

## **MEDIDAS DE ENGENHARIA DE BAIXO CUSTO PARA MELHORIA DA SEGURANÇA RODOVIÁRIA NA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL**

**JOÃO LOURENÇO CARDOSO**

Engenheiro, Investigador Auxiliar do LNEC

**SANDRA VIEIRA GOMES**

Engenheira, LNEC

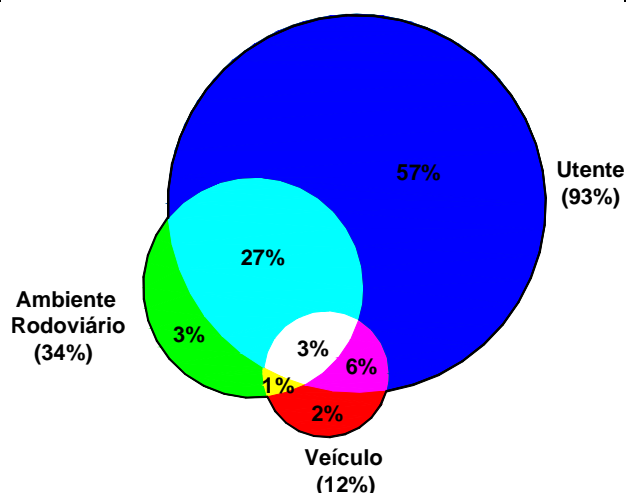
### **RESUMO**

De acordo com a experiência internacional, a correcção das deficiências da infra-estrutura, designadamente em zonas de acumulação de acidentes, permite obter diminuições importantes da sinistralidade em prazos relativamente curtos. Estas correcções, que podem incidir sobre o traçado da estrada, as zonas adjacentes à faixa de rodagem ou o sistema de gestão do tráfego, quando implicam investimentos pequenos e períodos de execução curtos (comparativamente aos habituais em obras rodoviárias), são agrupadas no designado conjunto de "medidas de engenharia de baixo custo para correcção da infra-estrutura" (MEBC).

Na presente comunicação dá-se conhecimento de alguns resultados do estudo bibliográfico dos resultados da aplicação internacional de MEBC realizado recentemente pelo LNEC para o IEP, com o intuito de desenvolver um manual prático sobre o tema [1].

### **1. INTRODUÇÃO**

A ocorrência dos acidentes rodoviários resulta, do contributo de factores relacionados com os elementos do sistema de tráfego, como são os que estão relacionados com os utentes, o ambiente rodoviário e o veículo. Estudos realizados no Reino Unido e nos EUA revelaram que em cerca de 93% dos acidentes foram identificados factores contributivos relacionados com o elemento humano do sistema de tráfego (Figura 1). Tal não impediu a envolvente rodoviária de contribuir para quase 1/3 dos acidentes, por exemplo ao apresentar ao condutor condições que induzem comportamentos errados e ao não conter indícios que permitissem a atempada detecção de uma descontinuidade de traçado na zona do acidente.



**Figura 1 – Influência dos elementos do sistema de tráfego nos acidentes rodoviários.**

Compete às administrações e aos técnicos rodoviários assegurar que as exigências postas pela infra-estrutura rodoviária estejam adequadas às expectativas e capacidades dos utentes rodoviários e das respectivas viaturas, ao longo de todo o “ciclo de vida” do sistema, desde a concepção formal do sistema até à sua conservação e renovação [2].

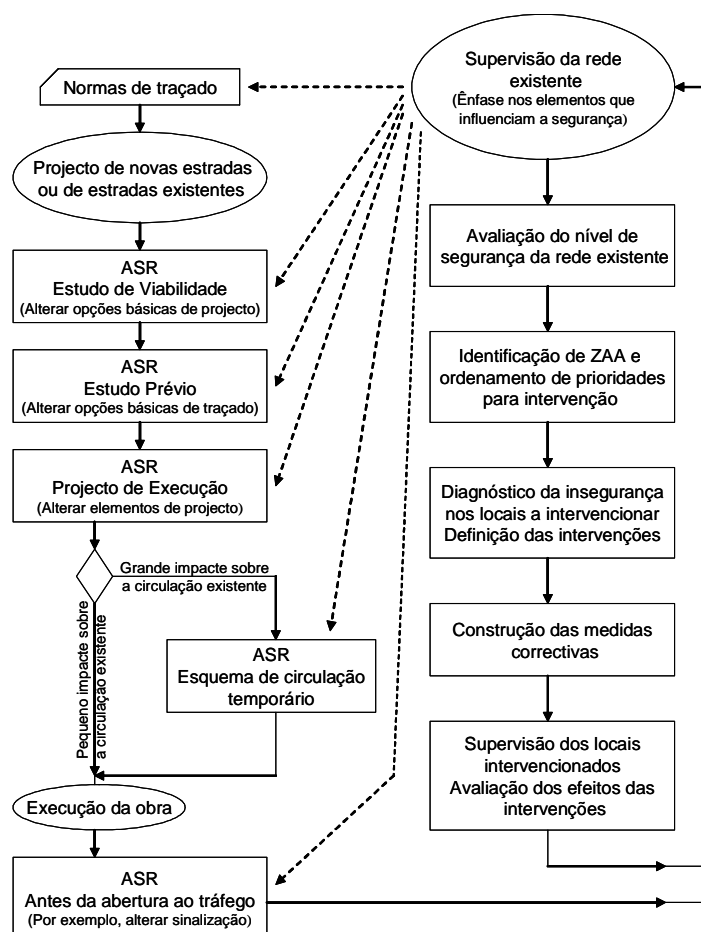
Ao abrigo do protocolo de colaboração entre o LNEC e o IEP na área da segurança, foi realizado um estudo destinado a contribuir para a uniformização e a racionalização da aplicação de MEBC para correcção da infra-estrutura nas estradas da Rede Rodoviária Nacional (RRN), com vista à melhoria das condições de segurança. Nesta comunicação dá-se conhecimento de alguns resultados do referido estudo.

## **2. MELHORIA DA SEGURANÇA POR INTERVENÇÃO NA INFRA-ESTRUTURA**

De acordo com a OCDE, os programas integrados de segurança rodoviária, visando a redução da intensidade e das consequências da sinistralidade, devem incluir acções sobre os diversos componentes do sistema de tráfego, nomeadamente, mediante a adequação do ambiente rodoviário (estrada e zona envolvente) aos seus utentes.

As intervenções sobre o ambiente rodoviário para a melhoria da segurança rodoviária podem ser baseadas em dados sobre a sinistralidade de forma implícita ou explícita (ver Figura 2). No

primeiro caso, as intervenções (por vezes designadas de preventivas) não se baseiam directamente na sinistralidade verificada, mas em conhecimentos adquiridos sobre o fenómeno da segurança rodoviária. É o caso da revisão periódica das normas rodoviárias e da realização de estudos de impacte sobre a segurança. Nas fases de concepção e planeamento, estes estudos são realizados mediante técnicas de avaliação de cenários alternativos, integrando os custos de acidentes como custos de utilização. Nas fases de projecto e de construção, é particularmente eficaz o recurso à auditoria de segurança rodoviária. No segundo caso, as intervenções numa zona de estrada são ajustadas às características de sinistralidade observada na mesma. Estas acções correctivas da infra-estrutura podem ser agrupadas em quatro grandes tipos de intervenções: o tratamento de zonas de acumulação de acidentes; o tratamento de um itinerário, ou rua; o tratamento de grandes áreas, sobretudo urbanas; e a aplicação sistemática de um tipo de tratamento (ou critério normativo novo) a uma determinada estrada, itinerário ou parcela da rede.



**Figura 2 – Redução da sinistralidade mediante a intervenção na infra-estrutura [3].**

Nos países onde têm sido obtidos bons resultados com a intervenção correctiva da infra-estrutura, os respectivos programas de actuação incluem métodos para abordagem técnica e cientificamente rigorosa das diversas etapas de intervenção:

- diagnóstico da sinistralidade na área em consideração, com vista a identificar as zonas com maior influência da estrada na ocorrência de acidentes ou factores de sinistralidade predominantes relacionados com a estrada;
- análise da sinistralidade em cada um dos locais escolhidos na etapa anterior e selecção daquelas a serem objecto de efectiva intervenção;
- selecção das medidas correctivas mais apropriadas;
- execução das medidas correctivas;
- supervisão da evolução da sinistralidade nos locais intervencionados e avaliação dos resultados obtidos.

No processo de decisão sobre as medidas de intervenção a executar, são habitualmente tidos em conta o montante dos recursos disponíveis para o programa, os resultados dos diagnósticos efectuados e os benefícios previsíveis. A etapa de supervisão da evolução da sinistralidade e de avaliação dos resultados obtidos (face às previsões) é fundamental para o aumento da eficácia do sistema, já que permite um processo recursivo de melhoramento das previsões de benefícios e em consequência, a progressiva melhoria das decisões de investimento.

Do ponto de vista da segurança, a “correção” da envolvente rodoviária do sistema é especialmente importante, uma vez que tem permitido, com elevada frequência, a obtenção de reduções na sinistralidade dos locais intervencionados superiores a 30% do seu valor inicial, registadas no primeiro ano de funcionamento.

No Quadro 1 apresentam-se os resultados da avaliação da eficácia de diversos tipos de intervenção correctiva da infra-estrutura rodoviária de diversos municípios do Reino Unido [4].

Os resultados referem-se a um total de 1832 intervenções executadas, entre 1993 e 1999, por administrações locais sobre as correspondentes redes, no âmbito dos respectivos programas municipais de segurança rodoviária.

**Quadro 1 - Eficácia de intervenções correctivas da infra-estrutura executadas em redes municipais do Reino Unido (1993-99).**

INTERVENÇÕES		VARIAÇÃO DO NÚMERO MÉDIO ANUAL DE ACIDENTES CORPORAIS		INVESTIMENTO MÉDIO	
Tipo	Número	(%)	Número	(Euros <sup>1</sup> )	Taxa de retorno
Ciclovia	12	- 65	3.79	95535	444
Em área	10	- 47	2.58	128088	225
Ao longo de um percurso	69	- 46	1.68	36206	520
Acalmia fora de cruzamentos	63	- 49	1.48	63973	260
Intersecção c/sinais luminosos	159	- 37	1.35	56857	266
Em curva	265	- 54	1.12	17366	722
Rotunda	164	- 35	1.03	65410	176
Passagem de peões	250	- 32	0.97	44083	246
Fora de cruzamento (geral)	398	- 29	1.05	44142	266
Intersecção s/sinais luminosos	468	- 37	0.90	19267	523
<b>MÉDIA</b>	<b>1832</b>	<b>- 38</b>	<b>1.13</b>	<b>37805</b>	<b>372</b>

1 - A preços de 1999

Salienta-se que as taxas de retorno do investimento ao fim do primeiro ano são sempre superiores à unidade, e só num caso inferior a 200%: do ponto de vista da sociedade, os investimentos estão, assim, pagos ao fim de menos de seis meses de funcionamento.

De acordo com a experiência internacional, as MEBC oferecem relações benefício/custo muito favoráveis, porque a sua selecção depende não só do tipo de acidentes predominantes, cuja frequência ou gravidade se pretende diminuir, mas também da garantia de que a respectiva

aplicação não terá efeitos indesejáveis graves noutros aspectos da segurança rodoviária, da eficiência da operação do tráfego ou de cariz ambiental.

Geralmente as MEBC podem ser aplicadas respeitando os limites da zona da estrada (área do terreno já ocupada pela estrada), o que, combinado com o seu baixo custo e a celeridade na obtenção dos correspondentes efeitos, justifica que a relação custo-benefício da respectiva aplicação seja favorável mesmo no caso de muitas estradas para as quais já estava prevista a execução de intervenções de reabilitação ou de remodelação a médio prazo (3 a 5 anos).

### **3. MEDIDAS DE ENGENHARIA DE BAIXO CUSTO**

#### **3.1 Bandas Sonoras**

As bandas sonoras são dispositivos que se destinam a alertar os condutores para a possibilidade de terem de alterar a sua condução. Consistem na repetição de um padrão que pode ser sobrelevado ou rebaixado em relação à superfície do pavimento, com uma textura diferente desta, que origina ruído e vibrações nos veículos, quando os pneus lhes passam por cima. A sua acção é complementada por informação visual recolhida pelo condutor, na sinalização como no ambiente rodoviário, que lhe permite identificar qual é o tipo de acção apropriado.

Quando aplicadas na zona de circulação, alertam os condutores para alterações no traçado da estrada que podem gerar algum perigo. É o caso das zonas de aproximação a intersecções, a portagens, a curvas horizontais, a zonas de transição entre duas vias, ou a zonas de obras, etc.). Quando aplicadas na berma, destinam-se a alertar o condutor para o facto de ter saído da faixa de rodagem. Neste caso, podem integrar a guia, sendo, então, designadas por guias sonoras. Em alguns países, as bandas sonoras são colocadas na berma para desincentivar o uso da mesma para circulação de veículos lentos. Aquando da sua aplicação, deve ter-se em conta os efeitos adversos que podem ser desencadeados, normalmente associados ao ruído, à utilização da via de sentido oposto para as evitar e a eventuais problemas de conservação (zonas com possibilidade de neve).

Verificou-se que a aplicação de guias sonoras em estradas interurbanas, pode originar reduções de

cerca de 15% no número de acidentes.

### 3.2 Sinalização Rodoviária

A maior parte da informação necessária à orientação, operação e controlo do veículo é visual. Como tal, o condutor deve ser disponibilizada ao condutor a informação visual adequada, de forma a permitir-lhe o controlo e navegação do veículo, bem como assegurar a segurança dos peões.

A **sinalização vertical** é constituída por dispositivos que se colocam lateralmente ou por cima da via, em suportes adequados a cada caso. Destina-se a avisar, informar ou orientar os condutores em condições que possam constituir perigos em locais próximos. Os sinais de prescrição absoluta informam os condutores das imposições locais a cumprir; os sinais de perigo alertam os condutores para potenciais situações de risco e os sinais de indicação informam os condutores sobre a rota para o seu destino e sobre serviços de apoio que possam precisar.

As **marcas rodoviárias** consistem em sistemas de delimitação instalados no pavimento rodoviário. Esta delimitação é utilizada tendo em vista:

- o controlo do posicionamento e dos movimentos dos veículos através de informação visual que identifica os limites legais e de segurança da zona de circulação;
- a regulação da direcção da condução, mudança de via e ultrapassagens;
- a identificação de zonas ou vias, onde manobras como mudanças de direcção são permitidas, obrigatórias ou proibidas;
- a disciplina da circulação na estrada, particularmente durante os períodos nocturnos;
- o auxílio na identificação de zonas perigosas, como obstáculos ou passagens de peões.

As **marcas rodoviárias longitudinais** delimitam o pavimento e as vias reservadas a cada sentido de circulação. Podem ser contínuas ou descontínuas, de cor branca (levemente prateada se forem reflectoras) ou amarelas no caso de serem aplicadas em zonas de obras.

As **guias** são utilizadas para delimitar a faixa de rodagem. São bastante eficazes na orientação do condutor sob condições atmosféricas adversas, ou nos casos em que a berma é reduzida ou inexistente. Quando aplicadas conjuntamente com a linha axial, são particularmente eficazes na indução da sensação de restrição lateral e de velocidades de circulação mais baixas do que se a estrada só tivesse linha axial.

A delineação do traçado também pode ser conseguida através da aplicação de **marcadores**, que consistem em dispositivos com uma altura mínima de 10 mm, incrustados à superfície do pavimento. A cor destes dispositivos, tanto de noite como de dia, deve ser igual à da marca rodoviária que substituem ou complementam. Podem ser retrorreflectores ou iluminados no seu interior, devendo de qualquer forma garantir a correcta delineação da estrada. Quando aplicados, devem simular o efeito das marcas rodoviárias. Com a sua aplicação têm-se registado reduções médias de 15% no número de acidentes corporais.

Os **delineadores** são também incluídos na sinalização horizontal. A sua função consiste em melhorar a delineação da estrada, principalmente em condições de má visibilidade. Esta medida é considerada especialmente importante em estradas que não tenham os limites marcados, tendo-se registado reduções de acidentes corporais na ordem dos 15%.

As **setas de desvio** são colocadas obliquamente sobre a via a que respeitam e denunciam o fim da permissão de circulação na via e a necessidade do condutor mudar de via. Para ser conseguida uma transição suave dos veículos, as setas de desvio não devem estar localizadas em cima da zona de transição, mas com uma antecipação dependente da velocidade de circulação e serem repetidas até ao final da via.

As **marcas de segurança** são marcas em forma de V invertido, colocadas em intervalos regulares no centro das vias de tráfego, cujo objectivo é melhorar a segurança através do encorajamento de uma distância inter-veículos adequada.

### 3.3 Melhoria das condições da área adjacente à faixa de rodagem



A área adjacente à faixa de rodagem desempenha uma função primordial ao nível da segurança dos ocupantes de veículos descontrolados, uma vez que, se correctamente concebida, pode permitir ao condutor de um veículo descontrolado recuperar o controlo da viatura sem que ocorra um acidente grave. Para além disso, aquela área pode complementar as funções da faixa de rodagem, nomeadamente, através de uma melhor integração da infra-estrutura na paisagem envolvente e provocando um efeito psicológico positivo nos ocupantes dos veículos.

A área adjacente à faixa de rodagem deve ser projectada de maneira a não ter qualquer obstáculo que possa colocar em perigo os ocupantes de veículos descontrolados [5], e dotada, designadamente, de bermas e separadores centrais adequadamente dimensionados, para proteger os condutores e outros ocupantes dos veículos de potenciais lesões graves.

O **separador central** faz a separação das correntes de tráfego que circulam em sentidos opostos. Constitui também uma área de recuperação para veículos descontrolados e para paragens de emergência, pelo que deve ter uma largura mínima de 20 m e encontrar-se livre de obstáculos perigosos. Como esta solução nem sempre é possível, face a limitações de implantação ou a custos de expropriação dos terrenos são muito elevados, podem ser adoptados separadores centrais mais estreitos, desde que equipados com guardas de segurança e órgãos de drenagem adequados. O separador central encontra-se por vezes provido de barreiras de anti-encandeamento, que se destinam a mitigar o risco de encandeamento causado pelos faróis dos veículos que circulam em sentido contrário. Estas barreiras podem também ser conseguidas através da colocação de arbustos, solução que exige maior manutenção.

A **berma** é uma zona destinada à execução de manobras de emergência pelos condutores de veículos descontrolados, a paragens de emergência e ao estacionamento de veículos imobilizados, constituindo também suporte lateral do pavimento da faixa de rodagem. Existe ainda a possibilidade da berma ser utilizada por peões e ciclistas.

Como parte constituinte da área adjacente à faixa de rodagem, as bermas têm influência favorável na segurança rodoviária, desde que a transição entre a faixa de rodagem e a berma seja de nível e

se encontre bem demarcada através de guias e marcadores ou delineadores. A largura das bermas deve ser tal que, simultaneamente, não encoraje a sua utilização como via adicional e garanta a função para que foi destinada. Apesar de não haver valores consensuais, tem-se verificado que em estradas com velocidades de circulação elevadas, são necessárias larguras de berma superiores do que em estradas com velocidades de circulação mais baixas.

A **inclinação dos taludes** é um dos factores que afectam a possibilidade de um veículo descontrolado capotar ou de o seu condutor conseguir recuperar com segurança o controlo da viatura. Em aterro e em escavação, são factores favoráveis a baixa inclinação ( $v/h \leq 1/4$ ) e o arredondamento dos pontos de quebra (mudança de inclinação) que podem contribuir para a perda de controlo do veículo, já que é nestes pontos que o veículo pode perder o contacto com o solo.

Quando os **obstáculos fixos existentes na área adjacente à faixa de rodagem** possam constituir algum perigo para os condutores de veículos descontrolados, a primeira solução a considerar será a eliminação desse mesmo obstáculo. No entanto, caso isso não seja possível, deve ser tentada a sua remoção para local mais afastado da faixa de rodagem ou a substituição do seu suporte por um suporte frágil. Só no caso de nenhuma destas hipóteses ser viável, deve ser considerada a colocação de barreiras de tráfego. Os obstáculos associados à maior percentagem de acidentes com danos corporais são árvores, pontes, valetas e postes de madeira. Os obstáculos que provocam acidentes com menor gravidade são os pequenos sinais, as vedações e as guardas metálicas.

Verifica-se que a diminuição da inclinação de taludes permite reduções no número de acidentes que podem atingir os 40%. Com a pavimentação de bermas não pavimentadas foram registadas reduções no número de acidentes entre 20% a 60%. Em estradas de dupla faixa de rodagem com separadores centrais estreitos, a instalação de guardas de segurança permitiu reduzir em 25% a taxa acidentes corporais; anota-se, no entanto, que as estradas com separador central de 20m de largura têm taxas de sinistralidade 38% inferiores às estradas cujo separador central tem 6m de largura.

### **3.4 Aplicação de camadas de grande resistência à derrapagem**

A aplicação de camadas de pavimento com grande resistência à derrapagem apenas pode ser considerada como medida de baixo custo se for aplicada de forma localizada. No caso de curvas apertadas, ou de zonas de aproximação a passagens de peões, intersecções ou rotundas, com elevadas taxas de acidentes por despiste, pode ser justificável a aplicação de superfícies anti-derrapantes com atrito elevado. No caso das aproximações de intersecções em estradas com velocidades de circulação elevadas, têm sido obtidas reduções no número de acidentes de 30 a 40%.

### **3.5 Melhoramento das condições de visibilidade**

A distância de visibilidade de paragem (definida como a distância mínima de que deve dispor o condutor de um veículo que se move a uma dada velocidade, para poder fazê-lo parar, depois de ter visto um obstáculo na faixa de rodagem) é um factor crítico em termos de segurança. Esta distância aumenta com a velocidade. Para minimizar os riscos que advêm travagens de emergência, há que escolher limites de velocidade apropriados, verificar se a vegetação não interfere com as condições de visibilidade, e garantir que o acesso às estradas não é feito em locais inapropriados.

Os condutores que mudam de direcção em intersecções, são muitas vezes confrontados com situações que obrigam decisões rápidas, sobre quando devem parar e quando podem iniciar a manobra de atravessamento ou de inserção na outra corrente de tráfego. Acresce que, simultaneamente, têm de identificar a geometria da intersecção e todos os possíveis conflitos de movimentos do tráfego. Estas decisões são feitas em segundos e qualquer má interpretação pode originar colisões entre veículos. Como tal, os triângulos de visibilidade, bem como a geometria da intersecção, constituem um importante factor na sinistralidade em intersecções, controladas por regras de cedência de prioridade ou por sinais luminosos.

Em estradas interurbanas a taxa de acidentes aumenta se a distância de visibilidade for inferior aos valores recomendados para as velocidades base das estradas intersectantes. Com a reposição das distâncias adequadas, podem obter-se reduções de 40% a 60% no número de acidentes por

colisão frontal, ou envolvendo viragens à esquerda.

### **3.5 Canalização dos fluxos de tráfego**

A canalização do tráfego tem em vista a redução dos conflitos existentes entre veículos e entre veículos e peões, permitindo direccionar correctamente os movimentos dos condutores, assegurar o movimento ordeiro, aumentar a capacidade, melhorar a segurança, maximizar o controlo efectivo do tráfego e a comunicação com o condutor, reduzir conflitos e minimizar o número de decisões que um condutor tem de tomar num determinado local, dando-lhe tempo para tomar a próxima decisão.

Em estradas de duas vias e dois sentidos podem ser identificados dois tipos de soluções para este problema. A primeira é a criação de vias de desaceleração para viragens à esquerda ou à direita, que permitam uma passagem protegida para os condutores que viram, encorajando-os a aguardar pela altura certa para executar a manobra e reduzindo, assim, o perigo de acidente. A segunda solução é a permissão da utilização da berma para fazer ultrapassagens pela direita, o que tem a vantagem de não comportar grandes custos, quando comparada à criação de uma via adicional de viragem, uma vez que, se as bermas já se encontrarem pavimentadas, apenas é necessário alterar as marcas no pavimento. Note-se que apesar da legislação portuguesa em vigor não permitir a circulação pelas bermas, esta é efectuada em alguns locais, sendo eficaz na redução do impacte sobre o nível de serviço das filas de veículos em espera. A criação de condições para excepções devidamente justificadas, ainda que informais, deve ser ponderada.

A canalização dos movimentos de viragem permitiu a obtenção de reduções de 25% no número de acidentes corporais.

### **3.6 Sistemas de controlo de tráfego**

Os dispositivos de controlo de tráfego por sinais luminosos destinam-se a regular o tráfego, avisar os condutores para situações perigosas e, em casos especiais, limitar de forma controlada a velocidade de circulação. São normalmente usados em intersecções onde os volumes de tráfego ou o número de conflitos são suficientemente grandes, para tornar vantajoso o recurso a uma

gestão centralizada dos movimentos individuais. Este tipo de dispositivos permite reduções de 25% no número de acidentes corporais.

### **3.7 Iluminação nocturna**

O propósito da iluminação das estradas é providenciar luz suficiente para os condutores viajarem com segurança e conforto, tanto durante os períodos nocturnos, como em condições atmosféricas adversas, que causem uma diminuição da luminosidade.

A aplicação desta solução é mais comum nas zonas onde o trânsito de veículos se mistura com o de peões ou de bicicletas. Em estradas interurbanas, obtiveram-se reduções de 25% no número de acidentes.

## **4. INTERVENÇÕES COORDENADAS EM CASOS ESPECIAIS**

### **4.1 Curvas em planta**

As curvas são normalmente zonas de grande dificuldade na tarefa de condução. No caso de constituírem descontinuidades de traçado, devem ser alvo de um sistema de sinalização específico que informe os condutores (especialmente os não familiarizados com a estrada) para a gravidade do perigo que podem representar. Esta sinalização deve compreender sinais verticais, marcas rodoviárias e dispositivos de delineação retrorreflectores. Neste aspecto, refere-se que foi recentemente proposto um sistema de sinalização de curvas para estradas interurbanas de Portugal, baseado numa classificação destas em função do perigo que representam [6]. Este perigo é avaliado em função do acréscimo de risco de acidente, e da magnitude da desaceleração e da variação de velocidade que as curvas impõem.

Há registos de reduções de 15% no número de acidentes corporais em resultado da aplicação de sinalização horizontal com marcadores em curvas.

### **4.2 Intersecções**

As intersecções são, como já referido, locais críticos na rede de estradas, tanto do ponto de vista da segurança como da eficiência da circulação. São zonas de grande densidade de conflitos entre

veículos, pelo que o nível de serviço de cada estrada intersectante é proporcional ao número de conflitos que nelas se gera.

Uma intersecção deve permitir aos utilizadores da estrada atravessar as correntes de tráfegos intersectantes e inserir-se na corrente de tráfego de destino (seguir em frente ou mudar de direcção), com o mínimo atraso e a máxima segurança. A geometria da intersecção deve ter leitura fácil, não susceptível de confusão pelo condutor e disponibilizar boa visibilidade dos dispositivos de controlo de tráfego e dos outros utilizadores da estrada.

A melhoria das condições de circulação e segurança em intersecções passam pelo aumento da oferta de distância de visibilidade de paragem (corte da vegetação, remoção ou realocação de muros, vedações, sinais ou outras obstruções nos triângulos de visibilidade), ou pela diminuição da necessidade de distância de visibilidade de paragem, conseguida através da diminuição das velocidades de circulação nas estradas intersectantes. Outras medidas correctivas consistem no condicionamento do comportamento do condutor, nomeadamente: a melhoria da percepção da existência da intersecção mediante a colocação de objectos (com dispositivos frágeis de fixação) com altura suficiente para lhe aumentar o impacte visual em especial durante a noite; o condicionamento do estacionamento antes da intersecção; a marcação de linhas de paragem mais próximo do limite das vias a atravessar, para que os condutores consigam obter melhor posição de visibilidade; e a aplicação de sinais luminosos, quando se justifique.

A aplicação de MEBC em intersecções de estradas interurbanas permitiu obter reduções no número de acidentes oscilando entre 5% e 60%.

### **4.3 Atravessamentos urbanos por estradas da RRN**

Diversas povoações são atravessadas por estradas interurbanas. Nessas zonas, de mistura dos tráfegos local e de longo curso com as actividades urbanas sediadas junto à faixa de rodagem, o ambiente rodoviário deve ser cuidadosamente estruturado para que a segurança local não seja excessivamente afectada pelas circunstâncias adversas em que o tráfego circula.

Não sendo o único local de intervenção, a entrada de povoações deve ser alvo de uma atenção especial, para demarcar claramente o início da zona onde se pretende outro tipo de comportamento de condução. Devem ser instalados elementos como sinais de entrada, superfícies coloridas conjugadas com sinais verticais que limitem a velocidade ou o estreitamento da largura da faixa de rodagem. Ao longo do atravessamento devem ser colocados dispositivos que assegurem a manutenção da baixa velocidade obtida nas entradas: designadamente passeios, lancis, lombas e intersecções elevadas, e marcação de vias estreitas. O tratamento para melhoria das condições de segurança pode ser demasiado penalizante das condições de mobilidade do tráfego de atravessamento, caso em que é recomendável a complementação da intervenção no trecho urbano com a construção de uma variante.

Refira-se que o adequado tratamento da entrada de povoações tem permitido obter diminuições de cerca de 6% no número de acidentes.

## **5. NOTA CONCLUSIVA**

A aplicação, de forma sistemática e tecnicamente justificada, de MEBC permite obter rapidamente melhorias significativas da sinistralidade. Diversas MEBC identificadas neste estudo são já de aplicação corrente em Portugal, embora nem sempre por motivos de segurança. Comparando com outros países, verifica-se, no caso da RRN, a necessidade de uniformizar a aplicação das MEBC e, sobretudo, de executar procedimentos tendentes à avaliação sistemática dos resultados obtidos com essa aplicação; objectivos para cuja prossecução se julga ter contribuído com a conclusão do estudo descrito.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Cardoso, J. L.; Gomes, S. V. - Medidas de engenharia de baixo custo para melhoria da segurança rodoviária na rede rodoviária nacional. Em Publicação. NTSR, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, 2002.
- [2] Cardoso, J.L. - O reaproveitamento de recursos. (O sistema de tráfego). Notas para o Tema 3 do Curso de Segurança e Gestão Viária Urbana. LNEC-PRP, Lisboa, 2000.
- [3] Cardoso, J. L.; Bairrão, L. - Auditorias de segurança rodoviária ao projecto de estradas. Relatório 91/01 - NTSR, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, 2001.
- [4] Gorell, R.S.J.; Tootill, W. - Monitoring local authority road safety schemes using MOLASSES. TRL Report TRL512, 2001.
- [5] Cardoso, J. L.; Roque, C. A. - Área adjacente à faixa de rodagem de estradas interurbanas e sinistralidade, Relatório 79/01 - NTSR, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, 2001.
- [6] Cardoso, J. L. - Detecção apriorística de zonas de quebra da homogeneidade de traçado em planta em estradas interurbanas. In 2º Congresso Rodoviário “Estrada 2002”.