

# Medidores Eletrônicos de Velocidade.

Uma visão da engenharia para implantação.

*Lúcia Maria Brandão*

Desde 13 de Dezembro de 2011 está em vigor a Resolução do CONTRAN nº 396/2011, que dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para fiscalização da velocidade de veículos automotores. Essa Resolução, tendo revogado as Resoluções do CONTRAN nº 146/2003, 214/2006 e 340/2010, representa um avanço no que se refere a critérios para implantação de equipamentos medidores eletrônicos de velocidade, uma vez que identifica definições para diferentes tipos de equipamentos, com pretensões de diferenciar aplicações e situações de uso, embora sem clareza e objetividade em seu escopo.

Apresenta ainda uma alteração importante nos padrões de projeto de sinalização viária complementar para implantação desses equipamentos, considerando que a partir de sua publicação não mais se exige a presença de sinalização vertical informando a existência de fiscalização de velocidade.

Ambos os aspectos são bastante positivos, e vêm ao encontro dos objetivos específicos do Método dos Cenários de Risco, que distingue equipamentos ostensivo, semi-ostensivo e não-ostensivo, aplicados a diferentes situações e nível periculosidade, e que dependendo do nível de ostensividade requerida pode exigir a presença de sinalização vertical de informação sobre a existência da fiscalização de velocidade.





Lúcia Maria Brandão

Manual teórico-prático

# Medidores Eletrônicos de Velocidade.

Uma visão da engenharia para implantação.



2011  
2ª edição

©Copyright by Lúcia Maria Brandão  
©Copyright by Perkons S.A.

1ª edição - 2006  
2ª edição - 2011

---

Brandão, Lúcia Maria  
Medidores eletrônicos de velocidade: uma visão da engenharia para implantação. / Lúcia Maria Brandão. / Curitiba:  
Perkons, 2011.  
134 p.

ISBN 85-99962-01-9

1. Engenharia. 1. Título

CDD 620

---

Tradução e reprodução proibidas, total ou parcialmente, conforme a Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



R. Humberto de Alencar Castello Branco, 388 | 80330 000 | Pinhais/PR/Brasil  
[www.perkons.com](http://www.perkons.com) | [contato@perkons.com](mailto:contato@perkons.com)

Dedico esta obra a todos que ocupam suas vidas  
trabalhando por um trânsito seguro.





*A busca por melhor qualidade de vida exige  
tratamento aos problemas de trânsito como  
primeiro passo na administração das cidades.*

*da Autora*





Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para elaboração deste Manual. Em especial a Maria Amélia Marques Franco, José Mario Fonseca de Andrade, Idaura Lobo Dias e Nelson Arcie, colaboradores da Perkons, que mais uma vez incentivou e apoiou o desenvolvimento de um trabalho científico oferecendo informações sobre sua experiência nesta atividade que foram fundamentais para minha compreensão sobre o tema. Agradeço distintamente ao Eng. Hugo Pietrantonio, Professor Doutor da Escola Politécnica da USP, por sua importante colaboração durante a discussão teórica desta obra, pela recomendação de diversas referências bibliográficas atualizadas e por seu essencial empenho em discutir e validar aspectos fundamentais aqui propostos.



# Sumário

Lista de Siglas e Reduções .....	11
Apresentação .....	13
Capítulo 1   A proposição de um novo método para o apoio à intervenção em engenharia de tráfego .....	15
O papel da engenharia de tráfego .....	16
A proposta de um novo método para intervenção .....	17
Capítulo 2   Aspectos legais para implantação de medidores eletrônicos de velocidade .....	19
Capítulo 3   Redução de acidentes de trânsito: Os critérios adotados pela engenharia de tráfego .....	21
Etapa 1 - Levantamento e organização de dados de acidentes .....	22
Etapa 2 - Identificação e hierarquização de Locais Críticos (LCs) .....	22
Etapa 3 - Investigação de causas prováveis de acidentes .....	23
Etapa 4 - Recomendações de projetos de engenharia .....	24
Etapa 5 - Intervenção e monitoração local .....	24
Capítulo 4   O excesso de velocidade como fator comprovado de risco .....	27
A velocidade veicular e a incidência e severidade dos acidentes de trânsito .....	27
Capítulo 5   Método dos Cenários de Risco - Redução e prevenção de acidentes de trânsito por excesso de velocidade .....	39
Capítulo 6   Etapa 1 - Reconhecimento dos cenários de risco .....	45
Procedimentos para reconhecimento dos cenários de risco .....	49
Capítulo 7   Etapa 2 - Hierarquização dos cenários de risco .....	51
Procedimentos para identificação de Locais Críticos (LCs) .....	51
Capítulo 8   Etapa 3 - Tratamento dos cenários de risco .....	61
Regulamentação da velocidade das vias de circulação .....	61
Seleção de equipamentos medidores de velocidade .....	69
Elaboração de projetos executivos .....	74
Implantação dos equipamentos selecionados .....	80
Capítulo 9   Etapa 4 - Avaliação de desempenho dos medidores eletrônicos de velocidade .....	83
Avaliação de desempenho técnico dos equipamentos .....	83
Avaliação de desempenho econômico dos equipamentos .....	88
Capítulo 10   Aplicação prática do Método dos Cenários de Risco .....	97
Considerações finais .....	111
Referências bibliográficas .....	113
Anexo I – Procedimentos para reconhecimento e hierarquização de cenários de risco .....	119

Anexo II – Modelos de planilhas para levantamento de dados .....	123
Anexo III – Exemplos de cenários de risco .....	129
Anexo IV – Diagnóstico de zona de velocidade e modelos de MEVs associados a cenários de risco .....	133

## Lista de Siglas e Reduções

**AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials  
**ATEV:** acidente de trânsito por excesso de velocidade  
**B/C:** relação benefício/custo  
**BO:** boletim de ocorrência de acidentes  
**C/E:** relação custo/eficácia  
**CET:** Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo  
**Cód.:** código  
**CONTRAN:** Conselho Nacional de Trânsito  
**CTB:** Código de Trânsito Brasileiro  
**DENATRAN:** Departamento Nacional de Trânsito  
**DER:** Departamento de Estradas de Rodagem  
**DNER:** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (atual DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes)  
**FEV:** fiscalização eletrônica de velocidade  
**FHWA:** Federal Highway Administration  
**IPEA:** Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas  
**IPR:** Instituto de Pesquisas Rodoviárias  
**IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo  
**LC:** local crítico  
**LTSA:** Land Transport Safety Authority  
**MBST:** Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito  
**MEV:** medidor eletrônico de velocidade  
**MT:** Ministério dos Transportes  
**MUTCD:** Manual on Uniform Traffic Control Devices  
**NIM:** Núcleo de Informação sobre Mortalidade  
**OMS:** Organização Mundial da Saúde (ver também WHO)  
**RO:** registro de ocorrência  
**V85:** valor correspondente ao percentil 85 da distribuição de velocidades  
**VDM:** volume diário médio  
**VRI:** velocidade relativa de impacto  
**WHO:** World Health Organization



## Apresentação

A presente obra apresenta um método racional para o tratamento de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito por Excesso de Velocidade, como roteiro à tomada de decisões para a redução e prevenção de acidentes com vítimas, especialmente as graves e fatais.

Organizada em dez capítulos, apresenta o **Método dos Cenários de Risco** - de aplicação fácil e direta -, e leva em consideração, principalmente, as lacunas existentes no Anexo I da Resolução nº 146/2003 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), referente ao Estudo Técnico para Instalação de Equipamentos Medidores de Velocidade.

Com o objetivo de auxiliar os órgãos e entidades gestores de trânsito, um método foi desenvolvido e descrito, como um manual teórico-prático, para orientar o reconhecimento dos cenários de risco de acidentes de trânsito, o procedimento de hierarquização dos cenários reconhecidos e o tratamento dos cenários de risco, considerando como solução tipo a implantação de medidores eletrônicos de velocidade e o desempenho desses equipamentos.

O primeiro capítulo contextualiza a situação da atividade de gestão do trânsito no Brasil, mostrando o papel da engenharia de tráfego como suporte técnico indispensável para intervenções do sistema de trânsito; o segundo capítulo destaca os aspectos legais relevantes ao tema; o terceiro capítulo discute os métodos existentes para tratamentos de locais críticos em acidentes de trânsito e fornece ao leitor uma visão geral sobre as técnicas mais utilizadas; o quarto capítulo demonstra as relações físicas entre velocidade e a incidência e severidade dos acidentes de trânsito; o quinto capítulo sintetiza o **Método dos Cenários de Risco** como um caminho fácil para a redução e prevenção de acidentes de trânsito graves e fatais; o sexto capítulo discute a primeira etapa desta metodologia, referindo-se ao processo de reconhecimento dos cenários de risco de acidentes de trânsito; o sétimo capítulo discute a segunda etapa,



referindo-se ao procedimento de hierarquização dos cenários de risco reconhecidos; o oitavo capítulo apresenta a terceira etapa desta metodologia, referindo-se aos critérios para tratamento dos cenários de risco; o nono capítulo discute a quarta e última etapa desta metodologia, que se refere à avaliação de desempenho da solução indicada na etapa anterior; o décimo capítulo apresenta um exemplo prático de aplicação da metodologia proposta; considerações para encaminhamentos futuros encerram a obra.

O presente documento foi elaborado com base nos fundamentos e critérios da engenharia de tráfego, considerando estudos realizados e experiência profissional da autora.

# A proposição de um método simples para apoio à intervenção em engenharia de tráfego

As nações desenvolvidas têm realizado estudos para reduzir os acidentes de trânsito e minimizar seus danos para o indivíduo e a sociedade. Em nosso país, essa preocupação é mais recente, passando a ser incorporada às atividades rotineiras dos órgãos gestores de trânsito somente após a disseminação de manuais técnicos elaborados por iniciativa do governo federal, em parceria com instituições de ensino superior.

Nesse aspecto, merecem menção os Manuais de Sinalização da década de 1980, atualizados através das Resoluções nº 180/2005, nº 236/2007 e nº 243/2007 do CONTRAN, com a aprovação do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e o Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito, publicado para apoiar o PARE - Programa de Redução de Acidentes no Trânsito, do Ministério dos Transportes (MT, 2002).

Apesar desses esforços, dificuldades metodológicas são enfrentadas pelo fato de que os acidentes de trânsito são eventos raros e pela própria natureza imprevisíveis, somente observáveis após sua ocorrência e não reproduzíveis para estudos científicos.

A dificuldade em determinar as causas de acidentes de trânsito em função da variedade de fatores contribuintes para a ocorrência dos mesmos, aliada a circunstâncias aleatórias, tornam árdua a tarefa de escolher medidas realmente eficazes na redução dos acidentes e seus danos.

Vários são os fatores contribuintes para os acidentes de trânsito, destacando-se quatro grupos básicos, freqüentemente relacionados entre si:

FATORES QUE CONTRIBUEM  
PARA O ACIDENTE DE TRÂNSITO

- **Fator humano** - refere-se à educação e preparo do cidadão para o trânsito, suas condições físicas e psicológicas e sua capacidade de julgamento.
- **Fator veículo** - refere-se às condições de manutenção, conservação e desempenho do veículo e equipamentos integrantes (de segurança, potência, aerodinâmica, estabilidade etc.).
- **Fator via** - refere-se às características físicas da via. É o principal fator de atuação da engenharia, incluindo aspectos da geometria, sinalização, regulamentação e uso da via, bem como da pavimentação e condições de tráfego em operação na mesma.
- **Fator ambiente** - refere-se aos condicionantes do tempo e visibilidade, e aspectos como o uso e ocupação do solo e interferências.

A estes fatores imediatos, podem-se acrescentar outros fatores estruturais de grande importância, os aspectos institucionais e sociais, o conjunto de dispositivos legais relacionados e a ação do policiamento de trânsito.

A interrelação de todos esses fatores caracteriza o comportamento do cidadão no trânsito, sendo importante para o escopo deste trabalho ressaltar que a velocidade excessiva resulta das situações de risco pela união dos fatores veículo, via, ambiente e comportamento humano.

## O papel da engenharia de tráfego

A engenharia de tráfego apresenta ferramentas e suporte técnico para análise e intervenção no sistema de trânsito, buscando melhorias na qualidade de vida. Objetiva reduzir custos decorrentes do tempo gasto nos deslocamentos, dos desgastes da pavimentação e do veículo e dos danos em acidentes, e garantir a circulação, a parada e o estacionamento de forma segura e organizada. É possível reduzir significativamente o número de acidentes através da engenharia de tráfego, gerando grandes melhorias sociais, independentemente da ocorrência de mudanças na conduta das pessoas no trânsito (GOLD, 1998).

Os investimentos em engenharia de tráfego em geral são de baixo custo, apresentam resultados imediatos mas possuem influência local, devendo ser complementados com outras formas de ação, como campanhas publicitárias e educativas.

## **A proposta de um método simples para intervenção**

O **Método dos Cenários de Risco**, proposto neste documento, tem o intuito de reduzir e prevenir acidentes de trânsito por excesso de velocidade, reconhecido como uma das principais causas de acidentes graves e fatais.

Concebida com base nos fundamentos e critérios constantes de trabalhos científicos, disponíveis na literatura consagrada, o método identifica situações locais de risco, ora denominadas cenários de risco, e a adequação da velocidade para operação segura de tráfego, indicando como solução a implantação de medidores de velocidade no auxílio à fiscalização dos parâmetros de velocidade definidos.



# Aspectos legais para implantação de medidores eletrônicos de velocidade

A locomoção no território nacional em tempo de paz é livre. Segundo o art. 5º, inciso XV da Constituição Federal, qualquer pessoa, nos termos da lei, pode entrar, permanecer ou sair do País com seus bens.

Entretanto, o direito constitucional de Ir e Vir possui um conjunto de normas para discipliná-lo: a legislação de trânsito. A acelerada mudança que ocorreu nas últimas décadas no setor levou à necessidade de constituir novas medidas de segurança para o trânsito de pessoas. Com esse propósito, foi promulgado o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei nº 9503 de 23/09/97, que passou a vigorar a partir de 22 de janeiro de 1998 em substituição ao antigo Código Nacional de Trânsito.

O CTB estabelece em seu art. 1º, § 2º que o TRÂNSITO SEGURO é direito de todos e DEVER dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito; e em seu art. 5º dispõe "que o Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades".

Dessa forma, as autoridades responsáveis pelo trânsito, dentro de sua circunscrição e suas competências, devem criar condições para um trânsito seguro, orientar e educar as pessoas para o exercício desse direito de forma cidadã, e fiscalizar o cumprimento às regras estabelecidas, punindo àqueles que não se adequarem e desobedecerem a essas normas, promulgadas em favor de toda coletividade.

Para assistir à administração pública nessa tarefa, o CTB prevê no art. 28º, § 2º a utilização de equipamentos eletrônicos auxiliares à fiscalização, como os medidores eletrônicos de velocidade, sendo as demais atividades correlatas regulamentadas através de normatizações, como resoluções do CONTRAN e portarias do DENATRAN.

Desde a idealização da tecnologia de medição eletrônica de velocidade, na década de 90, diversas normas foram regulamentadas, de acordo com a evolução desses sistemas e de sua aplicação nas vias de tráfego. Atualmente, está em vigor a Resolução do CONTRAN nº 146 de 27 de agosto de 2003, que dispõe sobre os requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semirreboques.

Embora suas disposições tenham sido alteradas e acrescidas pelas Resoluções nº 165 de 10 de setembro de 2004, nº 202 de 25 de agosto de 2006, nº 214 de 13 de novembro de 2006 e nº 340 de 25 de fevereiro de 2010, a Resolução nº 146/2003 do CONTRAN ainda deixa lacunas quanto aos procedimentos de obtenção e análise dos dados exigidos para realização do estudo técnico, a que se refere em seu artigo 3º, parágrafo 2º.

A inexistência de orientações para realização do “estudo técnico”, quanto ao tratamento de informações levantadas, e a inexistência de parâmetros para sua análise podem certamente levar o responsável por sua elaboração a erros, resultando possivelmente em proposições de instalação desnecessária de equipamentos medidores de velocidade, ou de modelos inadequados à situação em estudo.

Ainda com base na Resolução nº 146/2003, a ausência de procedimentos para definição de limites de velocidade nos trechos de via em análise, e a falta de esclarecimento sobre que modelo de equipamento de fiscalização eletrônica se adequa a cada diferente nível de velocidade, demonstram a ineficácia do referido estudo técnico em identificar causas e aplicar tratamento adequado.

Um tratamento adequado implicaria na seleção de limites seguros de velocidade e na implantação de equipamentos apropriados à situação de conflito observada. Proposições que podem ser obtidas com a aplicação do Método dos Cenários de Risco.

Proceder com intervenções no sistema de trânsito e promover, assim, melhorias na mobilidade e na qualidade de vida do cidadão, eliminando o número de vítimas graves e fatais e reduzindo os danos e perdas dos acidentes que não puderam ser evitados, tem sido um grande desafio da gestão de trânsito e transportes.

As técnicas existentes para análise, redução e prevenção de acidentes de trânsito disponíveis na literatura apresentam procedimentos semelhantes entre si, ainda sendo mais comuns os Programas de Tratamento de Locais Críticos (LCs) e os Programas de Aplicação de Soluções Típicas (STs), também chamadas de Soluções-Tipo (iluminação ou focos semaforicos em travessias de pedestres, redutores de velocidade, avanço dos focos veiculares ou revisão dos entreverdes nos semáforos).

O processo inicia-se pela atividade de levantamento de informações sobre acidentes para identificação dos LCs e investigação de prováveis causas, seguido da proposição de recomendações de projetos de engenharia para intervenção local, conforme mostrado no Diagrama 1.

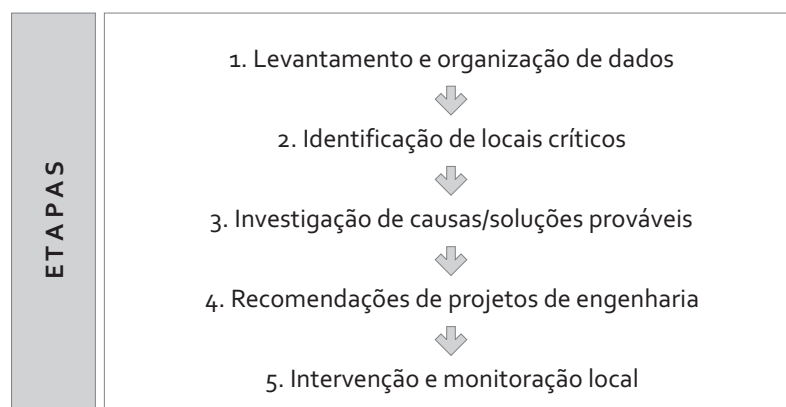


Diagrama 1 - Programas para Redução de Acidentes de Trânsito na Engenharia de Tráfego



## **Etapa 1 – Levantamento e organização de dados de acidentes**

Na maioria das cidades brasileiras, os registros de acidentes de trânsito são realizados pela Polícia Militar do Estado, através do preenchimento do Boletim de Ocorrência de Acidentes (BO), que consiste no documento mais completo para o resgate dessas informações.

No entanto, nas capitais, somente acidentes com vítimas são atendidos no local com preenchimento do BO. Os acidentes sem vítimas que chegam a ser contabilizados não são consignados com informações detalhadas como as do BO, pois a ocorrência é registrada em delegacias ou comandos de policiamento - sem a presença na cena do acidente - através do Registro de Ocorrência (RO), solicitado por uma das partes envolvidas (motivada por razões burocráticas ou judiciais).

No caso de acidentes com morte, os hospitais são obrigados a informar à Polícia Civil local, eventualmente Delegacia de Trânsito, para o encaminhamento de inquéritos policiais, estando as delegacias afins munidas de informações sobre vítimas fatais por acidentes de trânsito.

Outras fontes de informações de igual importância podem existir e devem ser consultadas, como os Núcleos de Informação sobre Mortalidade (NIMs), vinculados às Secretarias Municipais de Saúde. Nos últimos dez anos os NIMs vêm se estruturando para obter e manter atualizadas as informações sobre as vítimas de trânsito. Estes órgãos realizam o acompanhamento de todo o tratamento médico-hospitalar das vítimas até a cura ou óbito, mesmo que decorra um ano ou mais, alimentando o banco de dados das delegacias de polícia, em caso de óbito. Os Institutos Médicos Legais também registram informações sobre as vítimas fatais.

Deste modo, as informações dos BOs devem ser complementadas com dados da Polícia Civil (Delegacia de Trânsito em cidades médias e grandes) e outros órgãos, sobre mortes posteriores, e com dados dos hospitais, sobre vítimas em geral.

Normalmente é preciso cruzar os dados dos BOs com as informações das fontes de acompanhamento para manter a consistência e evitar duplicidades, especialmente sobre o local de ocorrência do acidente.

## **Etapa 2 - Identificação e hierarquização de Locais Críticos (LCs)**

Para seleção e hierarquização de LCs pode-se adotar como critério o total de acidentes, o tipo, a gravidade e a frequência de acidentes, a periculosidade do trecho (expressa pelo total de acidentes em relação ao volume de veículos no ano) e/ou as

reclamações da comunidade, de acordo com o resultado que se pretende.

Os critérios de identificação de LCs encontrados na literatura são classificados em:

**CRITÉRIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS**

- **Método Numérico Absoluto** - Considera a quantidade de acidentes de forma absoluta, sem relacioná-los a qualquer outra variável. O custo social do acidente de trânsito é visto como uma sofisticação desse método.
- **Método Numérico Relativo** - Considera a quantidade de acidentes, mas dentro de um universo de possibilidades, levando em conta os riscos ou periculosidade (frequência de acidentes *versus* volume de tráfego) e as tendências (evolução histórica na frequência de acidentes) para o local em estudo.
- **Técnica de conflitos** - Baseia-se na relação entre acidente e suas causas e as situações de conflitos de tráfego ou de quase-acidentes e suas causas. Pode ser usada para identificar locais críticos potenciais, em que nenhum acidente foi registrado, e como diagnóstico auxiliar para tratamento de locais críticos em que ocorreram acidentes.
- **Auditoria de segurança** - Baseia-se na ação preventiva de verificação de fatores de risco. O auditor, especialista em análise de acidentes e segurança viária, aplica uma lista de verificação sistemática, desenvolvida para detectar deficiências importantes. A verificação pode ser realizada nas etapas de projeto, antes da liberação das vias ao tráfego, ou como revisão da segurança em vias existentes.

Os critérios baseados em dados de acidentes são ainda preferidos, sempre que a informação estiver disponível e for atualizada. A mais recente recomendação federal, o manual do Programa PARE, por exemplo, recomenda a utilização dos métodos numéricos baseados nos totais ou taxas de acidentes ou de severidade (MT, 2002, pg.19). Se os dados de acidentes não estiverem disponíveis (como em ações preventivas) ou não forem aplicáveis (por mudanças ocorridas nos locais), pode-se usar as técnicas de análise de conflitos (PIETRANTONIO, 1991) ou de auditoria de segurança viária (MARTINEZ *et al.*, 1995).

### **Etapa 3 - Investigação de causas/soluções prováveis de acidentes**

Identificados e hierarquizados os LCs, procede-se à análise dos dados constantes dos BOs, mantidos pela polícia militar. Realizam-se, também, estudos *in loco* e entrevistas com testemunhas do acidente e parentes das vítimas, para se obter informações mais completas e facilitar o diagnóstico das causas dos acidentes.

O tratamento clássico de pontos críticos normalmente encontra problemas específicos em cada local. Espera-se encontrar um padrão dominante que revele as deficiências críticas do lugar. Isso normalmente é possível nos locais com maior frequência de acidentes, apesar dos fatores aleatórios que podem contribuir para a ocorrência de um ou outro acidente.

Os padrões dominantes dos acidentes variam de local para local e, portanto, o tipo de tratamento pode também variar. Devem-se buscar os fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes passíveis de eliminação, através de intervenções de engenharia ou ações educativas e/ou de fiscalização.

Os programas clássicos de soluções típicas, por sua vez, avaliam o potencial de redução de acidentes decorrente da aplicação do tratamento considerado. Por exemplo, a iluminação de travessias pressupõe a ocorrência de atropelamentos em horário noturno. As soluções típicas podem ser complementadas por ações diversas, seja no projeto para cada local seja através de campanhas educativas ou de fiscalização, adequados ao tipo de problema tratado.

#### **Etapa 4 - Recomendações de projetos de engenharia**

Após a determinação das causas prováveis, propõem-se medidas de engenharia para reduzir o risco de ocorrerem outros acidentes semelhantes àqueles sob investigação.

No tratamento clássico de pontos críticos, cada local crítico exige estudo e projeto específicos, em resposta às características ali dominantes. A complexa atuação do órgão de trânsito deve ser cuidadosa, de modo a evitar que as mudanças introduzidas não produzam novas situações de risco.

Nos programas clássicos de soluções típicas, deve-se verificar os detalhes aplicáveis a cada caso (evitando o risco de aplicar um projeto padrão que ignora especificidades de cada local) e a necessidade de ações complementares.

#### **Etapa 5 - Intervenção e monitoração local**

Com base nas recomendações de projetos, desenvolvem-se e implementam-se as soluções para os problemas verificados nos locais críticos, através da elaboração de projetos executivos, análise de viabilidade técnica e econômica, implantação e monitoramento dos mesmos.

Este é um passo, infelizmente negligenciado com frequência, que permite ajustar os tratamentos ou soluções empregados. Novamente, podem ser utilizados procedimentos baseados em dados de acidentes ou as técnicas de análise de conflitos ou auditoria de segurança. Em qualquer dos casos, é importante aferir e demonstrar os resultados obtidos (e, eventualmente, ajustar rapidamente as intervenções).



O presente documento volta sua atenção especialmente aos acidentes que resultam em perdas pessoais, dedicando preferência à defesa da vida e preservação da saúde, em consonância com a Política Nacional de Trânsito, devendo, portanto, tratar prioritariamente dos locais com acidentes que resultam em vítimas fatais e em pessoas feridas, mormente aquelas cujos ferimentos podem resultar em seqüelas permanentes, vítimas feridas graves.

### **ACIDENTES DE TRÂNSITO**

O acidente de trânsito é um evento não intencional, em via pública, envolvendo um ou mais indivíduos e que produz danos materiais e/ou pessoais, por força externa e alheia. Pode, quanto às conseqüências, classificar-se em:

→ **Acidentes sem vítimas**

Resultam apenas em danos materiais, sem ferimentos físicos.

→ **Acidentes com vítimas**

Acarretam ferimentos em pelo menos uma das pessoas envolvidas.

→ **Acidentes com vítimas fatais**

Resultam no falecimento de uma ou mais pessoas envolvidas.

## **A velocidade veicular e a incidência e severidade dos acidentes de trânsito**

A velocidade como fator crítico nos acidentes de trânsito é amplamente reconhecida. A Organização Mundial da Saúde (OMS), revela que, nos países desenvolvidos, a velocidade contribui, aproximadamente, com 30% das mortes nas estradas, ao passo que, nos países em desenvolvimento, a velocidade é o fator principal em 50% dos acidentes de trânsito. (WHO, 2004)

A velocidade veicular excessiva aumenta a frequência de acidentes porque

reduz o tempo disponível para decidir a manobra correta a uma dada distância e aumenta o tempo ou a distância necessária para executar a manobra evasiva (parar ou simplesmente reduzir a velocidade do veículo, desviar de obstáculos ou de conflitos com pedestres, ciclistas, ...). A velocidade torna também mais provável o atingimento do limite de resistência do pavimento contra derrapagem ou o limite de estabilidade dos veículos contra tombamento, nos acidentes em curva (especialmente no caso de veículos pesados).

Em certas situações, a distância percorrida enquanto o motorista reage a um perigo elimina totalmente a possibilidade de ação, e o acidente ocorre em alta velocidade. Mesmo se a manobra já foi iniciada, a distância existente pode ser insuficiente para o veículo parar ou desviar, e aumenta, assim, a velocidade de impacto.

A distância percorrida durante o tempo de reação antes do início da manobra é diretamente proporcional à velocidade desenvolvida, e a distância adicional necessária à manobra é em geral mais sensível e aumenta com o quadrado da velocidade.

Existe outro aspecto importante: a probabilidade de perda de controle do veículo aumenta conforme a velocidade empreendida, seja em uma situação que exija uma manobra evasiva emergencial, ou diante de um evento inesperado que produza um curso de colisão ou que retire o veículo do seu curso normal na via. Contextos que tornam essas circunstâncias mais prováveis (como curvas acentuadas) merecem atenção especial.

Percebe-se, portanto, que a velocidade é uma questão decisiva para a segurança viária, devido a essa estreita relação entre a velocidade de deslocamento e as limitações humanas envolvidas. Mesmo motoristas inexperientes em geral reconhecem a necessidade de reduzir a velocidade diante de situações desconhecidas ou de perigo, como forma de prover tempo adicional para percepção e reação. Motoristas experientes confirmam essa tendência natural de autoproteção, mas a percepção deficiente dos riscos reais existentes no trânsito mostra que a necessidade de manter uma velocidade prudente é muitas vezes negligenciada e, desse fato, resultam os acidentes.

Em caso de acidente, a velocidade de impacto é responsável pelo nível de danos e gravidade de ferimentos. Isso também é explicado pelas leis da Física. A energia cinética de um veículo em movimento é função de sua massa e de sua velocidade ao quadrado. Em um acidente, a Velocidade Relativa de Impacto (VRI), dos corpos envolvidos (veículo em movimento e obstáculo a esse movimento) determina a

energia cinética a ser dissipada no choque ou na colisão por fricção, aquecimento e deformação da massa dos veículos.

Geralmente, quanto maior a energia a ser dissipada na colisão, maior o potencial de danos para os envolvidos, ocupantes do veículo ou pedestres. O choque ou colisão mobiliza forças muito grandes, que correspondem a uma desaceleração drástica dos corpos (os veículos e, o mais preocupante, seus ocupantes). A desaceleração ocorre em frações de segundo, e é tanto mais intensa quanto maior a VRI entre os veículos.

Por exemplo, se a 100 km/h uma frenagem normal detém o veículo em 10 segundos e uma frenagem crítica faz o mesmo em 3 ou 4 segundos, um choque é absurdamente mais extremo e anula esta velocidade em cerca de 2 décimos de segundo. Para isso é necessário exercer uma força 20 a 50 vezes maior que o peso do corpo (variável em função da massa e rigidez dos corpos envolvidos).

As colisões frontais, as colisões com veículos pesados e os atropelamentos são especialmente preocupantes. No entanto, qualquer acidente com pouco tempo de reação ou resultante de falhas de percepção graves dos outros elementos do tráfego, em que a velocidade de impacto é quase a velocidade total do veículo, tem enorme possibilidade de produzir danos e ferimentos graves.

Sendo a energia cinética determinada pelo quadrado da velocidade do veículo, no caso de acidente, a probabilidade de ferimentos graves tende também aumentar na mesma proporção. Por exemplo, um aumento de 10%, 30% e 50% na velocidade (de 50 para 55, 65 e 75 Km/h) resultaria, respectivamente, em 21%, 69% e 125% de aumento na energia cinética e acarretaria um potencial de dano proporcionalmente maior (STUSTER *et al.*, 1998).

Essas informações teóricas são amplamente comprovadas por estudos empíricos, alguns dos quais destacamos a seguir:

#### ➔ Velocidade de Impacto e Gravidade dos Acidentes

O Departamento de Tráfego Britânico comprova a relação entre a velocidade de impacto e a gravidade das lesões, demonstrando que, a 32km/h, 5% dos pedestres atingidos morrem, 65% sofrem lesões e 30% sobrevivem ileso; a 48km/h, 45% morrem, 50% sofrem lesões e 5% sobrevivem ileso; a 64km/h, 85% morrem, e os 15% restantes sofrem algum tipo de lesão.

A Tabela 1 mostra os dados organizados a partir desse estudo:



Velocidade de Impacto (km/h)	Vítimas Fatais (%)	Feridos (%)	Ilesos (%)
32	5	65	30
48	45	50	5
64	85	15	-

Tabela 1 - Velocidade de Impacto e Gravidade das Lesões

Fonte: U.K.Department of Transport: Traffic Calming Regulation, Traffic Advisory Leaflet 7/93, 1993 (apud STUSTER et al., 1998)

#### ➔ Mudança de Velocidade no momento do Impacto

BOWIE e WALTZ (1994), analisando acidentes em vias de sentido duplo, com base nos dados do *National Accident Sampling System*, do governo dos EUA, concluem que a possibilidade de ferimentos em um acidente depende da mudança da velocidade (delta V) no momento do impacto. Como mostra a Tabela 2, o risco de um ferimento moderado ou mais grave era de 5% quando delta V era menor que 16 Km/h e aumentou para mais de 50% quando delta V excedeu 48km/h.

delta V (Km/h)	Ferimento Moderado (%)	Ferimento Grave (%)
1-16	4.5	1.0
17-32	10.6	2.6
33-48	29.2	11.1
49-64	53.4	27.9
65-80	67.2	40.6
80+	69.3	54.3

Tabela 2 - Possibilidade de Ferimentos dos Ocupantes pela Variação na Velocidade no Momento do Impacto (delta V)

Fonte: BOWIE Jr., N.N.; WALTZ, M. *Data Analysis of the Speed-Related Crash Issue*, *Auto and Traffic Safety*, vol.2, winter, 1994 (apud STUSTER et al., 1998).

#### ➔ Relação entre Gravidade dos Acidentes com a Velocidade Praticada e com o Limite de Velocidade

Os estudos anteriormente apontados mostram uma relação clara, reiteradamente obtida por diversos estudos, entre a velocidade de impacto ou o delta V no acidente com a gravidade resultante (fatalidade ou ferimento grave). Esta é também uma relação claramente apontada pelo estudo da física dos acidentes. Do ponto de vista da Engenharia de tráfego, no entanto, pode-se perguntar se a mesma relação é evidenciada quando a análise focaliza variáveis mais diretas, como a velocidade de operação na via (a velocidade média do tráfego ou o V85). Ou então quando é analisada contra os limites de velocidade fixados nas vias. Será que ambos reduzem a gravidade dos acidentes de trânsito?

Os estudos científicos existentes também afirmam amplamente estas relações, seja para colisões ou para atropelamentos, em diferentes condições ou tipos de usuários. Pode-se citar, novamente, os dados obtidos a partir das estatísticas americanas, que são bastante confiáveis. Isto inclui os dados do NASS - *National Accident Sampling System*, que são obtidos a partir de uma amostra e projetados para todo o país no GES (*General Estimates System*), e do FARS - *Fatal Accident Reporting System*, que é censitário e considera dados de todos os acidentes fatais registrados. LEAF e PREUSSER (1999), por exemplo, analisam a gravidade dos acidentes envolvendo pedestres. A relação da gravidade dos acidentes e os limites de velocidade estabelecidos nas vias está mostrada na Tabela 3, apresentada a seguir:

POSSIBILIDADE DE ACIDENTES POR SEVERIDADE DO FERIMENTO DO PEDESTRE EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE REGULAMENTADA PARA A VIA							
Severidade dos Ferimentos do Pedestre	Velocidade Regulamentada (Km/h)						Total
	<=32	40	48	56	64-72	80+	
Fatal	1,2%	1,8%	5,4%	4,1%	8,6%	22,2%	5,7%
Incapacitante	14,6%	18,2%	23,4%	23,4%	30,8%	26,0%	22,8%
Não incapacitante	39,9%	34,5%	32,4%	33,7%	26,5%	19,9%	31,7%
Leve ou nenhum	44,3%	45,5%	38,7%	38,8%	34,1%	31,9%	39,7%
Total de Ocorrência	11.564	84.948	45.672	40.521	24.013	45.672	279.528

**Tabela 3** – Possibilidade de Acidentes por Severidade do Ferimento do Pedestre em Função da Velocidade Regulamentada para a Via

Fonte: baseado em LEAF, W.A.; PREUSSER, D.F. *Literature Review on Vehicle Speeds and Pedestrian Injuries*, DOT-HS-809-021, National Highway Traffic Safety Administration, Department of Transport, USA, 1999, pág. 4.

Como os dados do NASS e do FARS não possuíam estimativas da velocidade e circulação antes de iniciar-se a reação ao risco de acidentes, os autores fizeram uma análise específica sobre esta relação a partir de dados do Estado da Flórida, onde esses dados estavam disponíveis com base nas estimativas feitas pelos técnicos que atenderam aos acidentes, obtendo os resultados constantes da Tabela 4, apresentada a seguir:

POSSIBILIDADE DE ACIDENTES POR SEVERIDADE DO FERIMENTO DO PEDESTRE EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE PRATICADA PARA A VIA							
Severidade dos Ferimentos do Pedestre	Velocidade Praticada (Km/h)						Total
	1-32	33-40	41-48	49-56	57-72	73+	
Fatal	1,1%	3,7%	6,1%	12,5%	22,4%	36,1%	6,5%
Incapacitante	19,4%	32,0%	35,9%	39,3%	40,2%	33,7%	27,0%
Não incapacitante	43,8%	41,2%	36,8%	31,6%	24,7%	20,5%	38,8%
Leve ou nenhum	35,6%	23,0%	21,2%	16,6%	12,7%	9,7%	27,7%
Total de Ocorrência	13.368	1.925	2.873	2.188	2.493	906	23.753

**Tabela 4** – Possibilidade de Acidentes por Severidade dos Ferimentos dos Pedestres em Função da Velocidade Praticada na Via

Fonte: baseado em LEAF, W.A.; PREUSSER, D.F. *Literature Review on Vehicle Speeds and Pedestrian Injuries*, DOT-HS-809-021, National Highway Traffic Safety Administration, Department of Transport, USA, 1999, pág. 4.

Em ambos os casos, a relação é bastante clara e consistente, permitindo afirmar que o efeito sobre a gravidade dos acidentes é real. É possível ver que a relação com a velocidade praticada é maior, como seria de esperar, dado que o limite de velocidade pode ser controlado com maior ou menor rigor (e deixar uma ampla margem de desrespeito por parte dos usuários da via). Mas ambas relações são fortes.

#### → Relação entre Risco Relativo de Acidentes e Velocidade Praticada

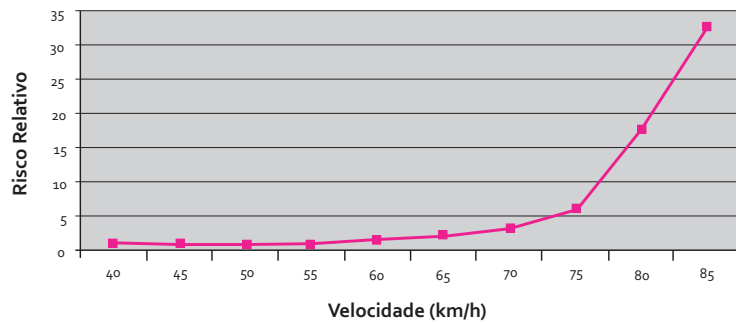
A análise sobre a relação entre a velocidade na via e o risco ou a freqüência de acidentes é bastante mais difícil. Isto decorre do fato de não ser possível uma simples tabulação da freqüência ou taxa de acidentes em relação à velocidade na via, como feito na análise da gravidade dos acidentes discutida até aqui.

As vias que permitem maiores velocidades são bastante diferentes das que permitem menores velocidades e são normalmente construídas para serem mais seguras.

Compare uma rodovia expressa, de classe especial, como a Rodovia dos Bandeirantes no Estado São Paulo, com as rodovias de pista simples ou vias urbanas que se espalham ao longo do país. A tabulação simples confunde o efeito no risco ou na freqüência de acidentes da maior velocidade praticada com o efeito de todos os demais fatores que diferenciam as vias (melhor alinhamento, mais faixas, interseções espaçadas ou em desnível, ausência de interferências, ...). Alguns destes fatores influenciam também a gravidade dos acidentes (em menor grau), mas a relação é tão forte que não chegam a mascarar os resultados.

Com relação ao risco de acidentes, os estudos científicos apresentaram resultados diversos, não plenamente concordantes, ao longo do tempo, até chegar-se a aperfeiçoamentos metodológicos que permitiram conclusões mais seguras. Pode-se citar dois resultados anteriores: o efeito Solomon, que indicava uma curva U de risco em função da velocidade (inicialmente decrescente e, então, crescente), e o efeito Lave, que relacionava o risco de acidente com a variância das velocidades na corrente de tráfego (mais do que com as velocidades). Além disso, a precariedade da informação sobre a velocidade efetivamente praticada pelos motoristas também confunde alguns métodos de análise baseados na velocidade especificamente desenvolvida pelos envolvidos nos acidentes (normalmente não mensurável, exceto com base em dados indiretos, e suspeita, se declaradas pelos envolvidos, ou imprecisa, se declaradas por testemunhas).

Com o amadurecimento metodológico, os estudos mais recentes passaram a mostrar de forma consistente uma relação sistematicamente crescente entre risco ou freqüência de acidentes e a velocidade praticada, para cada tipo de via. Exemplificando, pode-se tomar o estudo australiano de Kloeden *et al.*, 1997, que considerou somente acidentes ocorridos em rodovias nas quais os limites de velocidade eram de 60 km/h (potencialmente, vias similares) e utilizou um estudo de caso-controle em que, para cada acidente, foram amostrados aleatoriamente diversos controles (veículos similares, operando na mesma rodovia em condições similares de horário, fluxo, clima, iluminação etc). As velocidades dos envolvidos nos acidentes foram obtidas por análise de reconstrução de acidentes e o risco relativo foi obtido pela razão entre acidentados e não acidentados em cada faixa da distribuição de velocidades. Os resultados estão ilustrados a partir do Gráfico 1, a seguir, e mostram uma curva claramente crescente e abrupta.



**Gráfico 1** – Risco de Ocorrência de Acidentes em Função da Velocidade Prática na Via

Fonte: KLOEDEN, C.N.; MCLEAN, A.J.; MOORE, V.M.; PONTE, G. *Travelling Speed and the Rate of Crash Involvement. Report CR 172, Volume 1 (Findings), Federal Office of Road Safety, Canberra, Austrália, 1997.*

O risco de acidentes mostrou-se aproximadamente constante até 60 km/h (que foi utilizado como base de medida de risco relativo, recebendo o nível de risco 1) e, então, cresceu exponencialmente. O estudo original foi atualizado em 2002 e estendido para vias urbanas em 2001, obtendo resultados similares. O efeito Solomon (a curva U) não nega esta evidência de crescimento do risco, pelo menos a partir de um valor básico de velocidade, e o efeito Lave (da variância) apenas adiciona um outro fator relevante, a variância das velocidades. Portanto, com as evidências atuais deve-se também considerar que há um aumento de risco ou frequência de acidente com o aumento da velocidade em uma dada via. Uma revisão sobre estes estudos pode ser encontrada em Aarts *et al.* (2006).

Em suma, deve-se avaliar a contribuição da velocidade para a incidência e gravidade dos acidentes de trânsito, quando o contexto local dificulta a eliminação de riscos existentes.

A redução da velocidade deve ser relacionada à probabilidade de evitar acidentes ou de frear o veículo (o aumento da probabilidade de perda de controle do veículo também deve ser ponderado).

A avaliação deste aspecto depende do contexto específico do local em análise.

Tomando como exemplo a relação entre a visibilidade disponível e a frenagem veicular ou desvio lateral, a Tabela 5 mostra alguns valores típicos envolvidos em situações simples e situações inesperadas, em terreno nivelado (a Resolução 180/2005 recomenda aumentar a distância de frenagem de 3% para cada 1% de declive até 10%).

Situações complexas ou inesperadas podem ser bem mais difíceis de discernir e exigir tempos de reação bem maiores que as situações simples (como parar diante de um semáforo). Por exemplo, o manual de projeto viário da AASHTO (2001, pág.116)

recomenda tempos de decisão entre 10,2 e 14,5 seg para manobras evasivas que envolvem mudança de velocidade, trajeto e direção.

VELOCIDADE E DISTÂNCIA NECESSÁRIA PARA EVITAR O ACIDENTE								
Velocidade (km/h)	Distância percorrida durante a reação (m)				Distância adicional ao efetuar a manobra (m)			
	t=1,0 seg	t=2,5 seg	t=9 seg	t=15 seg	p/ parar, b=5 m	p/ parar, b=10 m	p/ desviar, d=1 m	p/ desviar, d=3 m
20	5,56	13,89	50,00	83,33	11,11	5,56	10,44	18,08
30	8,33	20,83	75,00	125,00	25,00	12,50	16,18	28,03
40	11,11	27,78	100,00	166,67	44,44	22,22	22,36	38,72
50	13,89	34,72	125,00	208,33	69,44	34,72	29,03	50,29
60	16,67	41,67	150,00	250,00	100,00	50,00	36,31	62,89
70	19,44	48,61	175,00	291,67	136,11	68,06	44,31	76,76
80	22,22	55,56	200,00	333,33	177,78	88,89	53,22	92,18
90	25,00	62,50	225,00	375,00	225,00	112,50	63,25	109,56
100	27,78	69,44	250,00	416,67	277,78	138,89	74,76	129,50
110	30,56	76,39	275,00	458,33	336,11	168,06	88,25	152,86
120	33,33	83,33	300,00	500,00	400,00	200,00	104,52	181,03

Tabela 5 – Velocidade e distância necessária para evitar o acidente

As distâncias calculadas para a Tabela 5 foram estimadas com velocidade constante. O tempo adicional de manobra foi estimado para frenagem e desvio. A frenagem (b) considerada foi de 5 km/h/seg ou 10 km/h/seg e o desvio foi calculado pela fórmula de Spindler para deslocamento (d) de 1 m e 3 m. Lembrando que o tempo de reação (t) é função da complexidade da situação, e depende do fato de ser um evento esperado ou inesperado no local ou trecho considerado.

Por exemplo, para uma situação simples mais inesperada em que a distância de visibilidade é limitada por obstruções físicas a 100 metros, a manobra de parada severa (b=10 km/h/seg) a partir de 80km/h consumiria 89 metros e os 11 metros restantes deixariam menos de 1 segundo como tempo de reação, quando o valor recomendado seria de 2,5 segundos. Com a velocidade limitada a 60 km/h, a manobra consumiria 50 m e os 50 metros restantes corresponderiam a um tempo de reação maior que os 2,5 segundos necessários (que consomem 42 metros).

Um procedimento semelhante permite analisar as manobras de desvio (para deslocamento de 1 ou de 3 metros), consideradas com velocidade constante. Em geral, a reação de parada é mais usual, exceto para altas velocidades (para as quais a percepção da impossibilidade de parada é intuitiva). Os tempos de reação requeridos para situações em que manobras de desvio são possíveis normalmente são maiores.

No caso ilustrado, a mudança de faixa inesperada (3 metros) a 80 km/h consumiria 92 metros e os 8 metros restantes também corresponderiam a um tempo de reação insuficiente.

A frenagem parcial também pode ser analisada notando que a distância para reduzir a velocidade entre dois valores equivale à diferença entre as distâncias de parada correspondente, adotando-se em geral uma desaceleração menor, dado que a situação é normalmente percebida como menos severa. Por exemplo, reduzir a velocidade de 60 km/h para 30 km/h com frenagem moderada (5 km/h/seg) consome 75 metros (100-25, os valores correspondentes a 60 e 30 km/h).

Pode-se, desta forma, ter uma idéia preliminar da severidade dos acidentes potencialmente acarretados pela deficiência existente. No exemplo, o tempo de reação de 2,5 segundos a 80 km/h consumiriam 56 metros e a distância efetiva de 44 metros com uma frenagem severa (10 km/h/seg) antes de uma potencial colisão permitiria reduzir a velocidade para algo como 60 km/h (que corresponde a  $89-50=39$  metros, indicando que a velocidade de impacto seria um pouco menor que 60 km/h).

Naturalmente, uma frenagem emergencial poderia reduzir a velocidade de impacto se não superasse o limite de aderência do pavimento (por exemplo, com pista seca), mas poderia acarretar perda de controle do veículo e trazer outros desdobramentos de risco.

O efeito da velocidade sobre a gravidade dos acidentes deve ser relacionada à VRI, entre os veículos envolvidos ou em relação aos obstáculos na via. A impossibilidade de reagir a tempo de frear o suficiente aproxima as velocidades praticadas das velocidades de impacto (os contextos que propiciam a ocorrência de erros de percepção também). A Tabela 5 mostra a magnitude da severidade provável.

LIMPERT (1994, pág. 653) cita que os esforços produzidos nos acidentes não devem superar limites correspondentes a aceleração de 80g sobre a cabeça e 60g sobre o peito, exceto para valores de pico cuja duração deve ser menor que 0,3 milissegundos. Valores como estes servem de diretriz para o projeto de sistemas de proteção veicular e rodoviário.

SEVERIDADE DO ACIDENTE POR TIPO EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE IMPACTO (g)								
Tipo de Acidente Velocidade de impacto (km/h)	Choque Obstáculo Fixo		Colisão Frontal, mesmo V		Colisão Traseira, veículo parado		Atropelamento	
	tempo de impacto (duração) = 0,2 seg	tempo de impacto (duração) = 0,05 seg	massa do veículo de passeio = 1000kg	massa do veículo de carga = 5000kg	massa do veículo de passeio = 1000kg	massa do veículo de carga = 5000kg	massa corporal do pedestre = 50kg	massa do crânio do pedestre = 5kg
20	2,83	11,34	5,67	11,12	2,83	5,56	5,40	10,24
30	4,25	17,01	8,50	16,67	4,25	8,34	8,10	15,35
40	5,67	22,68	11,34	22,23	5,67	11,12	10,80	20,47
50	7,09	28,34	14,17	27,79	7,09	13,89	13,50	25,59
60	8,50	34,01	17,01	33,35	8,50	16,67	16,20	30,71
70	9,92	39,68	19,84	38,90	9,92	19,45	18,90	35,82
80	11,34	45,35	22,68	44,46	11,34	22,23	21,60	40,94
90	12,76	51,02	25,51	50,02	12,76	25,01	24,30	46,06
100	14,17	56,69	28,34	55,58	14,17	27,79	26,99	51,18
110	15,59	62,36	31,18	61,14	15,59	30,57	29,69	56,30
120	17,01	68,03	34,01	66,69	17,01	33,35	32,39	61,41

Tabela 6 – Severidade do acidente por tipo em função da velocidade de impacto

A gravidade potencial dos acidentes ou severidade dos impactos está avaliada na Tabela 5 através da desaceleração média produzida (em valor múltiplo de  $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ), a partir da análise física da fase inicial, de deformação, de um primeiro impacto plenamente desenvolvido, em que os envolvidos atingem uma velocidade comum entre o final da fase de deformação e o antes do início da fase de restituição, sem considerar a fase de restituição e os demais impactos decorrentes do acidente.

Os tempos de impacto foram assumidos como sendo da ordem de 0,1 seg e afetam significativamente os resultados. Para os choques com obstáculo fixo, este efeito está exemplificado mostrando os valores de desaceleração média correspondentes a tempos de impacto de 0,2 seg (correspondente a obstáculo de material maleável) e 0,05 seg (correspondente a obstáculo de material rígido), ilustrando a magnitude das variações. Para as colisões e atropelamentos, admitiu-se um veículo de passeio com massa igual a 1000 kg colhendo o outro veículo ou pedestre envolvido.

Para os atropelamentos, foram exemplificados dois casos: o atropelamento com projeção frontal, que lança o pedestre para frente, e o atropelamento com rotação sobre o veículo, que leva ao choque do crânio do pedestre (admitindo-se massa igual a 5 kg) com a estrutura do veículo.

Embora a Tabela 6 apresente valores relativos para comparação, correspondente a diferentes situações de interesse para análise técnica, deve-se deixar claro que os valores são apenas indicativos, baseados em suposições simplificadoras diversas, e que limitam-se a representar o efeito do chamado “primeiro impacto”.

Tanto no caso dos ocupantes dos veículos como no caso dos pedestres, os ferimentos e fatalidades estão também relacionados com o “segundo impacto” (entre o ocupante e o interior do veículo ou entre o pedestre e os obstáculos no solo). Supõe-se também um impacto alinhado (não excêntrico) e totalmente desenvolvido.

Os dados mostrados correspondem, em essência, à avaliação da variação de velocidade produzida no acidente ( $\Delta V$ ) no durante o impacto, na fase inicial do primeiro impacto, chamada de fase de deformação ou contato (até que os envolvidos atinjam uma velocidade comum). A fase seguinte do primeiro impacto corresponde à fase de restituição ou separação. Em decorrência do evento inicial do acidente, outros eventos, como a perda de controle do veículo ou o arrastamento do pedestre para a pista de rolamento, podem acarretar sucessivos impactos com igual ou até maior potencial de produzir ferimento ou fatalidade. Uma análise mais precisa exige dados específicos e baseia-se nos princípios de reconstrução de acidentes (LIMPERT, 1994).

Como os comentários sobre os estudos científicos evidenciaram, a gravidade dos ferimentos é melhor relacionado de forma probabilística com as condições do acidente, como nos resultados mencionados na Tabela 1 para a probabilidade de fatalidade em atropelamento: 5% a 32 km/h, 45% a 48 km/h e 85% a 64 km/h.

Na Tabela 6, tomando-se a velocidade de 30 km/h, são mostrados valores de desaceleração média de 8,10 g para a fase inicial de um atropelamento com projeção frontal e 15,35 g para a fase inicial do choque do crânio no veículo um atropelamento com rotação do pedestre sobre o veículo. Estes valores devem ser comparados com a tolerância humana (de 40 a 50 g) para sugerir uma baixa chance de fatalidade, o que corresponderia à probabilidade de 5%, mencionada na Tabela 1, obtida a partir de estudos empíricos. Tomando a velocidade de 60 km/h, as desacelerações médias correspondentes fornecidas são de 16,20 g e 30,70 g e sugerem uma chance de fatalidade significativamente maior, que corresponderia à probabilidade de 85%, mencionada, obtida a partir de estudos empíricos. A relação probabilística para o potencial de ferimento ou fatalidade em um acidente pode ser entendida como decorrência das peculiaridades de cada evento inicial e dos seus desdobramentos, entre outros fatores.

A Tabela 6 considera a velocidade de impacto e não a velocidade praticada pelo veículo antes de iniciar-se a reação ao perigo de acidente. A análise para relacionar ambas as velocidades (praticada e de impacto) pode considerar os casos de frenagem parcial anteriormente discutidos, em relação à Tabela 5.





Para tratamento dos acidentes, a metodologia discutida no capítulo 3 procede à investigação criteriosa nos locais selecionados para estudo, com o objetivo de conhecer as causas ou fatores dos acidentes. A combinação de vários fatores potencializa o risco de acidentes em determinados locais. Cabe à Engenharia identificar os fatores responsáveis, em maior ou menor grau, pelos acidentes, e qual a relação entre eles, para que possam ser implementadas medidas corretivas.

Embora se reconheça que a velocidade excessiva nem sempre é o único fator responsável pela ocorrência de acidentes graves ou fatais, sabe-se que, uma vez eliminado um dos fatores causais do acidente, a probabilidade de ocorrência do mesmo diminui na proporção de sua contribuição. E, dependendo do grau de contribuição do fator, pode-se conseguir a eliminação total do risco de acidente.

Nos acidentes violentos, com vítimas graves e fatais, os estudos mencionados no capítulo anterior demonstram que trafegar com velocidade elevada aumenta a sua gravidade, e que em colisões a baixas velocidades, a gravidade dos acidentes é drástica e essencialmente reduzida ou eliminada.

O efeito geral a favor da segurança de trânsito produzido pela limitação da velocidade tem de ser utilizado com cuidado, em favor do cidadão.

Segundo os trabalhos clássicos (TRB, 1998), existem três razões básicas que justificam o estabelecimento de limites de velocidade:

- a imposição de riscos e custos (não compensados) a terceiros pela escolha inadequada de velocidade por motoristas individuais, relativos aos danos e ferimentos produzidos nos acidentes, mas também aos custos de policiamento, congestionamentos, entre outros, trazidos à sociedade;
- a existência de informação inadequada que limita a habilidade dos motoristas em avaliar a velocidade que seria segura em um local específico, especialmente se ele não é um usuário habitual do local e há características inesperadas;

- a existência de erros de julgamento dos motoristas em relação ao efeito real da velocidade sobre o risco de acidentes ou sobre sua gravidade.

A estas razões, poder-se-ia adicionar o fato de que os acidentes de trânsito (especialmente os mais graves) atingem aspectos personalísticos e produzem efeitos irreparáveis (morte e sofrimento pessoal), impossíveis de ponderar e incorporar totalmente nas avaliações dos custos sociais dos acidentes.

ELVIK (2002) menciona 4 métodos de determinação dos limites de velocidade:

- adaptá-los às velocidades praticadas (oV85, por exemplo);
- defini-los em função da geometria das vias;
- defini-los em função do tipo e nível de ocupação lideira;
- defini-los por métodos teóricos baseados na minimização do custo social.

Os métodos teóricos estudados por Elvik podem não ser operacionais em muitos contextos, por faltar um conhecimento estabelecido, mas importam por destacar diversos efeitos da limitação de velocidade, aumentando o tempo de viagem, em geral reduzindo o custo de transporte e a emissão de poluentes e a emissão de ruído pelo tráfego, além da melhoria na segurança de trânsito pretendida. A estes aspectos pode-se adicionar o custo de intervenção (investimento e operação).

Um outro método para definir limites de velocidade é especialmente relevante para este trabalho e tem como objetivo a Redução da Gravidade dos Acidentes, sendo associado com os programas "Visão Zero" sueco ou "Segurança Sustentável" holandês (SZWED *et al.*, 2005). Segundo estes critérios, deve-se garantir velocidades que tornem improváveis acidentes que resultem em ferimentos graves ou fatais, considerando os limites de tolerância biomecânica do corpo humana.

Para tanto, SZWED *et al.* (2005, pág.54) menciona que se deve limitar a velocidade de impacto observando os seguintes critérios:

- até 20 a 30 km/h em acidentes entre veículos e pedestres;
- até 20 a 30 km/h em acidentes entre veículos e motos;
- até 30 a 40 km/h em choques de veículos com árvores/postes;
- até 50 km/h em acidentes veiculares (colisões laterais).

As velocidades de tráfego naturalmente podem ser maiores, na medida em que haja visibilidade e tempo de reação suficientes para tornar efetivamente provável a frenagem e redução da velocidade até o impacto. Em condições adversas, estes valores deveriam ser adotados para a própria velocidade regulamentada, onde há risco efetivo de um acidente sem tempo de reação ou frenagem relevante.

Em termos práticos, ponderando os diferentes efeitos, a redução de velocidade

efetivada com apoio de dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade preenche a carência de opções onde intervenções alternativas são caras ou inviáveis.

Pelo exposto até aqui, este trabalho propõe etapas para definir, em linhas gerais, um programa eficaz de prevenção e redução de acidentes de trânsito em cujas causas esteja o excesso de velocidade. Esse programa prevê ações orientadas para a implantação de equipamentos medidores de velocidade e medidas complementares destinadas a promover sua eficácia e eficiência.

O **Método dos Cenários de Risco** para redução e prevenção de Acidentes de Trânsito por Excesso de Velocidade (ATEV) foi desenvolvido com base nos conceitos das ciências físicas, referidos no capítulo 4, que explicam a relação entre a velocidade e a incidência e gravidade de danos em caso de acidente de trânsito, comprovando que existe uma vinculação direta e exponencialmente proporcional entre a velocidade veicular e a probabilidade de ocorrência de acidentes, e mais, entre a velocidade de impacto do(s) veículo(s) envolvido(s) e a severidade dos danos decorrentes do acidente.

### **Etapas do Método dos Cenários de Risco**

#### **ETAPAS**

- ➔ **Etapa 1** - O processo tem início no reconhecimento dos cenários de risco de ATEV, culminando na elaboração de mapas para análise. Representando as situações potenciais de acidentes violentos, os cenários em que estão inseridos os ATEVs são identificados e reconstruídos em mapas;
- ➔ **Etapa 2** - Nessa etapa são hierarquizados os cenários reconhecidos para tratamento. Têm prioridade: (a) locais identificados como críticos em ATEV por ordem de importância, segundo critério a ser apresentado pela metodologia; (b) locais onde não há registros de acidentes com vítimas graves ou fatais apontados como perigosos pela comunidade ou pela mídia; (c) locais em que foram instalados recentes pólos geradores de tráfego, porém não há registros de acidentes com vítimas graves ou fatais;
- ➔ **Etapa 3** - Na etapa de tratamento dos LCs, definem-se níveis de velocidade compatíveis para zonas especiais de velocidade, seguidos da seleção, projeto e implantação do equipamento adequado às situações de conflito que compõem os cenários identificados;
- ➔ **Etapa 4** - A sistemática avaliação técnica e econômica dos equipamentos medidores de velocidade permite constatar parâmetros de desempenho dos equipamentos para análise e verificação dos resultados esperados. Em casos de discrepâncias entre os índices obtidos e os esperados, o processo deve ser revisto.

As etapas acima descritas, cujo fluxograma de procedimentos pode ser visualizado no Diagrama 2, são discutidas e detalhadas nos capítulos que se seguem.

O fato de o **Método dos Cenários de Risco** estar focada no tratamento de locais onde a principal causa do acidente de trânsito é o excesso de velocidade implica em procedimentos internos diferentes dos envolvidos em Programas de Tratamento de Pontos Críticos. Trata-se de um Programa de Ações ou Soluções Típicas, que assume ordem inversa nos procedimentos para redução e prevenção de acidentes. Isto ocorre porque as recomendações para projetos de engenharia já estão tipificadas de antemão, levando a definir como intervenção padrão a implantação de equipamentos medidores de velocidade para os cenários de risco em ATEV.

A adequação destes programas decorre do reconhecimento da importância do excesso de velocidade como causa de acidentes e de seus danos e da eficácia de aplicar como solução-tipo a implantação de equipamentos Medidores Eletrônicos de Velocidade (MEVs) nos locais onde o principal fator causal dos acidentes graves é a velocidade excessiva.

A utilização dos MEVs para redução e prevenção de ATEV baseia-se no fato de que a fiscalização do trânsito representa, comprovadamente, um dos meios mais eficazes para influenciar motoristas a reduzirem a velocidade de circulação a níveis desejáveis e seguros, conforme CANNELL e GOLD (2001), o que torna os MEVs instrumentos indispensáveis à Administração Pública no auxílio à fiscalização e gestão do trânsito.

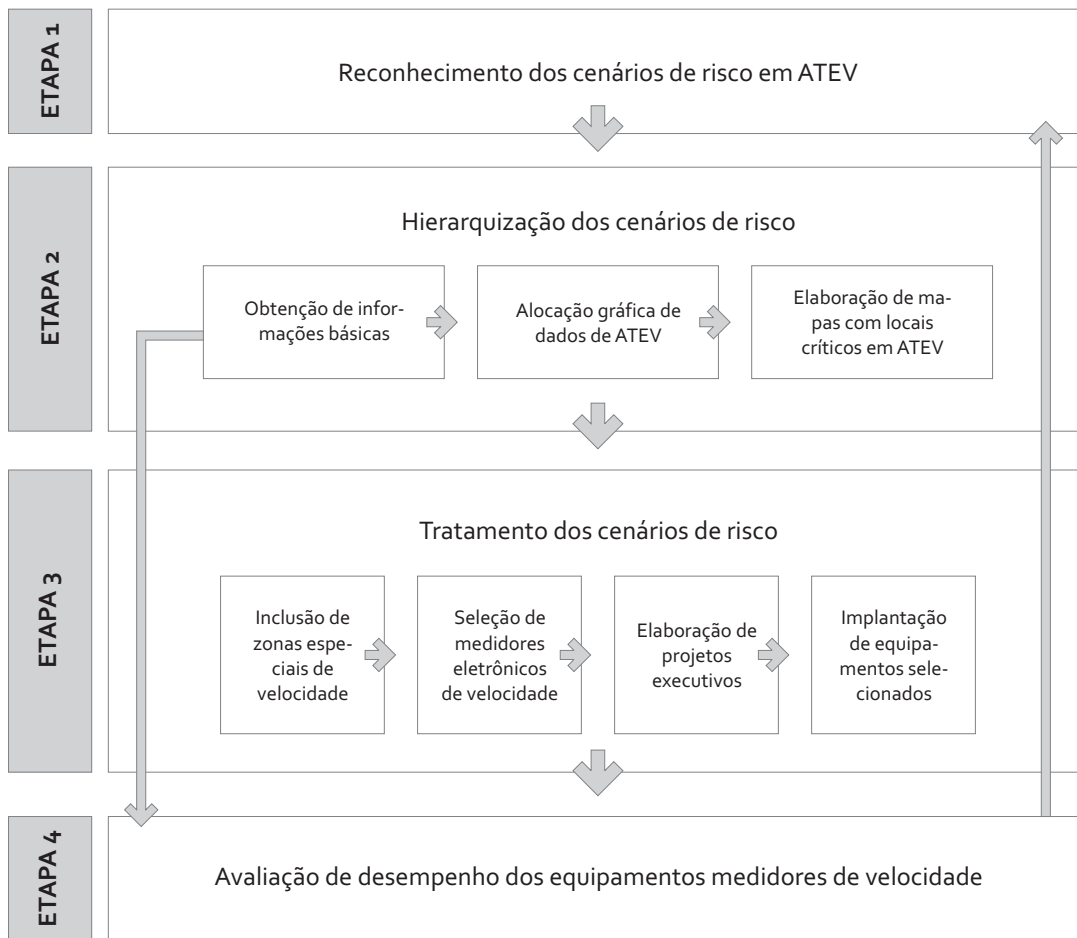


Diagrama 2 – Método dos Cenários de Risco - Procedimentos para redução e prevenção de ATEV

Um programa consistente de atuação baseado na utilização dos MEV tem o potencial de ser claramente entendido pelos usuários, obtendo como resultado final a redução efetiva da velocidade e do potencial de acidentes/danos relacionado. A aplicação criteriosa dos MEV e a definição de limites de velocidade adequados evita penalizar os cidadãos, seja pela imposição de multas injustificadas ou pelo aumento desnecessário dos tempos de viagem. Dois objetivos, a redução dos acidentes ou seus danos e o tratamento respeitoso aos cidadãos, são bastante favorecidos pela aplicação dos MEV dentro de um programa consistente, como o proposto pelo **Método dos Cenários de Risco**.



O **Método dos Cenários de Risco** para redução e prevenção de ATEV é organizado em quatro etapas interdependentes, embora apresentem características e procedimentos particulares.

Na Etapa 1, busca-se identificar as características do local, observando seu entorno e verificando a incompatibilidade de uso da via e sua ocupação lindeira, ou outros componentes físicos e ambientais que possam contribuir para ocorrência de ATEV.

As estatísticas de acidente de trânsito em cidades brasileiras, quando existentes, revelam que o pedestre é a principal vítima do trânsito e que, em média, 40% das mortes decorrem de atropelamento. Os acidentes de trânsito ocorrem geralmente pela inabilidade dos condutores e pedestres em reconhecerem as situações de risco. Mais recentemente, as estatísticas de mortes de ciclistas e de motociclistas vêm assumindo posição relevante, mesmo nas rodovias (ainda que em menor grau relativo).

As situações potenciais de acidentes violentos presentes nas áreas urbanas são resultado, principalmente, da incompatibilidade entre a função viária e a ocupação do solo lindeiro, refletindo-se no conflito entre mobilidade e acessibilidade. Por exemplo usuários utilizando equivocadamente vias locais para o tráfego de passagem, ou a presença de estabelecimentos comerciais em vias arteriais ou de trânsito rápido, como atratores de viagens a pé. Nas rodovias, por sua vez, as deficiências físicas são um fator importantes na produção de acidentes, em especial quando não há consistência entre trechos adjacentes.

Na verdade, em cada contexto, ambos os fatores estão presentes. A inconsistência com o entorno pode ser vista nos trechos de rodovia que atravessam áreas urbanas ou com ocupação lindeira significativa. As deficiências físicas manifestam-se também em áreas urbanas, em especial nas vias de maior velocidade



(sem deixar de mencionar problemas localizados, como os relacionados com deficiências de visibilidade em interseções ou travessias).

Existem situações da via e do entorno que contribuem para a ocorrência do acidente, situações que caracterizam cenários de risco. O reconhecimento de cada cenário (Etapa 1 do **Método dos Cenários de Risco**) consiste na determinação e identificação de locais potencialmente críticos em ATEV.

Como já referido anteriormente, essa tarefa busca levantar as características locais, observando seu entorno e verificando a incompatibilidade de uso da via e sua ocupação lindeira, e outros componentes físicos e ambientais que possam contribuir para a ocorrência de acidentes ou conflitos de tráfego. Essa verificação requer a compreensão prévia da função viária.

#### CARACTERIZAÇÃO DA FUNÇÃO VIÁRIA

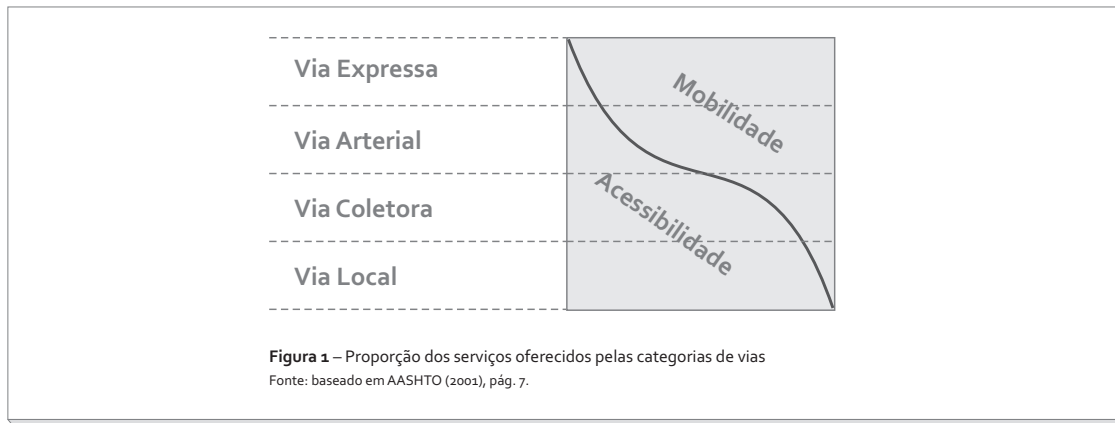
##### Mobilidade e Acessibilidade

A mobilidade está associada à facilidade de deslocamento, seja em número de veículos ou de sua velocidade. A acessibilidade se refere à proximidade entre os componentes do sistema viário e a origem e destino dos deslocamentos.

Função viária, com definição do Código de Trânsito Brasileiro:

- **Via de Trânsito Rápido:** caracteriza-se por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível (CTB); apresenta tráfego de passagem superior a 70% do volume de tráfego da via.
- **Via Arterial:** caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilita o trânsito entre as regiões da cidade (CTB). Possui grande grau de continuidade dentro do sistema viário e atende a extensos deslocamentos; apresenta tráfego de passagem entre 45 e 70% do volume de tráfego da via.
- **Via Coletora:** destina-se a coletar e distribuir o trânsito proveniente das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade (CTB); apresenta tráfego de passagem entre 30 e 45% do volume de tráfego da via.
- **Via Local:** caracteriza-se por interseções em nível, sem semáforo, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas (CTB); apresenta tráfego local superior a 70% do volume de tráfego da via.

A Figura 1 mostra a proporção dos serviços ofertados pelas quatro categorias funcionais de vias, em termos de mobilidade e acessibilidade. Como pode ser observado, quanto mais alto estiver na hierarquia funcional, maior a oferta de mobilidade; quanto mais baixo, maior a oferta de acessibilidade. O manual clássico da AASHTO reconhece apenas 3 funções, tratando as vias expressas ou de trânsito rápido como um tipo físico de via arterial.



O reconhecimento dos cenários requer um levantamento prévio rigoroso das características viárias da cidade ou área de estudo, como:

- a) levantamento e localização da rede de vias estruturais, que inclui as vias de trânsito rápido, arteriais e coletoras;
- b) quantificação e localização de pólos geradores de tráfego, ou seja, edificações de grande porte, responsáveis pela atração e geração de grande volume de viagens motorizadas (escolas, hospitais, centros de administração pública, parques, igrejas, bibliotecas públicas, shoppings, etc.);
- c) identificação e localização de áreas centrais de negócios, parques industriais ou indústrias de grande porte;
- d) identificação e localização de edificações em geral geradoras de deslocamentos a pé (como escolas, indústrias, centros comerciais);
- e) identificação e localização de rotas de pedestres nas proximidades de edificações geradoras de deslocamentos a pé;
- f) levantamento dos processos administrativos referentes a solicitações e reclamações da comunidade, e de denúncia veiculada na imprensa sobre locais com periculosidade no trânsito;
- g) levantamento de informações sobre construção de novos pólos geradores de tráfego e de mudança de uso em edificações independentemente do porte.

Deve-se proceder a análise das condições tipificadas por meio do Quadro 1, para reconhecimento das situações de riscos potenciais de ATEV. Essas condições da via e do entorno, uma vez reconhecidas, definem os Cenários de Risco para a área de estudo.

Cód.	Cenários de Risco
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem
7	Via local com indevido tráfego de passagem, em função de nova ligação viária por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função)
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego em trecho com restrição de visibilidade (curvas horizontais, verticais etc.)
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de <i>taper</i> de transição de acesso-egresso
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamento (400 a 500m)
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes)
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos ou picos de temporadas







Quadro 1 - Tipificação dos cenários de risco






A título de ilustração o Anexo III apresenta exemplos de situações de riscos potenciais de ATEV que caracterizam os Cenários de Risco.

Os técnicos podem complementar, cuidadosamente, os Cenários Riscos propostos no Quadro 1 (e os parâmetros correspondentes, recomendados adiante). No entanto, esta atividade deve ser realizada criteriosamente, com base nos procedimentos de avaliação da etapa 4 ou no julgamento de especialistas em segurança viária.

## Procedimentos para reconhecimento dos cenários de risco

A seqüência e descrição dos procedimentos para reconhecimento dos cenários de risco estão sintetizadas no Quadro 2.

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
1	Preparar mapa da cidade ou área de estudo em escala 1:10.000, contendo arruamento e nome das ruas somente.	Intitular: Mapa 1 - Reconhecimento dos Cenários de Risco.
2	Identificar rede estrutural de vias, destacando os trechos viários por função, incluindo apenas as vias de trânsito rápido, arteriais e coletoras.	Consultar caracterização da função viária apresentada neste capítulo.
3	Alocar em mapa preparado no item 1 as vias estruturais da cidade, distinguindo suas funções por cores diferentes (preferencialmente cores fortes).	Convenção proposta:  trânsito rápido  arterial  coletora
4	Identificar e localizar no mapa os pólos geradores de tráfego da cidade.	Consultar item "b" da página 53; Utilizar o seguinte símbolo: 
5	Identificar e destacar no mapa edificações geradoras de viagens a pé.	Consultar item "d" da página 53; Utilizar o seguinte símbolo: 
6	Identificar e destacar no mapa trechos viários com quantidade significativa de edificações geradoras de viagens a pé.	Utilizar tracejado na cor vermelha: 

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
7	Identificar e destacar no mapa as rotas de pedestres nas proximidades de pólos geradores de viagens a pé.	Utilizar tracejado na cor vermelha: 
8	Identificar e destacar no mapa as rotas de ciclistas nas proximidades de pólos geradores de viagens pelo modo bicicleta.	Utilizar tracejado na cor azul: 
9	Identificar e localizar no mapa centros de negócios, parques industriais e indústrias de grande porte.	Hachurar a área correspondente com a cor vermelha.
10	Levantar os processos administrativos referentes à solicitação e reclamações da comunidade, e de denúncias pela imprensa de locais com periculosidade no trânsito, e indicar os locais no mapa.	Utilizar o seguinte símbolo: 
11	Levantar informações sobre construção de novos pólos geradores de tráfego e de mudança de uso em edificações independentemente do porte, e indicar os locais no mapa.	Utilizar o seguinte símbolo: 
12	Proceder ao reconhecimento e representação gráfica dos cenários de risco mediante a análise dos dados representados no Mapa 1 e das situação apresentadas no Quadro 1.	Anotar o código identificador do Cenário, conforme Quadro 1. Representar graficamente cada Cenário através de seu código, como por exemplo:  (Cenário de Risco 7)

Quadro 2 - Procedimento para reconhecimento dos Cenários de Risco.

É possível que um mesmo local seja reconhecido por mais de um tipo de cenários de risco. Deve-se, nesse caso, anotarem-se no Mapa 1 tantos códigos quantos necessários para a caracterização de todos os cenários de risco reconhecidos para o local em análise.

Na Etapa 2, a hierarquização dos cenários de risco deve ser iniciada pela identificação dos locais críticos (LCs) em ATEV. Examinam-se os dados disponíveis sobre acidentes de trânsito para a área de estudo, para elaboração de mapas de dados, considerando um período de referência para análise — por exemplo, os últimos doze meses ou ano anterior à realização do estudo.

### Procedimentos para identificação de LCs

Os procedimentos para identificação de LCs em ATEV são descritos a seguir:

#### a) Obtenção de informações básicas

Refere-se ao levantamento de dados de ATEV, ou seja, aqueles que resultaram em feridos graves e, especialmente, em vítimas fatais, uma vez conhecidas as relações entre velocidade e severidade dos acidentes.

Os dados de acidentes ocorridos durante o período em estudo devem ser obtidos diretamente dos BOs da Polícia Militar e complementados por informações constantes dos registros da Polícia Civil (às vezes Delegacia de Trânsito), acompanhamento de vítimas nos hospitais locais, quando o órgão gestor não mantiver Cadastro de Acidentes.

Importante destacar que a Polícia Civil e a Militar estão orientadas a confeccionar seu relatório ou boletim de ocorrência com base nas caracterizações da Norma Técnica Brasileira, apresentadas a seguir.

CARACTERIZAÇÃO DO DANO PESSOAL DOS ENVOLVIDOS

- Segundo as normas NBR 10697/1989 e NBR 12898/1993, o dano pessoal e a gravidade das lesões dos envolvidos em um acidente de trânsito podem assim caracterizar-se:
- **Vítima Fatal:** "Quando o envolvido faleceu em razão dos ferimentos recebidos, no próprio local do acidente ou depois de socorrido, sempre que a morte tenha ocorrido até o momento de concluir o relatório".
  - **Vítima com Ferimento Grave:** "Quando o envolvido sofreu ferimentos graves em razão do acidente, mas permaneceu vivo... Devem ser considerados graves os ferimentos cranianos, as fraturas em geral, os cortes profundos, grandes extensões de ferimentos aparentes". Ou ainda "vítimas cujas lesões sofridas causem incapacidade temporária ou permanente para ocupações habituais".

CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE ACIDENTE

- Segundo a norma NBR 10697/1989, os tipos de acidentes de trânsito são:
- **Atropelamento:** "Acidente em que pedestre(s) ou animal(is) sofrem o impacto de um veículo, estando pelo menos uma das partes em movimento".
  - **Capotamento:** "Acidente em que o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, chegando a ficar com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição".
  - **Choque:** "Acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel, mas sem movimento".
  - **Colisão:** "Acidente em que um veículo em movimento sofre o impacto de outro veículo, também em movimento". Podendo ser frontal ou traseira.
  - **Abalroamento lateral (longitudinal):** Acidente em que os veículos "transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos".
  - **Abalroamento transversal:** Acidente em que os veículos "transitam em direções que se cruzam ortogonal ou obliquamente".
- Obs.: A NBR 10697/1989 não referencia acidente com ciclista.*

Para efeito de utilização do **Método dos Cenários de Risco**, os tipos de acidentes serão resumidos em quatro, conforme convenção apresentada no Quadro 3 a seguir.

Tipos de Acidentes Segundo Norma Técnica Brasileira	Tipos de Acidentes Segundo Convenção Adotada pela Método dos Cenários de Risco
Atropelamento	Atropelamento
	Acidente com Ciclista
Capotamento ou Choque	Capotamento ou Choque
Colisão Frontal	Colisão entre Veículos
Colisão Traseira	
Abalroamento Lateral	
Abalroamento Transversal	

**Quadro 3** - Tipos de acidentes de trânsito segundo Norma Técnica Brasileira e segundo convenção adotada pelo Método dos Cenários de Risco

Devem-se anotar com detalhes as informações sobre a identificação do local, o tipo de acidente, número de vítimas e a severidade do dano pessoal de cada qual (se ferimento grave ou vítima fatal), utilizando-se o Formulário 1 - Dados Básicos por Acidente, conforme modelo apresentado a seguir.



<b>FORMULÁRIO 1 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local de ocorrência do acidente de trânsito</b> (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)	
<b>2. Informações por acidente registrado para o local</b>	
<b>2.1. Tipo de Acidente</b> (assinalar o tipo de acidente)	
<input type="checkbox"/> A) Atropelamento	<input type="checkbox"/> B) Acidente com ciclista
<input type="checkbox"/> C) Colisão entre veículos	<input type="checkbox"/> D) Capotamento ou choque
<b>2.2. Ponderação da Gravidade do Acidente e Tipo de Lesão</b>	
<b>2.2.1. Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves</b> (número de vítimas com ferimentos graves no acidente)	G=
<b>2.2.2. Quantidade de Vítimas Fatais</b> (número de vítimas fatais no acidente)	F=
<b>2.2.3. Peso Total do Acidente</b> Obter o peso para o acidente, efetuando-se o seguinte cálculo: $P = G + 3 * F$ , onde; Pi: Peso do acidente i G: Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves envolvidas no acidente F: Quantidade de Vítimas Fatais registradas para o local i: número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico	Pi =
<b>3. Observações</b>	
<b>3.1. do Local</b> _____ _____	
<b>3.2. do Acidente</b> _____ _____	

Figura 2 – Modelo de Formulário 1 — Dados básicos por acidente

Alguma peculiaridade que possa afetar a eficácia do controle de velocidade deve ser anotada para posterior ponderação, seja do local ou da circunstância do acidente (por exemplo, a velocidade provável ou o uso de álcool).

Fica evidente que, embora implícitos, são claros os passos e os critérios para a identificação de LCs em ATEV. Ao identificarem-se como críticos os locais onde há registros de acidentes com feridos graves e vítimas fatais, reconhece-se a utilização do método numérico (conforme conceituado no capítulo 3), que considera a quantidade de acidentes, e, como critério de hierarquização desses locais, a gravidade dos ferimentos ou lesões.

### b) Cálculo do peso dos acidentes por tipo de lesão e local

De posse dos dados sobre os acidentes com vítimas fatais e vítimas com ferimentos graves, por local potencialmente crítico em ATEV, ocorridos durante o período de análise, deve-se codificar os dados levantados e calcular o peso dos acidentes em função do total de acidentes por tipo e severidade da lesão. As operações baseiam-se no "critério da ponderação da gravidade do acidente":

#### **CRITÉRIO DA PONDERAÇÃO DA GRAVIDADE DO ACIDENTE**

Trata-se de uma simplificação da metodologia do DENATRAN (1987), utilizada para determinação da periculosidade do local em acidentes, na qual se utiliza o conceito de Unidade Padrão de Severidade (UPS), definida como a soma do número de acidentes com danos materiais, de acidentes com feridos e de acidentes com vítimas fatais, ponderados pelos fatores apresentados a seguir:

- **Acidente somente Danos Materiais** - Fator de ponderação 1
- **Acidente com Feridos** - Fator de ponderação 5
- **Acidente com Vítimas Fatais** - Fator de ponderação 13

Qualquer que seja a ponderação utilizada, dificilmente refletirá os traumas e as perdas geradas pelo acidente, independente de sua gravidade. O que se pretende é alocar importância maior aos acidentes que resultam em perdas mais significativas, quando comparados entre si.

O Método dos Cenários de Risco recomenda os seguintes fatores para ponderação da gravidade nos acidentes, como "critério da ponderação da gravidade do acidente":

- **Acidente com Feridos Graves** - Fator de ponderação 1
- **Acidente com Vítimas Fatais** - Fator de ponderação 3

Os pesos aqui recomendados buscam distinguir os acidentes graves, com base nos estudos existentes sobre custos dos acidentes (que são comentados na etapa de avaliação). Os pesos usualmente propostos (DENATRAN, 1987; MT, 2002) não distinguem acidentes com vítimas leves e graves, aspecto considerado essencial para decidir sobre a ocorrência de ATEVs neste trabalho.

As informações sobre quantidade de acidentes por tipo e severidade da lesão devem ser anotados no Formulário 1, em célula correspondente, conforme solicitado. Os pesos por tipo de lesão devem ser atribuídos a cada acidente e totalizados por tipo de acidente, devendo ser anotados nas células correspondentes do mesmo Formulário 1.

Excepcionalmente, pode-se excluir acidentes para os quais o controle de velocidade não seja eficaz para evitar sua ocorrência ou reduzir sua gravidade (por exemplo, quando os envolvidos eram fuggitivos e policiais em perseguição ou quando um pedestre apenas desequilibrou-se diante da presença de um veículo lento e a fatalidade decorreu de uma contusão ocorrida na queda).

### c) Totalização dos pesos dos acidentes por LC

Os pesos por tipo de lesão atribuídos a cada acidente devem ser totalizados por Local Crítico e anotados nas células correspondentes do Formulário 2 - Peso em ATEV dos Locais Críticos, conforme modelo apresentado na Figura 3.

<b>FORMULÁRIO 2 – PESO EM ATEV DOS LOCAIS CRÍTICOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local crítico</b> (endereço completo do local, incluindo referências se necessário)	
_____	
<b>2. Peso Total do local crítico</b> (peso obtido para o LC) O peso para o LC é a soma dos pesos atribuídos a cada acidente registrado para o local, sendo: $Pt = \sum SP_i$ , com $i$ variando de 1 a $n$ $i$ : número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico Pt: peso total do LC em acidentes por excesso de velocidade $n$ : número total de acidentes registrados para o local	Pt =

Figura 3 – Modelo de Formulário 2 – Peso em ATEV dos Locais Críticos

O Anexo II apresenta modelo de Planilhas 1 e 2 que podem ser utilizadas em substituição aos Formulários 1 e 2 propostos.



#### d) Representação gráfica dos dados e elaboração de mapas

Os pesos totalizados para cada local crítico devem ser alocados em mapa da área de estudo preparado previamente, exatamente sobre o local de sua ocorrência. Deve-se intitular o referido mapa como “Mapa 2 - Locais Críticos”. A anotação deve seguir o padrão e os símbolos constantes do Quadro 4, que apresenta os procedimentos para identificação dos LCs em ATEV.

A anotação recomendada inclui, além da alocação da simbologia de local crítico em ATEV, o indicador da severidade em acidentes para o local (peso totalizado em acidentes com lesões graves e fatais), seguido dos identificadores do tipo de acidente que resultou no maior número de vítimas fatais ou apresenta maior peso para o local, sendo: (A) atropelamento de pedestres; (B) acidente com ciclista; (C) colisão entre veículos; (D) capotamento/choque com objeto.

A verificação dos pesos dos acidentes totalizados por local sobre o “Mapa 2 - Locais Críticos” possibilita classificar esses LCs por severidade, permitindo priorizar o atendimento aos locais que apresentam maior gravidade e, portanto, exigem urgência de tratamento.

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
1	Definir o período de estudo.	Últimos 12 meses ou ano anterior.
2	Preparar mapa da cidade ou área de estudo em escala 1:10.000, contendo arruamento e nome das ruas somente.	Intitular: Mapa 2 - Locais Críticos em ATEV.
3	Verificar a existência de cadastro de acidentes mantido pelo órgão executivo de trânsito.	
4	Levantar dados de acidentes graves e fatais registrados a partir dos BOs da Polícia Militar e registros mantidos pela Polícia Civil para o período definido, caso a inexistência de cadastro de acidentes seja verificada.	
5	Utilizando o Formulário 1, informar, sobre cada acidente levantado: local de ocorrência, tipo, número de vítimas classificadas pela gravidade das lesões.	Reproduzir Formulário de Dados Básicos em quantidade igual a de acidentes a serem levantados.

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
6	Totalizar os pesos atribuídos a cada vítima por acidente.	Somar os valores atribuídos a cada vítima, por acidente.
7	Preencher Formulário 2, devendo anotar-se, em célula correspondente, os pesos por Local Crítico atribuídos aos acidentes.	Somar os valores atribuídos aos acidentes por LC.
8	Alocar no Mapa 2, exatamente sobre os locais de ocorrência dos acidentes levantados, o peso obtido por local a partir da totalização efetuada no Formulário 2, além da informação sobre o tipo de acidente que mais resultou em vítimas fatais ou apresenta maior peso para o local, ao lado do símbolo recomendado para identificação do LC (no exemplo ao lado, o peso total em ATEV do LC é 13, e o tipo de acidente que mais resultou em vítimas fatais foi acidente com ciclista).	Utilizar o seguinte símbolo para identificar o LC, e anotar em seu centro o peso atribuído ao local, e o Código referente ao Tipo de Acidente, conforme Formulário 1:  
9	Alocar no Mapa 2, sobre os cenários de risco para os quais nenhum acidente foi registrado o peso igual a "1", considerando símbolo recomendado para identificação de local potencialmente crítico em ATEV.	Utilizar o seguinte símbolo para indicar local potencialmente crítico em ATEV, com peso igual a "1":  

Quadro 4 - Procedimento para identificação de Locais Críticos em ATEV

Pode-se concluir que os locais assinalados com os maiores pesos em acidentes certamente ocasionam maiores danos pessoais da área de estudo. Merecem atenção especial os acidentes do tipo atropelamento que resultam em vítimas fatais, razão pela qual têm prioridade de tratamento sobre os demais locais.

Do Mapa 2, documento gerado na Etapa 2 do **Método dos Cenários de Risco**, decorre a hierarquização dos Locais Críticos em ATEV, a fim de que se possa determinar os locais que apresentam urgência de tratamento. Tendo preferência os LCs com maior peso em acidentes, considerando também sua ordem de importância quanto ao tipo de acidente que mais resultou em vítimas fatais ou representa o maior peso para o local.

A hierarquia dos LCs, quanto ao tipo de acidente, recomendada por este método está sintetizada no Quadro 5, a seguir.

Tipo de Acidente	Ordem de Importância	Código Identificador do Tipo de Acidente
Atropelamento	1º	A
Acidente com Ciclista	2º	B
Colisão entre Veículos	3º	C
Capotamento ou Choque	4º	D

Quadro 5 - Ordem de Importância dos Acidentes por Tipo - Método dos Cenários de Risco

Não menos importante são os cenários de risco identificados na Etapa 1 da metodologia, sobre o Mapa 1, para os quais nenhum ATEV foi registrado, porém a situação de perigo local tem sido objeto de denúncias na mídia ou de solicitações de intervenção pela comunidade.

Se nenhum outro aspecto indicar a existência de alto risco, os cenários sem nenhum histórico em acidentes com vítimas graves ou fatais apresentam menor urgência de tratamento, e por esse motivo deverão estar no final da lista de prioridade. Provavelmente são locais dotados de novos pólos geradores de tráfego ou edificações que sofreram recentemente mudança no uso. Lembrando que todos os cenários de risco reconhecidos devem ser tratados com a urgência possível.

A inferência sobre a existência de alto risco latente deve ser baseada na similaridade com os Cenários de Risco responsáveis pela ocorrência de índices de acidentes inaceitáveis em outros locais (as análises de conflitos de tráfego ou as auditorias de segurança viária podem ser utilizadas para comprovar tal risco). Nesta circunstância não se deve esperar pelos acidentes para introduzir as medidas destinadas a promover a segurança de trânsito. Além da prevenção, o tratamento uniforme de trechos com cenários similares apoia a eficácia e o entendimento das intervenções pelos cidadãos.



Com o Mapa 2 elaborado, passa-se à Etapa 3 do **Método dos Cenários de Risco**, referente ao tratamento dos cenários de risco identificados como prioritários, ou seja, os locais críticos em ATEV. O tratamento desses locais deve culminar na seleção, projeto e implantação do equipamento medidor de velocidade mais adequado a cada cenário reconhecido. No entanto, medidas preliminares devem ser efetuadas quanto à fixação de limites de velocidade para os trechos de vias a que pertence cada um dos LCs.

### Regulamentação da velocidade das vias de circulação

O Código de Trânsito Brasileiro estabelece nos artigos 60, 61 e 62 os limites de velocidade para a via. Conforme art. 61, §2 o órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas pelo CTB. O art 62 ainda regulamenta que a velocidade mínima não poderá ser inferior à metade da velocidade máxima estabelecida, respeitadas as condições operacionais de trânsito da via.

O quadro 6, a seguir, apresenta a classificação viária e a velocidade máxima permitida para a via, segundo o CTB.

Classe da via	Tipo de veículo	Velocidade máxima permitida (km/h)
<b>Vias urbanas</b>		
Trânsito rápido	todos	80
Arterial	todos	60
Coletora	todos	40
Local	todos	30



Classe da via	Tipo de veículo	Velocidade máxima permitida (km/h)
<b>Vias rurais</b>		
Rodovias	automóveis, camionetas e motocicletas	110
	ônibus e microônibus	90
	demais veículos	80
Estradas	todos	60

**Quadro 6** - Velocidade Máxima Permitida para as vias segundo sua função, quando não regulamentadas  
 Fonte: Código de Trânsito Brasileiro, Lei Federal 9503 de 1997.

Segundo a Resolução do CONTRAN nº 146/2003, quando há fiscalização eletrônica de velocidade, a placa de regulamentação de velocidade R-19 é obrigatória, mesmo que o limite de velocidade estabelecido seja o limite básico previsto pelo CTB.

No Brasil, os órgãos executivos de trânsito pouco se ocupam da hierarquia e classificação das vias com clareza. Relegado ao Legislativo Municipal e mercado imobiliário a seleção da localização de pólos geradores de tráfego e novas ligações viárias, do que decorre o uso das vias (muitas vezes de forma incompatível com as características físicas das vias e com a segurança de tráfego).

De fato, mesmo quando os órgãos de planejamento urbano mantêm diretrizes para a expansão da cidade, estas, por si só, não são suficientes para restringir o uso do solo e definir a função das vias públicas. É preciso lançar mão de medidas limitadoras para a preservação do uso do solo e das vias existentes ou planejadas, incluindo instrumentos legais e técnicos, que, além de disciplinarem as mudanças de uso ou implantação de novas edificações, coíbam a atuação casuística do Legislativo em alterar a legislação urbana em vigor.

É muito comum uma via, inicialmente local, servir de ligação para importantes pólos de atração de viagens logo após sua construção, com evidentes danos principalmente à qualidade de vida da população residente nos arredores.

A literatura técnica, por sua vez, trata mais claramente dos aspectos relacionados com o projeto físico da via e sua relação com a velocidade (por exemplo, raios de curva e distâncias de visibilidade), sem considerar com igual cuidado as interferências decorrentes de conflitos que não foi possível eliminar (por exemplo, travessias de pedestres, estacionamento ou entrada/saída de veículos em vias arteriais ou de trânsito rápido).

Embora o método apresente procedimentos para limitação da velocidade de circulação, pelos motivos mencionados no parágrafo anterior, serão recomendados limites de velocidade para cada cenário de risco, baseados na experiência profissional da autora e na consulta a especialistas, que consideram diversos aspectos incorporados aos princípios de projeto e outros aspectos ponderados subjetivamente. Os limites serão relacionados com os Cenários de Risco, que consideram aspectos físicos e funcionais, incluindo as interferências não eliminadas, podendo ser revistas, na medida em que melhor informação seja obtida.

### **Procedimentos técnicos para limitação da velocidade**

O estudo de engenharia de tráfego deve considerar as peculiaridades de cada via, suas características de entorno e outros fatores, fornecendo informações necessárias e suficientes para a averiguação do limite adequado e seguro de velocidade.

Os critérios a seguir representam os requisitos mínimos para um estudo de engenharia de tráfego, no tocante à limitação da velocidade de circulação.

1. Considere a via, seu pavimento, condições de acostamento, alinhamento e distância de visibilidade, largura da via e acostamentos e número e largura de faixas.
2. Identifique a declividade e os raios críticos das curvas e registre informações adicionais que se fizerem necessárias.
3. Identifique o tipo de uso lindeiro à via (comercial, residencial, industrial) e verifique as atividades existentes, decorrentes desse uso, como o acesso-egresso aos lotes. Verifique ainda a densidade de ocupação, se área rural, zona escolar, etc.
4. Registre a existência de práticas de estacionamento e parada e atividades de pedestres na via em estudo. Verifique se o estacionamento na via é significativo e as condições dos pontos de ônibus. Identifique o nível de movimentação de pedestres.
5. Identifique a velocidade operacional (V85), estabelecendo-a como valor inicial para a velocidade máxima permitida para a via.

**A velocidade operacional é a medida mais apropriada de limite de velocidade para rodovias (e estradas) e vias urbanas, quando suas características**

construtivas atendem aos parâmetros de projetos constantes das normas e literatura técnica relacionadas, em condições ideais de tempo, iluminação e de pavimento.

### Procedimentos para obtenção da velocidade operacional

#### CARACTERIZAÇÃO DA VELOCIDADE OPERACIONAL

- **Velocidade Operacional:** segundo a AASHTO - *American Association of State Highway and Transportation Officials* -, a velocidade operacional é a "velocidade em que os motoristas são observados operando seus veículos em condições de fluxo-livre. O percentil 85 (V85) da distribuição de velocidades observadas é a medida de velocidade operacional mais usada em relação à localização ou característica geométrica particular" (*A Policy on Geometric Design of Highways and Street* – 2001 - Cap 2, pág. 67).
- **Fluxo-livre:** condições de fluxo-livre são observadas apenas em períodos de baixa densidade de veículos, em condições favoráveis de tempo e tráfego, quando os motoristas não sofrem interferência dos outros veículos que circulam pela via em estudo.
- **Percentis:** os 99 valores que separam uma série de dados observados em 100 partes iguais.
- **Percentil 85:** 85º valor de uma série de dados que a divide em duas partes, de modo que 85% dos dados são menores que o valor (da posição 85) e 15% são maiores. As velocidades praticadas podem ser inseguras quando existem situações inesperadas na via (como inconsistência na padrão físico). A recomendação da AASHTO também não considera o efeito das interferências e as condições de segurança durante situações especiais (como períodos de chuva, períodos noturnos, picos de fluxos de pedestres ou entrada/saída de veículos, entre outros). Estes motivos fazem com que seu valor possa ser inadequado como limite seguro.

Além de obter a velocidade operacional (V85), deve-se levantar as inconsistências físicas existentes as interferências geradas pelos usos lindeiros às vias, verificando a severidade dos riscos impostos aos condutores e as manobras evasivas requeridas. Com os dados levantados, pode-se determinar um limite apropriado de velocidade para a via em consideração. Uma velocidade segura e razoável permitirá ao motorista tempo hábil para perceber, decidir, reagir e parar ou diminuir o suficiente para evitar potenciais conflitos enquanto trafega em velocidade confortável.

**ROTEIRO PARA OBTENÇÃO DA VELOCIDADE OPERACIONAL (V85)**

1. Selecionar o período do dia em que a atividade lindeira ao trecho de via em estudo seja significativa, quando essa existir;
2. Medir a velocidade da corrente de tráfego em condições de fluxo livre, tempo bom e boas condições gerais da via, para os 100 primeiros veículos com uma regra conveniente, ou por um período de 2 horas, devendo encerrar quando uma das duas condições for atingida;
3. Identificar a quantidade de veículos que praticaram cada uma das velocidades medidas (pode-se arredondar para números inteiros);
4. Calcular o total acumulado de veículos por velocidade identificada, em ordem crescente, do mais lento ao mais rápido;
5. Multiplicar o total de veículos amostrados cujas velocidades foram medidas, por 0,85 (identificando o veículo que corresponde ao percentil 85);
6. Verificar a que velocidade na coluna dos totais acumulados corresponde o resultado obtido no item anterior. Essa velocidade corresponde à velocidade operacional.

Devem ser realizados estudos para definir limites inferiores ao da velocidade operacional em trechos específicos de vias rurais, que apresentem defeitos construtivos ou parâmetros geométricos inadequados (considerando a classe de rodovias a que pertencem), incluindo largura de faixa de circulação insuficiente, inexistência ou insuficiência de sobrelevação e sobrelargura, raio de transição incompatível com o traçado, problemas no alinhamento vertical ou horizontal, ondulações no pavimento ou defeito superficial, e distância de visibilidade comprometida, ou registro de acidentes de trânsito (em geral causados por um ou mais dos defeitos citados).

Especial atenção deve ser dada aos trechos rodoviários em áreas urbanas, devendo ser tratados como trechos urbanos da via.

Devem, ainda, ser realizados estudos para definir limites inferiores ao da velocidade operacional em trechos específicos de vias urbanas, sempre que ocorrerem alterações na quantidade e largura das faixas de circulação, ou implantação de faixa adicional, com eliminação das áreas de estacionamento, alteração de uso nas edificações lindeiras (p.ex., uso residencial para serviço/comércio), instalação de novo pólo gerador de tráfego de veículos e pedestres (aumento da atividade de acesso-egresso à edificação) e a presença de locais com ocorrência de acidentes de trânsito. É preciso avaliar o tempo de reação às interferências e a distância de visibilidade efetiva, ponderando a frequência das interferências. A distância de visibilidade efetiva deve considerar obstruções físicas e elementos que interferem visualmente e retiram o foco de eventos mais distantes (que ficam despercebidos).

Para definir o limite de velocidade em trechos com características especiais, a literatura recomenda os seguintes procedimentos complementares:

1. Levantar e registrar a ocorrência de acidentes para os últimos 12 meses, e rever os limites estabelecidos para os locais considerados críticos;
2. Estabelecer velocidade segura para curvas ou locais perigosos existentes na via em estudo. Circular várias vezes por esses locais, começando com baixíssimas velocidades e aumentando gradativamente 5km/h a cada etapa. Selecionar a velocidade que permita o desenvolvimento da curva segura e confortavelmente, sem frear em excesso e sem escorregar no banco enquanto desenvolve a mesma.

De forma aproximada, tal procedimento pode ser generalizado para avaliar a visibilidade de parada ou simular a reação às interferências usuais em cada local.

3. Utilizar o conteúdo das Tabelas 7 e 8 para determinar a velocidade regulamentar para o trecho em análise. O volume I do MBST - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Sinalização Vertical de Regulamentação, instituído pelo CONTRAN através da Resolução nº 180/2005, fornece recomendações básicas para definição do limite de velocidade (CONTRAN, 2005, nas Tabelas 1 e 2, pág.46 e 47), em que se fundamentam as tabelas apresentadas a seguir:

Classificação Viária Art. 60 CTB	Indicadores Físicos	Nº de Faixas de Trânsito (por sentido)	Velocidade Máxima Recomendada (km/h)
Via de trânsito rápido	pista simples, sentido único ou duplo	2 ou mais	80 ou 90
	pista dupla		
Arterial	pista simples ou dupla	2 ou mais	60 ou 70
	pista simples ou dupla	1	50 ou 60
Coletora	pista simples ou dupla	1 ou mais	40 ou 50
Local	pista simples ou dupla	1 ou mais	30 ou 40

**Tabela 7** - Diretriz para Regulamentação da Velocidade Máxima - Vias Urbanas  
Fonte: MBST - Vol.I - Sinalização Vertical de Regulamentação, CONTRAN, 2005, baseado na Tabela 1, pág.46.

Classificação Viária Art. 60 CTB	Indicadores Físicos	Nº de Faixas de Trânsito (por sentido)	Velocidade Máxima Recomendada (km/h)	
			Autos, Motos e Camionetes	Caminhões, Ônibus e demais veículos
Rodovia	pista dupla, em área rural	2 ou mais	90 a 120	80 ou 90
	pista simples, sentido único, em área rural	2 ou mais	100 a 120	80 ou 90
	pista dupla, sentido duplo, em área rural	1 ou mais	80 a 110	70 ou 80
	em área urbana	1 ou mais	limites para vias urbanas	
Estrada	pista simples, em área rural	1 ou mais	50 a 70	40 a 70
	pista simples, em área urbana	1 ou mais	limites para vias urbanas	

**Tabela 8** - Diretriz para Regulamentação da Velocidade Máxima - Vias Rurais  
Fonte: MBST - Vol.I - Sinalização Vertical de Regulamentação, CONTRAN, 2005, baseado na Tabela 2, pág.47.

### Inclusão de zonas especiais de velocidade para a área de estudo

A fixação de velocidades diferenciadas e reduzidas, também conhecida como inclusão de Zonas Especiais de Velocidade, para a área de estudo, nos trechos de vias a que pertencem os LCs, pode basear-se nos procedimentos e critérios complementares apresentados no item anterior.

A expressão Zonas de Velocidade (*Speed Zone*) é utilizada em países desenvolvidos, a exemplo da Inglaterra e Estados Unidos, para estabelecer faixas de velocidade adequadas a cada trecho característico de uma mesma via.

No caso específico do presente Método, o Quadro 7 apresenta recomendações para a definição de zonas especiais de velocidade, fazendo corresponder um limite de velocidade a cada cenário de risco reconhecido para os trechos de via contendo um LC.

Tais recomendações foram elaboradas com base na experiência profissional do autor e nos estudos de engenharia de tráfego.

No estágio atual de conhecimento, esta mesma estratégia baseada em valores extraídos da experiência de especialistas pode ser encontrada em outros trabalhos, como por exemplo a mais detalhada diretriz para fixação de limites de velocidade, *Setting of Speed Limits 2003* (LTSA, 2003), e o relatório intitulado *Balance Between Harm Reduction and Mobility in Setting Speed Limits: a Feasibility Study* (SZWED et al., 2005). Ambos apresentam procedimentos baseados em julgamento de profissionais especialistas que já atingiram mais de uma década de utilização.

A zona especial de velocidade deve ser assinalada para cada LC, em mapa independente da área de estudo previamente preparado, intitulado Mapa 3 – Tratamento dos Cenários de Risco em ATEV. Sobre o Mapa 3, para cada LC identificado como prioritário, deve-se alocar o símbolo adiante especificado, correspondente à Zona Especial de Velocidade (recomendada através do Quadro 7), e ao código do Cenário de Risco reconhecido (constante do Mapa 1).



O símbolo indica a Zona Especial de Velocidade recomendada, contida no círculo de borda vermelha, igual a 30km/h, e o código do cenário de risco reconhecido na Etapa 1 como sendo "7".

Cód.	Cenários de Risco	Zona Especial de Velocidade	Ponderações
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços.	40 a 50	Em função da visibilidade e interferências existentes

Cód.	Cenários de Risco	Zona Especial de Velocidade	Ponderações
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres.	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas.	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem.	30 a 40	Para penalizar fluxo de passagem
7	Via local com indevido tráfego de passagem em função de nova ligação viária por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função).	30 a 50	Em função das interferências existentes
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego antes, durante ou depois de trechos em curva.	50 a 60	Em função da visibilidade existente
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de <i>taper</i> de transição de acesso-egresso.	30 a 60	Em função da visibilidade existente e da velocidade do fluxo de acesso/egresso
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro.	50 a 70	Em função da visibilidade existente
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamentos (400 a 500m).	50 a 70	Em função da visibilidade existente
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia.	50 a 70	Em função da visibilidade existente e interferência dos veículos de carga

Cód.	Cenários de Risco	Zona Especial de Velocidade	Ponderações
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes).	50 a 70	Em função da compatibilidade com os parâmetros físicos existentes
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente.	50 a 70	Em função do risco de perda de controle
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos ou picos de temporadas.	a critério da autoridade de trânsito	Em função da velocidade regulamentada para a via

Quadro 7 - Limites de velocidade recomendados para Zonas Especiais de Velocidade em função do Cenário de Risco

## Seleção de equipamentos medidores de velocidade

Definida como a utilização de equipamentos eletrônicos para controlar o cumprimento das normas relacionadas à velocidade dos veículos, a Fiscalização Eletrônica de Velocidade (FEV) tem reduzido os custos em acidentes de trânsito no Brasil desde o início da década de 90.

Salvando vidas e eliminando a gravidade de acidentes que não puderam ser evitados, a FEV identifica veículos com velocidade superior à permitida para o local, registrando os dados básicos das infrações cometidas, para posteriores medidas punitivas aos infratores pela Autoridade de Trânsito. A FEV permite, ainda, medidas de controle de tráfego (volume de tráfego ou classificação volumétrica, por exemplo) e sua utilização no apoio à gestão do trânsito local.

Através do registro da infração pelos equipamentos eletrônicos, a Autoridade de Trânsito comprova a ocorrência para emissão do Auto de Infração. A Autoridade de Trânsito, após julgar a consistência do Auto de Infração, aplica a penalidade e/ou medida administrativa cabível ao infrator.

### Objetivos da utilização de medidores eletrônicos de velocidade

A utilização de MEVs visa eliminar a ocorrência de acidentes de trânsito com feridos graves ou vítimas fatais, ao levar o motorista a trafegar em velocidade compatível com a situação desejada.

O principal benefício dessa atuação é a redução dos custos diretos dos



acidentes evitados - incluindo despesas com atendimento policial e dos agentes de trânsito, médicos, hospitais, remoção e recuperação do veículo, danos ao mobiliário urbano e propriedade de terceiros e, principalmente, as vidas salvas - e dos custos indiretos - incluindo melhoria da fluidez com redução de custos com congestionamentos gerados pelo acidente, além da diminuição do estresse emocional para pessoas envolvidas com o tráfego local, redução dos custos com a perda da produtividade, previdência, tratamento médico, processos judiciais, perda de cargas, mas principalmente, a manutenção da qualidade de vida das vítimas potenciais e de seus familiares.

### **Tipos de medidores eletrônicos de velocidade**

De acordo com o artigo 1º da Resolução nº 146/2003 do CONTRAN, "a medição de velocidade deve ser efetuada por meio de instrumento ou equipamento que registre ou indique a velocidade medida, com ou sem dispositivo registrador de imagem". Os MEVs podem ser dos seguintes tipos:

- I - Fixo: instalado em local definido e em caráter permanente;
- II - Estático: instalado em veículo parado ou em suporte apropriado;
- III - Móvel: instalado em veículo em movimento, procedendo à medição ao longo da via;
- IV - Portátil: direcionado manualmente para o veículo.

Considerando os tipos de MEVs existentes definidos pelo CONTRAN, o Quadro 8 apresenta os modelos disponíveis no mercado para cada tipo definido.

<b>Medidores Eletrônicos de Velocidade (MEVs)</b>	
<b>Tipos de equipamentos</b>	<b>Modelos disponíveis no mercado</b>
Fixo	Lombada Eletrônica
	Bandeira
	Pardal
Estático	Radar Estático
Móvel	Radar Móvel
Portátil	Radar Portátil

**Quadro 8** - Modelos de equipamentos medidores de velocidade por tipo

Considerando os diversos modelos de equipamentos e sua aplicabilidade às situações de tráfego e risco de acidentes, seguem as principais características dos diferentes modelos de MEVs.

#### **LOMBADA ELETRÔNICA**

- **Características Básicas:** Projeto de engenharia e sinalização no local de instalação; Estrutura ostensiva do tipo pórtico ou totem; Conjunto de lâmpadas sinalizadoras; Display marcador de velocidade; Capacidade de monitoramento geral; Registro automático de imagens e dados.
- **Aplicação:** Adequada para quaisquer tipos de via – rodovia, expressa, arterial, coletora ou local - em locais que necessitem de fiscalização permanente para assegurar a circulação de veículos dentro do limite máximo de velocidade regulamentado. A estrutura ostensiva da lombada eletrônica contribui para condicionar os condutores a respeitar a velocidade, sendo especialmente indicada para áreas com restrição de visibilidade e de conflito pedestres x veículos.

#### **BANDEIRA**

- **Características Básicas:** Projeto de engenharia e sinalização no local de instalação; Estrutura ostensiva em semi-pórtico; Lâmpada piscante sinalizadora; Capacidade de monitoramento geral; Registro automático de imagens e dados.
- **Aplicação:** Adequada para rodovias, trechos expressos e vias arteriais, em locais que necessitem de fiscalização permanente para condicionar os condutores a uma velocidade segura estabelecida. Indicada para áreas de circulação intensa de veículos e com restrição de visibilidade.

#### **PARDAL**

- **Características Básicas:** Projeto de engenharia e sinalização no local de instalação; Estrutura discreta; Capacidade de monitoramento geral; Registro automático de imagens e dados.
- **Aplicação:** Adequado para vias expressas e vias arteriais, em locais que necessitem de fiscalização permanente em grandes extensões, evitando significativa variância de velocidade na corrente de tráfego.

#### **RADAR MÓVEL/ESTÁTICO**

- **Características Básicas:** Estrutura discreta, instalada em tripé, veículos ou sobre pontes e passarelas; Capacidade de monitoramento geral; Registro automático de dados, com ou sem captura de imagens.
- **Aplicação:** Adequado para rodovias, trechos expressos e vias arteriais, em locais e períodos que necessitem de fiscalização eventual do respeito à velocidade regulamentada.

#### **RADAR PORTÁTIL**

- **Características Básicas:** Estrutura discreta; Capacidade de monitoramento seletivo; Modelo com ou sem captura de imagens.
- **Aplicação:** Adequado para rodovias, trechos expressos e vias arteriais, em locais e períodos que necessitem de fiscalização eventual do respeito à velocidade regulamentada. Sua operação exige a presença da autoridade de trânsito ou de seu agente.

As tecnologias de detecção podem variar entre um e outro tipo de equipamento. Os detectores intrusivos (espiras em loop instalados sob o pavimento) são usuais nas instalações fixas, mas outros métodos podem também ser usados. Nas instalações estáticas, móveis e portáteis, são mais comuns os equipamentos de radar (que detectam e medem velocidades com base na reflexão de ondas eletromagnéticas e no chamado efeito Doppler). Neste campo, novas tecnologias surgem ou amadurecem a cada dia.

Constituindo a forma mais eficaz de obter o comportamento adequado de condutores de veículos no trânsito em geral, a implantação de MEVs tem como principal objetivo evitar a ocorrência de acidentes de trânsito, pois, ao induzir o condutor de veículo a trafegar na velocidade regulamentada, garante que a distância entre o veículo e o local de perigo seja suficiente para permitir visibilidade, percepção, reação e parada, antes de atingir o local de conflito potencial.

#### **Seleção do modelo de equipamento medidor de velocidade**

Com base nas informações sobre aplicação e utilização dos diferentes modelos de MEVs apresentados, o **Método dos Cenários de Risco** recomenda a instalação dos seguintes equipamentos para cada um dos diferentes cenários, conforme Quadro 9.

<b>Cód.</b>	<b>Cenários de Risco</b>	<b>MEVs</b>
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços.	Bandeira ou Lombada Eletrônica
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres.	Lombada Eletrônica
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas.	Lombada Eletrônica

<b>Cód.</b>	<b>Cenários de Risco</b>	<b>MEVs</b>
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres.	Lombada Eletrônica
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas.	Lombada Eletrônica
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem.	Lombada Eletrônica
7	Via local com indevido tráfego de passagem em função de nova ligação viária por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função).	Lombada Eletrônica
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	Lombada Eletrônica
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	Lombada Eletrônica
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego antes, durante ou depois de trechos em curva.	Bandeira ou Lombada Eletrônica
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de <i>taper</i> de transição de acesso-egresso.	Bandeira ou Lombada Eletrônica
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro.	Pardal
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamentos (400 a 500m).	Pardal
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia.	Bandeira ou Lombada Eletrônica
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes).	Bandeira ou Lombada Eletrônica
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente.	Bandeira ou Lombada Eletrônica

Cód.	Cenários de Risco	MEVs
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos ou picos de temporadas.	Radar

Quadro 9 – Modelos de medidores eletrônicos de velocidade recomendados para cada Cenário de Risco

Deve-se preencher o Formulário Resumo – Tratamento de locais críticos em ATEV, conforme a Figura 4, após sua reprodução em quantidade suficiente, fazendo corresponder, a cada LC e respectivo Cenário, uma Zona Especial de Velocidade e um modelo de MEV, sintetizando em um único documento as informações fundamentais para elaboração do Projeto Executivo, que antecede a implantação dos mesmos.

<b>FORMULÁRIO RESUMO                      TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS EM ATEV                      MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local Crítico - LC</b> (endereço completo do local identificado como crítico)	<b>Código                      Cenário</b>	<b>Zona Es-                      pecial de                      Velocidade</b>	<b>MEV                      Indicado</b>
_____			
_____			
_____			
_____			

Figura 4 - Modelo de Formulário Resumo - Tratamento de locais críticos em ATEV

O Anexo II apresenta modelos de Planilha Resumo que pode ser utilizada em substituição ao Formulário Resumo proposto.

## Elaboração de projetos executivos

A sinalização viária estatigráfica que integra os projetos executivos de implantação de medidores de velocidade corresponde à Vertical e Horizontal (regulamentada pela Resolução do CONTRAN nº 160/2004, que aprova o Anexo II do CTB), seguindo os requisitos básicos apresentados na Figura 5.

No que se refere à sinalização vertical de regulamentação e advertência, foram publicados os volumes correspondentes do MBST (volumes I e II, Sinalização Vertical

de Regulamentação e Sinalização Vertical de Advertência). No que se refere à sinalização horizontal, foi publicado o volume correspondente do MBST (volume IV, Sinalização Horizontal). Existem também normas de sinalização emanadas de diversos órgãos reconhecidos, como a CET/SP, o DNER, que podem ser consultadas pelos técnicos locais.

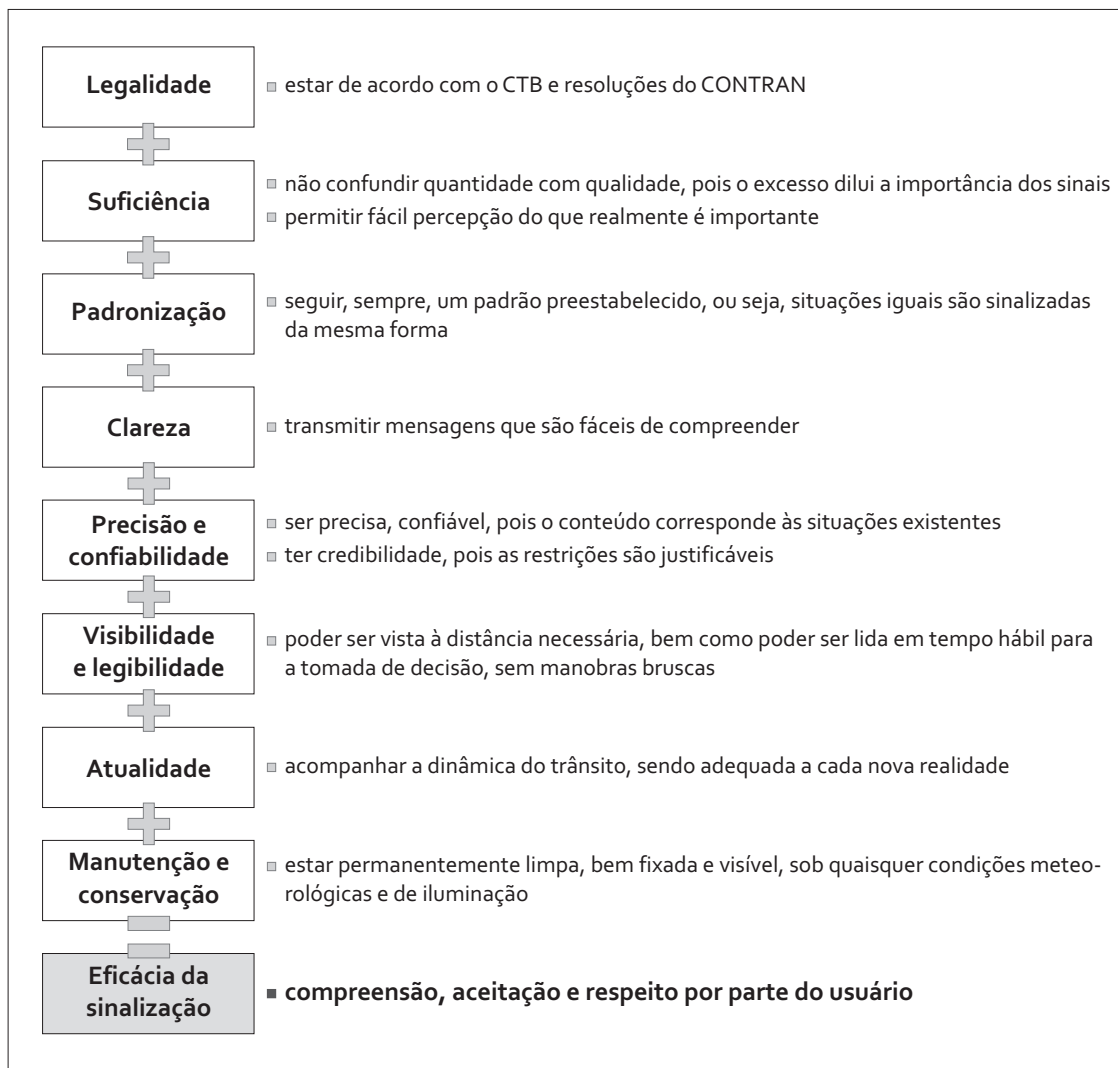


Figura 5 - Requisitos para a Eficácia da Sinalização  
Fonte: Manual de Sinalização de Áreas Escolares - DENATRAN, 2000.

### Cuidados com a sinalização vertical

Conforme o anexo II do CTB, a Sinalização Vertical consiste em “um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidos e legalmente instituídos”.

A Resolução do CONTRAN nº 180/2005 – que aprova o volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação, do MBST, estabelece normas para a implantação de placas de sinalização vertical de regulamentação. O uso da sinalização vertical de advertência e orientação, assim como dos dispositivos auxiliares correspondentes, tem de basear-se no volume II - Sinalização Vertical de Advertência, do MBST, aprovado pelo CONTRAN através da Resolução nº 243/2007.

No projeto de instalação dos diversos modelos de equipamentos medidores de velocidade deve constar a sinalização mínima prevista na Resolução do CONTRAN nº 146/2003 (art. 5º, § 1º - 3º; art. 5º a, § 18 - 2ª e anexos III e IV). O documento sobre Sinalização Vertical de Regulamentação, oficializado pela Resolução nº 180/2005, apresenta critérios para colocação da placa de regulamentação de velocidade R-19, bem como os cuidados para estabelecimento de limites de velocidade e exemplos de aplicação.

Segundo estes documentos, deve-se observar o seguinte:

- Os limites de velocidade específicos devem ser múltiplos de 10 km/h e têm de sinalizar de forma progressiva as reduções de velocidade maiores que 30 km/h ou exigidas pelos requisitos de visibilidade e legibilidade (Tabela 9).
- As regulamentações de velocidade valem do local em que estão fixadas as placas de regulamentação até as placas que a modifiquem ou até a distância máxima fixada na Tabela 10 (a partir do qual voltam a valer os limites de velocidade básicos do tipo de via, conforme definido pelo CTB).
- A sinalização progressiva para redução de velocidade e os critérios de posicionamento das placas R-19 são apresentados e exemplificados no volume referente à Sinalização Vertical de Regulamentação do MBST, páginas 45 a 60.
- Onde existe fiscalização eletrônica de velocidade, deve-se observar a obrigatoriedade de utilizar a placa de regulamentação de velocidade R-19, inclusive repetindo-a após qualquer acesso à via.
- Entre a placa de regulamentação de velocidade e o equipamento medidor (ou ponto de medição), deve-se observar o intervalo de distância estabelecido na Tabela 11, permitindo-se repetição a distâncias menores.
- É obrigatória a informação sobre a existência de fiscalização eletrônica, que se utiliza de aparelho, equipamento ou outro meio tecnológico medidor de velocidade, através da implantação de sinalização vertical, contendo tais informações. Podendo ser associada à placa de regulamentação R-19 (exigência acrescentada à Resolução nº 146/2003, através da Resolução nº 214/2006 do CONTRAN).

- A Resolução nº 146/2003 do CONTRAN ainda estabelece um padrão para o Estudo Técnico exigido para implantadores de fiscalização eletrônica (anexo I) e as tolerâncias a serem observadas nas medidas de velocidade (decorrentes da precisão do equipamento) para autuação (anexo II).

Diâmetro da Placa (m)	Distância de Legibilidade (m)
1,20	200
1,00	160
0,75	120
0,50	80

**Tabela 9** - Distância de Legibilidade para as Placas de Regulamentação de Velocidade R-19  
 Fonte: CONTRAN, Sinalização Vertical de Regulamentação, 2005, baseado na Tabela da pág.55.

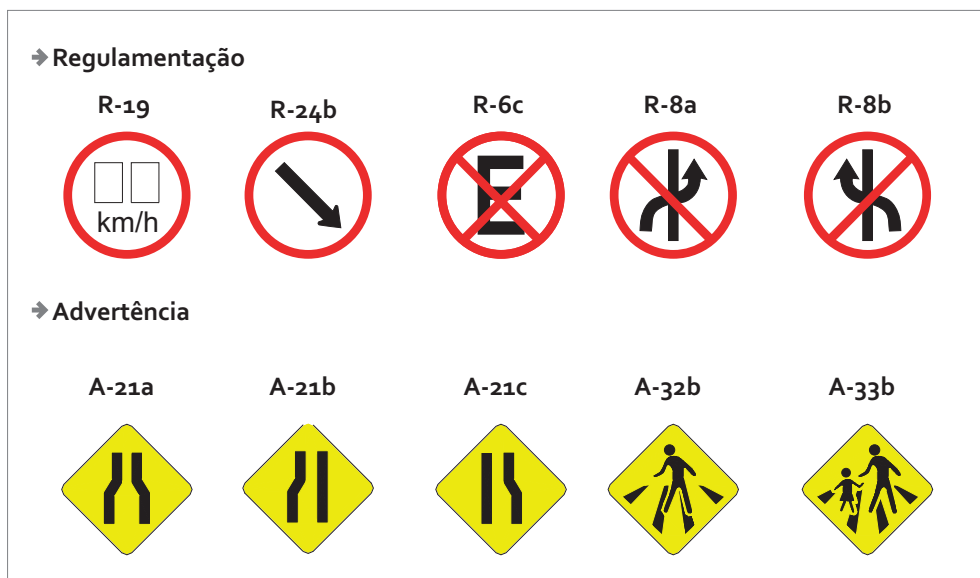
Velocidade Regulamentada	Distâncias Máximas	
	Vias Urbanas (km)	Vias Rurais (km)
Inferior ou igual a 80 km/h	1,0	10,0
Superior a 80 km/h	2,0	15,0

**Tabela 10** - Distância Máxima entre Placas de Regulamentação de Velocidade R-19  
 Fonte: CONTRAN, Sinalização Vertical de Regulamentação, 2005, baseado na Tabela 3, pág.49.

Velocidade Regulamentada	Intervalo de Distância	
	Vias Urbanas (km)	Vias Rurais (km)
Inferior ou igual a 80 km/h	100 a 300	300 a 500
Superior a 80 km/h	400 a 500	1000 a 2000

**Tabela 11** - Intervalo de Distância para Colocação de Equipamento Medidor de Velocidade  
 Fonte: CONTRAN, Resolução nº 146/2003, baseado na Tabela do Anexo III.

As principais placas de sinalização vertical utilizadas em conjunto com a implantação de MEVs estão exemplificadas a seguir:







### Cuidados com a sinalização horizontal

Conforme consta do Volume VI do MBST, Sinalização Horizontal, a sinalização horizontal é “um subsistema da sinalização viária composta de marcas viárias, incluindo linhas, marcações, símbolos e legendas pintados ou apostos no pavimento da pista de rolamento”, com a função de organizar o fluxo de pedestres e veículos, controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia e obstáculos, e complementar a sinalização vertical.

No projeto de sinalização viária para os locais de implantação de MEVs diferentes, marcas viárias devem ser projetadas para apoiar e complementar a sinalização vertical de regulamentação exigível, além do conjunto de linhas, símbolos e legendas requeridas, dependendo do tipo de conflito a ser tratado, conforme ilustram os exemplos apresentados a seguir:

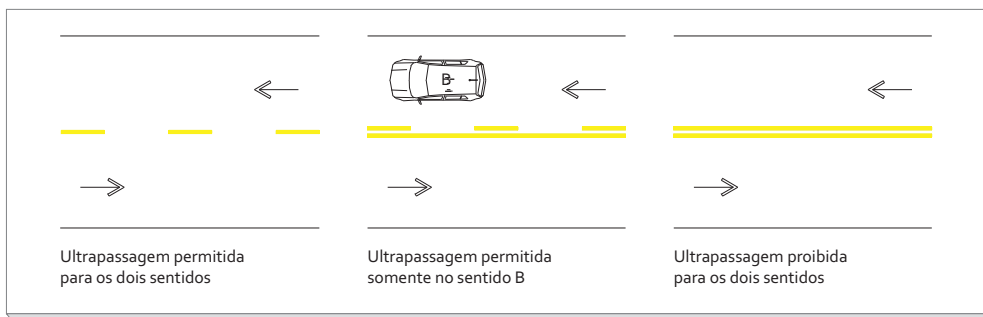


Figura 6 – Exemplo de aplicação de marcas longitudinais

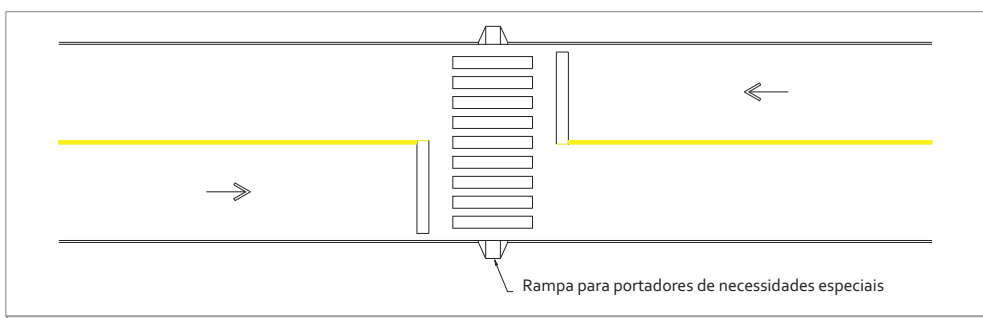


Figura 7 – Exemplo de aplicação de marcas transversais

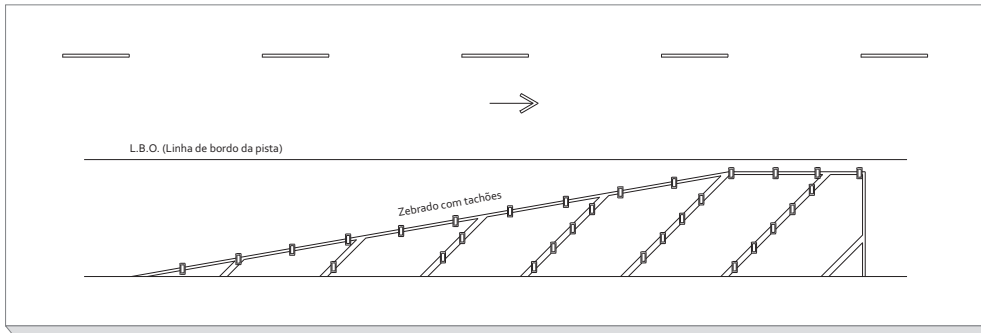


Figura 8 – Exemplo de aplicação de marcas de canalização lateral

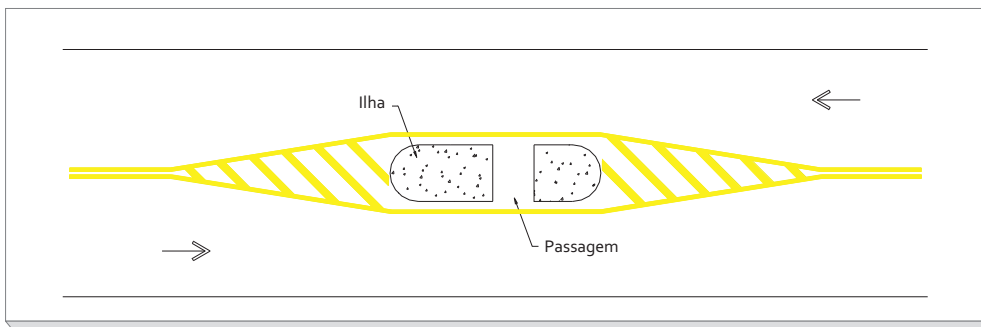


Figura 9 – Exemplo de aplicação de marcas de canalização na transição da aproximação de ilhas de refúgio para pedestres

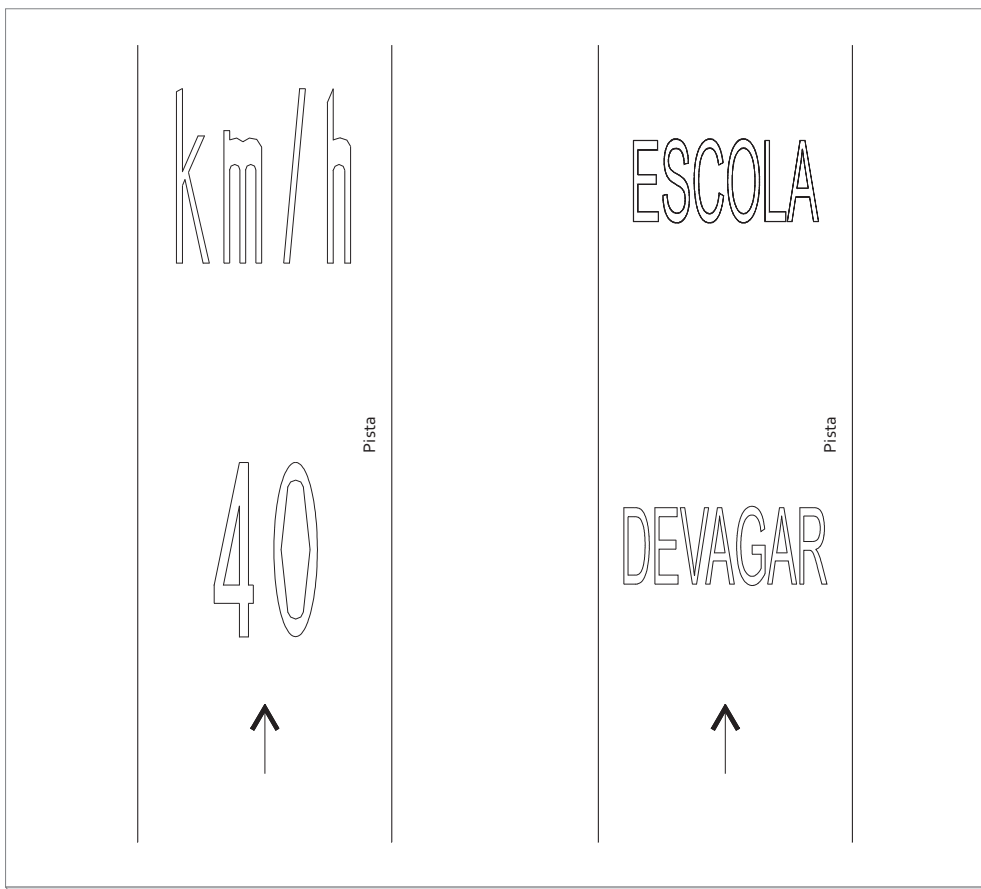


Figura 10 – Exemplos de aplicação de inscrições no pavimento em apoio à sinalização de advertência sobre os perigos existentes no trecho controlado

## **Implantação dos equipamentos selecionados**

Não só durante, mas também semanas após o período de implantação dos MEVs, várias precauções e cuidados devem ser considerados, para evitar acidentes produzidos pela omissão ou equívocos nos procedimentos necessários.

Recomendam-se os seguintes procedimentos para antes, durante e imediatamente depois de sua implantação, conforme GOLD (1998):

### **a) Procedimentos recomendados antes da implantação**

Durante a fase de 2 a 7 dias que antecede a implantação dos MEVs deve-se informar os usuários sobre o mecanismo de controle a ser instalado, data de início de sua operação. Também podem ser organizadas campanhas educativas informando sobre como funciona o equipamento, seu objetivo e vantagens para a sociedade. Essas informações podem ser veiculadas mediante folhetos distribuídos aos pedestres e condutores, faixas ou letreiros transversais colocados por sobre a via, ou através da mídia falada, impressa ou televisiva.

Importantes ainda são as medidas complementares dos órgãos afins em caso de interferência com outros serviços públicos como alteração de pontos de parada do transporte coletivo ou de táxi, retirada e poda de árvores, relocação de poste de energia elétrica e iluminação pública, entre outros.

Deve-se providenciar toda a logística necessária à implantação, desde a organização de estratégias de instalação à solicitação de ação sincronizada da Polícia Militar, agentes de trânsito, equipes de operários e técnicos, além da provisão de material de apoio à operação conjunta, incluindo coletes refletivos, capas de chuva, veículos de serviço, reboque, rádio transmissor, cavaletes, cones, cordas e luzes intermitentes de advertência.

Quando o projeto prevê a instalação de ilhas centrais ou avanços de calçada para acomodação de totens, deve-se instalar gradis ou tapumes móveis para iluminação noturna em redor da obra durante sua realização. As placas de sinalização vertical devem permanecer encobertas por plásticos escuros.

### **b) Procedimentos recomendados durante a implantação**

A implantação vai desde o início dos serviços até seu término, correspondendo à fase de obra, cujo prazo depende da quantidade de ações a serem implementadas, podendo requerer o fechamento parcial ou total da via nesse período.

Deve-se dedicar especial atenção às sinalizações de obra, implantando tanto a sinalização horizontal (pintura de faixas, tachas e tachões refletivos), como vertical (placas de sinalização convencionais e específicas de obras), e mantê-las durante todo o período, sempre com a imprescindível orientação dos agentes de trânsito e com todo o material necessário de canalização, como cones, cavaletes, etc.

Sendo necessário o fechamento total ou parcial da pista, este deverá ser realizado com o máximo cuidado, preferivelmente em dias de menor volume de tráfego, como fins de semana, por exemplo. Deve-se usar sinalizações diurnas e noturnas apropriadas, além dos dispositivos de proteção dos usuários e dos operários.

Os técnicos responsáveis deverão acompanhar a implantação do projeto de forma a garantir que sejam cumpridas todas as especificações nele constantes, e tomar providências imediatas em caso de equívoco constatado no projeto.

Antes de entrarem em vigor os equipamentos instalados, deve-se organizar um esquema de operação inicial, com duração definida pelo coordenador do projeto.

### **c) Procedimentos recomendados logo após a implantação**

Nesta fase, que se inicia imediatamente depois da conclusão dos serviços, deve funcionar um esquema de operação, com duração de 20 a 30 dias, retornando-se ao processo de informações aos usuários, e mantendo-se a distribuição de folhetos informativos e veiculação pela mídia, bem como o trabalho indispensável de orientação e esclarecimento desenvolvido por policiais e agentes de trânsito.

Importante a considerar, nesta fase, é o período de ajuste que se segue à implantação do projeto, o período inicial de operação do novo projeto, durante o qual os usuários se adaptam à nova realidade, sujeitos, portanto, a efeitos inesperados, segundo MEIRELLES (1990).

Nesta fase o projeto sofre pequenos ajustes, exigidos pelo próprio desenvolvimento do tráfego ou pelos usuários. Os técnicos responsáveis devem prosseguir com inspeções do local e observar o comportamento dos usuários diante da nova situação. Essas inspeções, que visam averiguar o funcionamento do equipamento e problemas posteriores à implantação, podem incluir desde conversas com os usuários até entrevistas com moradores e comerciantes locais.

Fator relevante após o período de implantação, geralmente relegado a segundo plano, é a manutenção da sinalização viária como forma de manter a eficácia desses equipamentos. Essa manutenção deve permitir sempre a boa visualização de seus dispositivos, mediante serviços de repintura de faixas de sinalização horizontal, substituição ou limpeza das placas de sinalização vertical, refixação das colunas de sustentação da sinalização vertical, substituição ou limpeza das tachas e tachões refletivos e a retirada de elementos que obstruem a visibilidade dos equipamentos e da sinalização viária anexa, como vegetação, cartazes publicitários etc.

A avaliação de desempenho dos MEVs 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, além de prover as conseqüentes melhorias no meio ambiente. Segundo MEIRELLES (1990), essa fase deve ser iniciada após a conclusão do período pós-implantação.

A evolução dos índices de acidentes, antes e depois da implementação das ações corretivas, constituem um importante indicador da eficácia, segundo GOLD (1998), e devem ser comparados os índices de um período anterior, geralmente de um ano, com índices referentes a igual período de análise, após a implantação (avaliação antes e depois).

### Avaliação de desempenho técnico dos equipamentos

No caso em questão, recomendam-se avaliações de desempenho técnico dos equipamentos em dois momentos.

1. No primeiro momento, a técnica baseia-se em **dados alternativos ou indicadores intermediários**, e deve ocorrer imediatamente após os primeiros trinta dias de operação do equipamento.

Essa forma de avaliação é aplicada, de modo geral e restrito, a determinados projetos de segurança, e utiliza como indicadores intermediários da eficácia as características operacionais do tráfego.

Os níveis de obediência à velocidade permitida para o local onde foram implantados os MEVs, constantes dos relatórios de sua operação, são os melhores indicadores intermediários de eficácia desses equipamentos. Outros indicadores, como a redução na velocidade de circulação dos veículos, podem

ser utilizados para medir a eficácia dos equipamentos. O que requer a medição da velocidade de cada veículo, antes e depois da implantação dos MEVs.

No entanto, a análise exclusiva desses indicadores não é conclusiva, mas apenas referencial provisório, até que tenha decorrido tempo suficiente para a avaliação de desempenho dos equipamentos considerando o objetivo pelo qual foram implantados. O técnico deve complementar os levantamentos de informações sobre indicadores, passando, então, ao segundo momento.

2. No segundo momento, a técnica utilizada baseia-se nos **dados de acidentes ou indicador básico de eficácia do projeto**.

Nessa avaliação, o indicador da eficácia do projeto são as reduções na quantidade e severidade de acidentes nos locais onde foram implantados os MEVs, para o período igual a doze meses após o início de sua operação. Esse é o tipo de avaliação mais comum, considerada a melhor forma de avaliar a eficácia de um projeto de melhoria da segurança, principalmente quando ele é implantado em locais de alta concentração e severidade de acidentes.

Deve-se, no entanto, advertir que a seleção de locais em que observaram-se frequências atípicas no período anterior ao da implantação pode falsear a avaliação simples, baseada nas frequências de acidentes antes e depois da implantação. Procedimentos especiais são necessários para estes casos, incluindo a observação de grupos de controle e outras técnicas (ver HAUER, 1997).

### **Procedimentos para avaliação de desempenho técnico dos equipamentos**

Para a avaliação do desempenho técnico dos MEVs, é necessário retomar os dados de acidentes levantados na Etapa 1 da Metodologia Consistente, sintetizados no Formulário de Dados Básicos 1. Deve-se anotar o Peso Total (Pt) dos acidentes para cada LC obtido a partir do Formulário de Dados Básicos 1, na célula referida como Pt<sub>1</sub>, correspondente ao período definido como "Antes da Implantação do Equipamento", do Formulário 3 - Avaliação de Desempenho Técnico dos Equipamentos Medidores Eletrônicos de Velocidade, conforme modelo mostrado na Figura 11.

<b>FORMULÁRIO 3 — AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO DOS EQUIPAMENTOS MEDIDORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local para Avaliação</b> (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	<b>Peso para o LC</b>		<b>(Pt1-Pt2)x 100/ Pt1</b> Redução no Peso Total de Acidentes (%)
	<b>Pt1</b> (antes da implantação do equipamento)	<b>Pt2</b> (após a implantação do equipamento)	
_____			
_____			
_____			
_____			

Figura 11 - Modelo de Formulário de Avaliação de desempenho técnico dos equipamentos medidores eletrônicos de velocidade

Deve-se fazer o levantamento e registro de dados sobre acidentes graves e com vítimas fatais registrados para o local em análise após o início da operação do MEV, com base no mesmo roteiro utilizado na Etapa 1 do **Método dos Cenários de Risco**, desta vez, porém, lançando os dados levantados no Formulário 4 - de Dados Básicos por Acidente após o Início da Operação dos Equipamentos - conforme modelo apresentado na Figura 12 -, com a finalidade de obter o Peso Total dos acidentes posteriores ao início da operação dos equipamentos.



<b>FORMULÁRIO 4 — DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE APÓS INÍCIO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local</b> (endereço completo do local onde foi implantado o MEV)	
<b>2. Informações por acidente registrado para o local após o início da operação</b>	
<b>2.1. Tipo de Acidente</b> (assinalar o tipo de acidente)	
<input type="checkbox"/> A) Atropelamento	<input type="checkbox"/> B) Acidente com ciclista
<input type="checkbox"/> C) Colisão entre veículos	<input type="checkbox"/> D) Capotamento ou choque
<b>2.2. Ponderação da Gravidade do Acidente e Tipo de Lesão</b>	
<b>2.2.1. Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves</b> (número de vítimas com ferimentos graves no acidente)	G=
<b>2.2.2. Quantidade de Vítimas Fatais</b> (número de vítimas fatais no acidente)	F=
<b>2.2.3. Peso Total do Acidente</b> Obter o peso para o acidente, efetuando-se o seguinte cálculo: $P = G + 3 * F$ , onde; Pi: Peso do acidente i G: Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves envolvidas no acidente F: Quantidade de Vítimas Fatais registradas para o local i: número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico	Pi =
<b>3. Observações</b>	
<b>3.1. do Local</b> _____ _____	
<b>3.2. do Acidente</b> _____ _____	

Figura 12 – Modelo de Formulário 4 — Dados básicos por acidente após o início da operação dos equipamentos

Os pesos por tipo de lesão atribuídos a cada acidente devem ser totalizados por local e anotados nas células correspondentes do Formulário 5 - Peso em ATEV dos Locais Críticos após o Início da Operação, conforme modelo apresentado na Figura 13.

<b>FORMULÁRIO 5 – PESO EM ATEV DOS LOCAIS APÓS O INÍCIO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local</b> (endereço completo do local, incluindo referências se necessário)	
<b>2. Peso Total do Local após o Início da Operação</b> (informar o peso obtido para o LC) Obtém-se o peso para o LC pela soma dos pesos atribuídos a cada acidente registrado para o local, sendo: $Pt = \sum_{i=1}^z S P_i$ , com $i$ variando de 1 a $z$ $i$ : número de ordem de ocorrência do acidente $Pt$ = Peso total do LC em acidentes por excesso de velocidade $z$ : número total de acidentes	$Pt=$

Figura 13 - Modelo de Formulário 5 - Peso em ATEV dos Locais após o Início da Operação

O Peso Total em acidentes para cada local onde foram implantados equipamentos, obtido a partir do Formulário 5 deve ser anotado no Formulário 3 - Avaliação de Desempenho Técnico, na célula referida como  $Pt_2$ , correspondente ao período definido como “Após a Implantação do Equipamento”.

Deve-se proceder ao cálculo da porcentagem da redução no Peso Total dos acidentes para cada local onde foram implantados equipamentos, conforme sugerido no próprio Formulário 3. Devendo ser considerado como eficaz o desempenho técnico dos equipamentos cuja redução no Peso Total em Acidentes Graves e Fatais for superior a 70%.

Uma redução inferior pode indicar que o limite de velocidade foi estabelecido em valor ainda elevado ou que o projeto deve ser revisado ou complementado por outras ações. Ainda que com gravidade menor, o aumento da frequência de acidentes pode ocorrer e também deve ser analisado para revisar ou complementar o projeto de forma a eliminar tal efeito.

## Avaliação de desempenho econômico dos equipamentos

A avaliação econômica dos resultados aborda uma outra vertente de estudo da eficácia das melhorias obtidas com a implantação dos equipamentos, tendo assim uma destacada importância no processo de avaliação dos recursos investidos. Sua utilização pode ser importante para convencimento dos órgãos de finanças, em especial quando houver recursos provenientes de órgãos externos (nacionais ou estrangeiros).

Os procedimentos referentes à avaliação econômica e outras técnicas e métodos habitualmente utilizados tanto no exterior como no Brasil são amplamente abordados tanto nos estudos do estrangeiros, como no manual do DENATRAN (1987) ou em GOLD (1998).

GOLD (1998) argumenta que os processos mais utilizados para avaliar projetos de segurança de tráfego já implantado são os métodos da relação benefício/custo (B/C) e da relação custo/eficácia (C/E).

O primeiro método (B/C) tenta mensurar as variáveis em valores monetários equivalentes, durante toda a vida útil da intervenção, tornando-se fácil concluir que qualquer projeto que apresente uma relação benefício/custo maior que 1 terá certamente produzido mais benefícios (em termos de unidade monetária) do que o investimento no projeto (custo de implantação, manutenção e operação). Caso este índice seja menor que 1, significa que, para cada unidade monetária investida, obteve-se um rendimento inferior a mesma em benefícios (em termos de acidentes evitados). O que significaria que ainda que o projeto possa gerar alguma redução nos custos de acidentes, o custo para sua implantação superou os benefícios. Lembrando que este fato não implica necessariamente em ter de descartar o projeto, pois pequenos ajustes ou complementações implementadas, geralmente, podem produzir alterações satisfatórias nos resultados iniciais, com conseqüente melhoria do desempenho desse projeto.

Como não são os únicos benefícios os valores economizados diretamente pela redução de acidentes, outros custos advindos de benefícios indiretos (aumento ou redução do tempo de viagens, melhorias das condições ambientais locais), decorrentes da implantação do projeto, dependendo da abrangência de análise que se pretende estabelecer, devem também ser levados em conta na avaliação.

O segundo método (C/E) é uma forma alternativa diferente do anterior, uma vez que não são atribuídos valores monetários aos benefícios, o que pode ser vantajoso, principalmente considerando a dificuldade em avaliar certos custos específicos de acidentes, seja pela insuficiência ou pela complexidade de dados para composição dos

mesmos.

A atribuição de valores monetários aos acidentes de trânsito constitui-se, indiscutivelmente, em uma das atividades mais complexas e controvertidas na área da segurança do trânsito, principalmente quando envolve acidentes com vítimas fatais, em que se devem atribuir valores à vida humana e ao sofrimento dos familiares e amigos. Evitando esta tarefa, o método da relação C/E busca uma avaliação com base em índices de custo por vida salva (ou vida equivalente salva, ponderando também a redução de ferimentos graves).

É imprescindível, enfatiza GOLD (1998), o prosseguimento desse acompanhamento para poder avaliar convenientemente as intervenções viárias implantadas, em função da frequência ou severidade dos acidentes e de outros parâmetros.

### **Procedimentos para Avaliação de Desempenho Econômico dos Equipamentos**

Para que se proceda à avaliação de desempenho econômico dos equipamentos medidores eletrônicos de velocidade, recomenda-se, apesar das ressalvas anteriores, o método da relação benefício/custo (B/C), sendo necessário a retomada dos dados sobre quantidades de acidentes levantados na Etapa 1 do **Método dos Cenários de Risco** e durante a atividade de Avaliação de Desempenho Técnico, sintetizados nos Formulários 1 e 4, respectivamente, referentes aos Dados Básicos por Acidente antes e após início da operação dos equipamentos. Os quantitativos de acidentes são identificados pelas variáveis "G" e "F" daqueles formulários, indicando quantidade de vítimas feridas graves e vítimas fatais, respectivamente, por acidente levantado para o local.

Os valores de "G" e "F" obtidos através dos Formulários 1 e 4 devem ser multiplicados pelos seus respectivos custos médios em acidente por nível de gravidade, e os resultados dessas operações transcritos para os Formulários 6a e 6b – Cálculo dos Custos em Acidentes, conforme modelo apresentado através das Figuras 14 e 15, para que se proceda ao cálculo dos custos totais dos acidentes com vítimas feridas graves e com vítimas fatais por local, segundo orientações constantes dos próprios formulários.

<b>FORMULÁRIO 6a — CÁLCULO DOS CUSTOS EM ACIDENTES ANTES DA IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS</b> <b>MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local para Avaliação</b> (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	<b>Custos dos acidentes por tipo de lesão</b> onde: CG = custo médio do acidente com vítimas feridas graves; CF = custo médio do acidente com vítimas fatais.		<b>CA<sub>1</sub> - Custos dos acidentes por local antes da implantação dos MEVs (R\$)</b>  <b>CA<sub>1</sub> = CGt<sub>1</sub> + Cft<sub>1</sub></b>
	<b>CGt<sub>1</sub> = G*CG</b> (Custo total dos acidentes com feridos graves por local, antes da implantação dos MEVs)	<b>Cft<sub>1</sub> = F*CF</b> (Custo total dos acidentes com vítimas fatais por local, antes da implantação dos MEVs)	
_____			
_____			
_____			

Figura 14 – Modelo de Formulário 6a – Cálculo dos custos em acidentes por local antes da implantação dos equipamentos

<b>FORMULÁRIO 6b – CÁLCULO DOS CUSTOS EM ACIDENTES APÓS O INÍCIO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS</b> <b>MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local para Avaliação</b> (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	<b>Custos dos acidentes por tipo de lesão</b> onde: CG = custo médio do acidente com vítimas feridas graves; CF = custo médio do acidente com vítimas fatais.		<b>CA<sub>2</sub> - Custos dos acidentes por local após o início da operação dos MEVs (R\$)</b>  <b>CA<sub>2</sub> = CGt<sub>2</sub> + Cft<sub>2</sub></b>
	<b>CGt<sub>2</sub> = G*CG</b> (Custo total dos acidentes com feridos graves por local, após o início da operação)	<b>Cft<sub>2</sub> = F*CF</b> (Custo total dos acidentes com vítimas fatais por local, após o início da operação)	
_____			
_____			
_____			

Figura 15 – Modelo de Formulário 6b – Cálculo dos custos em acidentes por local após o início da operação dos equipamentos

Os custos médios dos acidentes por tipo de lesão dependem da ótica da avaliação de custo adotada para valoração. Os componentes discutidos são os custos diretos do acidente, a perda de produção acarretada ou o sofrimento e perda de qualidade de vida decorrente.

ELVIK (1995) realizou um estudo sobre as estruturas para avaliação dos custos dos acidentes de trânsito com vítimas fatais em 20 países selecionados para análise pelo autor. Observa-se uma valoração sistemática nitidamente maior para o item referente ao Sofrimento e Perda de Qualidade de Vida em decorrência do acidente, prevalecendo quase sempre uma atribuição correspondente a 2 ou 3 vezes o custo por Perda de Capacidade de Produção, independentemente do país observado.

Valores em milhões de U\$				
País	Perda de capacidade de produção	Custos diretos	Perda de Qualidade de Vida	Custos totais
Austrália	0,39	0,006	-	0,396
Áustria	0,67	0,004	-	0,674
Bélgica	0,43	0,004	0,016	0,45
Canadá	Estimativa não disponível para cada item			0,275
Dinamarca	0,23	0,005	0,478	0,713
Finlândia	0,63	0,001	0,998	1,629
França	0,25	0,002	0,018	0,27
Alemanha	0,76	0,001	-	0,761
Inglaterra	0,08	0,001	1,011	1,092
Itália	Estimativa não disponível para cada item			0,193
Japão	0,55	0,037	-	0,587
Luxemburgo	Estimativa não disponível para cada item			0,393
Holanda	0,12	0,00	-	0,12
Nova Zelândia	0,00	0,006	0,872	0,878
Noruega	0,37	0,009	-	0,379
Portugal	0,26	0,00	-	0,26
Espanha	0,13	0,00	0,066	0,196
Suécia	0,14	0,006	1,466	1,612
Suíça	0,93	0,005	1,535	2,47
Estados Unidos	0,53	0,130	1,779	2,439

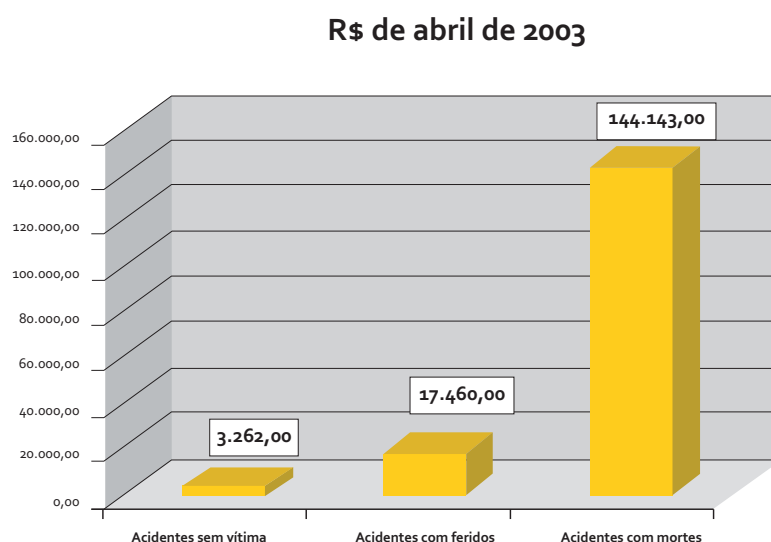
Tabela 12 – Avaliação econômica oficial de um acidente de trânsito com vítimas fatais em vinte países (1991)  
Fonte: ELVIK, RUNE (1995), Institute of Transport Economics, Etterstad, N-0602, Oslo, Noruega.

No Brasil, pode-se distinguir o modelo de análise de custos de acidentes em rodovias, proposto pelo DNER (IPR, 1995, atualizado em 2004), e a pesquisa coordenada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2003) que define parâmetros para os custos de acidentes em áreas urbanas no País.

A pesquisa do IPEA (2003) "Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas", não contabilizou acidentes ocorridos nos

trechos não-urbanos das rodovias e a dor de vítimas e parentes. Porém considerou os fatores mais importantes, presentes na maioria dos estudos desenvolvidos internacionalmente, incluindo o tratamento e reabilitação das vítimas, a recuperação ou reposição dos bens materiais danificados, o custo administrativo dos serviços públicos envolvidos e as perdas econômicas e previdenciárias.

A pesquisa do IPEA verificou os seguintes custos médios por acidente segundo a severidade, apresentados no Gráfico 2.



**Gráfico 2** – Custo Médio dos Acidentes de Trânsito por Severidade dos Acidentes nas Aglomerações Urbanas do Brasil, 2001.  
Fonte: IPEA, Pesquisa sobre Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas, maio de 2003.

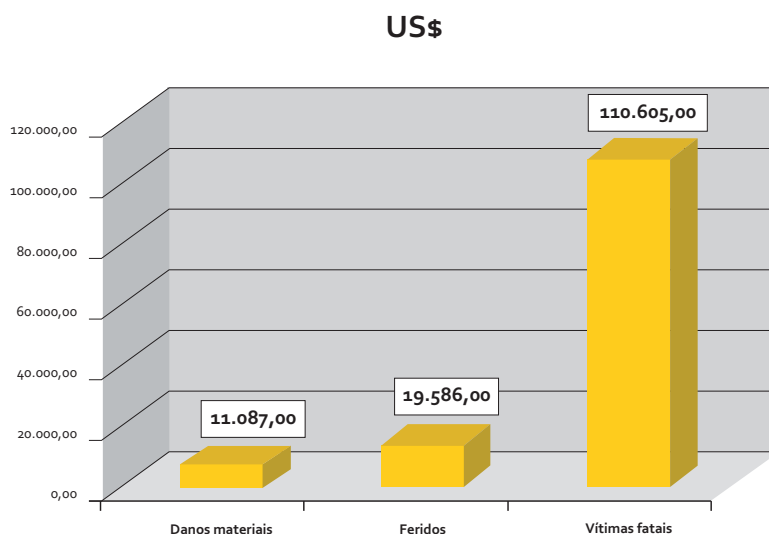
Em 2001, os acidentes de trânsito geraram custos da ordem de R\$3,6 bilhões, a preços de abril de 2003, para as 49 aglomerações. Se considerarmos o total da área urbana, estes custos chegam a R\$5,3 bilhões, valores relativos apenas aos acidentes ocorridos em área urbana. Não estão incluídos os custos dos acidentes ocorridos em rodovias fora do perímetro urbano.

A ótica de avaliação de custos de acidentes em rodovias proposto pelo DNER (IPR, 1995), resultado de estimativa de custos dos acidentes de trânsito nas rodovias federais, contabilizou acidentes ocorridos nos trechos rodovias do Estado do Rio de Janeiro e expandiu a amostra para a toda a Rede de Rodovias Federais do País.

A estrutura de custos da pesquisa do DNER considera os custos materiais por perdas de rendimentos futuros, os danos aos veículos (por tipo), custos médico-hospitalares, danos às cargas e administração de seguros, porém deixa de lado o custo do sofrimento e perda da qualidade de vida das vítimas e seus familiares.

O modelo de custo proposto pelo DNER estima os seguintes custos médios por

acidente em rodovias segundo a severidade, apresentados no Gráfico 3.



**Gráfico 3** – Custo Médio dos Acidentes de Trânsito por Severidade dos Acidentes nas Rodovias Federais do Brasil  
Fonte: IPR/DNER, Pesquisa Estimativa de Custos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais, abril de 1995.

Estudos revelam que os custos dos acidentes em rodovias são maiores que os dos acidentes em áreas urbanas, como observa-se nos Gráficos 2 e 3, possivelmente por serem mais violentos, ocorrerem, em sua maioria, em alta velocidade, sem considerar os danos às cargas, componente de custo inexistente para análise de acidentes em área urbana.

Para a avaliação de desempenho econômico em questão, adota-se os dados de custo sintetizado pela Pesquisa do IPEA (2003) para acidentes em áreas urbanas (exceto em trechos rodoviários) e os dados de custo proposto pelo DNER (1995) para acidentes ocorridos em rodovias em geral.

Face à generalização dos custos médios estimados para acidentes com vítimas feridas, sem considerar o grau de severidade desse tipo de dano (como ocorre em ambos os modelos referidos), decidiu-se considerar o custo médio do acidente com vítimas feridas graves como  $1/3$  do custo médio do acidente com vítimas.

Dessa forma, os custos médios inseridos no cálculo dos custos totais em acidentes por local para a avaliação de desempenho econômico dos equipamentos são os constantes da Tabela 13, a seguir. Os custos estimados pela Pesquisa DNER (1995) tiveram de ser ponderados pela taxa cambial do dólar (US\$ 1,00 = R\$ 2,50), uma vez que os mesmos foram obtidos naquela moeda.



Custo médio dos acidentes de trânsito por tipo de lesão (R\$)		
Tipo de Via	Tipo de Lesão	
	Vítimas Feridas Graves	Vítimas Fatais
Urbanas	48.047,67	144.143,00
Rurais	92.170,67	276.512,00

Tabela 13 – Custo médio dos acidentes por severidade adotado para a avaliação de desempenho econômico dos equipamentos

A ponderação 1 para 3 entre acidentes fatais e com feridos graves, adotado no **Método dos Cenários de Risco**, é uma representação conservativa (embora maior que a dos índices de severidade usuais) da relação entre custos expresso nos valores aqui mencionados.

Para calcular os benefícios do início da operação dos MEVs, deve-se transcrever os custos dos acidentes de cada local e período antes da implantação (CA1) e após o início da operação (CA2) no Formulário 7 – Cálculo dos Benefícios Após o Início da Operação dos Equipamentos, conforme modelo apresentado na Figura 16. Os benefícios (B) são obtidos pela diferença entre CA1 e Ca2.

FORMULÁRIO 7 – CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS APÓS INÍCIO DA OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO			
Identificação do Local para Avaliação (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	CA - Custos dos Acidentes (R\$)		B = CA1-CA2 Benefícios (R\$) (variação dos custos em acidentes)
	CA1 (antes da implantação do MEV)	CA2 (após a implantação do MEV)	
_____			
_____			
_____			
_____			

Figura 16 – Modelo de Formulário 7 – Cálculo dos benefícios após início da operação dos equipamentos

Deve-se calcular os custos de implantação dos equipamentos por local e os custos anuais de manutenção e operação, até o ano em análise.

Os valores correspondentes aos custos de implantação, manutenção e operação devem ser totalizados por local mediante preenchimento do Formulário 8 – Cálculo dos Custos dos Equipamentos por Local, conforme modelo apresentado na Figura 17, considerando o valor presente dos mesmos.

O valor presente do custo é obtido a partir da seguinte fórmula:

$$C = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

onde:

C<sub>t</sub>: valor corrente do custo no ano t

i: taxa anual de desconto

T: idade de implantação do equipamento para o ano de análise

<b>FORMULÁRIO 8 - CÁLCULO DOS CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS POR LOCAL MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local para Avaliação</b> (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	<b>CE1</b> (custo de implantação)	<b>CE2</b> (custo de manutenção e operação)	<b>C = CE1+CE2</b> Valor Presente dos Custos dos Equipamentos por Local (R\$)
_____			
_____			
_____			
_____			

Figura 17 – Modelo de Formulário 8 – Cálculo dos custos dos equipamentos por local

O processo termina com o cálculo dos índices de benefício/custo (B/C) para cada local de implantação dos equipamentos, considerando o valor presente em cada caso. Deve-se calcular o valor presente do benefício por local e lançá-lo nas células

correspondentes do Formulário 9 – Cálculo dos Índices de Benefício/Custo por Local de Implantação dos Equipamentos, conforme modelo apresentado na Figura 18.

O valor presente do benefício é obtido a partir da seguinte fórmula:

$$B = \sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

onde:

B<sub>t</sub>: valor corrente do benefício no ano t

i: taxa anual de desconto

T: idade de implantação do equipamento para o ano de análise

O período de retorno de projetos de Engenharia de Tráfego para melhoria da segurança viária geralmente não excede um ano. Isso quer dizer que os índices B/C certamente serão maiores que 1 logo no primeiro ano de implantação.

<b>FORMULÁRIO 9 – CÁLCULO DOS ÍNDICES DE BENEFÍCIO/ CUSTO POR LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>			
<b>Identificação do Local para Avaliação</b> (endereço completo do local onde foi implantado o equipamento medidor de velocidade)	<b>Valores Presentes</b>		<b>B/C</b>
	<b>C</b> Valor Pre- sente dos Custos de Equipamentos por Local (R\$)	<b>B</b> Valor Pre- sente dos Benefícios (R\$)	
_____			
_____			
_____			
_____			

Figura 18 – Modelo de Formulário 9 – Cálculo dos índices de benefício/custo por local de implantação dos equipamentos

Outros benefícios podem ser somados (ou subtraídos, caso sejam negativos) aos da redução de acidentes. Além disso, as medidas de Custo/Eficácia podem também ser calculadas e informadas.

O Anexo II apresenta modelos de Planilhas de 3 a 8 que podem ser utilizadas em substituição aos Formulários 3 a 9 propostos neste capítulo.

O sistema viário da cidade fictícia, apresentado na Figura 19, é proposto para elaboração de um exemplo de aplicação prática do **Método dos Cenários de Risco**.

A aplicação da Metodologia inicia-se com a preparação de um mapa da cidade em estudo na escala 1:10000, contendo arruamento e nome de ruas. Para o caso deste exemplo, os nomes das ruas não serão apresentados.

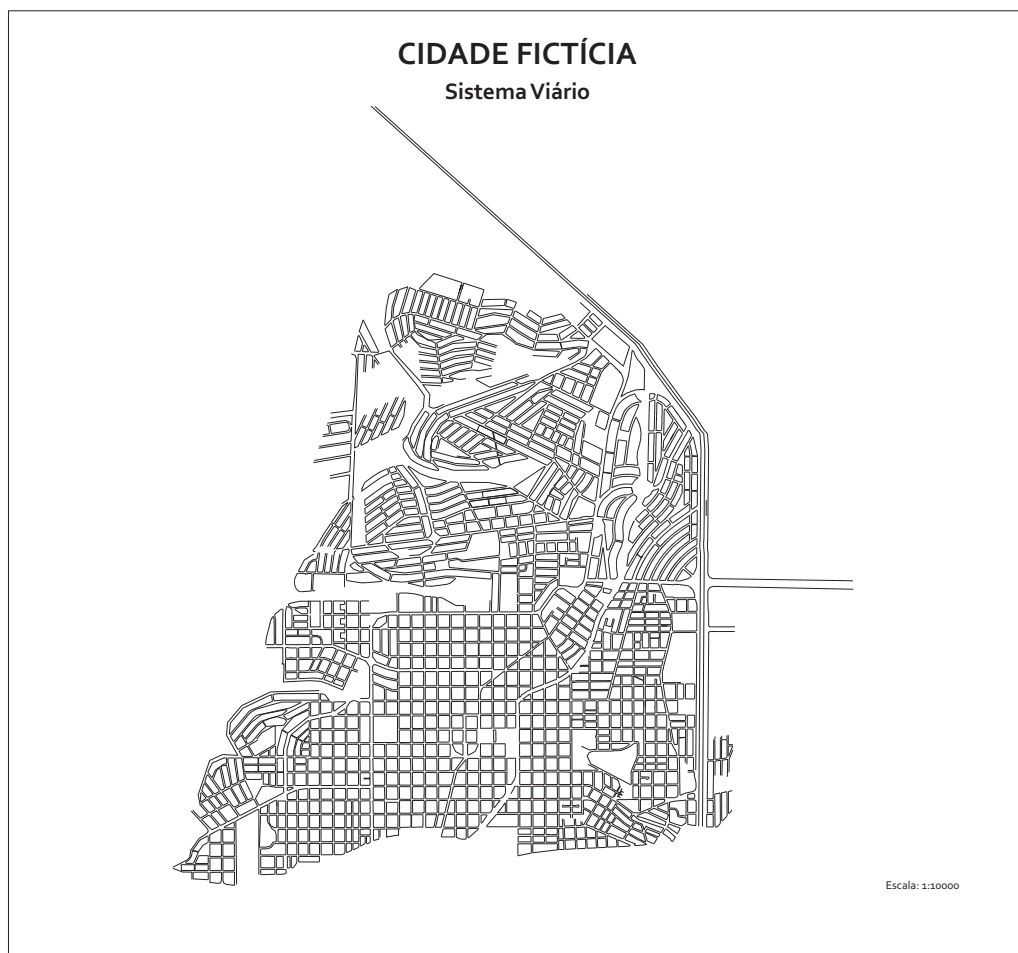













Figura 19 – Sistema Viário da Cidade Fictícia

O mapa preparado recebe o título de Mapa 1 – Reconhecimento dos Cenários de Risco, sobre o qual é identificada a rede de vias estruturais da cidade, alocando a seguinte convenção de cores e traços para cada função de via.

Função da via	Cor e traço correspondentes
Trânsito rápido	
Arterial	
Coletora	

Quadro 10 - Convenção de cores e traços para cada função da via identificada sobre o Mapa 1

Ainda sobre o mesmo mapa, são identificadas e destacadas as seguintes informações, utilizando-se os símbolos correspondentes.

Informações destacadas	Símbolos correspondentes
Pólos geradores de tráfego	
Edificações geradoras de viagens a pé	
Trecho de via com quantidade significativa de viagens a pé	
Rotas de pedestres	
Rotas de ciclistas	
Centro de negócios/parque industrial	
Local denunciado pela mídia/comunidade	
Local com mudança no uso/novos polos	

Quadro 11 - Convenção de símbolos para cada informação destacada sobre o Mapa 1

Procede-se à análise do sistema viário e seu uso para identificação dos cenários de risco, considerando sua tipificação proposta pelo método conforme Quadro 1 recomendado.

Para finalização dessa etapa, aloca-se sobre o Mapa 1 os códigos dos cenários de risco reconhecidos, resultando no mapa apresentado na Figura 20.

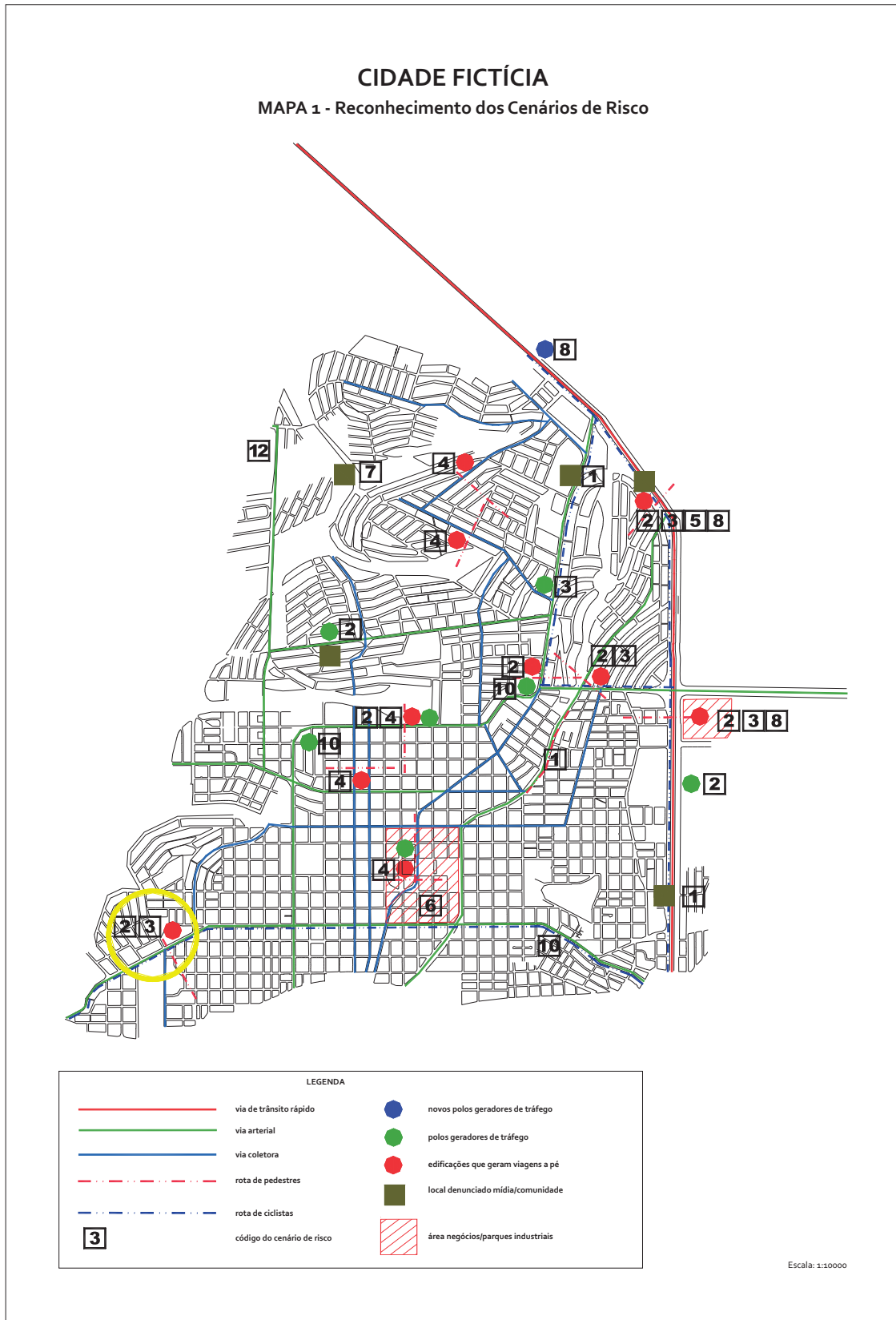


Figura 20 – Mapa 1 - Reconhecimento dos Cenários de Risco da Cidade Fictícia

Na etapa 2 do método são levantados os dados dos últimos doze meses sobre acidentes de trânsito registrados para a área de estudo que tenham resultado em vítimas feridas graves e vítimas fatais. Para o presente exemplo admite-se que o órgão gestor de trânsito local mantém essas informações atualizadas.

Para cada acidente levantado um Formulário 1 (Dados Básicos por Acidente) é preenchido, e calculado o peso em ATEV ( $P_i$ ) para cada acidente. Para cada local crítico em ATEV, um Formulário 2 (Peso em ATEV dos Locais Críticos) é preenchido, e calculado o seu peso total em ATEV ( $P_t$ ), através da soma dos pesos  $P_i$  de cada acidente registrado por local.

Como ilustração, são apresentados, nas Figuras 21a, 21b e 21c, três Formulário 1 preenchidos, e, na Figura 22, um Formulário 2 preenchido, representando os dados de acidentes para o local circundado na cor amarela na (Figura 20). O local ilustrado trata-se de trecho viário em frente à Prefeitura da cidade fictícia (cujo endereço fictício é Av. Rui Barbosa, nº 500), onde ocorreram 3 ATEVs, que resultaram 2 em vítimas graves e 1 em vítima fatal, conforme relatam informações constantes dos formulários.

<b>FORMULÁRIO 1 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local de ocorrência do acidente de trânsito</b> (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)	
Av. Rui Barbosa, N 500 – Em frente à Prefeitura	
<b>2. Informações por acidente registrado para o local</b>	
<b>2.1. Tipo de Acidente</b> (assinalar o tipo de acidente)	
<input checked="" type="checkbox"/> A) Atropelamento	<input type="checkbox"/> B) Acidente com ciclista
<input type="checkbox"/> C) Colisão entre veículos	<input type="checkbox"/> D) Capotamento ou choque
<b>2.2. Ponderação da Gravidade do Acidente e Tipo de Lesão</b>	
<b>2.2.1. Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves</b> (número de vítimas com ferimentos graves no acidente)	G= 1
<b>2.2.2. Quantidade de Vítimas Fatais</b> (número de vítimas fatais no acidente)	F= 0
<b>2.2.3. Peso Total do Acidente</b> Obter o peso para o acidente, efetuando-se o seguinte cálculo: $P = G + 3 * F$ , onde; Pi: Peso do acidente i G: Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves envolvidas no acidente F: Quantidade de Vítimas Fatais registradas para o local i: número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico	Pi = 1
<b>3. Observações</b>	
<b>3.1. do Local</b> _____ _____	
<b>3.2. do Acidente</b> _____ _____	

Figura 21a – Formulário 1 preenchido – Exemplo Prático



<b>FORMULÁRIO 1 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local de ocorrência do acidente de trânsito</b> (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)	
Av. Rui Barbosa, N 500 - Em frente à Prefeitura	
<b>2. Informações por acidente registrado para o local</b>	
<b>2.1. Tipo de Acidente</b> (assinalar o tipo de acidente)	
<input checked="" type="checkbox"/> A) Atropelamento	<input type="checkbox"/> B) Acidente com ciclista
<input type="checkbox"/> C) Colisão entre veículos	<input type="checkbox"/> D) Capotamento ou choque
<b>2.2. Ponderação da Gravidade do Acidente e Tipo de Lesão</b>	
<b>2.2.1. Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves</b> (número de vítimas com ferimentos graves no acidente)	G= 0
<b>2.2.2. Quantidade de Vítimas Fatais</b> (número de vítimas fatais no acidente)	F= 1
<b>2.2.3. Peso Total do Acidente</b> Obter o peso para o acidente, efetuando-se o seguinte cálculo: $P = G + 3 * F$ , onde; Pi: Peso do acidente i G: Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves envolvidas no acidente F: Quantidade de Vítimas Fatais registradas para o local i: número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico	Pi = 3
<b>3. Observações</b>	
<b>3.1. do Local</b> _____ _____	
<b>3.2. do Acidente</b> _____ _____	

Figura 21b – Formulário 1 preenchido – Exemplo Prático

<b>FORMULÁRIO 1 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local de ocorrência do acidente de trânsito</b> (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)	
Av. Rui Barbosa, N 500 - Em frente à Prefeitura	
<b>2. Informações por acidente registrado para o local</b>	
<b>2.1. Tipo de Acidente</b> (assinalar o tipo de acidente)	
<input type="checkbox"/> A) Atropelamento	<input type="checkbox"/> B) Acidente com ciclista
<input checked="" type="checkbox"/> C) Colisão entre veículos	<input type="checkbox"/> D) Capotamento ou choque
<b>2.2. Ponderação da Gravidade do Acidente e Tipo de Lesão</b>	
<b>2.2.1. Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves</b> (número de vítimas com ferimentos graves no acidente)	G= 1
<b>2.2.2. Quantidade de Vítimas Fatais</b> (número de vítimas fatais no acidente)	F= 0
<b>2.2.3. Peso Total do Acidente</b> Obter o peso para o acidente, efetuando-se o seguinte cálculo: $P = G + 3 * F$ , onde; Pi: Peso do acidente i G: Quantidade de Vítimas com Ferimentos Graves envolvidas no acidente F: Quantidade de Vítimas Fatais registradas para o local i: número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico	Pi = 1
<b>3. Observações</b>	
<b>3.1. do Local</b> _____ _____	
<b>3.2. do Acidente</b> _____ _____	

Figura 21c – Formulário 1 preenchido – Exemplo Prático

<b>FORMULÁRIO 2 – PESO EM ATEV DOS LOCAIS CRÍTICOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO</b>	
<b>1. Identificação do local crítico</b> (endereço completo do local, incluindo referências se necessário)	
<i>Av. Rui Barbosa, N 500 – Em frente à Prefeitura</i>	
<b>2. Peso Total do local crítico</b> (peso obtido para o LC) O peso para o LC é a soma dos pesos atribuídos a cada acidente registrado para o local, sendo: $Pt = \sum SP_i$ , com $i$ variando de 1 a $n$ $i$ : número de ordem do acidente, conforme convenção a ser adotada pelo técnico $Pt$ : peso total do LC em acidentes por excesso de velocidade $n$ : número total de acidentes registrados para o local	$Pt =$ $1 + 3 + 1 = 5$

Figura 22 – Formulário 2 preenchido – Exemplo Prático

Ainda na etapa 2, os pesos totalizados por local são alocados em outro mapa da área de estudo, intitulado Mapa 2 (Locais Críticos em ATEV), exatamente sobre o local de sua ocorrência conforme mostrado na Figura 23. Utiliza-se o seguinte símbolo com o peso em ATEV assinalado no centro:



No mapa também é alocado o código do tipo do acidente com maior peso para cada local, ou daquele que resultou em vítima fatal. Para o caso ilustrado pelos Formulários 1 e 2 (Figuras 21a, 21b, 21c e 22), observa-se que o acidente por atropelamento foi o que resultou em vítima fatal para o local em frente à Prefeitura (circundado pela cor amarela), e portanto foi assinalado o código "A" no mapa sobre o local referido. E assim sucessivamente são alocados todos os pesos em ATEV e código do acidente para todos os cenários de risco. Para os locais que não apresentam histórico de ATEV, com o peso igual a 1 em seu centro, é alocado o símbolo:



Desse modo o local entra para a lista de locais a serem tratados, porém sem prioridade de atendimento.

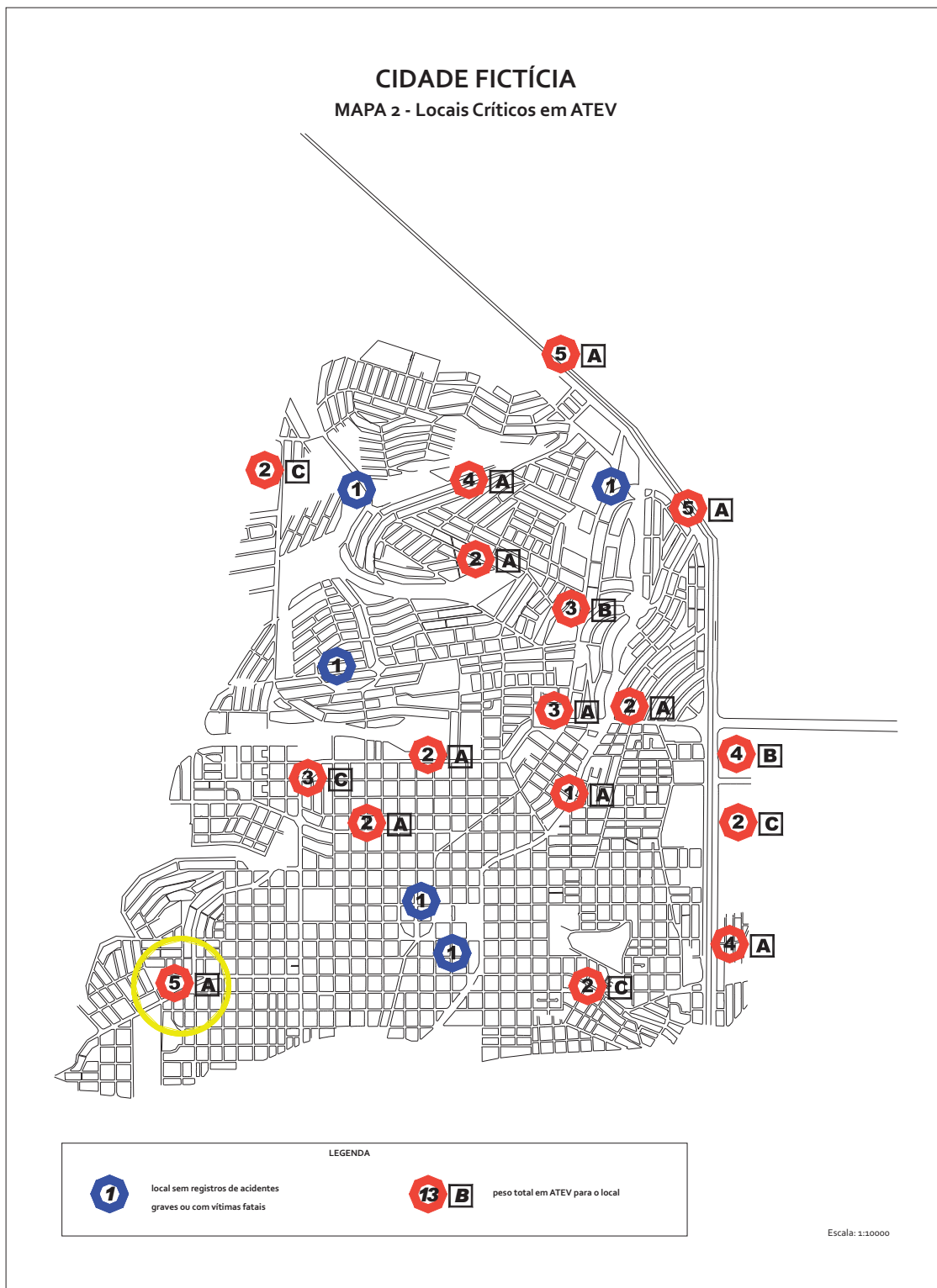


Figura 23 – Locais Críticos em ATEV

Os locais com maior peso em acidentes apresentam prioridade de tratamento. Para o exemplo, o órgão gestor de trânsito da cidade decidiu que somente locais com peso superior a "3" serão tratados.

A figura 24 apresenta o Mapa 2 contendo apenas os locais que serão tratados.

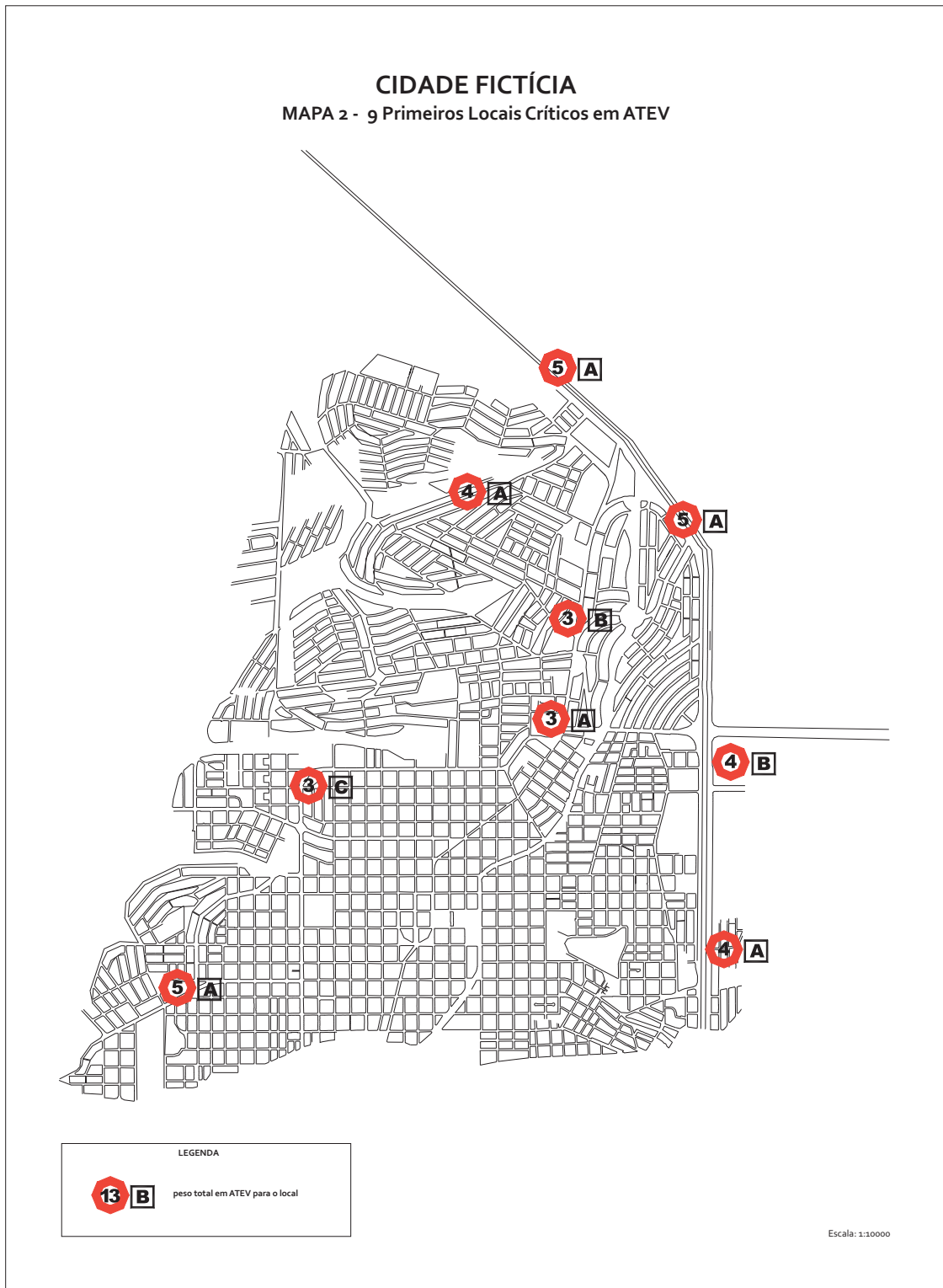


Figura 24 – Nove primeiros locais críticos em ATEV

Na etapa 3, são estabelecidas zonas especiais de velocidade para cada trecho de via a que pertencem os LCs a serem tratados. Que no exemplo se referem aos dez pontos mais críticos da cidade fictícia. O Quadro 6 do método recomenda as velocidades para cada cenário reconhecido.

Em mapa independente, intitulado Mapa 3 (Tratamento dos Cenários de Risco em ATEV), os códigos dos cenários correspondentes são anotados, e as velocidades recomendadas são anotadas sobre cada LC no centro do símbolo:

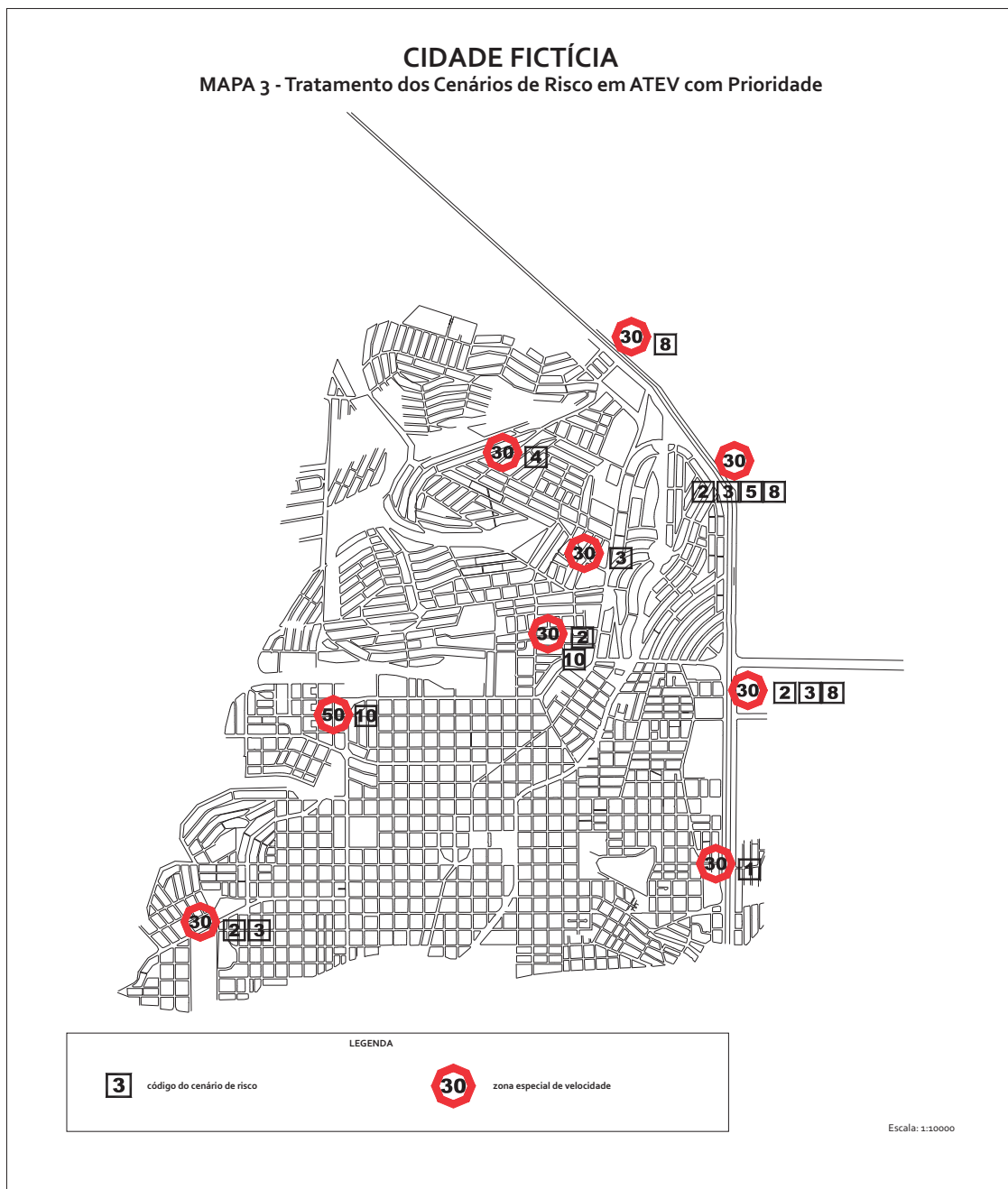


Figura 25 – Tratamento dos Cenários de Risco em ATEV com Prioridade de Atendimento

Esta etapa finaliza-se com a seleção dos equipamentos MEVs para cada local a ser tratado, segundo recomendações do método constantes do Quadro 9.

A escolha do equipamento adequado a cada situação depende também da sensibilidade do técnico responsável pelo estudo.

O produto final desse exemplo está resumido na Figura 26, que apresenta o Formulário Resumo preenchido, contendo o endereço de cada cenário de risco sendo tratado, seu(s) código(s) correspondente(s), a zona especial de velocidade que lhe foi recomendada, e o MEV indicado.

FORMULÁRIO RESUMO - TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS EM ATEV MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO			
Identificação do Local Crítico - LC (endereço completo do local identificado como crítico)	Código Cenário	Zona Especial de Velocidade	MEV Indicado
Av. Rui Barbosa, N 500	2 e 3	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	8	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	4	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	2, 3, 5 e 8	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	2 e 10	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	2, 3 e 8	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	10	50	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	1	30	Lombada Eletrônica
Rua da cidade fictícia	3	30	Lombada Eletrônica

Figura 26 – Tratamento dos Cenários de Risco em ATEV com Prioridade de Atendimento

A elaboração de projetos executivos e a implantação dos equipamentos são discutidas pelo **Método dos Cenários de Risco** no texto principal do presente Manual, e devem seguir as recomendações apresentadas.

A última etapa do método, etapa 4, somente será possível ser executada

decorrido certo período de tempo após a implantação dos MEVs. Esse período poderá ser de 30 dias ou de um ano (ou mais), dependendo da forma da avaliação e do tipo de desempenho que se pretende avaliar.





## Considerações finais

O **Método dos Cenários de Risco** foi desenvolvido e descrito neste Manual, referindo-se ao processo de reconhecimento dos cenários de risco de acidentes de trânsito, ao procedimento de hierarquização dos cenários reconhecidos, aos critérios para tratamento dos cenários de risco, considerando solução-tipo baseada na implantação de equipamentos eletrônicos medidores de velocidade, e ao processo de avaliação de desempenho desses equipamentos.

A utilização e aplicação da metodologia para redução e prevenção de ATEVs representa um avanço para os órgãos gestores de trânsito no Brasil. E deverá eliminar as falhas muitas vezes observadas na implantação de MEV, quanto à necessidade de instalação, à priorização de locais para tratamento, à definição de limites de velocidade por trecho de via, e especialmente quanto ao tipo de equipamento mais adequado a cada situação local.

A aplicação da etapa de reconhecimento dos cenários de risco possibilita a geração de banco de dados sobre locais com riscos de acidentes de trânsito que merecerem acompanhamento permanente. Da mesma forma, a aplicação da etapa de hierarquização dos cenários permite a organização de banco de dados sobre acidentes de trânsito para a área de estudo.

De fato o **Método dos Cenários de Risco** deverá apoiar órgãos gestores de trânsito de cidades médias e pequenas a consolidarem suas atividades de planejamento e tomada de decisão, principalmente considerando a fase incipiente em que se encontram.

E a atualização sistemática desses dados servirá de suporte para análise de situações de risco de acidentes de trânsito, em que a engenharia de tráfego recomenda diferentes medidas para solução do problema encontrado.



AARTS, L.; SCHAGEN, I. **Driving speed and the risk of road crashes: a review. Accident analysis and prevention.** Leidschendam: Institute for Road Safety Research SWOV, 2006. Vol.38, nº2, págs.215-224.

AASHTO-American Association of State Highway and Transportation Officials. **A policy on geometric design of highways and street.** Washington: AASHTO, 2001.

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Pesquisa de acidentes de trânsito, NBR 10697/TB331.** São Paulo: ABNT, 1989.

\_\_\_\_\_. **Relatório de acidentes de trânsito, NBR 12898.** São Paulo: ABNT, 1993.

\_\_\_\_\_. **Símbolos gráficos dos diagramas de acidente dos relatórios de acidentes de trânsito - simbologia, NBR 10696.** São Paulo: ABNT, 1989.

ASHTON, S. J. **Vehicle design and pedestrian injuries** in CHAPMAN *et al.* **Pedestrian accidents.**Whinchester: John Wiley & Sons Ltd., 1982.

BOWIE Jr, N.N. e WALZ, M. **Data analysis of the speed-related crash issue.** Washington: Winter, 1994. Auto and Traffic Safety, vol.2.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro.** Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

CANNELL, Alan E. R. e GOLD, Philip A.. **Reduzindo acidentes: o papel da fiscalização de trânsito e do treinamento dos motoristas.** Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2001.

CET-Companhia de Engenharia de Tráfego. **Redução dos acidentes de tráfego: proposta de medidas para um plano de ação.** São Paulo: CET, 1977.Boletim Técnico nº 2.

CHAPMAN, A.J.; WADE, F.M.; FOOT, H.C. (eds). **Pedestrian accidents.** Whinchester: John Wiley & Sons Ltd., 1982. pág.177.

CONTRAN-Conselho Nacional de Trânsito. **Sinalização vertical de regulamentação.** Brasília: Denatran, 2005. vol.1 - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, oficializado pela Resolução nº 180/2005.

DENATRAN-Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros.** 2ª edição, Brasília: Denatran, 1987.

\_\_\_\_\_. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito - sinalização de áreas escolares.** Brasília: Ministério da Justiça, 2000.

DNER/IPR-Departamento Nacional de Estradas de Rodagem e Instituto de Pesquisas

Rodoviárias. **Pesquisa estimativa de custos dos acidentes de trânsito nas rodovias federais**. Rio de Janeiro: DNER, abril de 1995; revisto em outubro de 2004.

ELVIK, R. **Optimal speed limits**. Washington: Transportation research, 2002. Record 1818, pg.32-38.

ELVIK, R. **An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries**. Amsterdam: Accident analysis and prevention, 1995. vol.27/nº2, págs.237-247.

FHWA-Federal Highway Administration. **MUTCD - Manual on uniform traffic control devices**. Washington: Millennium edition, US Department of Transportation, 2003.

\_\_\_\_\_. **Speed limit synthesis: technical summary synthesis of speed zoning practice**. Virginia: FHWA, 1985. Report nº FHWA/RD-85/096.

GOLD, Philip A. **Segurança de trânsito - Aplicações de engenharia para reduzir acidentes**. Washington: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

HAUER, E. **Observational before-after studies in road safety**. Oxford: Pergamon, 1997.

IPEA-Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. **Pesquisa sobre impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas**. Brasília: IPEA, maio de 2003.

KLOEDEN, C.N.; MCLEAN, A.J.; MOORE, V.M.; PONTE, G. **Travelling speed and the rate of crash involvement**. Canberra: Federal Office of Road Safety, 1997. Report CR172, Vol. 1.

LEAF, W.A.; PREUSSER, D.F. **Literature review on vehicle speeds and pedestrian injuries**. Washington: National Highway Traffic Safety Administration, Department of Transport, 1999. DOT-HS-809-021.

LIMPERT, R. **Motor vehicle accident reconstruction and cause analysis**. 4ª edição. Virginia: The Mitchie Co.- Law Publishers, 1994.

LTSA-Land Transport Safety Authority. **Setting of speed limits 2003 - Land transport rule**. New Zealand: LTSA, 2003.

MARTINEZ Fº, A.; RODOLPHO, A.J.; MORI, J.; MATIAS, L.C.; FERNANDES, M.; SOARES Fo., M.P. **Auditoria de segurança viária**. São Paulo: INST-Instituto Nacional de Segurança de Trânsito, 1995. Boletim Técnico Nº1.

MEIRELLES, A. A. C. **Contribuição aos métodos de avaliação de projetos de engenharia de tráfego sob o enfoque de segurança de tráfego**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1990. Tese de Mestrado.

MT - Ministério dos Transportes. **Procedimentos para o tratamento de locais críticos de Acidentes de Trânsito**. Brasília: Programa PARE, 2002.

OECD-Organization for Economic Co-operation and Development Road Safety. **Principles and models**, França: OECD, 1997. OECD/GD(97)153.

PIETRANTONIO, Hugo. **Pesquisa sobre análise de conflitos de tráfego em interseções**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT, 1991.

STUSTER, J.; COFFMAN, Z.; WARREN, D. **Synthesis of safety research related to speed and speed limits**. Washington: Federal Highway Administration, 1998. FHWA-RD-98-154.

SZWED, N.; FILDES, B.; LANGFORD, J.; ANDREA, D.; SCULLY, J. **Balance between harm reduction and mobility in setting speed limits: a feasibility study**. Sydney: Austroads, 2005. AP-R272/05.

TRB-Transportation Research Board. **HCM - Highway capacity manual**. Washington: Transportation Research Board/National Research Council, 2000. Special Report 209.

\_\_\_\_\_. **Managing speed - Review of current practice for setting and enforcing speed limits**. Washington: Transportation Research Board/National Research Council, 1998. Special Report 254.

WHO-World Health Organization. **World report on road traffic injury prevention**. Suíça: WHO, 2004.


















# **Anexos**





## Procedimentos para reconhecimento de cenários de risco

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
1	Preparar mapa da cidade ou área de estudo em escala 1:10.000, contendo arruamento e nome das ruas somente.	Intitular: Mapa 1 - Reconhecimento dos Cenários de Risco.
2	Identificar rede estrutural de vias, destacando os trechos viários por função, incluindo apenas as vias de trânsito rápido, arteriais e coletoras.	Consultar caracterização da função viária apresentada neste capítulo.
3	Alocar em mapa preparado no item 1 as vias estruturais da cidade, distinguindo suas funções por cores diferentes (preferencialmente cores fortes).	Convenção proposta:  trânsito rápido  arterial  coletora
4	Identificar e localizar no mapa os pólos geradores de tráfego da cidade.	Consultar item "b" da página 53; Utilizar o seguinte símbolo: 
5	Identificar e destacar no mapa edificações geradoras de viagens a pé.	Consultar item "d" da página 53; Utilizar o seguinte símbolo: 
6	Identificar e destacar no mapa trechos viários com quantidade significativa de edificações geradoras de viagens a pé.	Utilizar tracejado na cor vermelha: 
7	Identificar e destacar no mapa as rotas de pedestres nas proximidades de pólos geradores de viagens a pé.	Utilizar tracejado na cor vermelha: 
8	Identificar e destacar no mapa as rotas de ciclistas nas proximidades de pólos geradores de viagens pelo modo bicicleta.	Utilizar tracejado na cor azul: 

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
9	Identificar e localizar no mapa centros de negócios, parques industriais e indústrias de grande porte.	Hachurar a área correspondente com a cor vermelha.
10	Levantar os processos administrativos referentes à solicitação e reclamações da comunidade, e de denúncias pela imprensa de locais com periculosidade no trânsito, e indicar os locais no mapa.	Utilizar o seguinte símbolo: 
11	Levantar informações sobre construção de novos pólos geradores de tráfego e de mudança de uso em edificações independentemente do porte, e indicar os locais no mapa.	Utilizar o seguinte símbolo: 
12	Proceder ao reconhecimento e representação gráfica dos cenários de risco mediante a análise dos dados representados no Mapa 1 e das situações apresentadas no Quadro 1.	Anotar o código identificador do Cenário, conforme Quadro 1. Representar graficamente cada cenário através de seu código, como por exemplo:  (Cenário de Risco 7)

## Procedimentos para identificação de locais críticos em ATEV

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
1	Definir o período de estudo.	Últimos 12 meses ou ano anterior.
2	Preparar mapa da cidade ou área de estudo em escala 1:10.000, contendo arruamento e nome das ruas somente.	Intitular: Mapa 2 - Locais Críticos em ATEV.
3	Verificar a existência de cadastro de acidentes mantido pelo órgão executivo de trânsito.	

Passo	Descrição do Procedimento	Instruções Complementares
4	Levantar dados de acidentes graves e fatais registrados a partir dos BOs da Polícia Militar e registros mantidos pela Polícia Civil para o período definido, caso a inexistência de cadastro de acidentes seja verificada.	
5	Utilizando o Formulário 1, informar, sobre cada acidente levantado: local de ocorrência, tipo, número de vítimas classificadas pela gravidade das lesões.	Reproduzir Formulário de Dados Básicos em quantidade igual a de acidentes a serem levantados.
6	Totalizar os pesos atribuídos a cada vítima por acidente.	Somar os valores atribuídos a cada vítima, por acidente.
7	Preencher Formulário 2, devendo anotar-se, em célula correspondente, os pesos por Local Crítico atribuídos aos acidentes.	Somar os valores atribuídos aos acidentes por LC.
8	Alocar no Mapa 2, exatamente sobre os locais de ocorrência dos acidentes levantados, o peso obtido por local a partir da totalização efetuada no Formulário 2, além da informação sobre o tipo de acidente que mais resultou em vítimas fatais ou apresenta maior peso para o local, ao lado do símbolo recomendado para identificação do LC (no exemplo ao lado, o peso total em ATEV do LC é 13, e o tipo de acidente que mais resultou em vítimas fatais foi acidente com ciclista).	Utilizar o seguinte símbolo para identificar o LC, e anotar em seu centro o peso atribuído ao local, e o Código referente ao Tipo de Acidente, conforme Formulário 1: 
9	Alocar no Mapa 2, sobre os cenários de risco para os quais nenhum acidente foi registrado o peso igual a "1", considerando símbolo recomendado para identificação de local potencialmente crítico em ATEV.	Utilizar o seguinte símbolo para indicar local potencialmente crítico em ATEV, com peso igual a "1": 



## Modelos de planilhas para levantamento de dados

### PLANILHA 1 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Local da Ocorrência*					
Informações por Acidente Registrado nos Locais					
	Tipo **	Vít.Graves (G)	Vít.Fatais (F)	P ***	Observações sobre a Ocorrência ****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					
PesoTotal *****					

**Notas:**

\*Identificação do Local de Ocorrência do Acidente de Trânsito (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)

\*\* A: atropelamento; B: acidente com ciclista; C: colisão entre veículos; D: capotamento ou choque

\*\*\*  $P = G + 3 * F$ , ou seja  $\text{Peso} = \text{Vít.Graves} + 3 * \text{Vít.Fatais}$

\*\*\*\* Observar, especialmente, características das causas dos acidentes de trânsito (em particular, as que reforçam ou excluem a eficácia do controle de velocidade na ocorrência/gravidade)

\*\*\*\*\* Somar pesos dos acidentes de trânsito onde o controle de velocidade pode ser eficaz

### PLANILHA 2 - PESO EM ATEV\* DOS LOCAIS CRÍTICOS MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Informações sobre Locais Críticos em ATEV*					
	Identificação do Local Crítico**	P ***	Observações sobre Local e Cenário de Risco ****		
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					

Resumo Geral - Corte*****	Pt:	5,00	Quant.:		Cenários:	
	Pt:	5,00	Quant.:		Cenários:	
	Pt:	5,00	Quant.:		Cenários:	
	Pt:	5,00	Quant.:		Cenários:	
	Pt:	5,00	Quant.:		Cenários:	

**Notas:**

\* ATEV: Acidente de Trânsito por Excesso de Velocidade (contribuinte para ocorrência ou gravidade)

\*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.

\*\*\* Peso Acumulado por Local:  $\text{PesoT} = \text{PesoTotal}$  do Formulário 1 ou da Planilha 1

\*\*\*\* Observar, especialmente, características que podem configurar o cenário ou identificar velocidades inseguras (evitar ênfase excessiva em dados de acidentes com outros fatores contribuintes importantes, como álcool e outros)

\*\*\*\*\* Valor de Corte: valor geral da soma dos peso em ATEV que recomendaria um local para tratamento. Depende de critério definido pelo planejador.

Recomendação básica:  $Pt > 5,00$  (considerar pesos Pt e valores de 2 a 10 como valores usuais)

A análise é apenas informativa, porque outros critérios devem ser considerados para avaliar os riscos nos locais.

Apurar quantidade de locais selecionados pelo critério (Quant.) e caracterizar os cenários predominantes em cada local crítico (Cenários).



### PLANILHA RESUMO - TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS EM ATEV\* MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Informações sobre Locais Críticos em ATEV*					
	Identificação do Local Crítico**	Cenário***	Zona de Velocidade	MEV Indicado****	Observações para Projeto*****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					

Resumo Geral - MEV	L: Lombada Eletrônica	Quant.:	
	B: Bandeira	Quant.:	
	P: Pardal	Quant.:	
	M: Móvel/Portátil	Quant.:	
	O: Outros (especificar)	Quant.:	

**Notas:**

- \* ATEV: Acidente de Trânsito com Excesso de Velocidade (contribuinte para ocorrência ou gravidade)
- \*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.
- \*\*\* Cenário: usar Código do Cenário, conforme Método dos Cenários de Risco (categorias iniciais estão relacionadas e discutida no texto do manual de instalação de MEVs)
- \*\*\*\* MEV: tipo de MEV-Medidor Eletrônico de Velocidade: usar código [L: Lombada Eletrônica; B: Bandeira; P: Pardal; M: Móvel/Portátil; O: Outros (especificar)]
- \*\*\*\*\* Observar, especialmente, características de projeto e medidas complementares recomendadas

### PLANILHA 3 - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉCNICO DAS INTERVENÇÕES MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

	LOCAIS TRATADOS *	Antes da Implantação	Depois da Implantação	%Redução ****
	Identificação do Local Crítico**	Pt1***	Pt2***	Pt1-Pt2****
1				
2				
3				
4				
5				
...				
40				

Total Acumulado	Antes da Implantação	Depois da Implantação	%Redução ****
Avaliação Geral *****			

**Notas:**

- \* Locais que receberam a implantação dos MEV-Medidores Eletrônicos de Velocidade e medidas complementares (considerar a Avaliação de Desempenho por Tipo de MEV, Cenário de Risco e Velocidade Regulamentada)
- \*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.
- \*\*\* Peso Acumulado do Local: Pt1 ou Pt2=PesoTotal do Formulário I ou da Planilha I
- \*\*\*\* %Redução calculada como (PesoDepois-PesoAntes)/PesoAntes, ou seja (Pt2-Pt1)\*100/Pt1
- \*\*\*\*\* Avaliação Geral: baseada no total acumulado de Pt antes e depois da implantação
- %Redução calculada como (SomaPesoDepois-SomaPesoAntes)/SomaPesoAntes, para totais acumulados

**PLANILHA 4 - DADOS BÁSICOS POR ACIDENTE APÓS INTERVENÇÃO  
MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO**

Local da Ocorrência*					
Informações por Acidente Registrado nos Locais					
	Tipo **	Vít.Graves (G)	Vít.Fatais (F)	P ***	Observações sobre a Ocorrência ****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					
PesoTotal *****					

**Notas:**

\* Identificação do Local de Ocorrência do Acidente de Trânsito (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)

\*\* A: atropelamento; B: acidente com ciclista; C: colisão entre veículos; D: capotamento ou choque

\*\*\*  $P = G + 3 * F$ , ou seja  $\text{Peso} = \text{Vít.Graves} + 3 * \text{Vít.Fatais}$

\*\*\*\* Observar, especialmente, características das causas dos acidentes de trânsito (em particular, as que reforçam ou excluem a eficácia do controle de velocidade na ocorrência/gravidade)

\*\*\*\*\* Somar pesos dos acidentes de trânsito onde o controle de velocidade pode ser eficaz

**PLANILHA 5 - PESO EM ATEV\* DOS LOCAIS CRÍTICOS APÓS INTERVENÇÃO  
MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO**

Informações sobre Locais Críticos em ATEV*					
	Identificação do Local Crítico**	Cenário ***	MEV ***	Velocidade ***	Pt ***
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					
Resumo Geral - Corte*****					

**Notas:**

\* ATEV: Acidente de Trânsito com Excesso de Velocidade (contribuinte para ocorrência ou gravidade)

\*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.

\*\*\* Anotar os dados relativos ao Cenário de Risco atribuído ao local, Tipo de MEV e Limite de Velocidade estabelecido para o local (considerar a Avaliação de Desempenho por Tipo de MEV, Cenário de Risco e Velocidade Regulamentada)

\*\*\*\* Peso Acumulado para o Local:  $Pt = \text{PesoTotal}$  do Formulário 4 ou da Planilha 4

\*\*\*\*\* Apurar o número de locais selecionados e o resultado acumulado de Pt para esses Locais (considerar a Avaliação de Desempenho por Tipo de MEV, Cenário de Risco e Velocidade Regulamentada)

### PLANILHA 6a - CUSTOS DOS ACIDENTES ANTES DA INTERVENÇÃO MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Local da Ocorrência*					
Informações por Acidente Registrado nos Locais					
	Tipo **	Vít.Graves (G)	Vít.Fatais (F)	CA1 (Custo Antes-R\$) ***	Observações sobre a Ocorrência ****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					
PesoTotal *****					

**Notas:**

\* Identificação do Local de Ocorrência do Acidente de Trânsito (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)

\*\* A: atropelamento; B: acidente com ciclista; C: colisão entre veículos; D: capotamento ou choque

\*\*\*  $CA_1 = CG * G + CF * F$  (ou  $CustoAntes = 48.047,67 * G + 144.143,00 * F$ , para trechos de via urbana, e  $CustoAntes = 92.170,67 * G + 276.512,00 * F$ , para trechos de via rural, conforme recomenda Método dos Cenários)

\*\*\*\* Observar, especialmente, características das causas dos acidentes de trânsito (em particular, as que reforçam ou excluem a eficácia do controle de velocidade na ocorrência/gravidade)

\*\*\*\*\* Somar pesos dos acidentes de trânsito onde o controle de velocidade pode ser eficaz

### PLANILHA 6b - CUSTOS DOS ACIDENTES APÓS INTERVENÇÃO MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Local da Ocorrência*					
Informações por Acidente Registrado nos Locais					
	Tipo **	Vít.Graves (G)	Vít.Fatais (F)	CA1 (Custo Depois-R\$) ***	Observações sobre a Ocorrência ****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					
PesoTotal *****					

**Notas:**

\* Identificação do Local de Ocorrência do Acidente de Trânsito (endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário)

\*\* A: atropelamento; B: acidente com ciclista; C: colisão entre veículos; D: capotamento ou choque

\*\*\*  $CA_2 = CG * G + CF * F$  (ou  $CustoDepois = 48.047,67 * G + 144.143,00 * F$ , para trechos de via urbana, e  $CustoDepois = 92.170,67 * G + 276.512,00 * F$ , para trechos de via rural, conforme recomenda Método dos Cenários)

\*\*\*\* Observar, especialmente, características das causas dos acidentes de trânsito (em particular, as que reforçam ou excluem a eficácia do controle de velocidade na ocorrência/gravidade)

\*\*\*\*\* Somar pesos dos acidentes de trânsito onde o controle de velocidade pode ser eficaz

**PLANILHA 7 - CÁLCULO DE BENEFÍCIO ECONÔMICO DAS INTERVENÇÕES  
MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO**

	LOCAIS TRATADOS *	Antes da Implantação	Depois da Implantação	%Redução ****
	Identificação do Local Crítico**	CA <sub>1</sub> ***	CA <sub>2</sub> ***	CA <sub>1</sub> -CA <sub>2</sub> ****
1				
2				
3				
4				
5				
...				
40				

Total Acumulado	Antes da Implantação	Depois da Implantação	BENEFÍCIO ****
Avaliação Geral *****			

**Notas:**

\* Locais que receberam a implantação dos MEV-Medidores Eletrônicos de Velocidade e medidas complementares (considerar a Avaliação de Desempenho por Tipo de MEV, Cenário de Risco e Velocidade Regulamentada)

\*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.

\*\*\* Custo do Local: CA<sub>1</sub> e CA<sub>2</sub>=Custo Total acumulado do Formulário 6a/6b ou da Planilha 6a/6b

\*\*\*\* Benefício medido pela Redução calculada como (CustoDepois-CustoAntes)

\*\*\*\*\* Avaliação Geral: baseada no total acumulado de Custo CA antes (CA<sub>1</sub>) e depois (CA<sub>2</sub>) da implantação ReduçãoTotal calculada como (SomaCustoDepois-SomaCustoAntes), para totais acumulados

**PLANILHA 8 - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ECONÔMICO DAS INTERVENÇÕES\*  
MÉTODO DOS CENÁRIOS DE RISCO**

	LOCAIS TRATADOS *	Custo de Implant. (CE <sub>1</sub> )	Custo de Operação (CE <sub>2</sub> )		Benefício (R\$)
			Operação	Manutenção	CA <sub>1</sub> -CA <sub>2</sub> ****
1					
2					
3					
4					
5					
...					
40					

Total Acumulado	CE <sub>1</sub> Total	CE <sub>2</sub> Total	BTotal
Avaliação Geral *****			

**Notas:**

\* Planilha 8 substitue Formulário 8 e Formulário 9

\*\* Locais que receberam a implantação dos MEV-Medidores Eletrônicos de Velocidade e medidas complementares (considerar a Avaliação de Desempenho por Tipo de MEV, Cenário de Risco e Velocidade Regulamentada)

\*\*\* Endereço completo do local de ocorrência, incluindo referências se necessário.

\*\*\*\* Avaliação Geral: baseada nos dados acumulados CE<sub>1</sub>Total, CE<sub>2</sub>Total, BTotal (soma na coluna)



## Exemplos de cenários de risco

### Cenários de Risco 1:



**Caracterização:** via arterial com forte presença de edificações comerciais e de serviços.

**Local:** Av. Duque de Caxias, entre Rua Raposo Tavares e Rua Jorge Velho, Londrina-PR

Imagens registradas pelo autor.



**Caracterização:** via arterial com forte presença de edificações comerciais e de serviços.

**Local:** Av. Duque de Caxias, entre Rua Horta Barbosa e Av. Bandeirantes, Londrina-PR

Imagem registrada pelo autor.

### Cenário de Risco 2:



**Caracterização:** via arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé.

**Local:** Av. Duque de Caxias em frente a Prefeitura, Londrina-PR

Imagens registradas pelo autor.

### Cenário de Risco 3:



**Caracterização:** via arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta.

**Local:** Rua Condor em frente Parque Industrial (via marginal a Rodovia BR 369 de acesso a cidade), Arapongas-PR  
Imagens registradas pelo autor.

### Cenário de Risco 2 e 3:



**Caracterização:** via de trânsito rápido com presença de rotas de pedestres e rotas de ciclistas.

**Local:** Av. Dez de Dezembro (via expressa) em frente ao 4º Distrito Policial, Londrina-PR  
Imagem registrada pelo autor.

### Cenários de Risco 4:



**Caracterização:** via arterial com presença de escolas e rotas de pedestres.

**Local:** Rua Brasil entre Rua Cambará e Rua Alagoas, Londrina-PR  
Imagens registradas pelo autor.



**Caracterização:** via arterial com presença de escolas e rotas de pedestres.

**Local:** Av. Duque de Caxias entre Rua Horta Barbosa e Av. Bandeirantes, Londrina-PR

Imagens registradas pelo autor.

### Cenário de Risco 6:



**Caracterização:** via local central com indevido tráfego de passagem.

**Local:** (Rua Dom João Becker, Praia dos Ingleses, Florianópolis-SC

Imagem registrada por Nelson Luiz Arcie.

### Cenário de Risco 8 e 9:



**Caracterização:** Trecho rodoviário com rotas de pedestres e ciclistas, nas proximidades de interseção com semáforo.

**Local:** Av. Colombo em frente a Universidade Estadual de Maringá, Trecho da BR-369 que atravessa a cidade de Maringá-PR

Imagens registradas pelo Departamento de Estatística da Secretaria dos Transportes do Município de Maringá-PR, e cedidas pelo seu Diretor de Trânsito, Sr. Luis Riogi Miura.



### Cenário de Risco 13:



**Caracterização:** via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamentos.

**Local:** Rua Uruguai, 585, Chapecó-SC

Imagem registrada por Nelson Luiz Arcie.

### Cenário de Risco 14:



**Caracterização:** cruzamento rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada, com forte presença de veículos de cargas na rodovia.

**Local:** Rodovia BR-369 entre os Municípios de Londrina e Ibiporã, no acesso ao Parque Industrial de Londrina

Imagens registradas pelo autor.

### Cenário de Risco 15:



**Caracterização:** via arterial; parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (sobrelargura insuficiente).

**Local:** Rua Edson Passos em frente à Escola Municipal Mario Faccini, Rio de Janeiro-RJ

Imagem registrada por Lucio Alberto Valentim Junior.

## Diagnóstico de zona de velocidade e modelos de MEVs associados a cenários de risco

Cód.	Cenários de Risco	Zona Especial de Velocidade	Ponderações	MEVs
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços.	40 a 50	Em função da visibilidade e interferências existentes	Bandeira ou Lombada Eletrônica
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres.	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas.	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem.	30 a 40	Para penalizar fluxo de passagem	Lombada Eletrônica
7	Via local com indevido tráfego de passagem em função de nova ligação viária por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função).	30 a 50	Em função das interferências existentes	Lombada Eletrônica
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo.	30 a 50	Em função da visibilidade e da dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas	Lombada Eletrônica
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego antes, durante ou depois de trechos em curva.	50 a 60	Em função da visibilidade existente	Bandeira ou Lombada Eletrônica
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de <i>taper</i> de transição de acesso-egresso.	30 a 60	Em função da visibilidade existente e da velocidade do fluxo de acesso/egresso	Bandeira ou Lombada Eletrônica
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro.	50 a 70	Em função da visibilidade existente	Pardal
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamentos (400 a 500m).	50 a 70	Em função da visibilidade existente	Pardal
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia.	50 a 70	Em função da visibilidade existente e interferência dos veículos de carga	Bandeira ou Lombada Eletrônica
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes).	50 a 70	Em função da compatibilidade com os parâmetros físicos existentes	Bandeira ou Lombada Eletrônica
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente.	50 a 70	Em função do risco de perda de controle	Bandeira ou Lombada Eletrônica
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos ou picos de temporadas.	a critério da autoridade de trânsito	Em função da velocidade regulamentada para a via	Radar