

AVALIAÇÃO DO IMPACTE SOBRE A SEGURANÇA RODOVIÁRIA DE PLANOS DE SEGURANÇA MUNICIPAIS

Sandra Vieira Gomes¹, João Lourenço Cardoso²

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Av. Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, Portugal

email: sandravieira@lnec.pt <http://www.lnec.pt>

² Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Av. Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, Portugal

Sumário

Neste artigo é apresentado o estudo da avaliação do impacte sobre a segurança rodoviária da implementação de planos de segurança municipais. Este estudo foi desenvolvido num concelho piloto, que já possuía um plano municipal de segurança rodoviária. O seu objectivo centrou-se na avaliação do impacte do conjunto de intervenções de segurança rodoviária previstas para a rede viária do concelho piloto, com a finalidade de ajuizar acerca da viabilidade dos objectivos visados (em termos de indicadores quantitativos) e apoiar as decisões acerca da prioridade e intensidade a atribuir a cada intervenção programada.

Palavras-chave: Planos de segurança municipais; segurança rodoviária; acidentes rodoviários; medidas correctivas.

1 INTRODUÇÃO

O planeamento e execução de programas de intervenções em segurança rodoviária é uma actividade difícil devido à complexidade do sistema de transporte, sobre o qual eles incidem, ao carácter multidisciplinar do fenómeno da sinistralidade, objecto de mitigação, à multiplicidade de actores envolvidos, bem como à necessidade de essas acções correctivas constituírem um conjunto integrado. Acresce que, habitualmente, são escassos os incentivos à aplicação de abordagens racionais, o que favorece a aplicação de abordagens intuitivas (essencialmente de resposta ao risco subjectivo mais recentemente publicitado) muitas vezes levando ao emprego de intervenções fora do seu campo de aplicação.

As abordagens racionais visam a melhoria dos níveis de segurança rodoviária de forma eficiente. Elas são fundamentadas quer no conhecimento sobre o fenómeno da sinistralidade, baseado em informação factual e na experiência, quer na previsão das consequências (esta, por sua vez susceptível de ser validada a posteriori). Uma forma de melhorar a eficiência dos programas de segurança rodoviária consiste em definir de maneira rigorosa os objectivos e os meios necessários para os atingir, bem como em identificar os factores externos susceptíveis de afectar significativamente o programa, ou seja, quais os riscos de os pressupostos (ou condições necessárias) não se verificarem.

Genericamente, o ciclo de um programa de prevenção rodoviária pode ser discretizado em seis fases (programação, diagnóstico, formulação, financiamento, execução e avaliação), a primeira das quais se desenvolve ao nível da decisão política sendo, por isso, eminentemente não técnica. Para promover a eficiência do programa, os planos de trabalho elaborados na fase de formulação devem especificar (para além dos objectivos específicos de cada projecto, a respectiva calendarização e os recursos necessários) quais os indicadores de resultados e de impacto a usar na fase de avaliação, bem como as fontes de verificação a usar na respectiva quantificação (a priori e a posteriori). Adicionalmente e com o mesmo intuito, a formulação de programas de segurança rodoviária deve conter uma avaliação previsional dos resultados de cada projecto, de modo a habilitar, com dados quantitativos acerca dos respectivos custos e benefícios, as decisões a tomar na fase de financiamento.

Na Diretiva 2008/96/CE do Parlamento e do Conselho, sobre a gestão da segurança rodoviária por intervenção na infra-estrutura de transportes, foi estabelecido no n.º 3 do art.º 2 uma ferramenta, designada de avaliação do impacte na segurança rodoviária (AISR) que consiste numa “análise estratégica comparativa do impacte de uma

nova estrada ou de uma modificação substancial da rede existente na segurança da rede rodoviária¹” (União Europeia, 2008). De acordo com esta definição, as AISR poderão incidir sobre o planeamento ou projeto de novas ligações rodoviárias bem como sobre o planeamento de intervenções de segurança de âmbito geral, podendo, neste caso, não se limitar a uma determinada ligação rodoviária mas abrangerem uma parcela mais alargada da rede rodoviária. Inclui-se neste último caso, por exemplo, a aplicação de um novo sistema de sinalização nas estradas de uma determinada classe.

No presente relatório exemplifica-se a aplicação de uma AISR a um plano municipal de segurança rodoviária municipal (PMSR) (Mafra, 2009). Numa AISR deste tipo pretende avaliar-se o impacto do conjunto de intervenções de segurança rodoviária previstas para a rede viária de um município, com a finalidade de ajuizar acerca da viabilidade dos objectivos visados (em termos de indicadores quantitativos) e apoiar as decisões acerca da prioridade e intensidade a atribuir a cada intervenção programada. Nestas AISR efectuem-se previsões acerca dos impactes das intervenções (por exemplo, campanhas de promoção do uso do cinto de segurança, de remodelação da sinalização de curvas em planta ou de correção de zonas de acumulação de acidentes) ao nível da totalidade da rede rodoviária do município analisado.

No capítulo 2 apresentam-se algumas noções relevantes acerca da aplicação de intervenções de segurança e da avaliação dos respectivos efeitos, abordando-se, também, aspectos relevantes acerca do papel de cada agente interveniente e do grau de finalização alcançável. No capítulo 3 referem-se as características mais relevantes da sinistralidade no concelho analisado, descrevendo-se no capítulo 4 as intervenções mais relevantes previstas no PMSR, bem como os objectivos quantitativos do mesmo. No capítulo 5 são apresentadas as previsões de alteração no número de acidentes resultante da aplicação do PMSR, sumariando-se no capítulo 6 os aspectos a atender aquando da aplicação de AISR a outros PMSR e recomendações quanto à avaliação *a posteriori* dos resultados efectivamente conseguidos com os planos e a sua comparação com os inicialmente previstos, no sentido da melhoria quer da informação de base quer do procedimento.

2 APLICAÇÃO DE INTERVENÇÕES DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

Ao nível estratégico, seja nacional ou local, as intervenções em segurança rodoviária devem ser integradas em programas de segurança rodoviária devidamente articulados com outras políticas de intervenção pública, não só no âmbito dos transportes mas também de outras áreas, como sejam, designadamente, o ordenamento do território, a saúde, a segurança pública e a educação. As intervenções vocacionados para a melhoria do desempenho em segurança do sistema de transporte rodoviário podem incidir sobre qualquer dos elementos do sistema de tráfego (utentes, infra-estrutura ou veículo) ou suas interacções, serem destinadas a mitigar um dos factores contributivos para o fenómeno da sinistralidade (exposição, risco, gravidade dos ferimentos e incapacidade permanente) ou abranger qualquer das fases (pré-colisão, colisão e pós-colisão) do acidente (União Europeia, 2008).

Uma vez decidido e programado ao nível das políticas de acção nacionais ou locais, o processo de aplicação de intervenções correctivas da infra-estrutura rodoviária compreende várias etapas:

1. Realização de um diagnóstico “macroscópico”² da situação da sinistralidade na área de intervenção e selecção das zonas que serão alvo de estudos complementares. Este procedimento consiste basicamente na detecção de ZAA e compreende quatro tarefas principais:
 - Identificação dos locais onde a influência do ambiente rodoviário sobre a sinistralidade é potencialmente mais relevante.
 - Caracterização genérica da sinistralidade nos locais pré-definidos.

¹ Na versão inglesa: “road safety impact assessment” means a strategic comparative analysis of the impact of a new road or a substantial modification to the existing network on the safety performance of the road network”.

² Considerou-se que o nível “macroscópico” corresponde à análise de uma rede rodoviária (por exemplo, ao nível do planeamento), ou parte de uma rede; o nível “mesoscópico” à análise de um local (ou de um trecho de estrada); o nível “microscópico” à análise de um acidente.

- Hierarquização dos locais, por nível de gravidade da respectiva sinistralidade.
- Escolha das zonas presumivelmente mais necessitadas de acção correctiva onde essa acção é susceptível de apresentar relações custo/eficácia satisfatórias, de acordo com os objectivos e meios disponíveis para intervenção.

Em Portugal, face aos reduzidos recursos financeiros disponibilizados para os programas de intervenção correctiva da sinistralidade, à escassez de recursos humanos com formação técnica na área do diagnóstico pormenorizado da sinistralidade e ainda à fraca tradição na execução de programas do género, é conveniente que a ordenação dos locais e a selecção dos que serão alvo de diagnóstico pormenorizado sejam feitas em conjunto.

2. Realização de um diagnóstico “mesoscópico”, com um maior nível de pormenor, da sinistralidade dos locais anteriormente seleccionados. Quando não existir informação suficiente para caracterizar completamente os acidentes (situação comum em Portugal quando as ZAA incluem cruzamentos) poderá ser necessário recorrer aos esboços dos acidentes elaborados pelas entidades de fiscalização, bem como a outros elementos que permitam estimar os valores associados ao risco. Por vezes, é ainda necessário recorrer a análises de conflitos de tráfego para complementar a informação sobre acidentes. É também feita a selecção dos locais a serem objecto de intervenção, após ponderação dos recursos disponíveis e das previsões de investimento decorrentes das obras a executar;
3. Selecção das medidas correctivas mais apropriadas, elaboração do respectivo projecto de execução e definição dos correspondentes parâmetros de avaliação (relações custo/benefício ou custo/eficácia esperadas). Há que ter em conta a adequação das medidas seleccionadas aos problemas de sinistralidade que os locais onde vão ser aplicadas apresentam, ou seja, deve ser prevista uma redução de acidentes com a sua aplicação. Note-se ainda que, de modo a uniformizar a rede viária, devem ser sempre escolhidas soluções similares na resolução de problemas semelhantes, contribuindo assim para a criação de adequadas expectativas nos condutores. Esta consideração vai permitir também manter a homogeneidade no traçado; no entanto, há que verificar se o tipo de intervenção escolhido não vai contribuir para a migração da ZAA para uma zona adjacente. Por fim deve ser também ponderada a necessidade de fiscalização adicional que algumas medidas acarretam, uma vez que este facto pode inviabilizar a sua aplicação.
4. Execução das acções correctivas;
5. Supervisão da evolução da sinistralidade nos locais intervencionados (locais de tratamento) e avaliação comparativa dos resultados obtidos. Esta etapa é de extrema importância, uma vez que é através da avaliação e quantificação dos sucessos e insucessos obtidos com a aplicação de medidas correctivas que se torna possível:
 - Identificar as medidas mais adequadas ao sistema de tráfego português.
 - Prever a eficácia de cada tipo de intervenção, mesmo sabendo que esses valores podem variar pontualmente.
 - Generalizar a aplicação de cada medida e uniformizar em todo o País os parâmetros da respectiva aplicação.

A primeira fase do processo de aplicação de medidas correctivas refere-se à análise da situação da sinistralidade. Para a caracterizar é necessário definir o nível de segurança de uma determinada entidade rodoviária através de um procedimento que passa inicialmente pela estimativa da frequência esperada de acidentes que lhe está associada. Esta estimativa pode ser conseguida através de ferramentas apriorísticas ou, na falta destas, pelo tratamento estatístico dos dados sobre as frequências de acidentes existentes.

São habitualmente utilizadas duas técnicas para estimar a eficácia das medidas correctivas: os modelos estatísticos de estimativa da frequência esperada de acidentes (MEFA) e as avaliações efectivas, mais comumente chamados de estudos antes-depois.

O método mais comum para avaliar os efeitos que a aplicação de determinado melhoramento na infra-estrutura tem na segurança consiste numa comparação entre a frequência de acidentes antes e depois das alterações – os estudos antes-depois (Hauer, 1997). Por ser excessivamente simples, a aplicação deste método pode originar resultados consideravelmente afastados da realidade. Bastam pequenas variações, devidas, por exemplo, à

aleatoriedade da ocorrência de acidentes com que se trabalha para que o grau de incerteza das conclusões que se tiram do estudo suba consideravelmente. São particularmente relevantes os efeitos do regresso à média, efeitos migratórios nos locais de comparação, tendências temporais, variações no volume de tráfego e estimativas incertas, para os quais é preciso alguma atenção.

Os estudos antes-depois, ainda que não possam ser considerados verdadeiros modelos de estimativa da frequência de acidentes, permitem estimar o efeito sobre a sinistralidade de alterações no sistema de transportes. São bastante eficazes na obtenção de relações entre os factores de sinistralidade e os indicadores de segurança, desde que sejam controlados os factores perturbadores e que a dimensão das amostras e as técnicas de análise sejam adequadas. No entanto, a sua aplicabilidade é condicionada pelo facto de serem dependentes do contexto específico em que foram ajustados, o que gera dificuldades de generalização.

Portugal possui alguns estudos deste tipo, desenvolvidos tanto para zonas urbanas como interurbanas. Em zonas urbanas referem-se os estudos efectuados pelo LNEC sobre o impacte sobre a sinistralidade e o comportamento do condutor de diversas medidas correctivas aplicadas num trecho da EN6 em 1992 e 1993 (Vieira Gomes, 2004; Cardoso e Vieira Gomes, 2005; Vieira Gomes e Cardoso, 2006). As zonas inter-urbanas foram também analisadas em estudos do LNEC, nomeadamente a avaliação do impacte sobre o comportamento dos condutores da aplicação de balizas de posição do tipo “07” ao longo do eixo da EN125 (km 97.0-101.8) (Cardoso e Castilho, 1989); e o estudo do impacte sobre a sinistralidade e o comportamento do condutor de diversas medidas correctivas aplicadas ao Itinerário Principal 5 (IP5) (Cardoso, 1999; Cardoso, 2000 e Cardoso, 2007a).

A segunda técnica para estimar a eficácia das medidas correctivas acima referida, consiste no ajuste de equações matemáticas através de métodos estatísticos. Esta técnica permite relacionar os dados sobre acidentes ou vítimas com uma série de variáveis explicativas, dando origem aos modelos de estimação de frequência de acidentes (MEFA). A principal vantagem deste tipo de modelos reside na forma expedita como se pode avaliar o efeito sobre o indicador de segurança associado a alterações de determinadas variáveis explicativas, ainda que a necessidade de informação detalhada seja elevada. A sua utilidade é acrescida quando as potenciais variáveis explicativas são muitas, quando o número de factores perturbadores é elevado (e não podem ser tratadas através da consideração de grupos de controlo) ou quando a amostra de ocorrências (acidentes ou vítimas) é reduzida.

Vieira Gomes (2010) desenvolveu modelos de estimativa de frequência de acidentes para redes urbanas, segundo diversas desagregações: segundo o elemento rodoviário: em intersecções (intersecção de três ramos, intersecção de quatro ramos e rotundas) e em segmentos; segundo o tipo de acidente: atropelamentos e restantes acidentes com vítimas; e segundo a inclusão de variáveis explicativas relacionadas com o ambiente rodoviário: simplificado (apenas com as variáveis de exposição) e global (com todas as potenciais variáveis explicativas). Foi considerada a incorporação de dados de exposição relativos aos utentes vulneráveis por forma a melhorar a capacidade de estimativa da sinistralidade em redes urbanas.

Na ausência de informação nacional sobre o efeito de medidas correctivas da infra-estrutura rodoviária, a alternativa é a experiência internacional na matéria, que é bastante vasta: Ogden, 1996; Morgan, 1996, Cirillo et al., 2000; Fitzpatrick e Balke, 2000; Rubio, 2000; Barker e Baguley, 2001; Gitelman et al., 2001; Rubio, 1999; Elvik et al., 2009.

Com base nestes documentos é apresentada no Capítulo 3 a estimativa de redução do número de acidentes associada às medidas propostas no Plano Municipal de Segurança Rodoviária em estudo.

3 ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES POR APLICAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS NO PLANO MUNICIPAL DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA DO CONCELHO PILOTO

No Plano Municipal de Segurança Rodoviária do concelho piloto constam considerações sobre diversos temas, nomeadamente: uma caracterização da rede viária e da sinistralidade; uma breve exposição sobre as acções e medidas de intervenção (educação cívica, escolar e profissional, ensino e exames de condução, comportamento dos condutores, segurança de veículos, fiscalização de condutores e de veículos, melhoria da infra-estrutura, melhoria do socorro e apoio às vítimas, estudos sobre segurança rodoviária e sua análise, coordenação e cooperação entre entidades, comunicação). É ainda apresentado um plano de intervenção onde são definidas

atribuições de responsabilidades, um cronograma, um orçamento e um plano de monitorização que tem associado o observatório municipal de segurança rodoviária e a análise de resultados e eficácia das medidas implementadas.

Refere-se que para algumas das medidas não foi encontrada uma estimativa de redução correspondente, pelo que neste capítulo são apenas abordadas aquelas para as quais existe informação documentada, nomeadamente:

1. Acções e medidas de intervenção

1.1 Educação cívica, escolar e profissional

1.1.1 Educação rodoviária nas escolas

A – Campanhas de sensibilização

1.1.2 Sensibilização directa de condutores

A – A importância e justificação dos 50 km/h

1.2 Segurança de veículos

1.2.1 Promoção da visibilidade dos veículos

A – Utilização de médios diurnos

1.3 Fiscalização de condutores e de veículos

1.3.1 Circulação geral

A – Estacionamento ilícito

B – Excesso de velocidade

1.4 Melhoria da infra-estrutura

1.4.1 Aplicação de medidas de acalmia e segurança

A – Enfatização dos atravessamentos pedonais

B – Protecção dos motociclistas

1.4.2 Revisão dos limites de velocidade

A – Revisão dos limites de velocidade

B – Introdução do conceito de “zona mista”

1.4.3 Corredores e zonas pedonais

A – Promoção dos modos não-motorizados através da construção de infra-estruturas dedicadas

1.4.4 Melhoria da sinalização e da infra-estrutura rodoviária

A – Colmatação de lacunas de sinalização

B – Renovação e requalificação da sinalização

C – Manutenção dos pavimentos

D – Extensão da rede de iluminação pública

1.4.5 Ordenamento do trânsito

A – Criação de desvios de trânsito às localidades

B – Revisão dos esquemas de circulação

C – Reformulação dos perfis transversais

Com o intuito de analisar o efeito expectável das medidas correctivas propostas no referido plano segurança rodoviária, foi compilada informação sobre a sua eficácia na redução da sinistralidade e efectuado o cálculo da estimativa de acidentes derivada da sua aplicação, com base na frequência observada de acidentes no concelho piloto entre 2007 e 2010. Os valores são apresentados nos Quadros 1 e 2.

O plano municipal de segurança rodoviária não é explícito quanto à integralidade da aplicação das medidas. Admitiu-se que cada uma das medidas aplicadas abará o universo dos destinatários. Por exemplo no caso da "formação de crianças no atravessamento de estradas", considerou-se que esta será ministrada a todas as crianças do conselho; ou que a "colocação de pavimento de elevada resistência à derrapagem em intersecções" será realizada em todas as intersecções.

Considera-se também que cada uma das ações será executada com elevados padrões de qualidade, de acordo com as boas práticas aceites para o tipo de ações preconizadas; só assim se justificando que se tenha considerado o efeito esperado corrente.

Sendo a aplicação simultânea de diferentes medidas correctivas tendo em vista a resolução de um mesmo problema uma opção bastante comum, é necessário perceber de que forma se processa a sobreposição dos efeitos individuais. Segundo Rune Elvik (2008), os efeitos combinados das medidas de segurança rodoviária são estimados assumindo que os seus efeitos de primeira ordem são independentes. O efeito de primeira ordem é o efeito de cada medida tem, quando apenas essa medida é aplicada e tudo o resto permanece inalterado. Assim, se duas medidas influenciam o mesmo grupo-alvo de 100 acidentes e uma das medidas provoca uma redução de acidentes de 30% e a outra de 40%, o seu efeito combinado é estimado de acordo com o “Método dos residuais comuns”:

$$100 - \left[\frac{100 - 30}{100} \times \frac{100 - 40}{100} \right] = 100 - (0.70 \times 0.60) = 100 - 0.42 = 58\% \text{ de redução de acidentes}$$

O termo "resíduos" refere-se aos acidentes que persistem após a medida ter sido aplicada. No exemplo acima, a primeira medida elimina 30 acidentes e deixa para trás 70, a segunda medida elimina 40 acidentes e deixa para trás 60. Assim, quando a primeira medida foi introduzida, a segunda medida irá reduzir os 70 acidentes residuais 70 em 40%, o que corresponde a 28 acidentes. O resíduo comum das duas medidas é assim 42 acidentes.

A aplicação desta metodologia aos acidentes ocorridos no município seleccionado pressupõe uma organização dos mesmos por grupo-alvo, ou seja por tipo de acidentes que se pretende reduzir. O conjunto das medidas enunciadas anteriormente, foi por isso organizado por tipo de acidente, tendo sido definidos 26 grupos:

1. Acidentes com ciclistas
2. Acidentes com crianças dos 9 aos 12 anos
3. Acidentes com crianças dos 5 aos 9 anos
4. Acidentes com crianças dos 6 aos 16 anos
5. Acidentes com mais do que um veículo em condições diurnas
6. Acidentes com veículos motorizados
7. Acidentes dentro de localidades
8. Acidentes dentro de localidades com pavimento molhado
9. Acidentes dentro de localidades com pavimento seco
10. Acidentes em curva fora de localidade
11. Acidentes em excesso de velocidade
12. Acidentes em intersecções
13. Acidentes em manobras de estacionamento
14. Acidentes em secção corrente e em curva
15. Acidentes em secção corrente fora de localidade
16. Acidentes fora das intersecções, em estradas interurbanas
17. Acidentes ocorridos com pavimento em mau estado
18. Acidentes ocorridos em local sem marca rodoviária ou com marca pouco visível
19. Atropelamentos
20. Atropelamentos dentro de localidades
21. Atropelamentos dentro de localidades na berma ou passeio
22. Atropelamentos fora de localidades
23. Colisão frontal ou lateral
24. Colisão traseira
25. Despistes fora de localidades com motociclistas
26. Total de acidentes com vítimas

Quadro 1 - Cálculo da estimativa de frequência de acidentes por aplicação das medidas correctivas constantes no PMSR do concelho piloto

Medidas correctivas	Estimativa de redução acidentes corporais (%)	Tipo de acidente	Frequência observada de acidentes Media 07-10	Estimativa de acidentes após aplicação da medida correctiva individual	Método dos residuais comuns Estimativa de redução acidentes corporais (%)	Estimativa de acidentes após aplicação de todas as medidas correctivas
Introdução de vias segregadas para ciclistas - sem localização definida	-9	Acidentes com ciclistas	10	9	-	-
Formação de crianças no atravessamento da estrada	-20	Acidentes com crianças dos 9 aos 12 anos	2	2	-	-
Formação de crianças no atravessamento da estrada	-11	Acidentes com crianças dos 5 aos 9 anos	4	3	-	-
Treino de crianças na circulação em bicicleta	-6	Acidentes com crianças dos 6 aos 16 anos	12	11	-	-
Utilização de médios diurnos	-6	Acidentes com mais do que um veículo em condições diurnas	193	181	-	-
Introdução de vias segregadas para ciclistas - sem localização definida	-37	Acidentes com veículos motorizados	275	173	-	-
Repavimentação com aumento do atrito - Aumento de 0.10 para um atrito inicial abaixo de 0.6	-42	Acidentes dentro de localidades com pavimento molhado	39	23	-	-
Repavimentação com aumento do atrito - Aumento de 0.10 para um atrito inicial abaixo de 0.7	-10	Acidentes dentro de localidades com pavimento seco	132	118	-	-
Marcação de eixo e guia - Curvas interurbanas	-25	Acidentes em curva fora de localidade	47	35	-	-
Campanhas de informação sobre excesso de velocidade	-8	Acidentes com excesso de velocidade	54	49	-24%	41
Campanhas de fiscalização policial destinadas ao controlo do excesso de velocidade com camera fixa e identificação manual	-17	Acidentes com excesso de velocidade	54	45		
Campanhas de fiscalização policial destinadas ao controlo do excesso de velocidade com camera automática	-24	Acidentes com excesso de velocidade	54	41	-	-
Colocação de pavimento com elevada resistência à derrapagem - Em intersecções	-20	Acidentes em intersecções	58	47	-63%	22
Colocação de pavimento com elevada resistência à derrapagem - Em estradas urbanas	-40	Acidentes em intersecções	58	35		
Colocação de pavimento com elevada resistência à derrapagem - Em estradas interurbanas	-22	Acidentes em intersecções	58	45		
Restrições de estacionamento temporizadas	-79	Acidentes em manobras de estacionamento	5	1	-	-
Colocação de pavimento com elevada resistência à derrapagem - Fora de intersecções, em estradas com velocidades de circulação baixas (por exemplo, curvas)	-35	Acidentes em secção corrente e em curva	73	47	-	-
Marcas de segurança - Secção corrente de estradas interurbanas	-3	Acidentes em secção corrente fora de localidade	60	58	-	-

Quadro 2 - Cálculo da estimativa de frequência de acidentes por aplicação das medidas correctivas constantes no PMSR do concelho piloto (cont.)

Medidas correctivas	Estimativa de redução acidentes corporais (%)	Tipo de acidente	Frequência observada de acidentes Média 07-10	Estimativa de acidentes após aplicação da medida correctiva individual	Método dos residuais comuns Estimativa de redução acidentes corporais (%)	Estimativa de acidentes após aplicação de todas as medidas correctivas
Desimpedimento lateral, restrições de estacionamento	-40	Acidentes fora das intersecções, em estradas interurbanas	124	74	-	-
Repavimentação - sem localização definida	-4	Acidentes ocorridos com pavimento em mau estado	4	4	-	-
Marcação de guias com 10 cm	-3	Acidentes ocorridos em local sem marca rodoviária ou com marca pouco visível	48	47	-4%	46
Marcação de eixo	-1	Acidentes ocorridos em local sem marca rodoviária ou com marca pouco visível	49	48		
Introdução de vias segregadas para ciclistas - sem localização definida	-30	Atropelamentos	33	23	-	-
Repavimentação com material colorido - sem localização definida	1	Atropelamentos dentro de localidades	31	31	-49%	16
Repavimentação com material colorido - Em estradas urbanas	-50	Atropelamentos dentro de localidades	31	16		
Repavimentação com material colorido - Estradas com um sentido de circulação	1	Atropelamentos dentro de localidades	31	31		
Alargamento de passeios	-40	Atropelamentos dentro de localidades na berma ou passeio	1	1	-	-
Barreiras de tráfego	-54	Despistes fora de localidades com motociclistas	6	3	-	-
Repavimentação com aumento do atrito - Aumento de 0.10 para um atrito inicial abaixo de 0.5	-17	Total de acidentes com vítimas	285	237	-81%	54
Criação de variantes	-25	Total de acidentes com vítimas	285	214		
Estradas com um sentido de circulação	-1	Total de acidentes com vítimas	285	282		
Utilização de médios diurnos	-24	Total de acidentes com vítimas	285	217		
Iluminação - Todos os tipos de estradas	-14	Total de acidentes com vítimas	285	245		
Criação de zonas mistas - zonas urbanas	-25	Total de acidentes com vítimas	285	214		
Utilização de médios diurnos	-10	Total de acidentes com vítimas	285	257		
Revisão da sinalização rodoviária - Zona urbana	-15	Total de acidentes com vítimas	285	242		
Introdução de vias segregadas para ciclistas - sem localização definida	-9	Total de acidentes com vítimas	285	260		
Alargamento de vias de 0.3 a 0.5m	-4	Total de acidentes com vítimas	285	274		
Transição de estacionamento livre para estacionamento condicionado	-6	Total de acidentes com vítimas	285	268		

Constatou-se que em diversos grupos, as medidas correctivas possíveis eram alternativas, pelo que a sua utilização em simultâneo não faria sentido. Uma vez que o plano municipal de segurança rodoviária não é explícito quanto ao tipo exacto de medida e sua aplicação, optou-se pela selecção daquela que mais se assemelha à descrição contante no plano.

Nos casos em que as medidas correctivas não são alternativas, foi efectuado o cálculo do efeito da sua aplicação simultânea. Foi o caso das medidas aplicáveis para diminuição de acidentes em excesso de velocidade, acidentes em intersecções, acidentes ocorridos em local sem marca rodoviária ou com marca pouco visível, atropelamentos dentro de localidades e total de acidentes com vítimas. Os resultados são também apresentados nos Quadros 1 e 2.

4 SÍNTESE E CONCLUSÕES

Na presente comunicação exemplifica-se a aplicação de uma AISR a um plano municipal de segurança rodoviária municipal com o objectivo de avaliar o impacto do conjunto de intervenções de segurança rodoviária previstas para a rede viária.

Da análise dos quadros anteriores, destaca-se ao nível dos efeitos individuais a aplicação de restrições de estacionamento temporizadas e a introdução de barreiras de tráfego, com reduções de acidentes expectáveis de 79% e 54%, respectivamente. Salienta-se, no entanto, que o grupo alvo relativo à primeira medida é significativamente inferior, e não origina ferimentos, uma vez que se refere a acidentes em manobras de estacionamento a muito baixa velocidade. No extremo oposto, como efeitos negativos para a sinistralidade, foi documentada a repavimentação com material colorido, com um acréscimo espectável de 1% na frequência de acidentes.

Relativamente aos efeitos combinados de medidas de segurança rodoviária, salienta-se o grupo de medidas passíveis de aplicação ao total de acidentes com vítimas, que isoladamente apresentam uma redução média de 14%, mas que, por aplicação da metodologia proposta por Elvik, se verifica terem um efeito combinado de -81% na frequência de acidentes.

O conhecimento sobre os efeitos esperados na sinistralidade obtido a partir desta avaliação, permite ajuizar acerca da viabilidade dos objectivos visados (em termos de indicadores de sinistralidade quantitativos) e apoiar as decisões acerca da prioridade e intensidade a atribuir a cada intervenção programada, contribuindo assim para uma melhoria progressiva da gestão dos recursos disponíveis.

5 REFERÊNCIAS

Barker, J. e Baguley, C., 2001 – *Road Safety Good Practice Guide*. Department of the Environment, Transport and the Regions, London, United Kingdom.

Cardoso, J. L. e Castilho, A. J., 1989 – *Colaboração no estudo da segurança da EN 6 – Caracterização da sinistralidade e da circulação do tráfego rodoviário*. Relatório 192/89 – Núcleo de Planeamento Tráfego e Segurança – Departamento de Transportes – Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Cardoso, J. L., 1999 – *Avaliação do impacto sobre segurança no IP5 resultante da aplicação de medidas correctivas da infra-estrutura e de fiscalização intensa. 1º Relatório*. Relatório 127/99 – Núcleo de Tráfego e Segurança Rodoviária – Departamento de Transportes – Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Cardoso, J. L., 2000 – *Avaliação do impacto sobre segurança no IP5 resultante da aplicação de medidas correctivas da infra-estrutura e de fiscalização intensa. 2º Relatório*. Relatório 297/2000 – Núcleo de Tráfego e Segurança Rodoviária – Departamento de Transportes – Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Cardoso, J. L. e Vieira Gomes, S., 2005 – *Avaliação do impacto sobre a sinistralidade de medidas correctivas em trecho da EN6*. Relatório 217/05 – Núcleo de Planeamento Tráfego e Segurança – Departamento de Transportes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

Cardoso, J.L., 2007a – *Avaliação do impacto sobre segurança no IP5 resultante da aplicação de medidas correctivas da infra-estrutura e de fiscalização intensa. 3º Relatório*. LNEC, Lisboa.

Cirillo, J. A., Opiela, K. S. e Polanis, S. F., 2000 – *Roadside Safety e Low-Cost Safety Improvments*. Em *The Traffic Safety Toolbox: A Primer on Traffic Safety*; Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., USA.

- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., e Sørensen, M., 2009 – *The Handbook of Road Safety Measures (Second edition)*. Emerald Publishing. Bingley.
- Elvik, R., 2008 – *Road safety management by objectives: A critical analysis of the Norwegian approach*. Accident Analysis & Prevention, 40, 1115-1122.
- Fitzpatrick, K. e Balke, K.. 2000 – *Accident Mitigation Guide for Congested Rural Two-Lane Highways*, NCHRP Report 440, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., USA.
- Gitelman V., Hakkert, A.S., Doveh, E. e Cohen, A., 2001 – *A Study of Safety Effects of Road Infrastructure Improvements under Israeli Conditions*. Proceedings of International Conference Traffic Safety on Three Continents, Moscow, Russia (CD-ROM); VTI konferens.
- Hauer, E., 1997 – *Observational before-after studies in road safety*. Pergamon Press, Oxford.
- Mafra, 2009 – *Plano Municipal de Segurança Rodoviária*, Camara Municipal de Mafra.
- Morgan, T., 1991 – *Road features safety assessment: final report*. Roads and Traffic Authority of NSW. Road Safety Bureau, Australia.
- Ogden, K. W., 1996 – *Safer Roads - A Guide to Road Safety Engineering*. Department of Civil Engineering, Monash University, Melbourne, Australia.
- Rubio, R. L., 1999 – *Tratamiento de travesías para la reducción de la accidentalidad mediante intervenciones sobre la infraestructura. Experiencia Española y su eficacia*. In “Seminário: Segurança Rodoviária nas Localidades”, Lisboa.
- Rubio, R. L., 2000 – *Cost-effectiveness of low-cost road engineering measures in the reduction of accidents*. Road safety on three continents, Pretoria.
- União Europeia, 2008 – Diretiva 2008/96/CE do Parlamento e do Conselho de 19 de Novembro, Relativa à gestão da segurança da infraestrutura rodoviária.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0096:EN:HTML>, acessado em 2009-09-07
- Vieira Gomes, S., 2004 – *Medidas correctivas da infra-estrutura para melhoria da segurança rodoviária*. Dissertação apresentada no Instituto Superior Técnico para obtenção do grau de Mestre em Transportes.
- Vieira Gomes, S. e Cardoso, J. L., 2006 – *Análise da evolução da sinistralidade no corredor Lisboa-Cascais (1988-1997)*. Relatório 232/06 – Núcleo de Planeamento Tráfego e Segurança – Departamento de Transportes – Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Vieira Gomes, S., 2010 – *Avaliação da Influência da Infra-estrutura na Segurança Rodoviária em Meio Urbano*. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologias para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, especialidade de Urbanismo, Ordenamento do Território e Transportes.