 a 2006

Na Tabela 7 observa-se a variação anual da frota de veículos (caminhões, ônibus, automóveis, motocicletas, motonetas, triciclos e ciclomotores) emplacados no município de Uberlândia entre os anos de 2000 e 2006, cujo valor foi de +4,27% (variação média no período). Comparando-se com a variação de acidentes registrados anualmente (variação média no período de +6,21%), verifica-se que a frota cresceu menos que a quantidade de acidentes registrados no período.

Tabela 7 – Crescimento da frota de veículos na cidade de Uberlândia e variação percentual

Ano	Frota	Variação percentual
2000	168.121	-
2001	171.829	+2,21
2002	177.838	+3,50
2003	183.354	+3,10
2004	188.838	+2,99
2005	203.992	+8,02
2006	215.809	+5,79

3.2.2 Dados mensais de acidentes registrados na cidade de Uberlândia

A Tabela 8 mostra os dados mensais de acidentes registrados e UPS na cidade de Uberlândia para os anos de 2004 a 2006.

Tabela 8 – Comparação mensal de acidentes registrados e UPS nos anos de 2004, 2005 e 2006.

Meses	Acidentes			UPS		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Janeiro	544	653	712	1.031,0	895,0	1.132,5
Fevereiro	529	626	622	985,0	872,5	995,5
Março	667	742	790	1.241,0	1.221,0	1.261,0
Abril	655	805	679	1.277,0	1.205,0	1.136,0
Maió	745	890	824	1.617,0	1.376,0	1.383,0
Junho	688	877	814	1.548,0	1.394,5	1.414,5
Julho	670	781	746	1.375,0	1.252,5	1.248,5
Agosto	710	819	836	1.322,0	1.274,5	1.444,5
Setembro	547	510	822	975,0	1.117,5	1.398,5
Outubro	566	867	772	915,0	1.452,5	1.317,5
Novembro	688	840	789	1.341,0	1.236,0	1.295,5
Dezembro	732	670	861	1.429,0	1.449,5	1.368,5
Total	7.741	9.080	9.267	15.056,0	14.756,5	15.394,5

Observa-se que para o período mostrado na Tabela 8 não há um mês do ano que seja mais propício a que os acidentes ocorram, já que o maior número de acidentes registrados ocorreram no mês de maio, nos anos de 2004 e 2005 e no mês de dezembro, em 2006. Observa-se, na Figura 10, que o fato do número total de acidentes no ano ter sido menor não implica em menor severidade, pois durante o ano de 2004 foram registrados menos acidentes do que nos anos de 2005 e 2006, mas com severidade maior, isso comparado pelo índice de UPS; maior em 2004 (1,94) do que em 2005 (1,62) e 2006 (1,66). Encontra-se o índice de UPS dividindo-se a soma anual de UPS pela soma anual de acidentes.

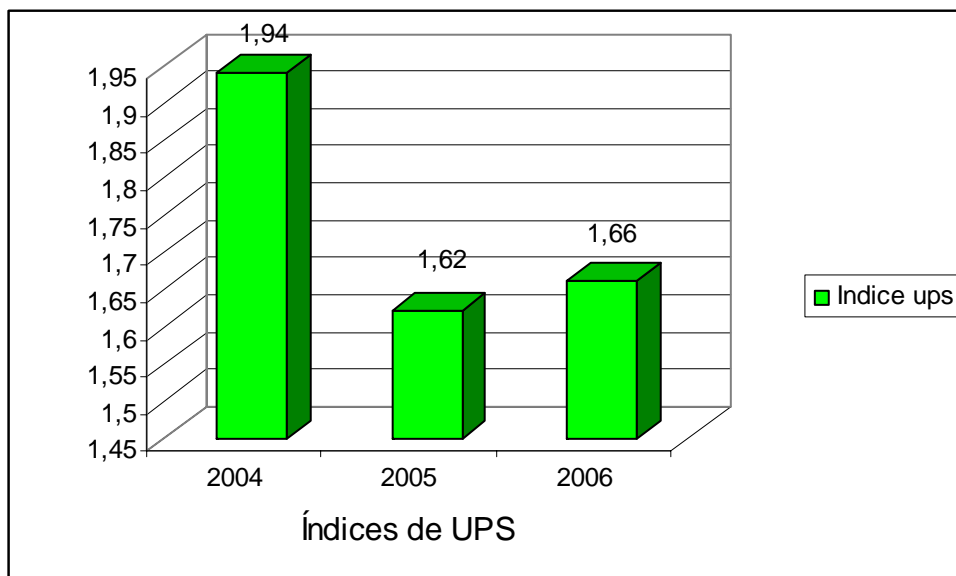


Figura 10 – Comparação dos índices de UPS para os anos de 2004, 2005 e 2006.

Observa-se, na Figura 11, a quantidade de acidentes mensais nos anos de 2004, 2005 e 2006. A distribuição dos acidentes ocorre de maneira que a variação mensal seja diferente entre os referidos anos. Nos meses de janeiro, março, agosto, setembro e dezembro a maior quantidade de acidentes foi em 2006; nos meses de janeiro, abril, maio, junho, outubro e novembro a maior quantidade foi em 2005. Os meses do ano de 2004 tiveram valores menores, uma vez que a ocorrência de acidentes aumentou nos três anos analisados.

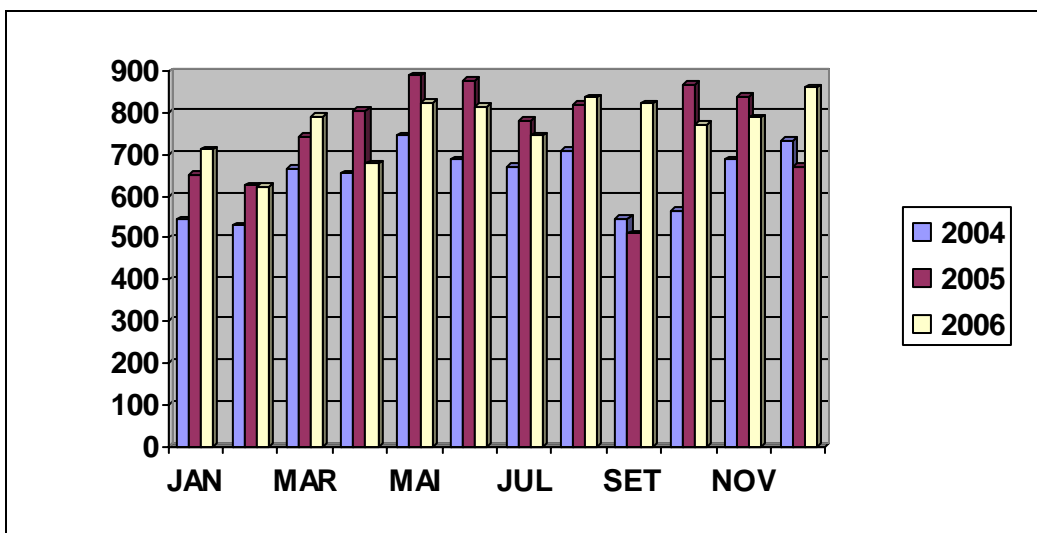


Figura 11 – Quantidade de acidentes registrados nos anos de 2004, 2005 e 2006.

3.2.3 Dados de acidentes nos cruzamentos com maior fluxo de veículos em Uberlândia no período de 2002 a 2005

A Figura 12 mostra dados registrados de acidentes e respectivo UPS, como definido no capítulo anterior, no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco para os anos de 2002 a 2005 envolvendo todos os tipos de severidade. O índice de UPS é calculado dividindo-se o UPS pelo número registrado de acidentes. Assim, tem-se índice de UPS de 1,24 para o ano de 2002; 1,53 para 2003; 1,34 para 2004 e 1,25 para 2005. Verifica-se, na Figura 12, que o maior número de acidentes registrados ocorreu no ano de 2004, mas o índice de UPS foi maior em 2003 (1,53), embora o UPS também tenha sido maior em 2004.

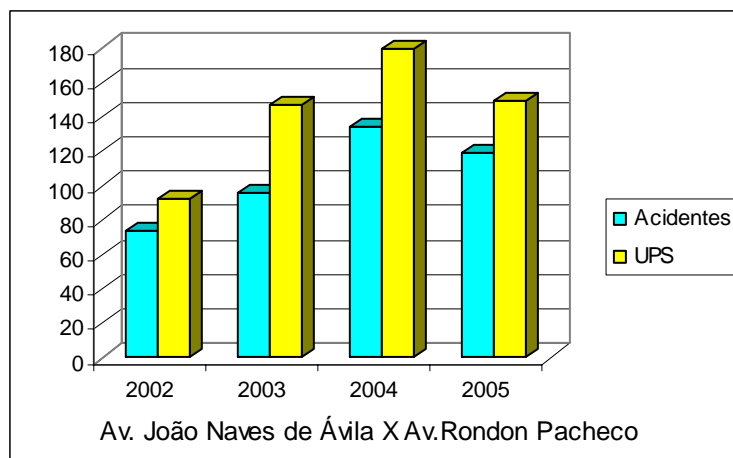


Figura 12 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco

A Figura 13 mostra o número registrado de acidentes de trânsito e respectivo UPS no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos para os anos de 2002 a 2005 envolvendo todos os tipos de severidade. O índice de UPS é calculado dividindo-se o UPS pelo número registrado de acidentes. Assim, tem-se índice de UPS de 0,18 para o ano de 2002; 0,67 para 2003; 0,72 para 2004 e 0,46 para 2005. Verifica-se, na Figura 13, que, neste caso, o maior número de acidentes registrados e o maior UPS ocorreram no ano de 2004, o mesmo ocorreu com o índice de UPS (0,72),

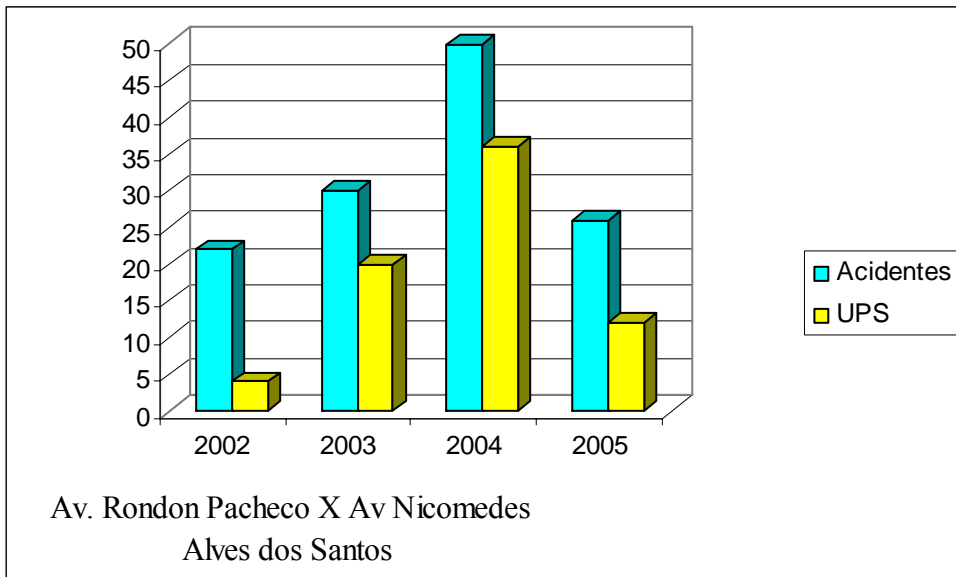


Figura 13 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves Dos Santos

A Figura 14 mostra o número registrado de acidentes de trânsito e respectivo UPS no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos envolvendo vítimas com ferimentos leves nos anos de 2002 a 2005 e fatais no ano de 2004. Neste caso, o índice de severidade não variou para os acidentes com feridos leves. Isso indica que dentro da mesma severidade (feridos leves) também é importante se estudar se houve variação.

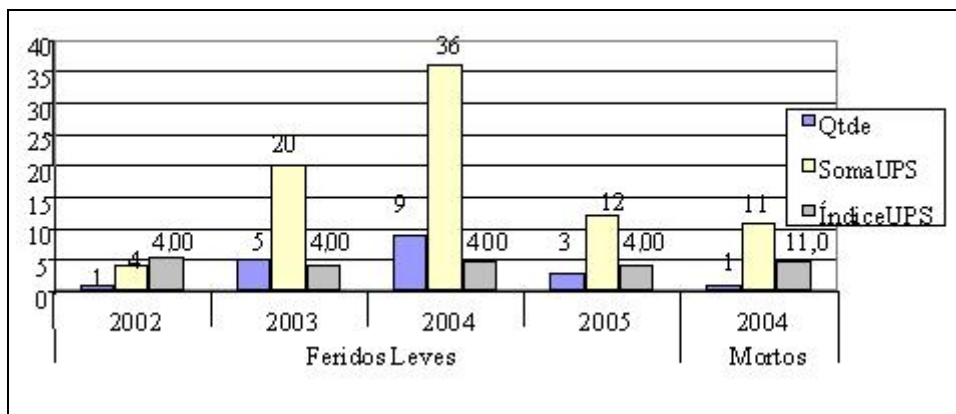


Figura 14 – Acidentes de trânsito envolvendo vítimas com ferimentos leves e fatais no cruzamento das Avenidas Rondon Pacheco e Nicomedes Alves dos Santos.

3.3 SÍNTESE

Pôde-se observar que, a partir dos dados mostrados, os acidentes não variaram proporcionalmente com a frota de veículos, isto é, a quantidade de acidentes registrados cresceu mais que a quantidade registrada da frota de veículos no município de Uberlândia entre os anos de 2000 e 2006.

Concluiu-se que, nos dois cruzamentos com maior volume de veículos da cidade de Uberlândia, a UPS aumentou de 2002 até 2004, o mesmo ocorrendo com a quantidade de acidentes registrados. Já entre os anos de 2004 e 2005 houve um decréscimo na UPS e na quantidade de acidentes registrados, o que possibilitou concluir que os motoristas passaram a respeitar a sinalização dos locais e se envolveram em menor quantidade de acidentes. Vale salientar que no ano de 2004 foi implantado nos dois cruzamentos o semáforo do tipo gradativo, o que, possivelmente, pode ter provocado uma mudança no comportamento dos motoristas ao perceberem a mudança no padrão de sinalização semafórica.

Ao analisar os dados gerais da quantidade de acidentes registrados e da UPS na cidade de Uberlândia entre os anos de 2004 e 2006, concluiu-se que houve um acréscimo na quantidade de acidentes registrados entre os anos de 2004 e 2006 e um decréscimo no valor da UPS entre os anos de 2005 e 2006, o que mostra uma redução na gravidade dos acidentes de trânsito.

Uma possível razão para esta redução da UPS, tanto no caso da análise dos dois cruzamentos com maior volume de veículos da cidade, quanto no comparativo mensal (Tabela 8), pode ser explicada pelo fato de que os motoristas passaram a respeitar o limite de velocidade máxima permitida nas vias com conseqüente redução na gravidade dos acidentes.

No próximo capítulo serão apresentados os cruzamentos analisados bem como as regiões de monitoramento dos mesmos.

CAPÍTULO 4

REGIÕES DE MONITORAMENTO

Neste capítulo são apresentados dados de acidentes de trânsito em três cruzamentos e nas respectivas regiões de monitoramento, num raio de 500 m, antes e após a implantação dos Medidores Eletrônicos de Velocidade – MEVs em cada um dos cruzamentos.

4.1 INTRODUÇÃO

Inicialmente são apresentados, em forma de tabela, dados de acidentes de trânsito registrados nos três cruzamentos e em suas respectivas regiões de monitoramento num período antes e após a implantação do MEV. Os dados de acidentes foram colocados em gráficos para se ter uma visão geral da localização dos mesmos. Foram feitos, também, gráficos com o número registrado de acidentes e respectivo UPS em cada um dos cruzamentos para se ter uma idéia da severidade dos mesmos. Finalmente, foram tiradas conclusões sobre desempenho dos MEV nas regiões de monitoramento e se realmente houve redução na quantidade de acidentes registrados após a implantação dos mesmos.

Verificou-se a importância de estudos de dados de acidentes de trânsito antes e após a implantação de ações mitigadoras na redução de acidentes de trânsito, para verificar se a medida atingiu o objetivo proposto ou se necessitou de novas medidas para reduzir a quantidade de acidentes de trânsito.

4.2 DADOS DE ACIDENTES NOS CRUZAMENTOS PESQUISADOS

Foram realizados levantamentos de dados de acidentes nos locais onde estão instalados os MEVs e no entorno dos mesmos num raio de 500 m. A prática recomendada pelo manual

do Ministério dos Transportes (MT, 2002) indica que esta avaliação seja feita pela simples comparação do número absoluto de acidentes dos períodos antes e depois da implantação de uma determinada medida de engenharia de tráfego.

Avaliou-se a quantidade de acidentes registrados no ano anterior à implantação do MEV e no ano posterior à implantação do MEV. Avaliou-se também a variação do valor de UPS nos anos analisados em cada cruzamento.

Foram avaliados os cruzamentos da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos, Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela e Av. João Pessoa cruzamento com a Av. Araguari. Esses cruzamentos foram os únicos da cidade com dados disponíveis, antes e depois da implantação do MEV. Como não se dispunha de dados mensais de acidentes, a comparação antes e depois da implantação do MEV ficou um pouco prejudicada, pois foram comparados períodos de tempo diferentes em número de meses. No primeiro cruzamento foram comparados 16 meses antes com 20 meses depois do MEV; no terceiro cruzamento ocorreu o inverso, 20 meses antes com 16 meses depois; e, no segundo cruzamento, houve um não balanceamento, com 13,5 meses antes comparados com 22,5 meses depois de instalado o MEV.

A seguir são mostrados os dados dos acidentes registrados nos cruzamentos analisados.

4.2.1 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas Rondon Pacheco com Nicomedes Alves dos Santos

A Tabela 9 mostra o número de acidentes registrados na zona de monitoramento do cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com Avenida Nicomedes Alves dos Santos antes da instalação do MEV em 2003 e depois da instalação do mesmo.

Observa-se, na Tabela 9, que houve um aumento no número total de acidentes registrados na área de monitoramento nos três anos analisados. Antes da instalação do MEV ocorreram 91 acidentes e depois ocorreram 179 acidentes na região de monitoramento, um aumento de 97%. Calculou-se a taxa mensal para a área de monitoramento dividindo-se a quantidade de acidentes registrados nos meses anteriores e posteriores à instalação do MEV pela respectiva quantidade de meses de cada período, 16 meses antes e 20 depois da instalação. Assim, foi obtida uma taxa de 5,69 acidentes por mês antes da instalação do MEV e 8,95 acidentes por mês depois da instalação do medidor, um aumento de 57%.

Tabela 9 – Número de acidentes registrados: Av. Rondon Pacheco cruzamento com Av. Nicomedes Alves dos Santos – Data da implantação do MEV: 23/04/2003

Cruzamento	Ano			
	2002	2003		2004
		Antes	Após	
Av. Nicomedes A. Santos com Av. Rondon Pacheco	22	10	20	50
Av. Nicomedes A. Santos com R. Jamil Tannus	00	01	01	00
Av. Nicomedes A. Santos com R. Carajás	00	01	02	02
Av. Nicomedes A. Santos com R. Johen Carneiro	01	01	02	01
Av. Nicomedes A. Santos com R. Vital José Carrijo	00	00	01	01
Av. Nicomedes A. Santos com Av. Liberdade	02	01	01	08
Av. Nicomedes A. Santos com R. Ramiro F. Oliveira	01	00	00	01
Av. Nicomedes A. Santos com R. Antonio M. Póvoa	04	01	03	06
Av. Nicomedes A. Santos com R. Marieta C. Santos	01	00	00	00
R. Presidente Médice com Av. das Américas	00	00	01	00
Av. Liberdade com R. Blanche Galassi	05	01	01	05
R. Blanche Galassi com Av. Rondon Pacheco	00	00	01	03
R. Antonio Marques Póvoa com R. Eduardo Felice	00	00	00	01
R. Eduardo Felice com Av. Rondon Pacheco	04	01	02	05
R. Eduardo Felice com R. Abraão Calil	01	00	00	00
R. Antonio Marques Póvoa com R. Ramiro F. Oliveira	02	01	03	00
R. Eduardo Felice com R. Antonio Correia Júnior	01	00	00	00
R. Eduardo Felice com R. Heitor Paparoto	00	00	01	01
R. Eduardo Felice com R. André L. Garcia	00	00	01	01
R. Raimundo P. Carvalho com R. Antonio C. Júnior	00	00	00	01
R. Antonio Correia Júnior com Av. Rondon Pacheco	00	00	00	03
Av. Rondon Pacheco com R. Augusto César	11	03	07	21
Av. Rondon Pacheco com R. Rodolfo Correia	02	00	01	02
Av. Rondon Pacheco com R. Javari	02	00	00	00
R. Augusto César com R. Alexandrino dos Santos	01	00	00	00
R. Augusto César com Jamil Tannus	00	00	00	01
R. Augusto César com Francisco Alves	01	00	01	00
R. Augusto César com R. Lúcia Matos	02	00	01	00
R. Vital José Carrijo com R. Rodolfo Correia	00	00	00	01
R. Johen Carneiro com R. Tobias Inácio	02	00	01	02
R. Johen Carneiro com R. Rodolfo Correia	02	00	01	01
R. Johen Carneiro com R. Javari	00	00	01	02
Av. Rondon Pacheco com R. Santos Dumont	00	00	00	02
R. Carajás com R. Tobias Inácio	02	00	00	01
R. Carajás com R. Rodolfo Correia	00	00	00	01
R. Jamil Tannus com R. Rodolfo Correia	00	01	01	01
R. Bernardino Fonseca com R. José Aiube	00	00	00	01
Totais	69	22	54	125

Na Tabela 9 observa-se que a quantidade de acidentes registrados no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos aumentou depois da instalação do MEV, de 32 para 70, um aumento de 119%, maior que na região de monitoramento como um todo. Por outro lado, o volume médio mensal de veículos que passaram pelo cruzamento aumentou em menor grau, de 866.054 antes da instalação do MEV para 1.042.404 depois da instalação, um aumento de, aproximadamente, 20%.

A Figura 15 mostra a região de monitoramento e o número de acidentes registrados antes e depois da implantação do MEV no cruzamento em questão.

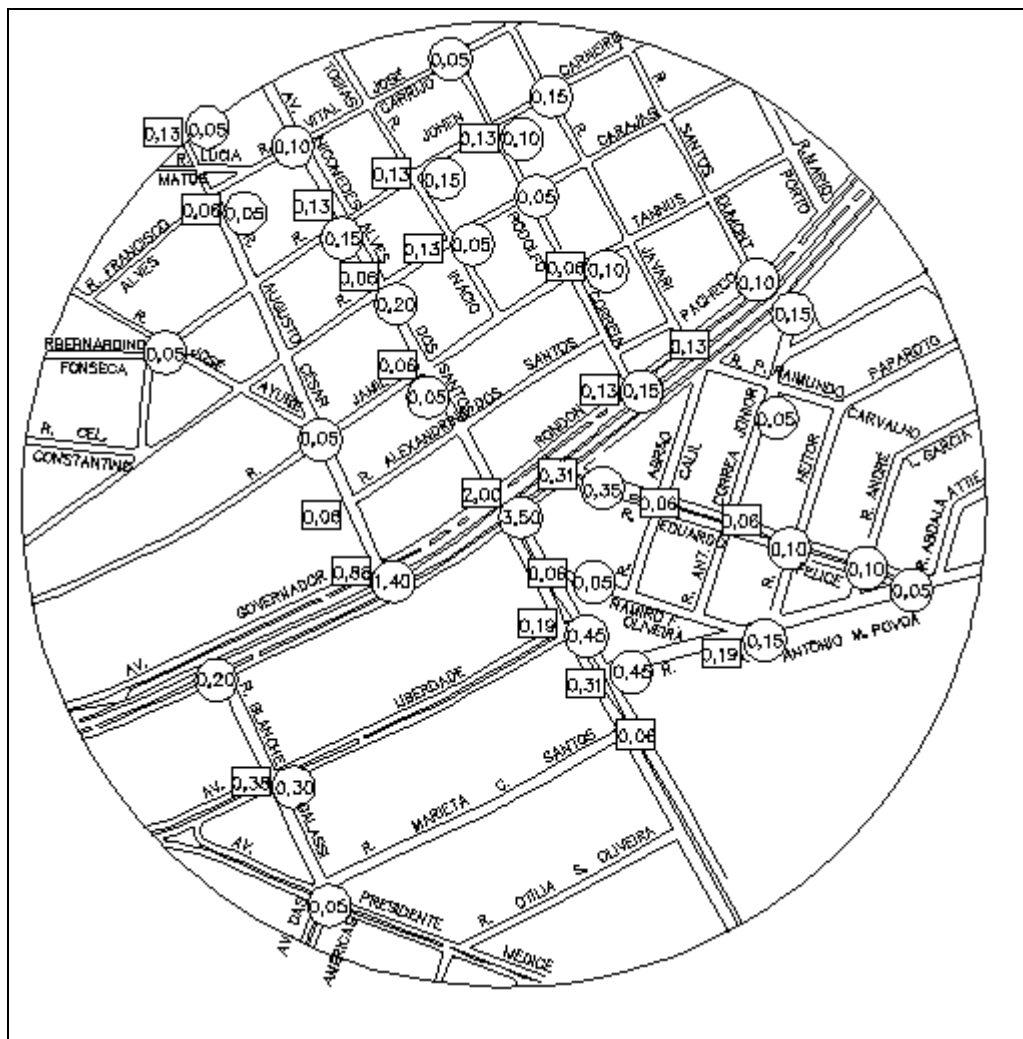


Figura 15 – Taxa mensal de acidentes registrados nos anos de 2002, 2003 e 2004 – Av. Rondon Pacheco cruzamento com Av. Nicomedes Alves dos Santos. Legenda:

- Taxa mensal de acidentes registrados antes da implantação do MEV
- Taxa mensal de acidentes registrados depois da implantação do MEV

Observa-se, na Figura 15, a taxa mensal, para comparação, dos acidentes registrados antes (no retângulo) e depois (no círculo) da implantação do MEV nos cruzamentos pertencentes à região de monitoramento. Por exemplo, no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos a quantidade de acidentes registrados antes da implantação do MEV foi de 32 acidentes e a quantidade de meses no período foi de 16 meses. Dividiu-se, então, 32 por 16 que resultou num valor da taxa mensal de 2,00 acidentes por mês antes da instalação do MEV e dividiu-se 70 por 20 e obteve-se 3,50 acidentes por mês depois da instalação do MEV, ou seja, houve um aumento de 75% na taxa mensal de acidentes, maior que na região de monitoramento, que aumentou de 57%. O mesmo procedimento foi adotado em todos os cruzamentos da região de monitoramento do MEV em estudo.

Observa-se, na Figura 15, que não se pode concluir que houve migração de acidentes para a área de monitoramento. Houve sim um aumento significativo na taxa mensal de acidentes no cruzamento em questão (de 2,00 para 3,50) e ao longo das duas avenidas, principalmente no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco e Rua Augusto César (de 0,88 para 1,40) e no cruzamento da Avenida Nicomedes Alves dos Santos com Avenida Liberdade (de 0,19 para 0,45) e com a Rua Carajás (de 0,06 para 0,20). Em alguns poucos cruzamentos houve um decréscimo na taxa de acidentes e em outros surgiram acidentes que não tinham ocorrido no ano anterior ao da implantação do MEV.

Na Figura 16 observa-se que no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos a variação da UPS aumentou de 4 no ano de 2002 para 36 no ano de 2004, mostrando que a gravidade dos acidentes aumentou. O mesmo ocorreu com os acidentes registrados, que aumentaram de 22 no ano de 2002 para 50 no ano de 2004.

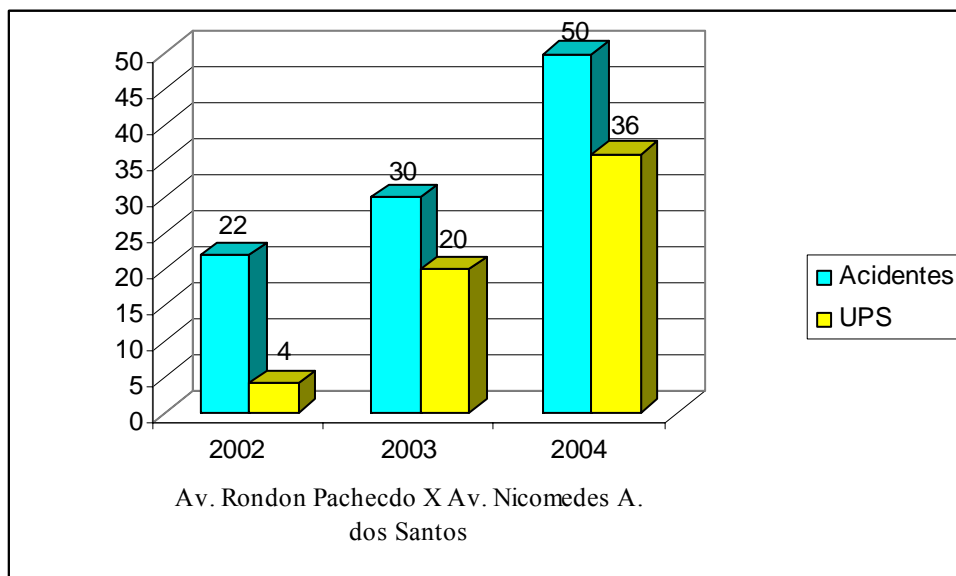


Figura 16 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos

Na Figura 17, observa-se um índice de UPS de 0,18 para o ano de 2002, 0,67 para 2003 e 0,72 para 2004. Verifica-se que tanto o índice de UPS quanto o número de acidentes (Figura 16) foram maiores no ano de 2004.

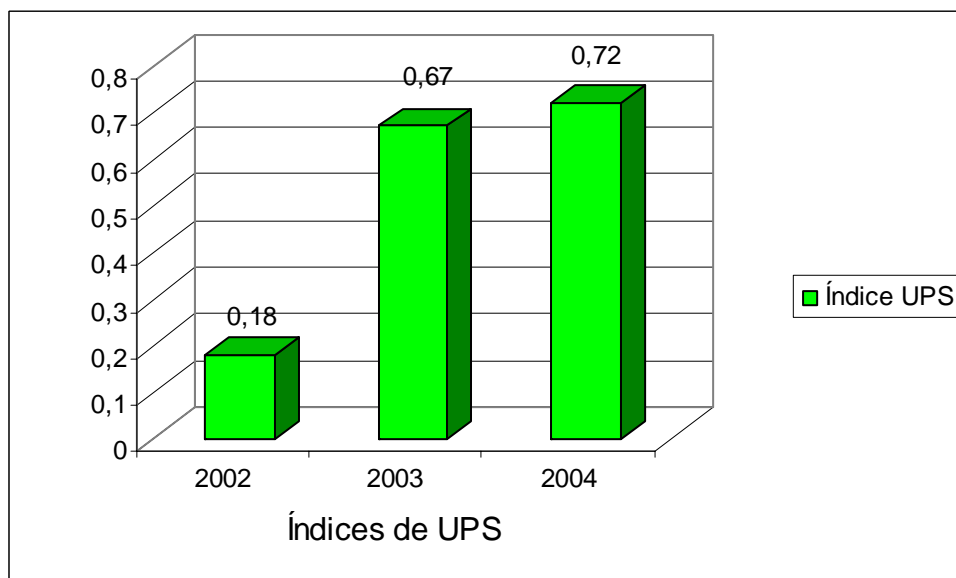


Figura 17 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos nos anos de 2002, 2003 e 2004.

4.2.2 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas Marcos de Freitas Costa com Fernando Vilela

A Tabela 10 mostra o número de acidentes registrados na zona de monitoramento do cruzamento da Avenida Marcos de Freitas Costa com a Avenida Fernando Vilela antes da instalação do MEV em 2005 e depois da instalação do mesmo.

Tabela 10 – Número de acidentes registrados: Av. Marcos de Freitas Costa cruzamento com Av. Fernando Vilela – Data da implantação do MEV: 14/02/2005

Cruzamento	Ano			
	2004	2005		2006
		Antes MEV	Após MEV	
Av. Marcos Freitas Costa com Av. Fernando Vilela	08	01	06	05
Av. Marcos Freitas Costa com Av. Araguari	10	01	03	06
Av. Marcos Freitas Costa com Av. Vasconcelos Costa	07	00	02	10
Av. Fernando Vilela com R. Poços de Caldas	01	00	00	01
Av. Fernando Vilela com Av. Paes Leme	04	01	03	00
Av. Fernando Vilela com R. Caxambu	01	00	00	00
Av. Fernando Vilela com R. Lambari	00	00	01	01
Av. Fernando Vilela com R. Cambuquira	02	00	00	00
Av. Fernando Vilela com R. Tomazinho Rezende	02	00	02	00
Av. Fernando Vilela com R. Itabira	01	00	01	00
Av. Fernando Vilela com R. Varginha	00	00	00	01
Av. Fernando Vilela com R. Monlevade	00	00	01	01
R. Estrela do Sul com Av. Marcos de Freitas Costa	00	00	00	02
R. Estrela do Sul com R. Cambuquira	00	00	01	00
Av. Araguari com R. Cambuquira	01	00	02	02
Av. Araguari com R. Tomazinho Rezende	00	00	01	00
R. Estrela do Sul com R. São Lourenço	01	00	00	00
Av. Vasconcelos Costa com R. Monlevade	01	00	01	00
R. Alexandre Marques com R. Alfenas	00	00	00	01
R. Alexandre Marques com R. Cambuquira	02	00	01	00
Av. Brigadeiro Sampaio com R. Tomazinho Rezende	03	00	00	03
Av. Brigadeiro Sampaio com R. Itabira	00	01	02	02
Av. Brigadeiro Sampaio com R. Varginha	01	00	00	02
Av. Brigadeiro Sampaio com R. Newton F. Arantes	01	00	00	00
Av. Brigadeiro Sampaio com Av. Marcos de F. Costa	02	00	00	03
Av. Vasconcelos Costa com R. Caxambu	00	00	00	01
Av. Vasconcelos Costa com R. Lambari	00	00	00	01
Av. Vasconcelos Costa com R. Cambuquira	01	00	00	00
Total	49	04	27	42

Observa-se, na Tabela 10, que houve um aumento no número total de acidentes registrados na área de monitoramento nos três anos analisados. Antes da instalação do MEV ocorreram 53 acidentes e depois ocorreram 69 acidentes na região de monitoramento, um aumento de 30%. Calculou-se a taxa mensal para a área de monitoramento dividindo-se a quantidade de acidentes registrados nos meses anteriores e posteriores à implantação do MEV pela respectiva quantidade de meses de cada período, ou seja, 13,5 meses antes e 22,5 meses depois da instalação do MEV. Assim, foi obtida uma taxa de 3,93 acidentes por mês antes da instalação do MEV e 3,07 acidentes por mês depois da instalação do medidor, uma redução de 22%.

Na Tabela 10 observa-se que a quantidade de acidentes registrados no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela aumentou depois da instalação do MEV, de 09 para 11, um aumento de 22%, menor que na região de monitoramento como um todo. Por outro lado, o volume médio mensal de veículos que passaram pelo cruzamento aumentou em menor grau, de 724.800 antes da instalação do MEV para 791.693 depois da instalação, um aumento de, aproximadamente, 9%, já que o volume de veículos aumentou em, aproximadamente, 6%, ou seja, 8.640.000 veículos passaram pelo cruzamento, em 2004, 9.158.400 veículos passaram em 2005, e 9.799.488 passaram pelo cruzamento em 2006 (PMU, 2006).

Observa-se, na Tabela 10, que houve uma diminuição (de 49 para 31) e posterior aumento (de 31 para 42) no número total de acidentes registrados na área de monitoramento nos três anos analisados, diferentemente do que ocorreu no cruzamento anterior. Antes da instalação do MEV ocorreram 53 acidentes e depois ocorreram 69 acidentes, um aumento de 30%, ou seja, menos de um terço do que no cruzamento anterior.

Na Tabela 10 observa-se que a quantidade de acidentes registrados no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela diminuiu após a implantação do MEV, com 8 acidentes em 2004, 7 acidentes em 2005 (ano da implantação do MEV) e 5 acidentes em 2006.

A Figura 18 mostra a região de monitoramento e o número de acidentes registrados antes e depois da implantação do MEV no cruzamento em questão.

Avenida Marcos de Freitas Costa com a Avenida Brigadeiro Sampaio houve um decréscimo (de 0,22 para 0,13). Novamente, não se pode concluir que houve migração de acidentes para a área de monitoramento.

Na Figura 19 observa-se que no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela, o valor da UPS diminuiu de 16, no ano de 2004, para 8, no ano de 2006, e os acidentes também diminuíram de 8 no, ano de 2004, para 5, no ano de 2006.

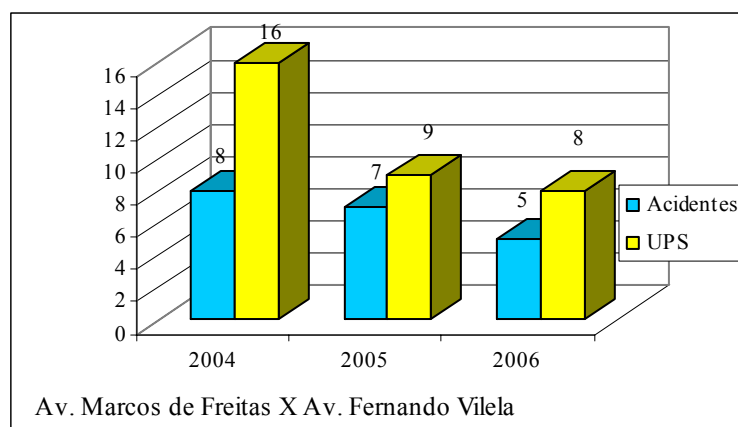


Figura 19 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela

Na Figura 20 observa-se a variação do índice de UPS, de 2,00 para o ano de 2004, 1,28 para 2005 e 1,60 para 2006. Observa-se que o índice de UPS diminuiu entre 2004 e 2005, mas cresceu entre 2005 e 2006, o que permite concluir que a gravidade dos acidentes aumentou no último ano.

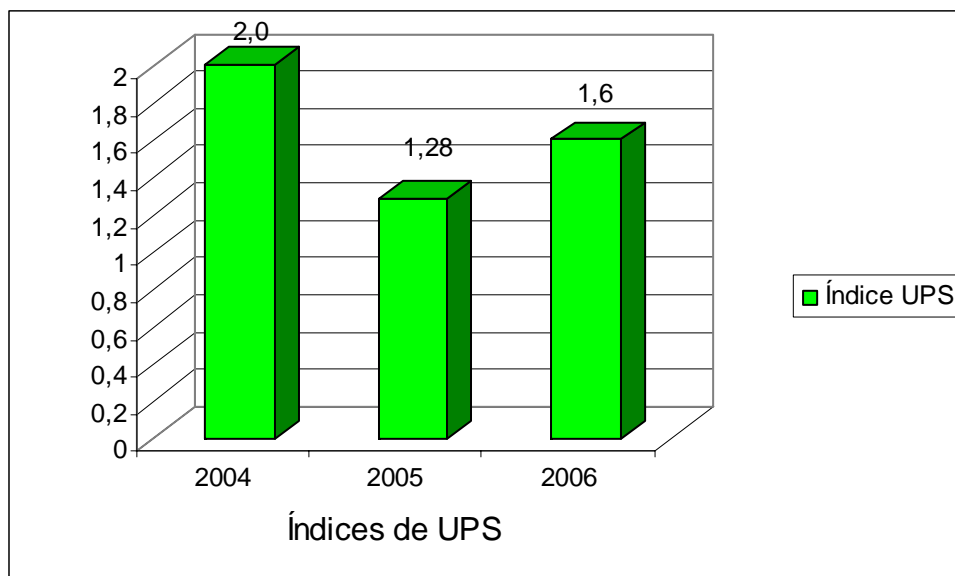


Figura 20 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela nos anos de 2004, 2005 e 2006.

4.2.3 Região de monitoramento: cruzamento das avenidas João Pessoa com Araguari

A Tabela 11 mostra o número de acidentes registrados na zona de monitoramento do cruzamento da Avenida João Pessoa com a Avenida Araguari antes da instalação do MEV em 2003 e depois da instalação do mesmo.

Tabela 11 – Número de acidentes registrados: Av. João Pessoa cruzamento com Av. Araguari. Data da implantação do MEV: 01/09/2003

Cruzamento	Ano			
	2002	2003		2004
		Antes MEV	Após MEV	
Av. João Pessoa com Av. Araguari	03	01	01	08
R. Indianópolis com R. José Andraus	02	02	01	01
Av. João Pessoa com R. Indianópolis	05	03	01	07
R. Indianópolis com R. México	00	00	00	01
R. Monte Carmelo com R. Rivalino Pereira	00	01	00	00
R. Monte Carmelo com R. José Andraus	01	01	01	00
R. Monte Carmelo com Av. João Pessoa	01	03	01	04
Av. Estrela do Sul com R. Rivalino Pereira	01	00	00	00
Av. Estrela do Sul com R. José Andraus	01	01	00	00
Av. Estrela do Sul com Av. João Pessoa	01	01	01	03
Av. Estrela do Sul com R. México	04	01	00	03
Av. Sacramento com R. Vieira Gonçalves	01	00	00	00
Av. Sacramento com R. Arlindo Teixeira	05	04	02	07
Av. Sacramento com R. Rivalino Pereira	00	00	00	01

Av. Sacramento com R. José Andraus	00	01	00	00
Av. Sacramento com R. México	01	02	01	01
Av. Sacramento com R. Carneiro	00	01	00	00
Av. Araguari com R. Vieira Gonçalves	06	01	01	02
Av. Araguari com R. Arlindo Teixeira	01	01	00	02
Av. Araguari com R. José Andraus	01	01	00	00
Av. Araguari com R. México	03	06	03	07
Av. Araguari com R. Carneiro	01	01	00	00
Av. Engenheiro Diniz com R. Vieira Gonçalves	01	01	01	03
Av. Engenheiro Diniz com R. Arlindo Teixeira	01	01	00	00
Av. Engenheiro Diniz com R. Rivalino Pereira	00	00	00	01
Av. Engenheiro Diniz com R. José Andraus	01	00	00	00
Av. Engenheiro Diniz com Av. João Pessoa	08	05	02	06
Av. Engenheiro Diniz com R. México	08	03	02	06
Av. Fernando Vilela com R. Arlindo Teixeira	02	02	01	06
Av. Fernando Vilela com R. José Andraus	00	02	01	00
Av. Fernando Vilela com Av. João Pessoa	07	05	02	11
Av. Fernando Vilela com R. México	00	00	00	04
Av. Belo Horizonte com R. Rivalino Pereira	00	01	00	02
Av. Belo Horizonte com R. José Andraus	02	00	00	01
Av. Belo Horizonte com Av. João Pessoa	02	03	02	04
Av. Vasconcelos Costa com R. José Andraus	02	01	00	04
Av. Vasconcelos Costa com Av. João Pessoa	01	01	00	09
Av. Monsenhor Eduardo com R. Monte Alegre	00	01	00	01
Av. Monsenhor Eduardo com R. Tupaciguara	05	03	02	07
Av. Monsenhor Eduardo com R. Ituiutaba	01	03	02	02
Av. Monsenhor Eduardo com Av. Eng ^o . Diniz	00	01	00	02
Av. Mato Grosso com R. Tupaciguara	01	00	00	01
Av. Mato Grosso com R. Monte Alegre	00	01	00	01
Av. Mato Grosso com R. Ituiutaba	02	03	01	04
Av. Brasil com R. Ituiutaba	05	01	01	05
Av. Brasil com R. dos Pereiras	01	01	00	01
Av. Brasil com R. Roosevelt de Oliveira	04	02	01	03
Av. Brasil com R. Cruzeiros dos Peixotos	04	03	01	03
Av. Brasil com Av. João Naves de Ávila	00	02	01	00
Av. Belo Horizonte com Av. João Pessoa	02	03	02	04
Totais	98	81	35	138

Na Tabela 11 observa-se que a quantidade de acidentes registrados no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela aumentou depois da instalação do MEV, de 04 para 09, um aumento de 125%, maior que na região de monitoramento como um todo. Por outro lado, o volume médio mensal de veículos que passaram pelo cruzamento reduziu de 532.398 antes da instalação do MEV para 527.715 depois da instalação, um decréscimo de, aproximadamente, 0,9%, já que 6.200.280 veículos

passaram pelo cruzamento, em 2002, 6.671.520 veículos passaram em 2003 e 6.775.560 passaram pelo cruzamento em 2004 (PMU, 2006).

Observa-se, na Tabela 11, que houve um aumento no número total de acidentes registrados na área de monitoramento nos três anos analisados. Antes da instalação do MEV ocorreram 179 acidentes e depois ocorreram 173 acidentes na região de monitoramento, uma redução de, aproximadamente, 3%. Calculou-se a taxa mensal para a área de monitoramento dividindo-se a quantidade de acidentes registrados nos meses anteriores e posteriores à implantação do MEV pela respectiva quantidade de meses de cada período, ou seja, 20 meses antes e 16 meses depois da instalação do MEV. Assim, foi obtida uma taxa de 8,95 acidentes por mês antes da instalação do MEV e 10,81 acidentes por mês depois da instalação do medidor, um aumento de 21%.

Observa-se na, Tabela 11, que a quantidade de acidentes registrados no cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari variou nos anos pesquisados, com 03 acidentes no ano de 2002, 02 acidentes no ano de 2003 (ano da implantação do MEV) e 08 acidentes um ano após a implantação do MEV.

A Figura 21 mostra a região de monitoramento e o número de acidentes registrados antes e depois da implantação do MEV no cruzamento em questão.

Observa-se, na Figura 21, a taxa mensal, para comparação, dos acidentes registrados antes (no retângulo) e depois (no círculo) da implantação do MEV nos cruzamentos pertencentes à região de monitoramento. Observa-se, que houve um aumento de 180% na taxa mensal de acidentes no cruzamento em questão (de 0,20 para 0,56), ao passo que na região de monitoramento o aumento foi de apenas 21%. Aumento acentuado ocorreu no cruzamento da Avenida Fernando Vilela com a Rua México (de 0,00 para 0,25) e com a Rua Arlindo Teixeira (de 0,20 para 0,44) e também no cruzamento da Avenida João Pessoa com a Avenida Vasconcelos Costa (de 0,10 para 0,56). Observa-se na figura que vários locais apresentaram redução no número de acidentes registrados, o que permite concluir que não houve a migração de acidentes para a área no entorno do cruzamento em questão. Novamente, não se pode concluir que houve migração de acidentes para a área de monitoramento.

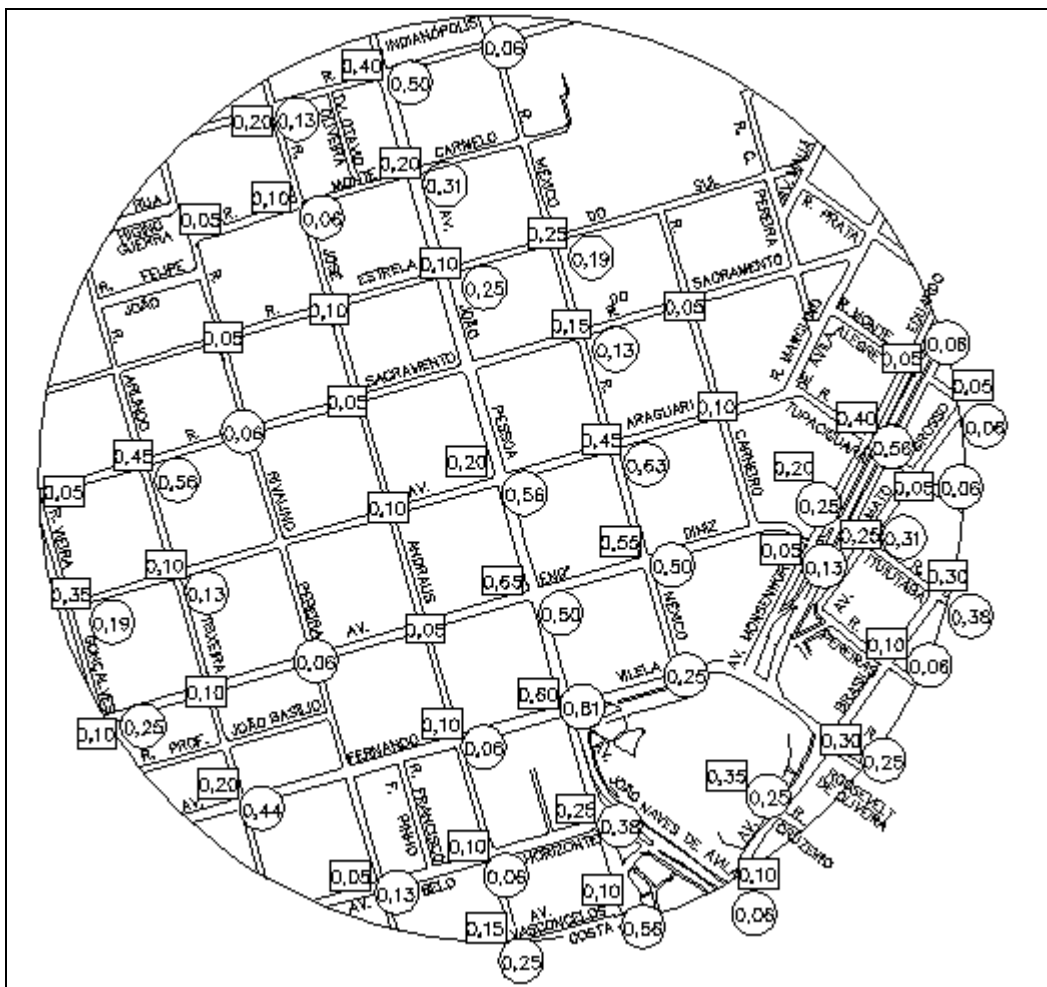


Figura 21 – Taxa mensal de acidentes registrados nos anos de 2002, 2003 e 2004 - Av. João Pessoa cruzamento com Av. Araguari. Legenda:

- Taxa mensal de acidentes registrados antes da implantação do MEV
- Taxa mensal de acidentes registrados depois da implantação do MEV

Na Figura 22 observa-se que no cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari a UPS diminuiu de 12 no, ano de 2002, para 5, no ano de 2003, e aumentou para 20, no ano de 2004. Os acidentes diminuíram de 3, no ano de 2002, para 2, no ano de 2003, e aumentaram para 8, no ano de 2004. Portanto, houve aumento tanto no número de acidentes quanto na UPS no ano de 2004.

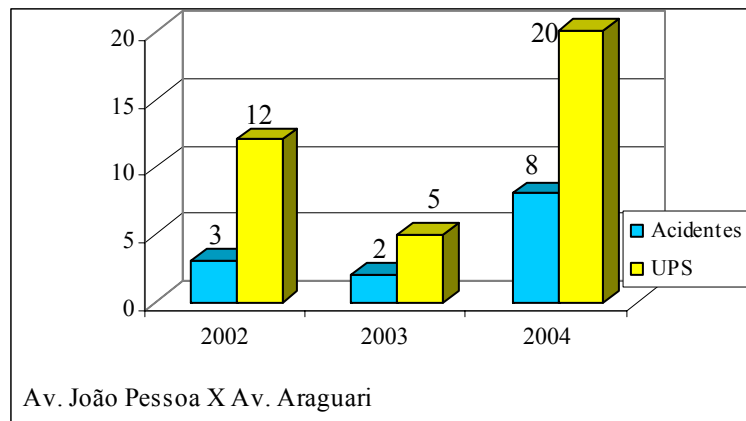


Figura 22 – Número de acidentes e UPS para o cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari

Na Figura 23 observa-se a variação do índice de UPS, de 4,00, para o ano de 2002, e que se manteve em 2,50, para 2003 e 2004. Pode-se concluir que a gravidade dos acidentes não variou nos dois últimos anos de análise.

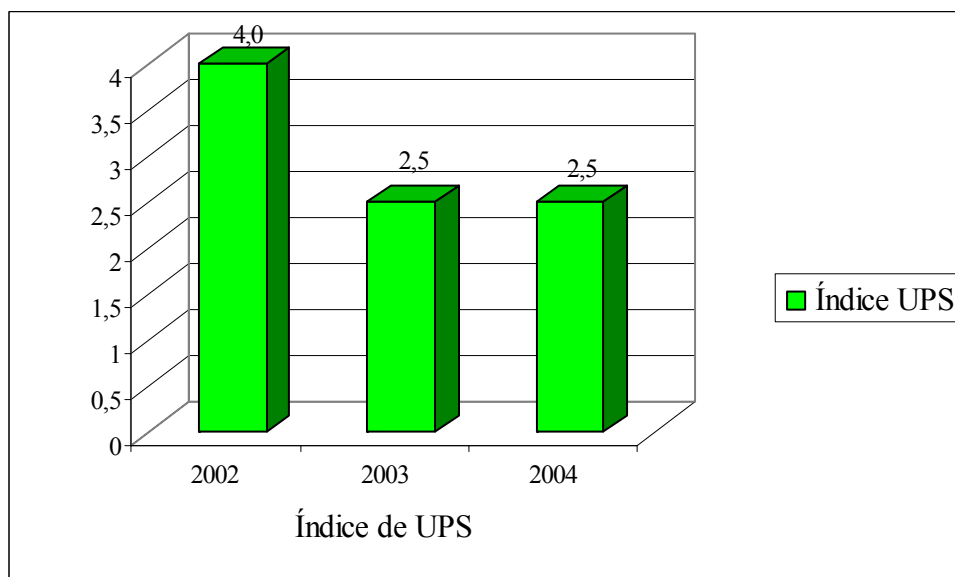


Figura 23 – Comparação dos índices de UPS para o cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari nos anos de 2002, 2003 e 2004.

4.3 SÍNTESE

A Tabela 11 mostra, para os três cruzamentos analisados, o resultado da variação, antes e depois da instalação do MEV, da taxa mensal de acidentes para o cruzamento e para a sua respectiva região de monitoramento. A variação percentual, antes e depois da instalação do MEV, no volume médio mensal de veículos também é mostrada.

Tabela 12 – Variação da taxa mensal de acidentes e volume médio mensal de veículos

Cruzamento	Taxa mensal de acidentes no cruzamento	Taxa mensal de acidentes na região de monitoramento	Variação do volume médio mensal de veículos no cruzamento
Av. Rondon Pacheco com Av. Nicomedes Alves dos Santos	+75%	+57%	+20%
Av. Av. Marcos de Freitas Costa com Av. Fernando Vilela	-27%	-22%	+9%
Av. João Pessoa com Av. Araguari	+180%	+21%	-1%

Observa-se, na Tabela 12, que a taxa mensal de acidentes nos três cruzamentos variou de maneira diferente, onde em dois houve aumento e em um houve redução. Os aumentos e reduções foram mais sensíveis no cruzamento onde foi instalado o MEV do que na região de monitoramento, com expressiva diferença para o cruzamento das avenidas João Pessoa e Araguari, onde ocorreu o maior aumento da taxa. Não houve relação entre a variação da taxa de acidentes com a variação no volume mensal de veículos nos cruzamentos em questão, já que no cruzamento da Avenida Marcos de Freitas Costa com a Avenida Fernando Vilela ocorreu redução da taxa mesmo com aumento no volume de veículos e o contrário ocorreu no último cruzamento.

Após a análise dos dados observou-se que na região de monitoramento pertencente ao cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos houve um acréscimo na quantidade total de acidentes registrados após a implantação do MEV, o mesmo ocorrendo com a região pertencente ao cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela. Já na região de monitoramento pertencente ao cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari houve uma redução na quantidade de acidentes registrados após a implantação do MEV.

Observou-se, após a análise individual dos cruzamentos que a quantidade de acidentes registrados aumentou nos cruzamentos da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos e da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela e reduziu no cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari. O mesmo ocorreu com a variação do volume de veículos nos cruzamentos.

O índice de UPS não teve um comportamento homogêneo, variando de maneira diferente nos três cruzamentos.

Conclui-se que, após a análise das regiões de monitoramento, não existe uma variação padrão na quantidade de acidentes registrados nos cruzamentos pertencentes às mesmas e também na variação do volume de veículos dos principais cruzamentos das zonas de monitoramento.

A distribuição espacial dos acidentes nos cruzamentos das regiões de monitoramento não ocorreu de maneira homogênea, sendo que em cada uma delas o comportamento foi diferente, o que se pode concluir que a implantação do MEV não atingiu o objetivo na redução de acidentes nas três regiões analisadas.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

Esta pesquisa analisou uma possível migração do local de ocorrência de acidentes para uma região no entorno desse local, com 500 m de raio, quando é implantado um dispositivo de fiscalização de velocidade, como um medidor eletrônico de velocidade – MEV, em determinada interseção urbana.

Estatisticamente falando, a verificação da migração de acidentes teria que ser feita comparando locais onde foram instalados os MEVs com locais sem os medidores, ditos locais de controle. A comparação seria feita com base na verificação do número de acidentes antes e depois da instalação do MEV, na interseção e na região no entorno dela. A escolha dos locais teria que ser muito bem estudada de maneira a se ter locais semelhantes e com as mesmas características. Isso, no entanto, é algo muito difícil de conseguir numa rede urbana de vias, pois cada local tem as suas características particulares e o tratamento que se faz em um local pode não surtir o mesmo efeito em outro, levando o analista a conclusões errôneas.

A indisponibilidade de dados dificultou uma análise mais abrangente e em um maior número de cruzamentos que tiveram MEVs instalados. Os cruzamentos analisados nesta pesquisa tiveram comportamentos diferentes em relação ao aumento no número de acidentes antes e depois da instalação do MEV. No último cruzamento a redução foi pequena (-3%). Nos três cruzamentos analisados na pesquisa, no entanto, foram registrados aumentos no volume de veículos que passaram pelo local nos anos pesquisados.

No caso do cruzamento da Avenida Nicomedes Alves dos Santos com a Avenida Rondon Pacheco foram analisados 70 cruzamentos na área de monitoramento, sendo que em 36

deles foram registrados acidentes nos anos avaliados (2002, 2003 e 2004). Observou-se que ocorreu um aumento, tanto na quantidade do número de acidentes registrados, quanto no UPS depois de instalado o MEV. A implantação do MEV como medida mitigadora na redução de acidentes não foi satisfatória neste caso. Observou-se, também, neste cruzamento, que após a implantação do MEV e com a mudança no sentido de direção do tráfego, de mão dupla para única, na Av. Nicomedes Alves dos Santos a partir da Av. Rondon Pacheco em direção ao centro da cidade e da alteração no sentido de direção do tráfego, de mão dupla para única, na Rua Augusto César a partir do centro da cidade em direção à Avenida Rondon Pacheco, houve um aumento na quantidade do número de acidentes, tanto no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos, como no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César, de 32 para 70 e de 14 para 28, respectivamente. Não se pode concluir que houve migração de acidentes, pois as maiores variações ocorreram no próprio cruzamento onde foi instalado o MEV e num cruzamento próximo, também com elevado volume de veículos.

No caso do cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela foram analisados 54 cruzamentos na área de monitoramento, sendo que em 28 deles foram registrados acidentes nos anos avaliados (2004, 2005 e 2006). Observou-se que houve um acréscimo, tanto na quantidade de acidentes registrados, quanto no UPS, depois de instalado o MEV, mas em porcentagem bem menor se comparado ao cruzamento anterior. Comparando-se com o cruzamento anterior, pode-se concluir que a implantação do MEV como medida mitigadora na redução de acidentes, neste caso, foi satisfatória. Analisando-se a zona de monitoramento verificou-se que não houve migração de acidentes de trânsito e, em alguns cruzamentos, observou-se que houve um decréscimo na quantidade de acidentes registrados como, por exemplo, nos cruzamentos da Av. Fernando Vilela com a Rua Paes Leme (de 5 para 3) e na Av. Marcos de Freitas Costa com Av. Araguari (de 11 para 9). Em outros cruzamentos houve um acréscimo na quantidade de acidentes registrados como, por exemplo, nos cruzamentos da Av. Marcos de Freitas Costa com Av. Fernando Vilela (de 9 para 11), e Av. Marcos de Freitas Costa com Av. Vasconcelos Costa (de 7 para 12), tendo este último a maior variação percentual.

No caso do cruzamento da Av. João Pessoa com Av. Araguari foram analisados 52 cruzamentos na área de monitoramento, sendo que em 50 deles foram registrados acidentes nos anos avaliados (2002, 2003 e 2004). Observou-se que houve um decréscimo, tanto na

quantidade de acidentes registrados, quanto no UPS, depois de instalado o MEV, embora em porcentagem pequena se comparado aos cruzamentos anteriores. Pode-se concluir que a implantação do MEV como medida mitigadora na redução de acidentes, neste caso, foi satisfatória. Analisando-se a zona de monitoramento verificou-se que não houve migração de acidentes de trânsito e, em alguns cruzamentos, observou-se que houve um decréscimo na quantidade de acidentes registrados como, por exemplo, nos cruzamentos da Av. João Pessoa cruzamento com Av. Eng^o. Diniz (de 13 para 8); Av. Eng^o. Diniz com Rua México (de 11 para 8); Av. Brasil com Rua Cruzeiro dos Peixotos (de 7 para 4) e Av. Brasil com Rua Roosevelt de Oliveira (de 6 para 4). Em outros cruzamentos houve um acréscimo na quantidade de acidentes registrados como, por exemplo, nos cruzamentos da Av. João Pessoa cruzamento com Av. Araguari (de 4 para 9); Av. João Pessoa com Av. Estrela do Sul (de 2 para 4); Av. João Pessoa com Av. Vasconcelos Costa (de 2 para 9) e Av. Fernando Vilela com Rua Arlindo Teixeira (de 4 para 7).

Analisando-se os dados gerais da quantidade de acidentes registrados e da UPS na cidade de Uberlândia, entre os anos de 2004 e 2006, concluiu-se que houve um acréscimo na quantidade de acidentes registrados entre os anos de 2004 e 2006 e um decréscimo no valor da UPS entre os anos de 2005 e 2006, o mesmo ocorreu com o cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com Av. Fernando Vilela, com a diferença que a quantidade de acidentes registrados também diminuiu, após a implantação do MEV.

Nos cruzamentos da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos e da Av. João Pessoa com Av. Araguari isto não ocorreu, isto é, houve um aumento, tanto na quantidade de acidentes registrados, quanto na soma de UPS nos três anos analisados, inclusive após a implantação do MEV.

A taxa mensal de acidentes nos três cruzamentos variou de maneira diferente, no caso do cruzamento da Avenida Nicomedes Alves dos Santos com a Avenida Rondon Pacheco a taxa mensal de acidentes variou de 2,00, antes da implantação do MEV, para 3,50 após a implantação do mesmo. No caso do cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela a taxa mensal de acidentes variou de 0,67, antes da implantação do MEV, para 0,49 após a implantação do mesmo. No caso do cruzamento da Av. João Pessoa com a Av. Araguari a taxa mensal de acidentes variou de 0,20, antes da implantação do MEV, para 0,56 após a implantação do mesmo. Os aumentos e reduções foram mais sensíveis no

cruzamento onde foi instalado o MEV do que na região de monitoramento, com expressiva diferença para o cruzamento das avenidas João Pessoa e Araguari, onde ocorreu o maior aumento da taxa.

A variação do volume médio mensal de veículos ocorreu de maneira diferente nos cruzamentos onde o MEV foi instalado. No cruzamento da Avenida Nicomedes Alves dos Santos com a Avenida Rondon Pacheco a variação foi de +20%, no cruzamento da Av. Marcos de Freitas Costa com a Av. Fernando Vilela a variação foi de +9% e no cruzamento das avenidas João Pessoa com a Av. Araguari a variação foi de -1%

Não houve relação entre a variação da taxa de acidentes com a variação no volume mensal de veículos nos cruzamentos em questão, já que no cruzamento da Avenida Marcos de Freitas Costa com a Avenida Fernando Vilela ocorreu redução da taxa mesmo com aumento no volume de veículos e o contrário ocorreu no último cruzamento.

Esses dados mostram que não há um comportamento homogêneo na ocorrência de acidentes, na taxa mensal de acidentes e na soma de UPS nos cruzamentos pertencentes à zona de monitoramento após a implantação dos MEVs. Deve-se avaliar a disposição da malha viária, sinalização dos cruzamentos e das vias e comportamento dos condutores na influência de acidentes de trânsito.

Conclui-se, que não só a implantação de MEVs, mas mudanças na geometria e mão de direção de ruas e avenidas podem contribuir para o aumento localizado no número de acidentes. No entanto, de acordo com a metodologia e critérios adotados, não se pode concluir que houve migração de acidentes para locais vizinhos quando qualquer dessas mudanças seja feita, uma vez que a ocorrência de acidentes pode muitas vezes ser devida ao fato aleatório do mesmo.

Ao se analisar os dados de acidentes registrados nos cruzamentos em estudo e sua distribuição espacial, pôde-se concluir que não houve a migração de acidentes para outros cruzamentos dentro da zona de monitoramento.

Pôde-se concluir, também, que a ocorrência dos acidentes apresenta-se apenas um fenômeno aleatório e meramente estatístico e a variabilidade dos acidentes, após o tratamento, ocorreu de maneira aleatória. Fatores como a disposição da malha viária e os sentidos de direção do tráfego não determinam um comportamento padrão na distribuição

dos acidentes.

Novos estudos para redução de acidentes neste cruzamento deverão ser realizados e esta é a recomendação deste trabalho. Sugestões de novos estudos serão encaminhadas ao setor de trânsito da prefeitura para tratamento no cruzamento em análise.

Conclui-se, portanto, que não só a implantação de MEVs, mas mudanças na geometria e mão de direção de ruas e avenidas podem contribuir para o aumento localizado no número de acidentes. No entanto, não se pode concluir que haja a migração de acidentes para locais vizinhos quando qualquer dessas mudanças seja feita, uma vez que a ocorrência de acidentes pode muitas vezes ser devida à natureza aleatória dos mesmos.

Esta pesquisa baseou-se apenas no número de acidentes da região de monitoramento, no volume de veículos e severidade dos acidentes na interseção em estudo, onde o MEV está instalado. Outras características dos acidentes, como a severidade dos mesmos e a variação volumétrica na região de monitoramento, deveriam ter sido levadas em conta na avaliação. Motoristas podem desviar do local onde foi instalado um medidor eletrônico de velocidade e podem provocar acidentes mais graves em locais próximos que não estão preparados para receberem um aumento de volume de tráfego.

O estudo de caso nesta pesquisa envolveu apenas três cruzamentos. O motivo para isso foi a indisponibilidade de dados antes e depois da implantação de qualquer medida de fiscalização e controle de tráfego em área urbana. É evidente que novos cruzamentos deveriam ser pesquisados, mas esses cruzamentos, além da necessidade de monitoramento de dados antes e depois da medida mitigadora, devem possuir características semelhantes em termos de geometria, volume de veículos, dispositivos de controle de tráfego etc. Sabe-se que isso é algo difícil de conseguir numa área urbana, principalmente pela necessidade de se analisar um cruzamento onde foi instalado um dispositivo de fiscalização e compará-lo com um outro semelhante, mas sem o dispositivo, dito de controle. Essa recomendação fica, então, para pesquisas futuras.

Em síntese, recomenda-se um maior investimento em campanhas educativas de trânsito permanentes, ou seja, durante todo o ano e não apenas na Semana do Trânsito.

A criação de um setor específico para a realização das estatísticas de acidentes dentro da SETTRAN é de fundamental importância, juntamente com a adoção de um maior rigor no

armazenamento de dados referente às pesquisas.

Para as novas pesquisas necessita-se a inclusão de outras características nos cruzamentos, comparando-se com o método do MT, com o objetivo de uma maior aproximação da realidade local, como se pode observar ao longo desta dissertação.

A proposta apresentada pelo MT pode ser reavaliada com a inclusão de mais variáveis referentes aos cruzamentos analisados como, por exemplo, a tipologia do acidente, limites de velocidade, volume de tráfego, quantificação dos conflitos, severidade dos acidentes, data da implantação da medida mitigadora, tipologia dos conflitos, dados dos condutores e dos veículos.

A proposta é de implantação das medidas apresentadas com o objetivo de reduzir a alta quantidade de acidentes de trânsito em Uberlândia com conseqüente redução no número de vítimas e sofrimentos da população.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DETRANS. **Curso a distância para formação de instrutor de trânsito**. Direito Legal feito junto à Biblioteca Nacional sob Registro nº. 134.678, livro 214, folha 138. Módulo 1, 1999, 180p.

BOYLE, A.J.; WRIGHT, C.C. **Accident ‘migration’ after remedial treatment at accident blackspots**. Traffic Engineering and Control, v. 25, n. 5, p. 260-267, 1984.

_____. **Letter to the Editor**. Traffic Engineering and Control, v. 26, n. 7/8, 1985, p. 389.

BRANDÃO, L.M. **Medidores eletrônicos de velocidade. Uma visão da engenharia para implantação**. Curitiba. Editora Perkons, 1ª. edição, 2006. 150 p.

BRASIL. CTB – **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília. Editora Coleção dos Manuais, 2ª. edição, 2006.

BTCE – Bureau of Transport and Communication Economics, **Evaluation of the black Spot Program**. REPORT 90, p. 251-264, 1995.

Câmara Municipal de Uberlândia. **Projeto de Lei Nº. 7827**, de 19 de Julho de 2001, 2006.

CARDOSO, G.; GOLDNER, L.G. **Aplicação de modelos de previsão de acidentes para determinar os principais fatores de risco para colisões e os resultados esperados a partir da adoção de medidas corretivas**. XIV CLATPU. Congresso Latinoamericano de Transporte Público e Urbano. Rio de Janeiro, RJ, 2007, 12p.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução Nº. 146 de 27 de Agosto de 2003**. Disponível em: <www.detrannet.mg.gov.br>. Acesso em: novembro de 2004.

_____. **Resolução Nº. 214**, de 13 de Novembro de 2006. Disponível em: <www.detrannet.mg.gov.br>. Acesso em: novembro de 2006.

_____. **Resolução Nº. 39**, de 21 de maio de 1998. Disponível em: <www.detrannet.mg.gov.br>. Acesso em: novembro de 2006.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros**, 1997, 90p.

DUTRA, E. M.; MEIRELLES C. A. A. e MEDEIROS, S. C. A. **Técnica de identificação de pontos críticos de acidentes de trânsito baseada na categoria funcional da via**. Anais do XVII ANPET. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Rio de Janeiro, RJ, v. 1, 2003, 11p.

FRAMARIM, C. S. **Procedimento para monitorar medidas voltadas à redução dos acidentes no sistema viário**. Dissertação de Mestrado. UFRGS, Escola de Engenharia: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 2003, 154p.

FRAMARIM, C. S.; CARDOSO G. e LINDAU, L. A. **O Impacto dos Controladores Eletrônicos de Velocidade na Redução de Acidentes**. Anais do XVII ANPET Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Rio de Janeiro, RJ, 2003, v. 1, 2003, p. 530-541.

HUDDART, K. W. **Accident migration – true or false?** Traffic Engineering and Control, v. 25, n. 5, p. 267, 1984.

LEVINE, D. W.; GOLOB, T. F. e RECKER, W. W. **Accident migration associated with lane-addition projects on urban freeways**. Traffic Engineering and Control, v. 29, nº. 12, 1988, p. 624-629.

LUPTON, K.; JARRET D. F.; WRIGHT C. C.; MOUNTAIN, L. J. e FAWAS, B. A. A **Database for assessing the safety effects of highway improvements**. Traffic Engineering and Control, v. 37, n. 5, p. 321-326, 1996.

MAHER, M. J. **Accident migration – a statistical explanation?** Traffic Engineering and Control, v. 28, n. 9, p. 480-483, 1987.

MCGUIGAN, D. R. D. **Accident migration - or a flight of fancy?** Traffic Engineering and Control, v. 26, n. 4, p. 229-233, 1985.

PERSAUD, B. **'Migration' of accident risk after remedial blackspot treatment**. Traffic Engineering and Control, v. 28, n. 1, p. 23-26, 1987.

MESQUITA, A. P. **Características físico-operacionais de cruzamentos urbanos e**

ocorrência de acidentes. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Brasília, 1995, 108 p.

MJ – Ministério da Justiça. **Ofício nº. 097/2007/Del4.17/4SRPRF/MG**, 2007.

MT – Ministério dos Transportes. **Procedimento para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito.** Brasília, 2002, 74 p.

OESP. JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. **Escolas Ensinarão Trânsito**, São Paulo, 14/01/1972.

PMU – Prefeitura Municipal de Uberlândia. **Relatório de estatística de acidentes de trânsito de Uberlândia.** Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes, 2006, 128 p.

_____. **Relatório de estatística de acidentes de trânsito de Uberlândia.** Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes, 2007, 128 p.

RAIA JR., Archimedes Azevedo e SANTOS, Luciano dos. **Tendências de deslocamento espacial dos acidentes de trânsito em São Carlos com o uso da técnica de elipse de desvio padrão.** XIV CLATPU. Congresso Latinoamericano de Transporte Público e Urbano. Rio de Janeiro, RJ, 12 p., 2007.

SILVA, José Aparecido da. **Psicologia do trânsito, comportamento e legislação.** Revista ABRAMET – Associação Brasileira de Medicina de Tráfego, Ano XXI, nº. 41, p. 42, 2003.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Métodos quantitativos aplicados a pesquisa em ensino.** Seminário 3. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~lang/metodos_quantitativos_3.pdf>. Acesso em: acesso em dezembro de 2007, 32 p.

YAMADA, G.M. e Ferraz, A. C. P. **Impacto dos radares fixos na velocidade e na acidentalidade em uma rodovia brasileira.** CETRAMA. Revista do Centro de Estudos e Meio Ambiente. Universidade Federal da Bahia, v. 3, n. 1, p. 9-15, 2006.