

MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO SOCIAL

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

Proc. 0703/1/15682

**AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA AO
PROJECTO DE ESTRADAS**

**MANUAL DE APLICAÇÃO A ESTRADAS DA
REDE RODOVIÁRIA NACIONAL**

Relatório /08 - NTSR

Lisboa, Março de 2008

Estudo para a EP

I & D

TRANSPORTES

**AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA AO
PROJECTO DE ESTRADAS. MANUAL DE APLICAÇÃO A ESTRADAS DA
REDE RODOVIÁRIA NACIONAL.**

**ROAD SAFETY AUDIT.
MANUAL FOR NATIONAL ROAD NETWORK'S PROJECTS.**

**AUDIT DE SECURITE ROUTIERE AU
PROJECT DE ROUTES DU RESEAU ROUTIER NACIONAL.
MANUEL D'APPLICATION.**

ÍNDICE

| | |
|------------------------|---|
| PREÂMBULO | 1 |
|------------------------|---|

SECÇÃO I - O CONCEITO DE AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| I.1 - Definição | 7 |
| I.2 - Objectivos | 8 |
| I.3 - A importância da prevenção | 9 |
| I.4 - As ópticas dos diversos utentes autorizados a circular | 10 |
| I.5 - Fases de projecto para aplicação de ASR | 10 |
| I.6 - Âmbito dos projectos | 13 |
| I.7 - Competência para realização | 15 |
| I.8 - Intervenientes. | 17 |
| I.9 - Integração no processo de garantia de qualidade. | 17 |
| I.10 - Quanto mais cedo melhor! | 18 |
| I.11 - Custos e Benefícios | 18 |

SECÇÃO II - RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE AUDITORIA

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| II.1 - Influência da estrada na ocorrência de acidentes | 23 |
| II.1.1 - Generalidades | 23 |
| II.1.2 - A sinistralidade na Rede Rodoviária Nacional | 24 |
| II.2 - Princípios de boa prática | 31 |
| II.2.1 - Princípios gerais | 31 |
| II.2.2 - Características do traçado | 33 |
| II.2.3 - Características superficiais do pavimento | 53 |
| II.2.4 - Sinalização | 55 |
| II.2.5 - Equipamento de segurança | 59 |
| II.2.6 - Gestão de tráfego | 63 |
| II.2.7 - Obras de construção e de conservação | 68 |

SECÇÃO III - REALIZAÇÃO DA AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

| | |
|-------------------------------------------------|----|
| III.1 - Desenvolvimento geral do processo | 73 |
| III.2 - Selecção da equipa auditora | 75 |
| III.3 - Reunião de início da ASR | 76 |
| III.4 - Análise do projecto | 78 |
| III.5 - Inspeção do local de implantação | 79 |
| III.6 - Prosseguimento dos trabalhos | 80 |

SECÇÃO IV - EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DE LISTAS DE CONTROLO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| IV.1 - Apresentação das listas elaboradas e de exemplos da sua aplicação | 85 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - | Influência dos elementos do sistema de tráfego nos acidentes rodoviários | 23 |
| Figura 2 - | Evolução das taxas de acidentes corporais na totalidade das estradas do Continente, na RRN e nas auto-estradas da RRN | 25 |
| Figura 3 - | Evolução da gravidade dos acidentes nas EN da RRN, nas restantes estradas da RRN, nas EN desclassificadas e nas restantes estradas e arruamentos do Continente | 26 |
| Figura 4 - | Taxas de mortalidade na UE | 29 |
| Figura 5 - | Índices de mortalidade por faixa etária | 30 |
| Figura 6 - | Índices de mortalidade por categoria de elemento de tráfego | 30 |
| Figura 7 - | Exemplo de comentários pertinentes na fase de Estudo de Viabilidade | 86 |
| Figura 8 - | Exemplo de comentários pertinentes na fase de Estudo Prévio | 87 |
| Figura 9 - | Exemplo de comentários pertinentes na fase de Projecto de Execução | 88 |
| Figura 10 - | Exemplo de comentários pertinentes na fase imediatamente anterior à abertura ao tráfego (ou na fase de construção se a estrada se mantiver em funcionamento) | 89 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - | Definição de prioridades para realização de ASR | 14 |
| Quadro 2 - | Taxas de mortalidade e de acidentes por tipo de estrada | 26 |
| Quadro 3 - | Taxas de mortalidade e de acidentes em estradas de faixa única por tipo e condicionamento de acessos | 27 |
| Quadro 4 - | Alteração da velocidade média de circulação e do risco de acidente em função de condições ambientais | 31 |
| Quadro 5 - | Velocidades de circulação de veículos ligeiros | 34 |
| Quadro 6 - | Organização de uma ASR | 74 |
| Quadro 7 - | Exemplo da constituição da equipa auditora para execução da ASR a um projecto de trecho novo de IP | 76 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | |
|-----------|------------------------------|----|
| ANEXO I - | LISTAS DE CONTROLO | 93 |
|-----------|------------------------------|----|

AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA.

MANUAL DE APLICAÇÃO AO PROJECTO DE ESTRADAS DA REDE RODOVIÁRIA NACIONAL

PREÂMBULO

Nas decisões relativas às infra-estruturas de transportes influem uma série de aspectos - como sejam o nível de serviço, a segurança, as acessibilidades, o ordenamento do território, o impacto ambiental, os custos, etc. - com base nos quais são definidos os investimentos e prioridades na intervenção sobre as respectivas redes.

Em relação ao modo rodoviário, a segurança e as acções para redução da sinistralidade nas estradas têm vindo a conhecer um grande desenvolvimento nas últimas décadas, para fazer face ao aumento do número de acidentes associado ao crescimento do tráfego automóvel.

Em Portugal os custos económicos e sociais provocados por este tipo de acidentes representam anualmente verbas de vulto, que estudos elaborados pelo Ministério da Saúde estimaram em cerca de 550 milhões contos para o ano de 1995, o que representava nesse mesmo ano aproximadamente 5% do PIB do nosso País. Cálculos realizados pela Prevenção Rodoviária Portuguesa (PRP) e LNEC para o mesmo ano cifravam aqueles custos em cerca de 600 milhões de contos [22].

De acordo com o Conselho Europeu de Segurança nos Transportes (ETSC- "*European Transport Safety Council*") deverá apontar-se para uma redução da sinistralidade rodoviária na União Europeia (UE) entre 40 a 56 % no ano 2010 relativamente a 1997, sendo um objectivo médio a redução do número de mortes de 45 000 para 25 000 em 2010, ou seja cerca de 44% [23].

Não existindo forma de prevenir todos os acidentes rodoviários, a intervenção sobre os grupos de utentes ou os comportamentos de maior risco (por exemplo, o excesso de velocidade), e as acções correctivas da infra-estrutura, constituem instrumentos cujos benefícios têm vindo a ser demonstrados.

No sentido da prevenção dos acidentes rodoviários e da redução das suas consequências,

foi desenvolvido, ao longo das décadas de 80 e 90, um instrumento de análise de segurança rodoviária: a Auditoria de Segurança Rodoviária ao projecto de estradas (ASR). Este instrumento incorpora acções de avaliação de impactes das obras rodoviárias sobre a segurança, a supervisão da evolução da sinistralidade e a proposta de acções correctivas dos problemas identificados.

A intervenção do Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança (NPTS) do Departamento de Transportes (DT) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em acções directamente relacionadas com as ASR teve início em 1994, com a participação na proposta à CE de um projecto de investigação, denominado SAFESTAR - *'Safety Standards for Road Design and Redesign'* (Critérios de Segurança para Normas de Projecto Rodoviário), que incluía uma tarefa relativa ao estudo de viabilidade da utilização de ASR em projectos de estradas da rede de estradas transeuropeia (TERN). A execução deste projecto de investigação decorreu de 1996 a 1998, tendo a tarefa relativa a ASR contado com a participação formal de institutos de investigação da Holanda (SWOV), de Portugal (LNEC), da República Checa (CDV), da Grécia (Universidade de Atenas) e da administração rodoviária da Dinamarca (RD) e, informalmente, da administração rodoviária da França (através do SETRA) e da Asociación Española de la Carretera (Espanha).

O desenvolvimento do novo Plano Rodoviário Nacional (PRN2000), criado com o Dec-Lei nº 222/98, enquadra a realização das Auditorias de Segurança Rodoviária, estabelecendo por via legal no parágrafo 1 do seu artigo 10º - *“A Junta Autónoma de Estradas deve promover a implementação da figura de auditoria de segurança rodoviária, entendida como um exame formal da estrada, ou do projecto rodoviário, utilizando sistematicamente os conhecimentos de segurança rodoviária aos vários níveis da sua aplicação, de modo a combater a sinistralidade”*.

Dando prosseguimento a esta determinação superior, o IEP – Instituto de Estradas de Portugal, promoveu a elaboração de um manual com vista a facilitar e uniformizar os procedimentos associados às ASR.

Para este efeito, foi solicitada ao LNEC (DVC/NTSR) uma colaboração no âmbito de protocolo de colaboração na área da segurança rodoviária entre as duas Instituições, com especial incidência no desenvolvimento do conteúdo técnico do referido manual.

Do trabalho desenvolvido pelo NTSR resultou a elaboração, em 2001, de uma primeira edição do referido Manual, abordando, sobretudo, os aspectos técnicos e processuais da aplicação das ASR aos projectos de estradas da Rede Rodoviária Nacional. Essa edição do

Manual foi submetida ao IEP, que, após aprovação do conteúdo, solicitou a sua publicação. Posteriormente, procedeu-se, por solicitação da Estradas de Portugal, EPE, à realização de dois estudos piloto, para teste da aplicação do Manual, tendo-se introduzido pequenas alterações do documento original, resultando na versão agora apresentada.

Prevê-se que futuras edições deste Manual possam vir a incorporar ensinamentos obtidos com a sua aplicação, bem como resultados entretanto colhidos do avanço do conhecimento sobre os factores relacionados com a sinistralidade, especialmente no que se refere a Portugal. Igualmente, poderão futuras edições ser complementadas com aspectos de natureza institucional e legal que a administração rodoviária entenda dever incluir, para enquadramento do processo de auditoria de segurança rodoviária dos projectos de estradas da rede que está a seu cargo no País.

SECÇÃO I

O CONCEITO DE AUDITORIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

I.1 - Definição

Uma **Auditoria de Segurança Rodoviária ao projecto de estradas (ASR)** é um conjunto de procedimentos destinados a incorporar, de modo explícito e formal, os conhecimentos e informações relativos à segurança rodoviária, no planeamento e projecto de estradas, com as finalidades de mitigar o risco de acidentes e de reduzir as respectivas consequências. Estes procedimentos podem ser aplicados aos projectos para construção de novos traçados rodoviários ou para intervenção em estradas existentes.

Este processo pode ser aplicado a dois níveis: ao nível estratégico ou de planeamento, com o estudo da redistribuição do tráfego na rede rodoviária e suas consequências sobre a sinistralidade, utilizando técnicas de avaliação de cenários alternativos, num procedimento a que se poderá chamar “Avaliação de Impactes na Segurança Rodoviária”; e ao nível de um empreendimento individual, em que o procedimento é o de uma auditoria tradicional.

Este processo visa portanto que as estradas funcionem da forma mais segura possível, à luz dos conhecimentos já existentes sobre segurança rodoviária e da influência que sobre ela exercem os factores associados ao ambiente rodoviário.

Deve esclarecer-se, desde já, que não cabe às ASR verificar especificamente o cumprimento de quaisquer normas rodoviárias, a não ser quando daí decorra alguma influência sobre o nível de segurança da estrada.

São três os intervenientes num processo de ASR: o dono de obra, o projectista e o auditor [10 e 11]:

- O **dono de obra** é a ‘entidade por conta da qual são elaborados os projectos’ [24]. Esta ‘entidade que manda executar o projecto’ [31], pública ou privada, é responsável pela promoção, construção e, eventualmente, gestão do empreendimento rodoviário em análise, competindo-lhe tomar as decisões referentes ao mesmo. Nalguns casos existe um gestor de projecto a quem foi delegada esta competência relativamente ao empreendimento; noutros casos esta autoridade estará repartida por uma rede hierárquica, sendo necessário clarificar de antemão o âmbito individual de decisão de cada um dos seus elementos. Compete ao dono de obra definir as condições gerais do empreendimento e decidir relativamente às discordâncias entre o projectista e o auditor.

- O *projectista* é o ‘conjunto dos autores dos projectos’ (de especialidade) e o ‘coordenador do projecto’ [24]. Trata-se, assim, da ‘entidade singular ou colectiva administrativa e legalmente responsável pela elaboração de um conjunto integrado de estudos e projectos’ [31] para planeamento ou projecto de construção ou de alteração da estrada sujeita à ASR. Compete-lhe definir as características técnicas do empreendimento e rever o projecto de acordo com os resultados da ASR.
- O *auditor* é a ‘pessoa singular e independente a quem compete avaliar os estudos e projectos na óptica da segurança rodoviária’ [31]. Compete-lhe documentar os aspectos do projecto que podem originar problemas de segurança e fundamentar a filosofia de tratamento a seguir para os mitigar. Nalguns países a escolha do auditor é efectuada pelo dono de obra e noutros pelo projectista.

I.2 - Objectivos

O objectivo primeiro das ASR é o de assegurar que os empreendimentos viários executados ou a executar tenham condições para funcionar da forma mais segura possível, constituindo a segurança um elemento chave ao longo do ciclo de vida do empreendimento. A minimização do risco e consequências dos acidentes nos empreendimentos rodoviários e nas zonas limítrofes é, em resumo, o objectivo principal das ASR.

Deve ter-se presente que, com o recurso às ASR não se consegue evitar a ocorrência de todos os acidentes, já que o comportamento do condutor, o estado dos veículos, as condições climáticas, a estrada e a própria aleatoriedade do fenómeno, são elementos influentes numa parte muito importante dos acidentes verificados. Deve também atender-se a que, por vezes, o objectivo de assegurar a máxima segurança de um empreendimento rodoviário pode entrar em conflito com outros objectivos da sociedade e do sistema de transportes, como sejam a maximização da capacidade ou a contenção dos custos de construção, pelo que é recomendável que, quando possível, nas ASR sejam fornecidos, pelo auditor, elementos que permitam estimar os benefícios associados a eventuais modificações ou medidas correctivas propostas.

Caso os benefícios a longo prazo, nomeadamente os associados à redução de acidentes ao longo da vida útil do empreendimento rodoviário, não sejam devidamente contabilizados,

muitas recomendações das ASR podem não ser consideradas por elevarem os custos de construção ou reduzirem a capacidade dos empreendimentos rodoviários. Deve no entanto ressalvar-se que nem sempre as medidas propostas entram em conflito com outros objectivos e que, algumas vezes, até contribuem para a redução dos custos de construção.

Paralelamente ao objectivo principal das ASR, podem identificar-se outros, nomeadamente :

- reduzir o custo total a longo prazo de construção e beneficiação dos esquemas viários, através da redução de acidentes e da respectiva gravidade, como benefícios de operação;
- reduzir a necessidade de intervenções de reparação ou de alteração do empreendimento rodoviário, a curto ou médio prazo, em trechos de acumulação de acidentes;
- aumentar os conhecimentos e sensibilizar os projectistas, donos de obra e outros intervenientes no empreendimento rodoviário, para as questões associadas à segurança rodoviária e para a sua importância no projecto, construção e utilização da rede viária.

Este conjunto de objectivos pode ser atingido através de medidas que não só evitem acidentes mas também reduzam a gravidade dos mesmos, como sejam, por exemplo, a construção de zonas adjacentes sem obstáculos ou a colocação de guardas de segurança em determinado local em que o perigo previsto não possa ser eliminado por alteração do projecto.

I.3 - A importância da prevenção

Uma das bases da filosofia subjacente às ASR pode ser explicitada por um conhecido ditado popular: *'mais vale prevenir que remediar'*.

De facto, as ASR integram conhecimentos obtidos ao longo de várias décadas de investigação em segurança rodoviária, e adquiridos também com a realização de estudos pormenorizados de acidentes e com a análise e correcção de zonas de acumulação de acidentes. Nas ASR estes conhecimentos são aplicados de forma preventiva.

Se existirem potenciais zonas de ocorrência de acidentes num novo empreendimento rodoviário, os custos associados aos acidentes que aí venham a ocorrer constituem uma parcela

importante do conjunto de custos de operação englobados no ciclo de vida do empreendimento rodoviário. Neste caso as ASR contribuem, também, para uma redução dos custos, para a sociedade, do empreendimento.

As ASR constituem, ainda, uma forma de melhorar as características de um empreendimento ainda na fase de projecto, em vez de mediante o recurso a equipamento de demolição (como, por exemplo, aquando da alteração de zonas de acumulação de acidentes) e, consequentemente, com custos muito mais reduzidos. No caso de serem analisadas parcelas da rede rodoviária já existentes, esta facilidade não existe, mas deve-se considerar que as alterações ao espaço envolvente à estrada e a respectiva utilização (fluxos, características da estrada, funções da estrada, etc.) variam substancialmente ao longo da vida útil desta, justificando assim a respectiva análise e posterior alteração. Se esta iniciativa fôr tomada antes das estatísticas de acidentes evidenciarem uma acumulação de ocorrências, pode-se classificar, no entanto, a intervenção de preventiva.

I.4 - A óptica dos diversos utentes autorizados a circular

Um aspecto fundamental da ASR deriva do facto de serem consideradas necessariamente as expectativas e a segurança de todos os grupos de utentes da estrada. Por exemplo, o auditor terá de integrar a capacidade de analisar o trecho do ponto de vista de um peão criança (que tem uma altura de observação mais baixa do que a da média da população) e de outro de idade avançada (que, relativamente à média da população, tem tempos de reacção maiores e menor velocidade de andamento), sempre que seja previsível a circulação, mesmo que pouco frequente, destes utentes. Assim, deve ser contemplada a consideração de limitações de ordem vária, desde físicas (passo lento, visão a um nível mais baixo, cadeiras de rodas etc.) até psicológicas (aumento do tempo de percepção e decisão por motivos vários, etc.). A envolvente rodoviária deve permitir majorar a recuperação de erros de condução ou outros, e limitar os danos originados pelos acidentes que venham a ocorrer por não ter sido possível a completa correcção dos erros.

I.5 - Fases de projecto para aplicação de ASR

I.5.1 - Habitualmente consideram-se quatro fases de aplicação das ASR relativas ao projecto

de um empreendimento rodoviário, a que acresce, em alguns países, uma ‘quinta fase’, relativa a ASR de estradas em operação.

No entanto, por coerência conceptual e funcional, quando se aplicam os procedimentos de ASR a estradas em operação não se considera adequado adoptar a designação de ‘fase de ASR’. Com efeito, neste caso, provavelmente não foram realizadas as fases anteriores, constituindo os procedimentos, por isso, o início da análise da parcela de rede rodoviária em estudo.

Por outro lado, no caso das estradas em serviço é natural que exista informação sobre a respectiva sinistralidade, a qual deve ser, necessariamente, considerada nas propostas de intervenção o que só pode ser feito na âmbito de um *estudo de segurança*¹ ou, eventualmente, de uma *Inspeção de Segurança Rodoviária*². De acordo com a concepção mais genericamente adoptada, as ASR de estradas ou parcelas da rede viária em operação, têm como objectivo, sobretudo, verificar a respectiva adaptação às alterações das características e estrutura do tráfego ao longo do tempo ou no decorrer de obras de conservação ou de renovação, e a verificação das condições de segurança da execução destas obras. Assim, nesta “quinta fase”, como é por vezes designada, são utilizados dados de observação do funcionamento do sistema (comportamento dos utentes e sinistralidade), que conferem à actividade características sobretudo curativas, em detrimento do carácter preventivo.

I.5.2 - A distribuição das ASR por quatro fases reflecte a necessidade de acompanhamento do projecto de um empreendimento rodoviário ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a fase de estudo até à fase de construção, permitindo, deste modo, a introdução de modificações ao projecto ajustadas à fase de desenvolvimento em que se encontra.

As fases que acompanham a execução de um novo trecho rodoviário, ou da reabilitação de um trecho de estrada existente, são as descritas seguidamente.

Fase 1 - A executar ao nível do **estudo de viabilidade** (programa base) e aplicável a alterações da rede com alguma importância. Permite analisar os efeitos da redistribuição do tráfego e influenciar o

¹ Nesta acepção, considera-se que o **estudo de segurança de uma estrada** é a análise integrada das características mais relevantes da sinistralidade, do tráfego, da geometria e da função da estrada, por forma a identificar os respectivos problemas de segurança rodoviária e definir as medidas correctivas mais adequadas para a sua mitigação.

² Só nos países em que nas inspecções de segurança rodoviária seja utilizada informação sobre a sinistralidade nos locais observados.

número e tipo de nós de ligação, bem como as ligações à rede existente, as características dos perfis transversais tipo, etc.

Fase 2 - A realizar após a conclusão do **estudo prévio** e antes da definição formal das faixas de reserva. São feitas verificações em planimetria e altimetria, e analisados os esquemas dos cruzamentos, das distâncias de visibilidade, etc.

Fase 3 - A efectuar em simultâneo com, ou imediatamente após, a conclusão do **projecto de execução**, antes da adjudicação da obra. São feitas verificações de pormenor dos cruzamentos, da sinalização horizontal e vertical, da iluminação, etc.

Fase 4 - A ter lugar **imediatamente antes da abertura ao tráfego**³. Procede-se à identificação de problemas ao nível dos pormenores construtivos que não tenham sido identificados durante as fases anteriores ou de outros, resultantes, designadamente, de alterações ao projecto de execução efectuadas durante a construção. Esta fase deverá ser analisada sob condições de luminosidade diversificadas (dia e noite) e na óptica dos vários utentes da estrada, nomeadamente circulação motorizada, pedonal e outras, se for previsível a sua existência. Nesta fase, pode haver vantagem na participação de elementos da polícia de trânsito, para além dos técnicos do estaleiro - empreiteiro, fiscalização e dono de obra.

Deve, ainda, prever-se a supervisão das condições de operação dos empreendimentos rodoviários, com dois objectivos principais:

- verificar se as condições de segurança de operação foram atingidas e identificar os locais do empreendimento em que tal não foi possível, bem como as razões para o facto;
- aproveitar os conhecimentos resultantes desta mesma supervisão para melhoria da base de informação disponível aquando da execução das subsequentes ASR

³ Também pode ser efectuada imediatamente após a abertura ao tráfego, mas neste caso é mais difícil aos auditores realizar as observações no local, existindo ainda o inconveniente de a execução das alterações colidir com a normal circulação do tráfego.

de outros empreendimentos.

Nem sempre é necessária a execução de ASR em todas as fases, nomeadamente devido ao agrupamento ou à precisão de fases do projecto do empreendimento, decorrentes da respectiva dimensão. Por exemplo, em pequenas alterações da rede desenvolve-se apenas um projecto de execução na sequência de um estudo preliminar, sendo que neste caso a Fase 2 e a Fase 3 são agrupadas.

Nalguns países, designadamente nos Países Baixos, considera-se a Fase 1 das ASR como restrita apenas ao nível estratégico, correspondendo à concepção e comparação de um conjunto de cenários relativamente à rede. São, assim, comparadas diferentes alternativas, caracterizadas por tipo e volumes de tráfego, por parâmetros geométricos da infra-estrutura e por estimativas de sinistralidade para as situações de referência. Não se revestindo, na realidade, do formalismo habitual numa auditoria, esta fase é autonomizada no designado “Estudo de Impacte na Segurança Rodoviária”, o qual é aplicável sobretudo no planeamento ao nível da rede.

I.6 - Âmbito dos projectos

As ASR são aplicáveis a todos os tipos de empreendimentos rodoviários, como sejam os relativos a novas estradas, à beneficiação ou renovação das existentes, a projectos de gestão de tráfego, a alterações em cruzamentos e a alterações da gestão do tráfego, tanto em meio rural como em meio urbano. Relembra-se que a óptica das ASR é fundamentalmente preventiva. Na maior parte dos casos referidos não há dados sobre a sinistralidade que permitam uma análise quantificada rigorosa. Porventura poderão até as ASR ter maior impacto relativo em pequenos e médios empreendimentos (introduzindo apenas alterações locais da rede) do que nos grandes projectos de novas estradas em que existem condições de aplicação de modernas normas de traçado que já incorporam (embora nem sempre explicitamente) critérios relacionados com a segurança rodoviária.

Existe também um número significativo de empreendimentos que, sem envolverem directamente a estrada, têm acentuado impacte nas respectivas condições de funcionamento, beneficiando portanto da aplicação de ASR à componente rodoviária do respectivo projecto. Estão neste caso, por exemplo, os empreendimentos referentes a grandes centros comerciais, ou a novos equipamentos municipais, que resultam em geração de tráfego rodoviário ou pedonal em vias adjacentes, entrada de veículos em parques de estacionamento, alterações nos transportes

públicos e respectivas paragens, distribuição de mercadorias por veículos comerciais, etc.

QUADRO 1 - DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES PARA REALIZAÇÃO DE ASR

| EMPREENDIMENTO | | FASE | | | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Prio-rida-de | Designação | 1 Estudo de viabilidade | 2 Estudo prévio | 3 Projecto de execução | 4 Antes da abertura ao tráfego |
| 1 | Novos lanços de estradas da Rede Rodoviária Nacional | * | * | * | * |
| 2 | Novos lanços de estradas municipais ou de vias urbanas | | * | * | * |
| 3 | Reabilitação de lanços de estradas existentes (>500 mil euros) | * | * | * | * |
| 4 | Concessões rodoviárias | * | * | * | * |
| 5 | Obras de grande conservação | * | | * | * |
| 6 | Empreendimentos imobiliários ou comerciais com importante geração de tráfego | * | * | * | * |
| 7 | Empreendimentos imobiliários ou comerciais com média ou baixa geração de tráfego | * | | * | * |
| 8 | Projectos de gestão de tráfego, incluindo 'acalmia de tráfego' | * | | * | * |
| 9 | Gestão temporária de tráfego nas imediações de obras de grandes empreendimentos | | * | | * |

Idealmente, todas os projectos de intervenções rodoviárias deveriam ser objecto de ASR. Não sendo tal possível, por escassez de recursos humanos e financeiros, deve ser estabelecida uma forma clara e racional de definição dos tipos de intervenção que devem ser necessariamente auditados e dos níveis de ASR requeridos.

No Quadro 1 apresenta-se um exemplo de definição de prioridades, assinalando-se, com um círculo, para cada tipo de empreendimento rodoviário as fases (ou agrupamentos de fases) de ASR a realizar preferencialmente. Provisoriamente, enquanto não existirem recursos

humanos adequados suficientes, poderão ser adoptados programas de amostragem dos empreendimentos a sujeitar a ASR.

I.7 - Competência para realização

Para que o processo de ASR seja posto em prática com sucesso são necessários técnicos auditores com formação adequada, permitindo que dentro da equipa que realiza uma ASR estejam concentrados conhecimentos e competências específicas, nomeadamente:

- Sólidos conhecimentos (distribuídos entre os vários elementos da equipa) nos domínios da segurança, do projecto e, eventualmente, da construção rodoviários, bem como do comportamento dos respectivos utentes.
- Conhecimento do processo formal da ASR, dos seus vários intervenientes e das respectivas ligações funcionais.
- Independência relativamente aos outros intervenientes neste processo, por forma a minimizar a possibilidade de pressões sobre os auditores com objectivos distintos dos da própria ASR (nomeadamente a tendência para associar a este o processo de verificação [25] do cumprimento de normas ou para refazer o projecto).
- Consciência de que o objectivo da ASR não é refazer o projecto, mas identificar os problemas de segurança rodoviária que possam advir de qualquer elemento ou parte do projecto. Eventualmente, propor medidas no sentido de corrigir ou mitigar os problemas encontrados, o que exigirá certamente, para além dos conhecimentos técnicos, bom senso para minimizar os conflitos que possam surgir com os outros intervenientes no processo.
- Capacidade para aprender com a informação proveniente da investigação ou de elementos estatísticos relativos ao domínio da segurança.
- Preferencialmente, experiência de intervenção anterior em estudos pormenorizados de acidentes, pois sabe-se que deste modo os técnicos ficam na posse de conhecimentos específicos relativos à estrada, sua sinalização e à respectiva percepção por parte dos condutores.

A ausência de parte dos conhecimentos referidos pode ser suprida com formação específica.

Mesmo em situações em que os projectistas estão sensibilizados para as questões da segurança, geralmente é aplicável o aforismo popular '*dois pares de olhos vêm sempre melhor do que um*', principalmente se um deles analisa o projecto de empreendimento sob a perspectiva específica da segurança rodoviária.

A dimensão desejável para a equipa de auditores depende principalmente da dimensão do empreendimento, podendo variar entre um único elemento (para pequenos empreendimentos) e três ou mais elementos (para empreendimentos que requeiram uma abordagem mais complexa). Neste caso dever-se-á envolver preferencialmente elementos com formações e aptidões específicas, incluindo especialistas de segurança rodoviária com diferentes formações de base (engenheiros, psicólogos etc.) e técnicos de iluminação pública ou de sinalização. A execução de uma ASR por equipas multidisciplinares beneficiará o resultado final em qualquer empreendimento, reconhecendo-se, no entanto, que, por razões de natureza económica, nem sempre tal se justifica.

Na prática o sucesso do auditor depende da sua capacidade em utilizar os seus conhecimentos para visualizar o empreendimento de acordo com a percepção dos vários utentes da estrada autorizados a circular nela, e assim identificar as situações de potenciais conflitos geradores de acidentes, e integrar, de forma satisfatória, a correcção destas situações no projecto em desenvolvimento.

É desejável que, pelo menos nas fases 1 a 3, a equipa auditora integre técnicos com formação de base em engenharia civil e cuja experiência profissional contemple a elaboração de projectos rodoviários e a prática em estudos de segurança ou de tráfego rodoviários. Com efeito, o facto de as ASR incidirem sobre documentos de projecto, obriga à capacidade para leitura integrada das respectivas peças escritas e desenhadas e para visualização da obra; e o requisito de elaboração de recomendações de melhoria da segurança impõe que as mesmas sejam pertinentes e enquadradas nas práticas rodoviárias correntes.

Finalmente, refere-se que a qualificação dos auditores deve incluir, para além da formação específica inicial, acções de actualização dos conhecimentos, para promover a troca de experiências e assegurar uma aplicação uniforme dos princípios de segurança nas ASR.

I.8 - Intervenientes

Para além dos auditores, outras instituições ou elementos têm uma intervenção fundamental nas ASR. Ao dono de obra, ou à administração rodoviária, cabe coordenar o desenvolvimento do processo. O projectista tem, igualmente, uma participação directa e fundamental.

Dependendo da legislação ou de determinações superiores, compete ao dono de obra escolher os auditores e estabelecer o relacionamento processual com o projectista. Adicionalmente, compete ao dono de obra a decisão final relativamente às alterações propostas pela equipa auditora, que só então têm cariz vinculativo.

O projectista é responsável pela cedência dos elementos escritos e desenhados relativos ao projecto a auditar e pela concretização, em projecto, das alterações aprovadas pelo dono de obra. Assim, não cabe ao auditor projectar, mas apenas identificar os problemas potenciais de segurança e, eventualmente, propor uma ou mais alternativas de resolução.

I.9 - Integração no processo de garantia de qualidade

A ASR pode ser encarada como uma componente de um processo de Garantia de Qualidade⁴, já que as suas características de verificação formal por uma entidade independente a enquadram no tipo de processos preconizados pelo quadro normativo ISO 9000, podendo, como tal, ser referidas pelas entidades intervenientes - projectista, dono de obra, auditor - como formando parte dos respectivos processos de controlo de qualidade.

Nesta acepção, os consumidores são, simultaneamente, os utentes da estrada (de forma directa) e os seus financiadores (de forma indirecta), justificando-se a ASR como dirigida aos seus interesses particulares e colectivos no âmbito dos aspectos que lhes são mais caros: a salvaguarda da sua integridade física e a da comunidade.

⁴ Salienta-se, no entanto, que, à data de Janeiro de 2001, somente dois estados australianos optaram por tentar o efectivo enquadramento formal das ASR no âmbito da ISO 9000 e que na Nova Zelândia esse objectivo foi abandonado. No entanto, à data de Julho de 2009 está em curso a elaboração de uma possível norma ISO sobre sistemas de gestão de segurança rodoviária (ISO 39001 Road-Traffic safety management systems - Requirements with guidance for use).

I.10 - Quanto mais cedo melhor

A integração da ASR no ciclo de vida de um empreendimento deve ser feita o mais cedo possível. Só assim é possível intervir eficazmente em questões relativas ao traçado e ao número e tipo de cruzamentos, ou mesmo em relação ao perfil transversal tipo a adoptar.

Intervenções mais tardias apenas podem realçar questões de pormenor ou, mesmo que abarquem questões fundamentais do projecto, colocarão o dono de obra perante a opção de inutilizar conjuntos completos de sequências de elementos de projecto, com graves repercussões nos custos e prazos de execução do projecto.

I.11 - Custos e Benefícios

Na generalidade dos países, as ASR são instrumentos recentes no domínio da segurança rodoviária. Em resultado, são escassos os elementos concludentes e estatisticamente significativos relativamente a custos e benefícios das ASR, mesmo nos países que mais cedo iniciaram a sua aplicação - o Reino Unido e a Austrália.

Genericamente podem-se associar três tipos de custos às ASR:

- custos referentes ao trabalho da equipa auditora;
- custos de execução das alterações ao projecto inicial;
- acréscimos de custos na execução da obra, resultantes das recomendações da ASR.

De acordo com a experiência australiana, os custos das ASR assumem, em média, valores entre 4% e 10% dos custos totais do projecto, ou até 0,5% do custo total do empreendimento (se forem englobados os custos de projecto e de construção). Habitualmente, estes custos são tanto menores quanto mais cedo se intervenha no processo com a realização de auditorias [26].

A administração rodoviária da Dinamarca realizou um conjunto de Auditorias a empreendimentos piloto, tendo apurado custos totais das alterações aos empreendimentos de cerca de 1% dos custos de construção. A análise dos resultados obtidos com a realização de ASR a 13 projectos permitiu calcular relações custo:benefício de 1:1.5 e verificar que o investimento realizado pôde ser integralmente recuperado ao fim do primeiro ano de abertura ao tráfego [32].

De facto é possível uma contabilização dos custos das ASR, nomeadamente através do cálculo dos custos atrás referidos. Já a contabilização dos benefícios se afigura bastante mais

difícil, uma vez que envolve a estimativa dos acidentes prevenidos (número de acidentes na hipótese inalterada subtraído do número de acidentes na hipótese alterada) e dos respectivos custos directos e indirectos.

Numa análise realizada pela administração rodoviária britânica a 22 projectos de estradas da rede principal (*trunk roads*) objecto de ASR, calculou-se que o benefício médio obtido com as alterações introduzidas, já descontado dos custos do procedimento, foi da ordem dos 17 000 euros (£11 373) [32].

Existem outros benefícios resultantes da aplicação das ASR, para além da diminuição dos custos associados aos acidentes, nomeadamente:

- a redução dos custos que viriam a ocorrer para eliminação de futuros trechos de acumulação de acidentes;
- o desenvolvimento e a generalização de sensibilidade aos problemas da segurança rodoviária;
- a disseminação de conhecimentos actualizados do domínio da segurança rodoviária, por todos os agentes envolvidos directa ou indirectamente no processo de projecto e construção de infra-estruturas rodoviárias;
- a melhoria dos elementos de projecto do ponto de vista da segurança, para além do aumento de conhecimentos e da necessidade de investigação sobre segurança rodoviária (a médio prazo).

Dada a dificuldade de fazer estimativas rigorosas relativas aos acidentes evitados, utiliza-se por vezes o argumento de que, na maior parte dos casos, a prevenção de apenas um acidente corporal amortizaria todos os custos de uma ASR. Este argumento é indicativo da rendibilidade de aplicação de ASR e convinentemente utilizado no Reino-Unido; país onde, em 1994, o custo médio estimado para um acidente com vítimas foi de aproximadamente 90 000 Euros [27].

Por outro lado, na Escócia, estimativas feitas pelo '*Lothian Regional Council*', região onde se verificam anualmente cerca de 3 000 acidentes com vítimas, apontam para cerca de 1% a percentagem de acidentes que poderiam ser evitados com a aplicação generalizada de ASR na região. Tal corresponde uma relação custo-benefício de 1:14 [27].

Na Nova Zelândia a relação entre os custos e os benefícios da aplicação das ASR foi estimada em 1:20. Na Austrália, após análise de nove ASR realizadas constatou-se que todas apresentaram relações custo:benefício favoráveis, com valores entre 1:3 e 1:242, por projecto.

Para além da análise global dos resultados obtidos com a ASR aos projectos, no estudo também foram analisados os resultados obtidos com cada uma das recomendações das ASR: as respectivas relações custo:benefício incluem-se no intervalo 16:1 e 1:2600, sendo que 90% das medidas tiveram relações inferiores a 1 (tendo, por isso, efeitos favoráveis) e 75% relações inferiores a 1:10. Na maioria dos casos as recomendações implicaram um acréscimo de custo inferior a 1000 euros [33].

Sempre que possível, o relatório da ASR deve incluir a quantificação dos benefícios em termos de redução de sinistralidade, com base em elementos estatísticos ou de investigação, fundamentando assim a quantificação das relações de custo-benefício para as alterações propostas. No entanto, ressalva-se que, em muitos casos, esta quantificação poderá não ser possível, por não ser completamente previsível a magnitude dos comportamentos adaptativos dos utentes rodoviários face a algumas medidas propostas. Acresce que a informação estatística geral habitualmente disponível, apesar de susceptível de discretização por tipos de estrada ou de cruzamentos, não permite analisar completamente o impacto de alterações isoladas. Com efeito, sabe-se que o impacto das intervenções deve ser avaliado atendendo também ao conjunto de características do ambiente rodoviário em que foram aplicadas, o qual nem sempre se encontra adequadamente descrito na informação disponível.

SECÇÃO II

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA O PROCESSO DE AUDITORIA

II.1 - Influência da estrada na ocorrência de acidentes

II.1.1 - Generalidades

Um dos objectivos da investigação relacionada com a segurança rodoviária tem sido o relacionamento da ocorrência dos acidentes com as características do ambiente rodoviário, nomeadamente a estrada e a respectiva envolvente. O conjunto de conhecimentos adquirido desta forma constitui a base para a execução dos processos de ASR.

Está reconhecida internacionalmente uma relação estatística aproximada entre a ocorrência dos acidentes e os principais factores que para eles contribuem, nomeadamente os relacionados com o elemento humano, o ambiente rodoviário e o veículo, verificando-se que o elemento humano é preponderante relativamente aos outros factores. Na Figura 1 apresenta-se graficamente este relacionamento.

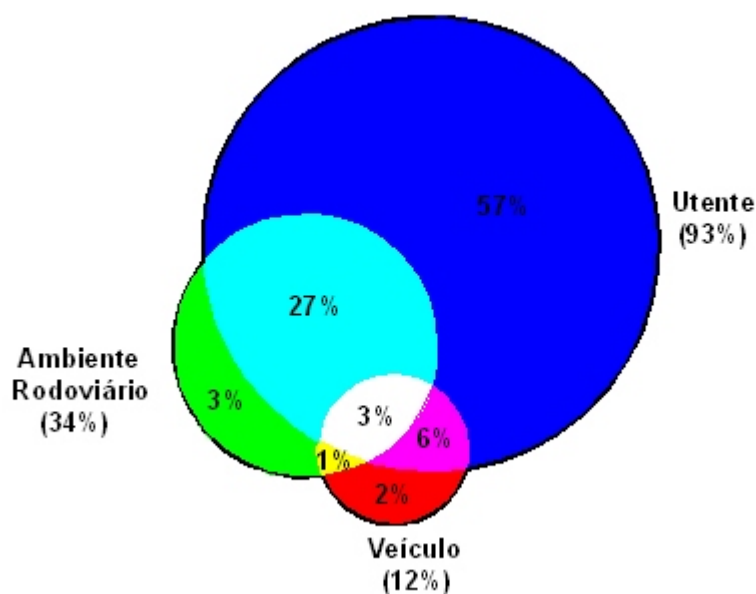


Figura 1 - Influência dos elementos do sistema de tráfego nos acidentes rodoviários [1].

A envolvente rodoviária contribui, isoladamente ou em associação com outros factores, directamente para quase 1/3 dos acidentes. Indirectamente, esta contribuição é maior devido ao facto de o ambiente rodoviário condicionar o comportamento dos utentes, transmitindo mensagens e induzindo o comportamento a adoptar por estes em cada momento.

Por exemplo, em acidentes ‘devidos’ a excesso de velocidade a responsabilidade é

habitualmente apenas imputada ao condutor do veículo. No entanto, é possível que o ambiente rodoviário possa ter contribuído para o acidente, ao induzir o condutor a circular a velocidade elevada e ao não transmitir atempadamente indícios de que numa determinada zona se verifica uma descontinuidade de traçado, exigindo velocidades menores. Esta situação verifica-se, por vezes, em alguns trechos de Itinerários Principais (IP) com uma faixa de rodagem única, mas onde elementos do ambiente rodoviário transmitem uma sensação de aparente segurança habitualmente associada à condução em auto-estrada.

Simultaneamente, as características da infra-estrutura podem contribuir para agravar as consequências dos acidentes, por exemplo, quando obstáculos (nomeadamente árvores, postes de sinalização e taludes críticos) são colocados em zonas de elevada probabilidade de despiste.

No presente capítulo, após uma breve referência a algumas características gerais da sinistralidade na RRN, são apresentados princípios genéricos que devem nortear o projecto de um ambiente rodoviário seguro para a RRN, e referidos alguns tópicos auxiliares para a identificação e avaliação dos problemas de segurança dos projectos rodoviários.

II.1.2 - A sinistralidade na Rede Rodoviária Nacional

II.1.2.1 - Na última dezena de anos os indicadores de segurança rodoviária nacionais têm evoluído favoravelmente, nomeadamente em resultado dos investimentos na renovação da infra-estrutura.

Na Figura 2, está representada a evolução entre 1987 e 1996 das taxas de acidentes corporais (expressas por milhão de veículo×km) em três subconjuntos de estradas do Continente: o universo das estradas do Continente (rede rodoviária nacional, redes municipais, redes florestais, vias urbanas, etc.); as estradas da RRN; e as auto-estradas da RRN. Estes sub-conjuntos não são disjuntos, sendo que o último está contido no segundo e este, por sua vez, está contido no primeiro.

As taxas de acidentes apresentam evolução marcadamente descendente, com excepção das referentes a auto-estradas, as quais já em 1987 eram relativamente baixas. Verifica-se, no entanto, alguma estabilização dos valores a partir de 1994, o que pode ser justificado, nomeadamente, por ser crescentemente difícil reduzir as taxas de sinistralidade à medida que o nível de segurança do sistema de tráfego vai aumentando.

TAXAS DE ACIDENTES CORPORAIS

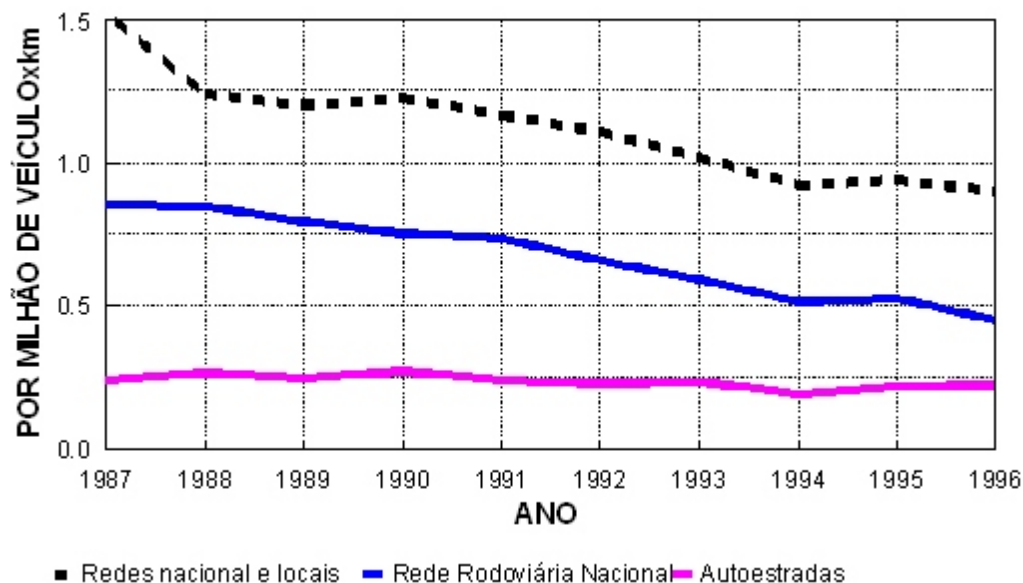


Figura 2 - Evolução das taxas de acidentes corporais na totalidade das estradas do Continente, na RRN e nas auto-estradas da RRN.

A Figura 3 refere-se à evolução dos números de mortos e de acidentes entre 1994 e 2007. São aí apresentados valores para os seguintes subconjuntos de estradas: estradas nacionais (EN) do Plano Rodoviário Nacional (PRN) de 1985 - EN (PRN 85); restantes estradas do PRN de 1985, incluindo auto-estradas - PRN (não EN); estradas nacionais (EN) não classificadas no PRN de 1985 - EN (não PRN 85); e restantes estradas do Continente abertas à circulação rodoviária - País (sem PRN 85 e sem EN).

Com a exceção do último sub-conjunto de rodovias (para o qual houve um aumento significativo), o número de mortos e de acidentes evidencia pequenas variações em torno de um valor constante. Para o total da RRN, em 1997 verificaram-se 16447 acidentes corporais de que resultaram 929 mortos, valores excessivamente elevados.

A evolução da gravidade dos acidentes verificados nas estradas do Continente também apresenta, no período de 1994 a 2007, melhorias pequenas e sinais de estacionaridade da evolução (Figura 3).

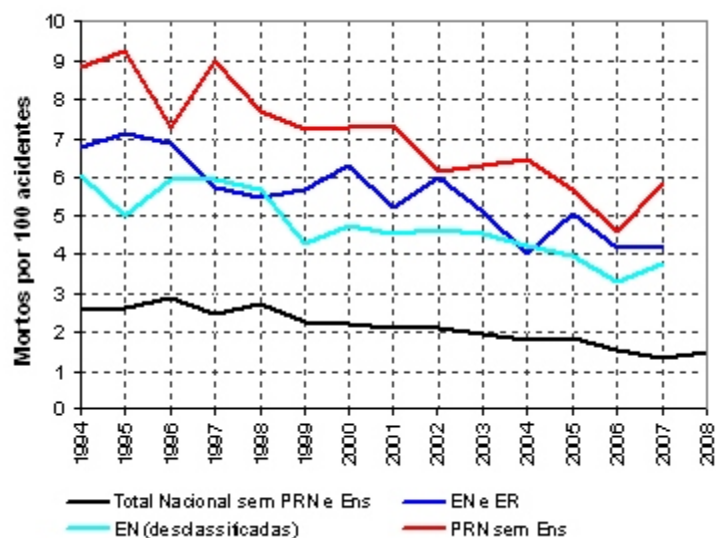


Figura 3 - Evolução da gravidade dos acidentes nas EN da RRN, nas restantes estradas da RRN, nas EN desclassificadas e nas restantes estradas e arruamentos do Continente.

II.1.2.2 - Da análise mais pormenorizada das estatísticas de sinistralidade na RRN, obtidas a partir dos dados do Boletim de Participação de Acidente de Viação, verifica-se a influência de algumas características da infra-estrutura sobre o risco de acidentes (expresso pelo número de acidentes por milhão de veículo×km) ou o risco de óbito (expresso pelo número de mortos por milhão de veículo×km).

No Quadro 2 apresentam-se os valores das taxas de fatalidade e de acidentes no período de 1999 a 2003 (cinco anos), por tipo de acidente [2].

QUADRO 2 - TAXAS DE MORTALIDADE E DE ACIDENTES POR TIPO DE ESTRADA (por 10⁶ veículo×km, no período de 1999 a 2003)

| | | FAIXA ÚNICA | DUPLA FAIXA | AUTO-ESTRADA |
|------------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| MORTOS | | 0.031 | 0.014 | 0.012 |
| ACIDENTES | Total | 0.48 | 0.34 | 0.20 |
| | Fora de cruzamento | 0.39 | 0.29 | 0.20 |

O risco de acidente fora de intersecção (ou nó desnivelado) em auto-estradas é cerca de 68% do verificado em estradas de dupla faixa de rodagem, o qual, por seu lado, é 75% do risco

registado em estradas de faixa única.

A influência do tipo de condicionamento de acessos nos riscos de óbito e de acidente estão evidenciadas no Quadro 3, cujos valores também se referem à sinistralidade na RRN no período de 1999 a 2003. A taxa de acidentes fora de intersecções em auto-estradas (que têm acessos condicionados) é 29% da taxa de acidentes em estradas de faixa única e acessos condicionados e 59% da taxa de acidentes em estradas de faixa única e acessos não condicionados. Neste período de cinco anos, a taxa de acidentes fora de intersecções das estradas de faixa única com acessos condicionados foi 78% da verificada em estradas de uma faixa e acessos não condicionados. Verificou-se situação semelhante quanto à taxa de acidentes totais (dentro e fora de intersecções) [2].

QUADRO 3 - TAXAS DE MORTALIDADE E DE ACIDENTES EM ESTRADAS DE FAIXA ÚNICA POR TIPO E CONDICIONAMENTO DE ACESSOS (por 10⁶ veículo×km, no período de 1999 a 2003)

| | | FAIXA ÚNICA | |
|------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | | ACESSOS NÃO CONDICIONADOS (IP/IC) | ACESSOS CONDICIONADOS (EN) |
| MORTOS | | 0.028 | 0.034 |
| ACIDENTES | Total | 0.52 | 0.42 |
| | Fora de cruzamento | 0.43 | 0.36 |

No período em referência também se detectaram diferenças marcadas no risco de acidente e de óbito, em função da classe de estrada, sendo que a taxa de acidentes mínima corresponde às auto-estradas, e a taxa de acidentes dos IP e IC, a qual, por sua vez, é semelhante à taxa de acidentes das OE, situação que já tinha sido também verificada numa análise da sinistralidade no ano de 1990 [2].

II.1.2.3 - Existem diferenças evidentes entre algumas características da sinistralidade ocorrida em diversos tipos e classes de estrada.

Assim, no período de 1999 a 2003, os acidentes em intersecções ou em nós desnivelados foram 1,4% do total dos acidentes em auto-estradas, 13% dos acidentes em estradas de dupla faixa de rodagem (excluindo auto-estradas) e 17% dos acidentes em estradas de faixa de

rodagem única e dois sentidos. Salienta-se que em 1999 ainda havia intersecções de nível em algumas estradas de dupla faixa. No mesmo ano, 25% dos acidentes em estradas de faixa única ocorreram em curva; essa percentagem foi de 12% em estradas de faixa dupla e de 14% em auto-estrada [2].

Relativamente ao tipo de acidente fora de cruzamento, em estradas de faixa de rodagem única, os despistes e as colisões laterais e frontais somaram cerca de 74% do total de acidentes (de 1999 a 2003); em estradas de dupla faixa de rodagem, os despistes e as colisões lateral e traseira somaram 75% dos acidentes; e nas auto-estradas os despistes e as colisões traseiras representaram 76% dos acidentes.

Tomando como referência o período de 1999 a 2003, verifica-se que: nas OE os despistes e as colisões frontal e lateral representaram 73% dos acidentes; em IP e IC, os despistes e as colisões laterais totalizaram 58% dos acidentes; e em auto-estrada os despistes somaram 52% dos acidentes.

II.1.2.4 - Da comparação entre estatísticas de diversos países da OCDE para o ano de 2004, verificam-se três aspectos marcantes, específicos da sinistralidade em Portugal (ver Figuras 4 a 6):

- a sinistralidade envolvendo peões e veículos motorizados de duas rodas é particularmente grave, uma vez que se verificam no nosso País valores de vítimas por número de habitantes compreendidos entre o triplo e o quádruplo dos valores correspondentes dos outros países;
- relativamente aos veículos ligeiros a diferença é menos evidente, embora os números sejam mais elevados do que os da maioria dos outros países da UE;
- os peões e os utentes de veículos de duas rodas correspondem a quase 50% das vítimas mortais em Portugal [11].

II.1.2.5 - Sumariando o acima exposto, conclui-se que algumas decisões ao nível do estudo de viabilidade (planeamento) têm impacte muito importante sobre a sinistralidade esperada dos itinerários rodoviários, nomeadamente: a separação das faixas de rodagem por sentido, o condicionamento dos acessos dos terrenos marginais e o tipo de cruzamento (nós desnivelados ou intersecções). Este impacte incide quer sobre a magnitude da sinistralidade (frequência e gravidade dos acidentes) quer sobre a respectiva tipologia (natureza dos acidentes mais frequentes).

As intersecções e curvas em planta são elementos rodoviários que introduzem acréscimos de risco importantes, onde ocorrem percentagens significativas dos acidentes da rede rodoviária e cujo projecto deve, por isso, ser objecto de avaliação de risco e de plano de prevenção especiais.

As reconhecidas deficiências do País em matéria de segurança rodoviária, quando comparado com outros parceiros da UE, são particularmente graves em relação aos peões e aos veículos de duas rodas. Deste modo, a óptica destes tipos de utentes deve ser especialmente considerada nas avaliações de risco de projectos rodoviários (por exemplo em ASR).

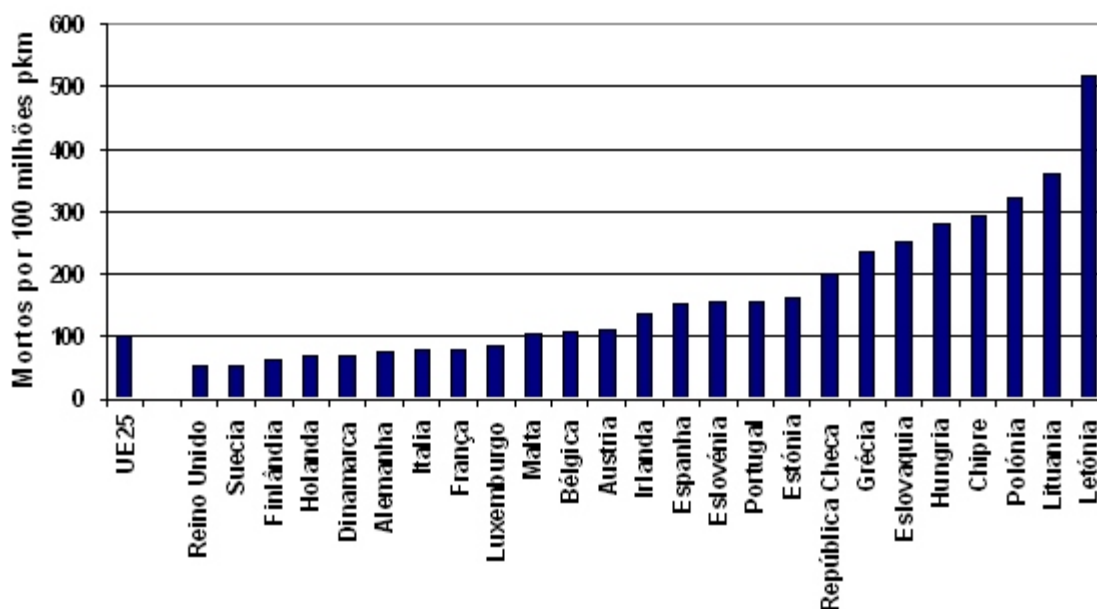


Figura 4 - Taxas de mortalidade na UE (Fonte: [11]).

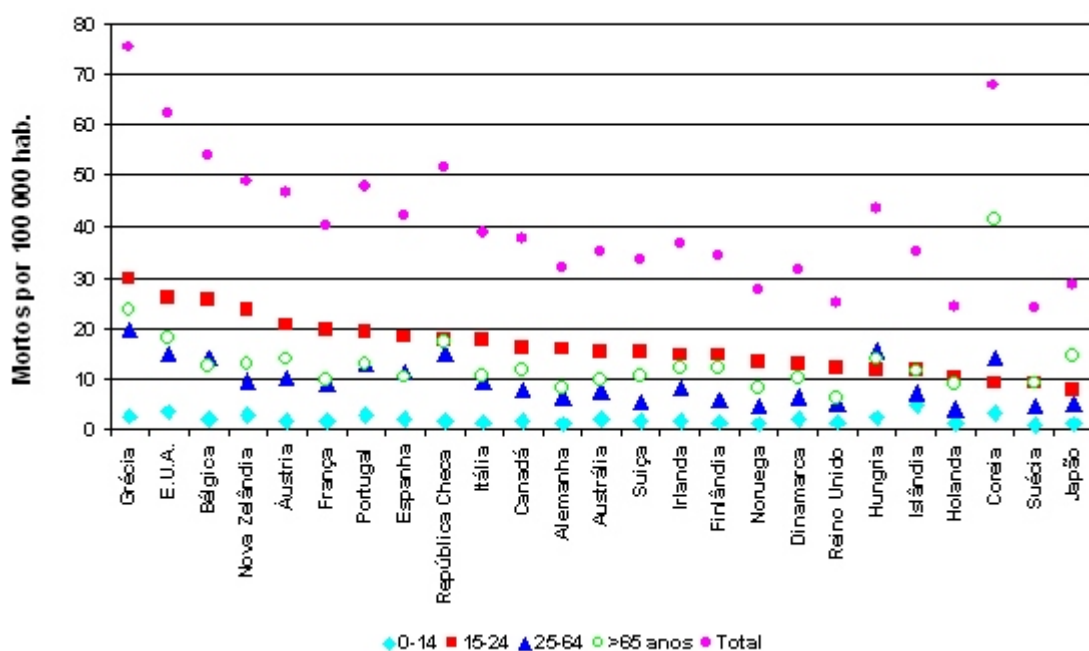
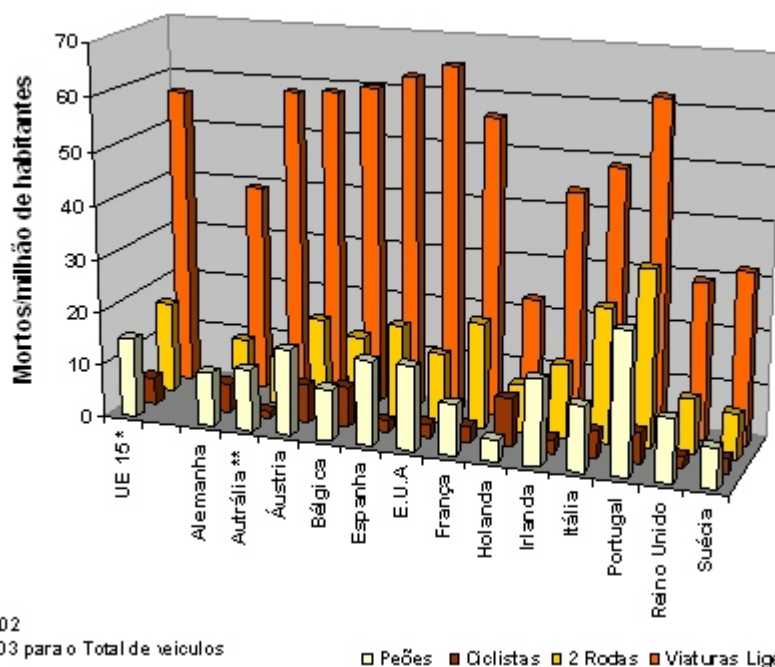


Figura 5 - Índices de mortalidade por faixa etária (Fonte: [11]).



* Dados de 2002

** Dados de 2003 para o Total de veículos

Figura 6 - Índices de mortalidade por categoria de elemento de tráfego (Fonte: [11]).

II.2 - Princípios de boa prática

II.2.1 - Princípios gerais

II.2.1.1 - O ambiente rodoviário deve ser projectado para condicionar (física e psicologicamente), na forma desejada, o comportamento dos utentes, em especial o dos condutores de veículos motorizados.

Este aspecto é extremamente importante na execução das ASR, na medida em que as características gerais da estrada podem induzir os condutores a adoptar padrões de comportamento incorrectos, nomeadamente velocidades superiores aos valores desejados ou aos limites estabelecidos, e, conseqüentemente, aumentar o risco de acidentes ou a gravidade das respectivas conseqüências.

Por outro lado, sabe-se que, frequentemente, a adequação do comportamento de condução (nomeadamente a velocidade) à diminuição das condições de segurança (originada por factores externos transitórios), não é feita de forma correcta pelos condutores dos veículos.

QUADRO 4 - ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA DE CIRCULAÇÃO E DO RISCO DE ACIDENTE EM FUNÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS.

| Condições | Alteração da velocidade | Alteração do risco de acidente |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Pavimento molhado | 0 % a - 6 % | +10 % a + 50 % |
| Pavimento escorregadio | -7 % a -11 % | +400 % a + 800 % |
| Luminosidade nocturna natural | +9 % a -7 % | + 30 % a + 100 % |

No Quadro 4 são apresentados elementos recolhidos na Suécia, sobre a alteração da velocidade média dos veículos e a variação do risco de acidentes (acidentes por veículo×km), para diversas condições de luminosidade e da superfície do pavimento. Verifica-se que os condutores dos veículos, apesar de alterarem a velocidade de circulação por motivo de mudanças nas condições ambientais, não o fazem de forma a compensar completamente o aumento do risco real de acidente originado por essas mudanças.

Evidencia-se, deste modo, a importância da ASR incorporar uma análise multifacetada em função das diferentes condições do ambiente rodoviário em que é realizada a tarefa de condução.

II.2.1.2 - Um princípio fundamental subjacente ao projecto de um sistema técnico é o de que o respectivo referencial deve estar centrado no ser humano, em especial nas suas características psico-fisiológicas. O sistema de tráfego e de transporte rodoviário deve, assim, ser adaptado ao Homem e contribuir para prevenir falhas e possibilitar a minimização das consequências das falhas que venham a ocorrer. Para o efeito, os utentes rodoviários devem ser bem informados e, quando necessário, controlados; os veículos devem ser concebidos para simplificar a tarefa de condução e oferecer uma protecção adequada; e a infra-estrutura rodoviária deve estar adaptada às capacidades e limitações humanas.

No que se refere directamente à infra-estrutura rodoviária e sua envolvente, para a prevenção dos erros humanos no tráfego rodoviário e para a garantia de que os erros não resultam em mortos ou feridos graves, são relevantes alguns requisitos gerais:

- a) **Hierarquização:** a função de uma estrada deve ser definida ao nível do planeamento de transportes, e a rede rodoviária hierarquizada de modo a que as estradas satisfaçam essencialmente uma única das funções possíveis (mobilidade, distribuição, acessibilidade).
- b) **Adequação à função:** as características de traçado da estrada devem ser definidas atendendo ao comportamento esperado dos utentes, o qual depende em grande medida das suas expectativas '*a priori*', as quais são largamente ditadas pela função da estrada.
- c) **Previsibilidade:** cada tipo de estrada deve ser imediatamente identificável, mediante um conjunto exclusivo de características do ambiente rodoviário, facilitando e induzindo expectativas correctas quanto ao tipo de situações de tráfego habituais.
- d) **Homogeneidade:** as características geométricas da estrada são adequadas às expectativas do condutor não habitual. Um traçado homogéneo é constituído por elementos que estão de acordo com as expectativas '*ad hoc*' do condutor, que não exigem subidas abruptas na carga mental do condutor, e que não originam mudanças bruscas na velocidade. Para o efeito, as características dos elementos de traçado não devem ser apenas dimensionadas isoladamente (em função de valores mínimos e máximos admissíveis), mas também definidas atendendo ao seu encadeamento sequencial, em função de bandas admissíveis de valores para relações entre características de elementos consecutivos.
- e) **Adaptabilidade:** as alterações à utilização inicialmente prevista devem ser

acompanhadas de adequadas modificações na envolvente rodoviária.

Um ambiente rodoviário “óptimo” acaba, assim, por condicionar as tarefas de condução aos seus diversos níveis (navegação, guiamento e controlo):

- avisando o condutor relativamente à aproximação a zonas de decisão e à existência de elementos rodoviários menos habituais, perigosos, ou em desacordo com as normas;
- informando-o sobre às condições que vai encontrar a jusante;
- guiando-o nas secções menos claras;
- contribuindo para impedir a adopção de comportamentos de risco;
- ajudando a controlar a passagem por zonas de conflito ou a efectuar decisões menos habituais;
- e “perdoando” os erros.

II.2.2 - Características do traçado

Genericamente, o nível de insegurança de uma estrada é mais baixo quanto maior for o seu grau de conformidade à expectativa⁵ dos seus utentes (condutor ou peões) e, especialmente no caso interurbano, quanto menor forem as exigências em termos de carga mental de condução⁶.

II.2.2.1 - Zonas interurbanas

Na circulação rodoviária os condutores e os peões são confrontados com diversos acontecimentos e características perigosas: objectos fixos (postes de sinalização, candeeiros, etc.), objectos móveis (outros veículos), condicionantes físicas do traçado (curvas, passagens estreitas, etc.) ou situações desfavoráveis (curvas com chuva, passagens de nível de noite, etc.). Falhas na resposta às exigências postas pela presença destes perigos podem conduzir a acidentes

⁵ **Expectativa:** conceito que representa o processo pelo qual um indivíduo, face a um estímulo, lhe responde de determinada maneira, em função de um conjunto previamente construído de conceitos e ideias [3].

⁶ **Carga mental de condução:** parte dos recursos mentais que um condutor tem de investir para executar a tarefa de condução [3].

ou a ineficiências operacionais no funcionamento do sistema. A informação disponibilizada ao condutor deve, pois, alertar para a presença de inconsistências no traçado ou para perigos inesperados ou difíceis de reconhecer e não saturar a sua capacidade de apreensão.

As classes de estradas devem ser facilmente reconhecíveis, para o que, ao nível do planeamento da rede, se deve procurar limitar e uniformizar o número de possíveis tipos de traçado. As estradas da mesma classe devem ter normas uniformes no que se refere ao alinhamento, ao perfil transversal e ao desenho geral das intersecções.

Em zona interurbana, o leque admissível de velocidades de projecto deve estar de acordo com a expectativa dos condutores nesta matéria, uma vez que se tem verificado que só mediante intensa fiscalização podem ser garantidas velocidades de circulação inferiores à velocidade desejada. A separação dos sentidos de tráfego e, em menor grau, a topografia do terreno atravessado são os principais factores permanentes com influência sobre a escolha da velocidade desejada.

No Quadro 5 apresentam-se os valores da média e do percentil 85 das distribuições de velocidades de veículos ligeiros, obtidas (durante 48 horas seguidas) em diversos tipos de estradas portuguesas e referidas num estudo efectuado pelo LNEC para a Direcção-Geral de Viação [4]. No mesmo estudo verificou-se que em estradas dotadas de bermas pavimentadas com 2,5 metros ou mais de largura, a influência da topografia do terreno sobre a velocidade escolhida é muito pequena, o que foi verificado, também, no projecto SAFESTAR da UE [5].

QUADRO 5 - VELOCIDADES DE CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS LIGEIOS

| TIPO DE ESTRADA | ESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DE VELOCIDADES (km/h) | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| | MÉDIA | PERCENTIL 85 |
| Dupla faixa de rodagem | 129 | 157 |
| Faixa única, acessos condicionados | 105 | 127 |
| Faixa única, acessos não condicionados | 97 | 120 |



Objectos adjacentes à estrada (árvores, postes, vedações) podem impedir o completo aproveitamento da distância de visibilidade geometricamente possível e constituir obstáculos perigosos.

Os efeitos desta situação podem ser particularmente graves para a segurança da utilização de acessos particulares

Distância de visibilidade

Devem ser asseguradas condições de visibilidade diurna e nocturna, de forma a que um condutor circulando à velocidade de tráfego (conforme definida em [16]) possa evitar colisões com os obstáculos que eventualmente surjam no espaço da trajectória inicialmente desejada. Simultaneamente, o traçado deve permitir que, à velocidade de projecto (conforme definida em [16]), não correspondam acelerações (ou suas variações) que diminuam as capacidades do condutor (ou ponham os passageiros em risco de danos corporais), ou a que correspondam forças que ultrapassem o atrito mobilizável sob condições normais entre as rodas e a superfície do pavimento.



Expectativa e 'legibilidade' da estrada

A sequência de elementos do alinhamento em planta e em perfil longitudinal pode dificultar a adequada percepção do traçado pelo condutor.

Por vezes, uma lomba pode 'esconder' uma curva em planta.

Em projecto, o uso de visualização automática de perspectivas da estrada (projecto assistido por computador) auxilia a evitar estas situações.



‘Legibilidade’ da estrada (a)



‘Legibilidade’ da estrada (b)

Zona estreita (b) na sequência de uma curva de raio pequeno (a). Nem sempre as reduções de velocidade impostas por elementos em planta fortemente condicionantes são suficientes para uma circulação segura na zona imediatamente a jusante.

São de evitar as sequências - por exemplo (a) e (b) - de elementos perigosos (que originam acréscimo de carga mental de condução) de tipo diferente, sem prévia informação ao utente.



Vias adicionais para veículos lentos



Estradas de três vias (2+1) podem ser seguras
(Fonte: Danish Road Directorate)

As vias adicionais para veículos lentos permitem mitigar a influência adversa sobre a segurança do diferencial de velocidade de circulação entre os veículos pesados e os ligeiros em algumas zonas.

Às estradas com três vias nem sempre correspondem níveis de segurança rodoviária baixos.



Áreas de serviço e de descanso

A existência de áreas de serviço e de descanso a intervalos regulares e adequados permite ao condutor gerir as necessidades de repouso em função das suas condições psico-fisiológicas e da intensidade do tráfego.

Relativamente ao perfil transversal, com o aumento das velocidades de circulação e a melhoria do comportamento dos veículos em situações de colisão, tem-se evidenciado a necessidade de dotar as estradas com zonas adjacentes à faixa de rodagem livres de obstáculos. Do ponto de vista da segurança, as características ‘óptimas’ para essas zonas obrigam à ausência de obstáculos, incluindo taludes críticos⁷ ou equipamentos de segurança com suportes que não sejam ‘frágeis’. Em recente estudo, realizado pelo LNEC, foram sintetizadas as principais disposições e critérios a seguir, quando não é possível dotar a estrada de uma zona livre óptima [6].

De uma maneira geral, as características de traçado que elevem excessivamente a carga mental de condução são propícias ao aumento do risco de acidente, conforme demonstrado por estudos de sinistralidade [7 e 8]. Sabe-se que diversos elementos rodoviários contribuem para o aumento localizado da carga mental de condução: as pontes (em especial os seus pilares, quando situados junto à faixa de rodagem); as zonas de transição de duas faixas de rodagem para faixa única; as zonas de supressão de vias; as intersecções de nível, com ilhéus direccionais ou não; os nós de ligação; as passagens de nível; as zonas de supressão de berma, de mudança da sua largura ou do seu tipo de pavimento; as curvas em planta, em especial se associadas a contra-curvas (planta); as curvas convexas em perfil longitudinal (lombas); as zonas de redução

⁷ **Talude crítico:** talude cuja inclinação - superior ou igual a 1:3 (v:h) - torna muito provável o capotamento de um veículo que nele venha a circular, na sequência de despiste [30].

de largura de via; e as passagens superiores. Por outro lado, a variação da carga mental de condução originada por cada um destes elementos depende de factores exógenos, nomeadamente do carácter isolado ou da acumulação de elementos perturbadores, da familiaridade do elemento (se, na rede rodoviária, ele é comum ou se só muito raramente aparece), da expectativa quanto à presença de elementos (se surgirem subitamente o incremento na carga mental de condução é maior) e da distância a que o elemento é visível.

Em **estradas de dupla faixa de rodagem**, importa, sobretudo, prevenir o atravessamento do separador central, disponibilizar uma zona livre⁸ adequada, assegurar a entrada e saída segura de todos os utentes, quer nas entradas e saídas de zonas de descanso quer nos nós desnivelados, e garantir que, sobretudo em trainéis de forte inclinação e grande extensão, não haja grandes diferenciais de velocidade entre os veículos ligeiros e os pesados.



Largura de vias e de berma (a)



Largura de vias e de berma (b)

Zona de estreitamento da largura de via em estrada com berma estreita.

Em estradas sujeitas a reabilitação do pavimento o acréscimo da velocidade de circulação (resultante da melhoria da regularidade do pavimento) pode aumentar significativamente o perigo das descontinuidades de traçado, tornando-o demasiado importante para que possa ser corrigido meramente com sinalização.

⁸ **Zona livre:** Área adjacente à faixa de rodagem disponível para o uso seguro por parte de veículos descontrolados. Esta área é, normalmente, composta por uma berma, um talude recuperável, um talude irrecuperável e uma área livre terminal. A largura desejável depende do volume de tráfego e das velocidades, bem como da geometria da área adjacente à faixa de rodagem [6].



Redução da largura de via

A redução da largura das vias aumenta a carga mental de condução, por vezes desnecessariamente.

Soluções envolvendo o alargamento da via são preferíveis.

Quando a redução de largura de via é inevitável, deve ser suavizada ao longo de um bisel de transição e devidamente sinalizada.



As entradas e saídas deste tipo de estradas devem dispor de vias paralelas de abrandamento e de aceleração que permitam uma menor dispersão da distribuição de velocidades de circulação (comparativamente a entradas ou saídas directas).

As velocidades de circulação em estradas de duas faixas de rodagem são, habitualmente, elevadas, pelo que, sob condições de chuva, podem ocorrer fenómenos de hidroplanagem se as condições de drenagem superficial da estrada não forem as adequadas. O perfil transversal da estrada e as características superficiais do pavimento devem, pois, ser estabelecidos por forma a evitar o aparecimento de condições de hidroplanagem, para o caso de um veículo circulando à velocidade de projecto, sob condições de chuva habitual, com pneus com rasto mínimo legal e pressão de enchimento corrente. Atendendo às grandes larguras de faixa de rodagem, deve

evitar-se, tanto quanto possível, o recurso, no traçado em planta, a raios de curvatura que obriguem à introdução de sobrelevação. Se tal não for possível, nas zonas de transição com declive transversal nulo, algumas características superficiais do pavimento (nomeadamente a macro-rugosidade) devem ser objecto de avaliação especial relativamente à altura da película de água sob condições de pluviosidade habituais.



Visibilidade

É importante que as intersecções sejam perfeitamente perceptíveis para os condutores que circulem na estrada secundária e na estrada principal.

Só assim é possível a adopção de comportamentos de antecipação nestas zonas onde, por natureza, são frequentes as situações complexas e com elevada carga mental.



Visibilidade

Obstáculos diversos, incluindo algum equipamento de segurança, podem bloquear desnecessária e perigosamente a visibilidade dos utentes, em alguns ramos de acesso de cruzamentos.

Os dispositivos para canalizar tráfego devem ser concebidos e aplicados de forma a não serem um obstáculo às condições de visibilidade.



Transição pavimento - berma



Bermas não pavimentadas podem permitir a recuperação de veículos descontrolados.

A sua utilidade para o efeito pode, no entanto, ser comprometida se as superfícies do pavimento e da berma não tiverem um transição desempenada e suave.



Conjuntos de elementos inesperados e que possam violar as expectativas dos condutores não familiarizados com a estrada, face ao traçado imediatamente a montante, devem ser devidamente sinalizados.

Expectativa 'ad hoc'



'Legibilidade' de intersecções

As trajectórias permitidas em cada ramo de uma intersecção devem ser claramente canalizadas e demarcadas, se necessário com ilhéus, como forma de facilitar a tarefa de condução e de diminuir as exigências, ao nível do controlo, que possam competir com as de avaliação das situações de interacção com outros veículos.

Em **estradas de faixa de rodagem única**, atendendo ao facto de o conjunto de parâmetros de dimensionamento admissíveis ser menos restritivo do que no caso das estradas de dupla faixa de rodagem, são mais diversificadas as possíveis fontes de acréscimo de risco e de conflito entre utentes rodoviários.

Nas intersecções e nós de ligação importa assegurar a entrada e saída segura de todos os utentes. Para o efeito, é importante criar as condições para uma rápida percepção da existência do cruzamento e para uma fácil apreensão dos movimentos permitidos. Neste aspecto, é de

referir que, de acordo com as Normas de Intersecções [12] e de Nós de Ligação [13], é recomendável que estas sejam dotadas de iluminação nocturna. O número de pontos de conflito deve ser minimizado (neste aspecto os entroncamentos são preferíveis aos cruzamentos de quatro entradas) e o recurso à regulação semafórica deve ser aplicado com parcimónia.



Drenagem superficial

A conservação e limpeza dos órgãos de drenagem é essencial para impedir a formação de lençóis de água, que reduzem a capacidade de controlo dos veículos, e que podem ser penalizantes para alguns tipos de utentes.

As condições de drenagem transversal devem ser tais que a componente longitudinal do caminho de drenagem, propiciadora de fenómenos de hidroplanagem, seja o menor possível.

O controle dos acessos dos terrenos adjacentes tem um efeito benéfico em termos de segurança. As estradas com muitos acessos dos terrenos marginais têm taxas de acidentes maiores do que as estradas com controle de acessos. Embora este problema esteja bastante associado à estruturação da rede viária e ao ordenamento do território interurbano, é importante controlar a possibilidade de acesso directo à estrada. Na impossibilidade de um controlo absoluto, na localização dos acessos devem ser cumpridos os critérios de distância de visibilidade, de modo a que não se situem junto a curvas horizontais ou verticais.



Zona livre

Uma zona livre bem dimensionada, com taludes pouco inclinados e dispositivos de drenagem não agressivos, é um bom contributo para a segurança dos utentes que se despistem e um atributo indispensável de uma ‘estrada tolerante’.



Obstáculos na zona da estrada

Obstáculos na zona da estrada (ver definição em [30]), se próximos da faixa de rodagem, podem transformar um pequeno descontrolo de veículo numa colisão com graves consequências.

Estes obstáculos devem ser, por ordem preferencial:

REMOVIDOS

SUAVIZADOS

DOTADOS DE PROTECÇÕES (para o tráfego)



A existência de curvas horizontais é um factor de acréscimo de risco, relativamente às zonas de traçado rectilíneo. Do ponto de vista da segurança, na definição do traçado em planta deve ser procurada a conformidade às velocidades praticadas e o equilíbrio na sucessão de elementos rectos e curvos. Diversos estudos permitiram estabelecer relações entre a homogeneidade do traçado⁹ e o risco de acidente [3 e 8]. Outros factores relacionados com a sinistralidade em curva são: a falta de uniformidade no traçado interno das curvas (diminuição abrupta e localizada do raio em relação ao raio médio da curva, normalmente por deficiente construção ou marcação); as más características da zona livre no extradorso e no intradorso da curva (bermas em mau estado ou com obstáculos); o modo inadequado de disfarce da sobrelevação no fim da curva (por exemplo, se a distância de disfarce fôr excessivamente curta); e a existência de defeitos nas características superficiais do pavimento. A legibilidade das curvas horizontais mais perigosas pode ser melhorada através de sinalização adequada, nomeadamente através das recomendações descritas em relatório do LNEC [9].



Zona de divergência em auto-estrada

Em estradas de elevada velocidade de projecto (maior que 80 km/h) as zonas de divergência devem, preferencialmente, estar livres de obstáculos perigosos.

⁹ **Homogeneidade de traçado:** conformidade das características geométricas de uma estrada às expectativas 'ad hoc' de um condutor não familiarizado com a estrada [7].

Numa estrada com traçado homogéneo a sequência dos elementos está de acordo com a expectativa dos condutores e, por isso, não impõe aumentos abruptos na carga mental de condução, pelo que a estrada não tem alterações súbitas no alinhamento geométrico e não provoca variações bruscas na velocidade de circulação. A homogeneidade de traçado pode ser medida directamente através de perfis da carga mental de condução ou, indirectamente, através de perfis de velocidade de circulação não impedida.



Órgãos de drenagem

Alguns dispositivos de drenagem tradicionais podem ser fonte de agravamento das consequências de acidentes, desnecessariamente.

Habitualmente, podem ser suavizados sem perda de eficiência hidráulica.



A uniformidade de velocidades de circulação também depende das características do perfil longitudinal, devendo evitar-se características de traçado que originem reduções da velocidade dos veículos ligeiros ou pesados para valores inferiores a 70% da velocidade de projecto. Em estradas de faixa de rodagem única, a criação de zonas com vias adicionais para veículos lentos, ou para ultrapassagem, facilitam a disponibilidade de oportunidades para ultrapassagens seguras, não obrigando à circulação em fila durante períodos prolongados, pelo que contribuem para a manutenção de distâncias inter-veiculares seguras [3].

Em zonas localizadas de algumas estradas da Rede Complementar é necessário prever condições de circulação especiais, para acesso a zonas de descanso, a parques de estacionamento de áreas comerciais ou a paragens de autocarro. Nestes casos, para além das exigências para execução de manobras ou para a paragem segura dos veículos, há que prever a circulação pedonal, não só nos percursos de atravessamento mas também nos trajectos longitudinais.

II.2.2.2 - Atravessamentos urbanos

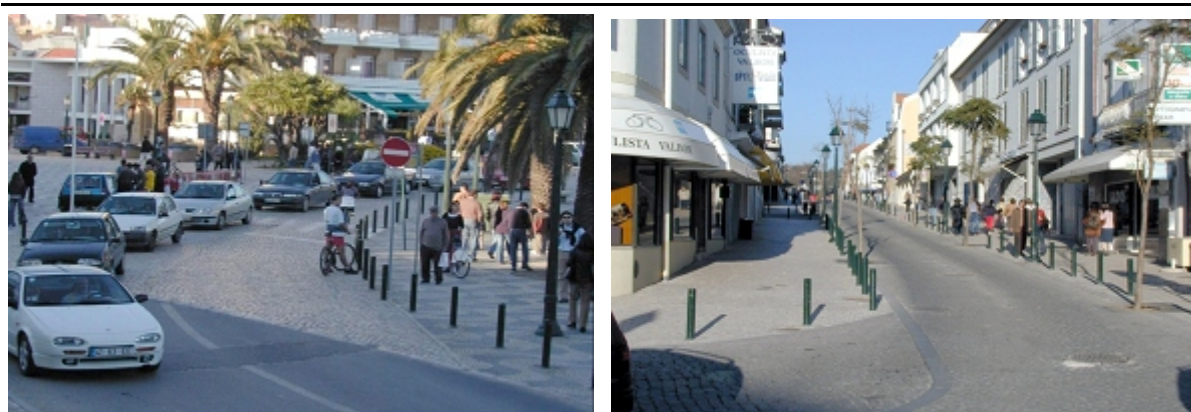
A identificação de factores isolados de risco em meio urbano é mais difícil do que em área rural. Com efeito, uma das características do espaço urbano é o conflito de interesses existente, como seja, por exemplo, o decorrente de diferentes usos do solo associados a diferentes vectores da actividade humana, o que dificulta a acção dos técnicos empenhados na segurança rodoviária. Também as pressões imobiliárias sobre o espaço dedicado à circulação e ao restante espaço público urbano, ditam a partilha do mesmo espaço de circulação por tipos muito diversos de elementos de tráfego (peões, veículos ligeiros, autocarros) com variadas motivações (atravessamento, deslocação local profissional e deslocação local de lazer ou para comércio). Estas políticas imobiliárias, juntamente com outras políticas urbanas - ambiente, urbanísticas, etc. - condicionam a política de segurança rodoviária, sobretudo no que se refere ao equilíbrio entre as necessidades conflitantes de prover a maximização dos fluxos de circulação de tráfego e de proporcionar adequados níveis de segurança, sobretudo dos utentes mais vulneráveis (em especial peões e utentes de veículos motorizados de duas rodas).

Em meio urbano a sinistralidade e as suas consequências estão intimamente ligadas à velocidade do tráfego. De acordo com estudos pormenorizados de acidentes, verificou-se que, em caso de atropelamento, a probabilidade de óbito do peão é de 85% se o veículo circular a

65 km/h, de 45% se circular a 50 km/h e de somente 5% se a velocidade do veículo fôr de 30 km/h [28]. Face a estes valores, internacionalmente tem sido feito um grande esforço para a redução de velocidades nas vias em que exista uma proporção significativa de utentes vulneráveis, seja em áreas urbanas consolidadas seja em vias de atravessamento.

Na generalidade dos casos, a pressão social inerente à grande densidade de actividade humana nas áreas adjacentes à estrada, permite não só o uso de elementos de traçado mas também a aplicação, na envolvente rodoviária, de elementos que condicionam física e psicologicamente o comportamento dos condutores de veículos automóveis, no sentido da adopção voluntária de uma velocidade baixa. É extensa a lista de medidas cujo aplicação em zonas urbanas teve sucesso, nomeadamente: a utilização de diferentes tipos, cores ou texturas de pavimentos; a colocação de diversos elementos de mobiliário urbano associados a traçados sinuosos, mesmo em localizações onde seria possível utilizar elementos rectos; e o estreitamento da largura das vias. Apresentam-se nas duas figuras seguintes exemplos de aplicação do conceito de ‘acalmia de tráfego’.

No estrito âmbito da ASR à RRN, o problema das zonas urbanas de média ou grande dimensão ou das zonas residenciais não é particularmente relevante, na medida em que, actualmente, as respectivas vias urbanas estão sob administração municipal.



Acalmia de tráfego

Exemplos da aplicação do conceito de acalmia de tráfego. Pequena largura de vias, rugosidade, cor do pavimento e deflexão de trajectórias conjugam-se para condicionar o comportamento do condutor de veículos motorizados e influenciar a escolha de uma velocidade de circulação baixa. O passeio à mesma altura do pavimento e as características do ambiente rodoviário proporcionam ao peão um comportamento assertório.

No entanto, o problema da circulação em zona urbana também tem de ser abordado no âmbito da RRN, atendendo a que a Rede Complementar comporta diversos atravessamentos urbanos cujo funcionamento não cumpre os princípios anteriormente referidos em *II.2.1.2*. Estas vias foram progressivamente transformadas em vias de acesso e distribuição de tráfego, mantendo, no entanto, simultaneamente, a sua função de transporte interurbano, sendo esta a origem de grande parte dos conflitos que dão origem a acidentes. A multifuncionalidade conduz à adopção de características de traçado dificilmente conciliáveis com o restante ambiente rodoviário, originando ausência de homogeneidade de utilização e resultando em imprevisibilidade do comportamento dos utentes da estrada.



Travessia de povoação por estrada nacional

Travessia de zona urbana por uma estrada nacional da Rede Complementar. O traçado rectilíneo proporciona a escolha de velocidades de circulação elevadas, que dificilmente é combatida pela marcação de bandas cromáticas. O passeio longitudinal, visível só de um lado não contribui para reforçar o carácter urbano da zona. Pelo contrário, a existência de valetas (típicas da drenagem longitudinal de estradas interurbanas) e a vegetação do lado esquerdo da plataforma reforçam a aparência interurbana do ambiente rodoviário. A vegetação contribui para ocultar os peões que atravessem vindos da esquerda.

Um caso típico é apresentado na figura anterior. A via ilustrada constitui um exemplo de uma estrada da RRN que associa funções de distribuição com funções de transporte

interurbano, comportando ainda um tráfego pedonal significativo e com numerosas passeadeiras. O cruzamento à direita da fotografia não tem uma canalização do tráfego direccional adequada e dá ligação a uma via urbana paralela com entradas e saídas de veículos da estrada nacional, com ângulos de entrada inadequados, originando acidentes, em especial colisões laterais, muitas vezes com consequências graves. Este trecho de estrada foi identificado pela DGV como zona de acumulação de acidentes em 1997 [29], sendo também muito frequentes as colisões traseiras nas passagens de peões, já que nem todos os condutores identificam um peão que, no lado esquerdo (em relação à fotografia), aguarde, semi-oculto pela vegetação, um intervalo inter-veicular adequado para o atravessamento da estrada.

Em meio urbano, as condições de segurança dependem em grande medida do equilíbrio conseguido quanto ao cumprimento dos cinco princípios básicos referidos em II.2.1.2, o que depende da incorporação de elementos de traçado coerentes e previsíveis e do sucesso no impedimento de comportamentos incorrectos ou arriscados por parte dos vários utentes da estrada.

Atendendo a que uma parte importante dos acidentes em zona urbana se dá em cruzamentos, devem ser respeitadas algumas condições base como forma de assegurar características adequadas em termos de segurança, nomeadamente: a minimização do número de potenciais conflitos; a garantia de distâncias de visibilidade suficientes; a redução dos problemas de percepção; a consideração de vias de espera para o tráfego que efectua viragens, somente quando indispensável por motivos de capacidade de tráfego; a colocação de passagens de peões seguras e para outro tipo de tráfego (por exemplo, ciclistas), se for caso disso.



Travessia de povoações

Nos atravessamentos de aglomerados urbanos não basta a afixação de limite de velocidade máxima para proteger a circulação de peões e de utentes vulneráveis.

São elementos fundamentais: a segregação da circulação pedonal com instalação de passeios; e o desencorajamento da apetência por velocidades superiores a 50 km/h, mediante a instalação de dispositivos para redução de velocidades espaçados entre si de, no máximo, 150 m.



Atravessamento pedonal com refúgio

O atravessamento pedonal em estradas largas ou com volumes de tráfego elevados deve ser feito de modo faseado: um sentido de cada vez, com refúgio entre ambos os sentidos.

O desalinhamento da passagem de peões em relação à zona com refúgio deve ser feito para a direita, de modo a que os peões, quando se dirigem para a segunda passadeira, estejam de frente para o tráfego que vão atravessar. Esta recomendação também se aplica nas passagens de peões com regulação por sinais luminosos.



Obstáculos na ilha central de rotundas

A ilha central das rotundas deve estar livre de obstáculos que dificultem a visibilidade para as situações normais ou que agravem as consequências de eventuais despistes.

Obstáculos que não possam ser removidos, não devem ser rígidos. Se tal não for possível o tráfego deve ser protegido com dispositivos de segurança adequados.





Evitar continuidade visual em rotundas



Deflexão de trajectórias é essencial

O nível de segurança em rotundas depende da adequada deflexão das trajectórias de entrada e da interrupção do fluxo visual para além da rotunda. Esta interrupção deve ser obtida sem prejuízo das exigências de visibilidade para as situações normais.

Do ponto de vista operacional, o funcionamento auto-regulado de uma rotunda é dificilmente compatibilizado com a regulação por sinais luminosos.



Iluminação de rotundas

As rotundas devem ser dotadas de iluminação nocturna que potencie a quebra de eventual fluxo visual rectilíneo.

Os trechos de atravessamento de povoações devem ser objecto de tratamento especial, por forma a compatibilizar a circulação do tráfego (objectivo secundário) com uma vida urbana segura (objectivo primário). Para o efeito, o ambiente rodoviário ao longo do atravessamento deve ser dotado de características marcadamente diferenciadas relativamente aos trechos interurbanos da RRN. Nas zonas de entrada e de saída, a diferenciação de características deve ser reforçada, por forma a evidenciar o respectivo carácter de fronteira.

A colocação de dispositivos de redução de velocidade - sob a forma de deflexões horizontais de trajectória ou de regulação semafórica - é um contributo importante para assegurar

as velocidades desejavelmente baixas que são típicas dos meios urbanos. Tais dispositivos devem ser previstos nas zonas de entrada; e, ao longo do atravessamento, o seu espaçamento não deve ser inferior a 150 metros.

II.2.3 - Características superficiais do pavimento

Do ponto de vista da segurança rodoviária, as características superficiais dos pavimentos são importantes, uma vez que influenciam directamente o comportamento dos condutores (nomeadamente a sua capacidade de controlo das acelerações longitudinal e transversal) e, indirectamente, a escolha de velocidades pelos mesmos.

Os defeitos na regularidade longitudinal têm efeito sobretudo ao nível do conforto de condução, pelo que, habitualmente, não chegam a exercer impacto sobre a sinistralidade, uma vez que são corrigidos antes que a sua magnitude atinja valores suficientes para este efeito. Refira-se, no entanto, que as acelerações verticais associadas à insuficiente regularidade longitudinal originam degradações na manobrabilidade e na capacidade de desaceleração dos veículos, que podem comprometer a segurança, em especial quando surgem de forma inesperada ou quando os veículos circulam a velocidades elevadas. É também por este motivo que, em estradas da RRN, não deve ser feito o uso de lombas ou ressaltos como forma de induzir reduções de velocidade de circulação.



Irregularidade longitudinal do pavimento

Pavimentos degradados distraem os condutores da tarefa de guiamento (em especial no que se refere à interacção com o restante tráfego) obrigando-os a concentrarem-se conscientemente na tarefa de controlo. A carga mental de condução resultante é perigosamente elevada.

Após beneficiação do pavimento é de esperar aumento das velocidades de circulação, pelo que a homogeneidade de traçado deve ser previamente re-examinada. Na ausência de medidas mitigadoras, o aumento de sinistralidade pode ser significativo.

Em relação ao perfil transversal, a existência de cavado de rodeiras tem influência diferente consoante o pavimento esteja molhado (aumenta o risco de acidente) ou seco (diminui o risco de acidente), quando se comparam pavimentos com e sem esta deficiência [3].

Regra geral, a colocação de uma camada de pavimento nova numa estrada com pavimento degradado deve ser acompanhada de medidas que mitiguem os efeitos negativos sobre a segurança do (previsível) consequente aumento de velocidade de circulação.

De acordo com estudos franceses, valores do coeficiente de atrito abaixo de 0,45 a 0,55 estão associados, em situação normal, a problemas de segurança originados por deficiente resistência à derrapagem. Em locais de maior exigência, como curvas horizontais, entradas de povoação e zonas de mudança de largura da plataforma os valores do coeficiente de atrito não devem descer abaixo de 0,55 a 0,65. Em alguns tipos especiais de locais (a montante de semáforos, na aproximação a cruzamentos e zonas de fim de via de lentos) podem surgir problemas de segurança se os valores do coeficiente de atrito não forem superiores a 0,80.



Condições propícias à hidroplanagem



Menor resistência à derrapagem

Superfícies de água estagnada ou escorrente dificultam a circulação na via, diminuem a resistência à derrapagem e propiciam os fenómenos de hidroplanagem (em especial quando associadas a lama).

A definição das características superficiais dos pavimentos de estradas com velocidade de projecto elevada (igual ou superior a 90 km/h) deve atender ao risco de ocorrência de fenómenos de hidroplanagem sob condições de chuva habituais. Algumas zonas da estrada são

particularmente sensíveis, nomeadamente as zonas de disfarce da sobrelevação, zonas de vias de aceleração ou desaceleração e trechos com três ou mais vias em cada sentido.

Para além das características geométricas da superfície do pavimento referidas anteriormente (ver *II.2.2.1*), a macro-rugosidade do pavimento é um factor importante para a obtenção de velocidades críticas de hidroplanagem¹⁰ suficientemente elevadas. O recurso a pavimentos drenantes propicia maiores velocidades críticas de hidroplanagem sob condições de chuva, bem como melhores condições de visibilidade e maiores resistências à derrapagem.

II.2.4 - Sinalização

O equipamento de sinalização (sinais verticais, sinais luminosos e marcas rodoviárias) é instalado no ambiente rodoviário com o objectivo de auxiliar a obtenção de uma circulação ordenada e previsível do tráfego motorizado e não motorizado, estando a sua utilização enquadrada legalmente, pelo disposto no Código da Estrada (Dec.-Lei N° 265-A/2001, de 28 de Setembro) e no Regulamento de Sinalização de Trânsito (Dec.Reg. N°22-A/98, de 1 de Outubro). Entre outras disposições, neste Decreto Regulamentar são definidos os pictogramas dos sinais e as relações de dimensões autorizadas em estradas públicas do País.

A sinalização de trânsito está organizada em 7 tipos de sinais, que incluem, para além dos sinais efectuados pelos agentes reguladores de trânsito e pelos condutores, os seguintes tipos:

- a) sinais verticais, englobando os sinais de perigo, de regulamentação, de indicação, de mensagem variável, turístico-culturais e os dispositivos de balizagem;
- b) marcas rodoviárias, incluindo as marcas longitudinais, transversais, as guias e outras marcas;
- c) dispositivos rectroreflectores complementares, essencialmente marcadores e delineadores;
- d) sinais luminosos, essencialmente semáforos, quer rodoviários quer rodo-ferroviários;
- e) sinalização temporária, agrupando sinais verticais, luminosos e marcas

¹⁰ Velocidade crítica de hidroplanagem - velocidade a partir da qual se verifica o fenómeno de hidroplanagem.

rodoviárias, de uso em zonas de obra ou de restrição excepcional, temporária, do regime normal de circulação.

Para assegurar a eficácia da sinalização instalada, esta deve corresponder a uma necessidade bem identificada e transmitir uma mensagem simples e clara. Simultaneamente, a sinalização deve ser colocada de modo a não só despertar a atenção e favorecer o seu acatamento pelos utentes rodoviários mas também a possibilitar ao utente comum o tempo necessário para uma resposta adequada. Apesar de estarem definidas precedências [14] no que se refere à sinalização vertical e horizontal, nos casos das sinalizações permanente e temporária, deve ser assegurado o requisito de coerência entre ambas.

A implantação da sinalização deve ser feita de maneira a garantir que os equipamentos são instalados de acordo com as exigências do tráfego numa determinado zona, e de modo a que não constituam um obstáculo à visibilidade ou um obstáculo perigoso em caso de despiste.



Substituição de marcas rodoviárias

Alterações do esquema de marcação rodoviária devem ser acompanhadas pela adequada eliminação das marcas previamente existentes. A ausência de conflito entre a nova marcação e a pré-existente deve ser verificada de dia e de noite. Este último caso, é especialmente importante quando se substitui uma linha descontinua por uma contínua.



Bandas cromáticas em curva

Bandas cromáticas podem ser usadas para advertir os condutores para a aproximação de elementos de elevada carga mental de condução.

Em curva, no entanto, são também factor de diminuição de resistência à derrapagem transversal (devido a efeitos dinâmicos e ao menor atrito mobilizável). São, por isso elementos perigosos para veículos ligeiros e, sobretudo, veículos de duas rodas.



Sinais luminosos.

Todas as cores dos sinais luminosos são igualmente importantes, apesar de terem significados diferentes.

A distância de visibilidade de qualquer dos sinais deve ser idêntica, pelo que as luzes de cada agrupamento devem ser iguais.

Os painéis de contraste devem ter largura igual ao triplo do diâmetro dos sinais.



Visibilidade em cruzamentos

A sinalização vertical deve ser instalada de modo a não obstruir o triângulo de visibilidade.



Suportes dos painéis de pré-aviso gráfico

Para evitar a instalação de um obstáculo na zona livre, os sinais verticais devem ser apoiados, quando possível, nas obras de arte ou noutros suportes adequados já existentes.



Distância entre sinais inadequada



Excesso de sinalização

A sinalização deve ser instalada de modo a que não haja sobreposição entre sinais e a que a distância entre painéis sucessivos seja tal que o tempo de percurso entre eles (à velocidade de projecto) permita a respectiva apreensão pelos utentes.

Critérios estritos de relevância para a tarefa de condução devem ser usados para cingir a carga informativa ao mínimo indispensável.

II.2.5 - Equipamento de segurança

Diverso equipamento de segurança é instalado no ambiente rodoviário com o objectivo de minorar a gravidade das consequências dos acidentes, designadamente através do redireccionamento de veículos descontrolados para zonas menos perigosas (dispositivos de retenção) ou da absorção da sua energia cinética (atenuadores de choque) ou da garantia de celeridade de aviso das situações de emergência (equipamento SOS).



Poste de iluminação e quadro de protecção.

Postes de iluminação não equipados com suportes frágeis junto à faixa de rodagem são obstáculos perigosos.

Muretes de betão não paralelos à faixa de rodagem são obstáculos dos quais é necessário que o tráfego seja protegido.



Barreiras anti-encandeamento

As barreiras anti-encandeamento são um elemento importante para a circulação nocturna em especial quando há faixas de rodagem separadas em curva ou estradas de faixa única contíguas a estradas de faixas separadas (estando ambas a cotas semelhantes).



Vedações



Vedações junto à faixa de rodagem são obstáculos perigosos para veículos ligeiros (após colisão as componentes longitudinais podem separar-se e penetrar o habitáculo) e, mais facilmente, para os utentes de veículos de duas rodas.

A zona livre deve ter dimensões adequadas à velocidade de circulação e aos utentes da estrada.

O recurso às barreiras de tráfego¹¹ só deve ser feito quando não é possível dotar a estrada (ou arruamento) de zonas livres com as características desejáveis, nem tornar menos perigosos os obstáculos nelas existente (por exemplo usando suportes frágeis na sinalização vertical). Com efeito, embora as barreiras de tráfego sejam projectadas de forma a reduzir o perigo de originarem ferimentos, não deixam por isso de constituir sempre um obstáculo, introduzindo grandes alterações na dinâmica dos veículos que com eles colidem. Para garantir que as barreiras de tráfego funcionem de acordo com o desejado, a sua instalação deve ser feita em estrito acordo com as condições de homologação do equipamento, e a sua conservação (ou substituição em caso de danos) adequada e atempada. Nomeadamente, devem ser cumpridas as condições de

¹¹ **Barreira de tráfego:** qualquer tipo de barreira longitudinal, incluindo guarda corpos, guardas de segurança ou amortecedores de choque, utilizada para: prevenir que os veículos descontrolados possam colidir com obstáculos perigosos localizados na zona livre de projecto; impedir atravessamentos do separador central; prevenir veículos descontrolados de saírem da estrutura de uma ponte; proteger trabalhadores, peões ou ciclistas do tráfego de veículos motorizados [30].

regularidade do pavimento na zona de influência das barreiras e, no caso de guardas de segurança flexíveis ou de amortecedores de choque, respeitadas as distâncias mínimas aos obstáculos de que se protege o tráfego.



Valeta adjacente a guarda de segurança



Elemento de drenagem com cobertura

As barreiras de segurança devem ser instaladas de acordo com as disposições construtivas do respectivo documento de homologação, as quais se caracterizam, habitualmente, pela ausência de elementos que imprimam aos veículos acelerações verticais imediatamente antes da colisão (valetas, lancis, solo fôfo). A drenagem longitudinal deve ser assegurada por dispositivos especiais.

A associação de lancis com guardas de segurança é desaconselhada em alguns países.

Quando se torna necessária a ligação de tipos diferentes de barreiras de tráfego (por exemplo, ligação de guardas de segurança flexíveis a guardas de segurança rígidas), as zonas de transição devem ser executadas em conformidade com as condições de homologação ou o que está definido em norma.



Transição 'guarda flexível - lancil'



Transição 'guarda flexível - guarda rígida'

A transição de guardas de segurança flexíveis para guardas ou lancis rígidos, quando possível, deve ser feita com diminuição da deformabilidade das primeiras e sobreposição relativamente às segundas, de acordo com condições especificadas em normas ou após testes adequados.

Relativamente aos dispositivos de absorção de energia, no caso dos leitos de paragem, o traçado em planta do acesso à respectiva escapatória deve ser eminentemente rectilíneo, atendendo a que a velocidade de entrada de um veículo pesado descontrolado pode ser elevada, e não compatível com uma curva horizontal.



Extremidade de guarda de segurança

As guardas de segurança são obstáculos colocados entre a zona de circulação do tráfego e outros objectos (mais perigosos), relativamente aos quais se pretende proteger os utentes rodoviários.

As extremidades são elementos críticos. Quando são possíveis colisões frontais, a extremidade em cauda de carpa só deve ser usada em estradas com velocidades de circulação inferiores a 80 km/h.

As guardas de segurança flexíveis, quando colididas, exigem um espaço de deformação transversal que deve ser livre de obstáculos.



Deformabilidade das guardas flexíveis

Pequenos segmentos de guarda de segurança flexível dificilmente têm comportamento igual ao assegurado no respectivo documento de homologação, que normalmente pressupõe uma extensão contínua considerável. Não é recomendável interromper um segmento de guarda e começar outro logo a seguir.

As valetas devem ser instaladas na zona protegida pela guarda.



II.2.6 - Gestão de tráfego

Em estradas interurbanas (IP e IC), os principais aspectos de gestão de tráfego a atender dizem respeito à definição dos limites de velocidade e ao controlo das intersecções. Nas EN da Rede Complementar, cujos acessos não sejam condicionados, a estes aspectos acrescem os respeitantes ao controlo do estacionamento e da circulação pedonal.

Em estradas interurbanas é difícil a obtenção de um acatamento voluntário generalizado de limites de velocidade que se afastem consideravelmente da velocidade desejada pelo condutor. Em contrapartida, nas zonas urbanas, densamente povoadas e com reduzida segregação de tráfegos diferentes (peões, veículos ligeiros, veículos pesados, etc.), é possível obter apoio social para baixos limites de velocidade.

Deste modo, devem ser adoptadas estratégias diferentes para estradas interurbanas e para os atravessamentos de povoações. No primeiro caso estabelecendo limites de velocidade próximos da velocidade desejada pelos condutores: não inferiores a 100 km/h em estradas de dupla faixa de rodagem; não inferiores a 90 km/h em trechos de IP ou de IC com faixa de rodagem única; e entre 70 e 90 km/h em EN, consoante a orografia do terreno atravessado. No segundo caso, face à previsibilidade de conflitos entre o tráfego motorizado e o pedonal, o limite de velocidade deve situar-se entre os 30 e os 50 km/h, e as características do ambiente rodoviário devem ser projectadas por forma a condicionar adequadamente o comportamento dos condutores (ver II.2.2.2).



Vias para ciclistas

Quando se justifique, a segregação do tráfego de velocípedes pode ser efectuada mediante a instalação de corredores exclusivos, preferencialmente suportando na mesma faixa ambos os sentidos. As intersecções devem ser convenientemente sinalizadas, advertindo ambos os tipos de utentes para as situações de possível conflito.

Um contributo importante para a credibilidade dos limites afixados pode ser proporcionado através da criteriosa aplicação de limites de velocidade variáveis, em função da existência de actividades sazonais (reflectindo, por exemplo, os períodos de funcionamento das escolas) ou das condições atmosféricas ou de tráfego.

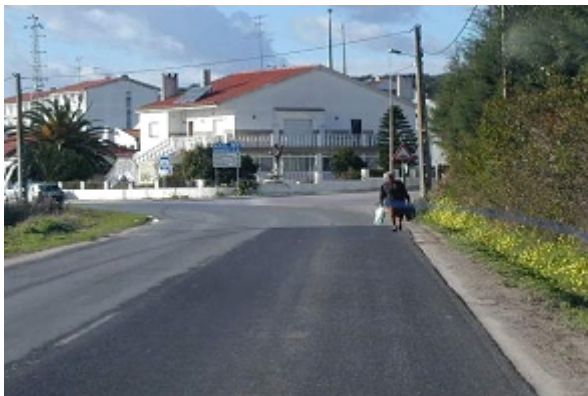


Sinalização luminosa de regulação para velocidade máxima

Quando não é possível alterar o ambiente rodoviário para induzir menores velocidades em estradas suburbanas ou em atravessamentos de povoações, os sinais luminosos podem ser usados para regular eficazmente o cumprimento dos limites de velocidade.

Em alternativa, podem ser usados dispositivos permanentes de fiscalização automática do cumprimento dos limites de velocidade, cuja existência deve ser devidamente publicitada, para maximizar a respectiva eficácia.

As entidades de fiscalização devem ser alertadas para a necessidade de fiscalizar com frequência o cumprimento do sinal vermelho.



Tráfego pedonal



Em períodos chuvosos as bermas não pavimentadas são inadequadas para a circulação pedonal. Por esse motivo, é recomendável a existência de bermas pavimentadas em zonas onde é previsível alguma circulação pedonal.



Ilhéus direccionais

Ilhéus direccionais bem delimitados e adequada marcação de vias contribuem para facilitar o guiamento dos veículos em cruzamentos e delimitar os pontos de conflito entre correntes de tráfego.

Existem basicamente três tipos de controlo da circulação em intersecções: controlo por perda de prioridade, controlo por STOP e controlo semafórico.

O controlo por perda de prioridade é adequado em intersecções com baixo volume de tráfego e boas condições de visibilidade. No caso de intersecções com volumes de tráfego equilibrados em todas as entradas, as rotundas têm demonstrado constituir um sistema eficaz simultaneamente dos pontos de vista da segurança rodoviária e da capacidade.

O controlo por STOP deve ser usado com parcimónia e, por regra, unicamente quando as condições de visibilidade o exigirem. Não deve ser usado com o objectivo de garantir que os condutores tomem as devidas precauções (porque são obrigados a parar).

Em estradas interurbanas com velocidades de circulação elevadas (70 km/h ou mais), por princípio, não deve ser adoptado o controlo semafórico de cruzamentos.

A utilização de controlo semafórico não invalida a necessidade de assegurar as condições de visibilidade compatíveis com a regulação por condição de STOP. Com efeito, os elevados volumes de tráfego presentes em cruzamentos semaforizados originam importantes acréscimos quer na carga mental do condutor quer no perigo, associados ao atravessamento de um arruamento urbano ou à inserção no seu tráfego. Por outro lado, importa prever no projecto destas intersecções as situações de conflito inerentes a diversos problemas operacionais: a

interrupção de funcionamento do sistema semaforico ou o seu funcionamento em regime de amarelo intermitente; o não acatamento do sinal vermelho; e a viragem à direita com fase partilhada pelo tráfego de peões ou pelo tráfego da estrada interceptada.



Paragens de autocarros



As paragens de autocarros devem ser dotadas de ‘gares’ de paragem adequadas. Para segurança do tráfego rodoviário e dos utentes pedonais, as paragens devem estar situadas em zonas de boa visibilidade, estarem em secções transversais diferentes, ter abrigos dos dois lados e dispor de adequados acessos para peões.



Abrigos para passageiros de autocarros

Os abrigos para passageiros de autocarros são obstáculos que devem ser colocados a distância conveniente da faixa de rodagem. Os acessos devem ser adequados às necessidades do tráfego pedonal (por exemplo, com boa drenagem).

O estacionamento ao longo da estrada origina dois tipos de perigos: as variações de velocidade provocadas por manobras de estacionamento; e a circulação dos peões, com eventual atravessamento da faixa de rodagem. A disponibilidade de bermas pavimentadas com largura suficiente (2,5 m) é importante para mitigar ambos os problemas. Quando tal não for possível, a alteração da localização das zonas de estacionamento para áreas próximas, fora da influência da estrada, por exemplo junto a cruzamentos existentes, pode ser a solução mais aconselhável.

II.2.7 - Obras de construção e de conservação

A sinistralidade em zonas de obra é um problema importante no quadro da segurança rodoviária. Em Portugal, por exemplo, no período de 1994 a 1996, cerca de 1,5% dos acidentes corporais participados na RRN ocorreu em zona de obra, originando 32 mortos.

Noutros países, as estatísticas indiciam que a percentagem de acidentes em zona de obra é importante. Por exemplo, tem-se conhecimento que no estado norte-americano do Novo México, se verificou que a taxa de acidentes (por milhão de veículo×km) nos trechos de estradas inter-estaduais com obras foi 33% superior à dos trechos de estradas inter-estaduais sem obras.

As zonas de obra impõem aos condutores especiais exigências ao nível da navegação, em acréscimo aos problemas de guiamento e de controlo. Com efeito, a imposição de desvios, que são alterados com alguma frequência durante o período de duração da obra, faz com que seja difícil os condutores terem expectativas adequadas, mesmo no caso dos familiarizados com a estrada.

Deste modo, em zonas de obra importa alertar os condutores para os perigos do ambiente rodoviário transitório em que circulam, informá-los acerca do percurso adequado através da zona de obras, delimitar as áreas em que eles não podem circular e segregar o tráfego circulante dos trabalhadores e das máquinas.

Em auto-estradas e estradas de duas faixas de rodagem, as zonas de obra que obriguem à circulação com partilha de uma faixa de rodagem por tráfego com sentidos opostos devem ter extensão restringida ao máximo de 4 km, ou excepcionalmente 8 km. Com efeito, estudos realizados nos Países Baixos têm demonstrado que para valores da ordem dos 8 km, a carga mental de condução nas referidas condições é muito elevada e pode originar degradações das capacidades de guiamento e controlo dos condutores que propiciem a ocorrência de acidentes [10].



Canalização do tráfego em zona de obra



Continuidade dos dispositivos de canalização e dos percursos dos diversos tipos de utentes

Em zona de obra, o tráfego deve ser segregado da zona do estaleiro, preferencialmente por recurso a meios físicos contínuos.



Conservação da sinalização

A vegetação não arbórea pode contribuir para evidenciar o traçado da estrada, sem ser obstáculo perigoso.

Deve atender-se a que o crescimento da vegetação (evolução anual) ou o desenvolvimento folhoso (evolução sazonal) podem diminuir ou impossibilitar a visibilidade dos sinais verticais.

A colocação de sinais verticais em zonas de possível sombra pode comprometer a respectiva visibilidade.

SECÇÃO III

REALIZAÇÃO DE UMA AUDITORIA DE SEGURANÇA À INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA

III.1 - Desenvolvimento geral do processo

O processo base de desenvolvimento de uma ASR é relativamente simples, apresentando-se no Quadro 6 um esquema geral dos principais passos a seguir, bem como das correspondentes atribuições. Para generalizar a apresentação, optou-se por utilizar o termo “dono de obra” para representar a entidade responsável pela construção e operação dos trechos rodoviários cujos projectos são objecto da ASR (ver *I.I*). Nas estradas da rede nacional esta entidade será um dos Institutos rodoviários e nas estradas municipais ou em arruamentos urbanos serão os respectivos municípios, podendo ainda, no caso de grandes empreendimentos imobiliários ou comerciais, ser outra entidade pública ou particular. Igualmente por simplicidade, adoptou-se a designação de ‘auditor’ para a equipa de auditores.

São determinantes para o sucesso da ASR algumas condições, de que se destacam:

- selecção de um auditor apropriado;
- disponibilização de toda a informação relevante relativa ao projecto;
- inspecção cuidadosa do local de implantação do projecto;
- elaboração de um relatório escrito, conciso e objectivo.

Como já foi referido, nem sempre se executam todas as fases de uma ASR, dependendo a decisão sobre a possibilidade de agrupamento de fases da dimensão e características próprias do empreendimento. Por exemplo: se este constar apenas da introdução de sinalização luminosa num cruzamento, é habitual que apenas seja realizado um projecto de execução com a localização dos sinais, de outras pequenas alterações do mobiliário urbano e de outros tipos de sinalização. Neste caso a ASR poderia cingir-se apenas à Fase 3 (projecto de execução) e, se fosse identificada a necessidade de auditar os trabalhos após a respectiva conclusão, à Fase 4 (antes da abertura ao tráfego).

Certamente haverá casos de projectos em que não sejam identificados quaisquer potenciais problemas de segurança, devendo, então, o relatório da ASR referir explicitamente tal facto.

QUADRO 6 - ORGANIZAÇÃO DE UMA ASR

| ACTIVIDADES | INTERVENIENTES | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|---------|
| | Dono Obra | Projec- tista | Auditor |
| SELECÇÃO DOS PROJECTOS A AUDITAR Identificação e ordenação dos possíveis projectos e respectivas fases de ASR. Definição do caderno de encargos da ASR. | * | | |
| ADJUDICAÇÃO DA ASR Escolha de um Auditor ou Equipa com as capacidades adequadas. Aprovação da Equipa auditora Fornecimento de informação sobre o Projecto: Relatórios de ASR a fases anteriores e caderno de encargos da ASR. Objectivos do projecto, e respectivas peças escritas e desenhadas. Lista de locais onde se tenham considerado parâmetros de projecto fora da banda normal. | * | * | |
| EXECUÇÃO DA ASR Reunião de Início da Auditoria Disponibilização de informação adicional ao Auditor. | * | * | * |
| Avaliação da Informação , usando: listas de controlo; desenhos; notas de campo. | | | * |
| Estudo no Local , considerando: Dia e noite; vários utentes; várias condições de utilização. | | | * |
| Elaboração do Relatório Previsão de implicações sobre a segurança, identificação e localização de potenciais deficiências de segurança. Recomendações gerais para mitigação. | | | * |
| Reunião de Finalização da Auditoria Apresentação do relatório de ASR. Discussão das recomendações (opcional em pequenos projectos). Actualização do inventário de documentação de ASR concluídas e em curso. | * | * | * |
| RESPOSTA À ASR E PROSSEGUIMENTO DOS TRABALHOS: Análise das recomendações. Elaboração de relatório documentando as decisões (de aceitação e de rejeição). Envio de cópia ao Auditor deste relatório. | * | * | |
| ALTERAÇÕES E CONCLUSÃO DO PROJECTO Remissão das alterações para uma ASR complementar. Introdução no projecto das alterações decididas. Finalização da instrução do dossier da ASR, a enviar ao Dono de Obra e ao Auditor | | * | |

Na maioria dos países em que se têm adoptado as ASR, estas são um elemento produzido por um especialista independente, que não tem autoridade para promover qualquer alteração ao projecto. É ao dono de obra que cabe a decisão de aprovação ou de rejeição das alterações propostas na ASR, devendo ficar registadas em documento (a anexar ao relatório da ASR) as opções tomadas e as respectivas fundamentações.

III.2 - Selecção da equipa auditora

De um modo genérico, são quatro as principais características requeridas a um auditor: competência, conhecimento do processo de auditoria, independência e bom senso.

Em *I.7* foram já referidas as competências e conhecimentos exigíveis aos auditores. Estas competências e conhecimentos dependerão do tipo de projecto a auditar. Por exemplo, para auditar um projecto rodoviário a implantar em zona urbana, deve exigir-se experiência significativa em domínios associados, nomeadamente: gestão de tráfego, desenho urbano e análise de problemas de segurança rodoviária em meio urbano. Não há, assim, um auditor ideal para todos os projectos.

Por outro lado, como se referiu, a dimensão da equipa pode variar, de acordo com a magnitude e a complexidade do projecto, entre um e quatro ou mais elementos (para os projectos de grande complexidade). No Quadro 7 apresentam-se exemplos da composição de equipas auditoras adequadas à execução da ASR de um trecho novo de IP. Para clarificar os procedimentos da ASR quando esta é executada por uma equipa de auditores, deve ser identificado o respectivo coordenador.

Para garantir a eficácia da ASR, o auditor deve ser independente da equipa projectista, de modo a que possa contribuir com uma nova visão relativamente ao projecto, a qual permitirá uma análise construtiva do mesmo.

O auditor deve ainda conseguir avaliar o empreendimento em auditoria do ponto de vista de todos os potenciais utentes rodoviários autorizados: tráfego motorizado (motociclos, ligeiros e pesados), ciclistas e peões. Simultaneamente, deve atender à existência de sub-populações de utentes com exigências especiais, em particular as crianças e os idosos. No caso do nosso País,

deve ser devidamente considerado que cerca de metade das vítimas mortais em acidentes rodoviários são peões e utentes de veículos de duas rodas; situação diferente da registada noutros países europeus.

QUADRO 7 - EXEMPLO DA CONSTITUIÇÃO DA EQUIPA AUDITORA PARA EXECUÇÃO DA ASR A UM PROJECTO DE TRECHO NOVO DE IP.

| FASE | EQUIPA |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Especialista em segurança rodoviária, com experiência na análise de acidentes e em gestão de segurança em meio não urbano; • Engenheiro rodoviário, com bom conhecimento das normas de traçado e experiência de projecto rodoviário. <p>Opcional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnico com experiência na execução de ASR, com conhecimentos especializados em algum aspecto específico da projecto (travessia em grande obra de arte, túnel, etc.). |
| 2 | Idêntica à anterior |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Especialista em segurança rodoviária; • Técnico com experiência na execução de ASR, com conhecimentos especializados em aspectos específicos relevantes da obra: grandes obras de arte, túneis, atravessamento de povoações (por exemplo para a análise da inserção dos acessos do IP na malha urbana), controlo semafórico, etc. |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Especialista em segurança rodoviária; • Engenheiro responsável pela conservação do trecho; • Um responsável da força de fiscalização rodoviária do trecho. <p>Opcional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnico com experiência na execução de ASR, com conhecimentos especializados. |

III.3 - Reunião de início da ASR

Depois de seleccionado o auditor, a ASR terá início com uma reunião entre os intervenientes, com os seguintes objectivos de base:

- apresentação dos intervenientes na ASR (dono de obra, projectista e auditor), caso esta ainda não tenha ocorrido, e do caderno de encargos da ASR, incluindo a

definição das características do relatório da ASR (por exemplo, as conclusões podem ser apresentadas por tipo de utente, por sub-trecho do projecto, etc.);

- fornecimento ao auditor da informação documental sobre o empreendimento, apresentação geral do empreendimento e das suas ligações à rede existente, enumeração das condicionantes do projecto, com pequeno historial do seu desenvolvimento, das restrições verificadas, e das acções já tomadas ou planeadas;
- fornecimento ao auditor de uma lista das restrições verificadas e das situações que justificaram a adopção de parâmetros fora da banda de valores limites normais;
- fornecimento de ASR realizadas em fases anteriores do projecto;
- apresentação pelo auditor dos objectivos, métodos e procedimentos da ASR;
- definição clara das funções dos vários intervenientes, salientando que o auditor deve documentar as preocupações relativas à segurança rodoviária, e eventualmente propor recomendações, mas que cabe ao gestor do empreendimento (em representação do dono de obra) a decisão relativa à aceitação e execução das mesmas, depois de pormenorizadas e apreciadas pelo projectista.

Para o efeito, o projectista deverá ter preparado antecipadamente cópia da informação a fornecer ao auditor, nomeadamente com os objectivos e pressupostos do projecto, os elementos pertinentes relativos ao local de implantação (plantas da zona, dados de acidentes, volumes de tráfego, contagens, etc.) e as peças escritas e desenhadas relativas à fase do projecto em auditoria. Esta preparação antecipada poupará tempo, reduzindo os prazos e custos envolvidos.

O auditor pode solicitar elementos adicionais, se o entender necessário à realização da auditoria, nomeadamente informação sobre a sinistralidade nas zonas da rede existente confinantes com o empreendimento em apreciação, ou sobre volumes de tráfego do local afectado.

III.4 - Análise do projecto

A análise dos documentos de projecto e a visita ao local da futura obra, e à sua zona envolvente, devem ser feitos em paralelo, sendo que, habitualmente, haverá lugar à análise da documentação antes e depois da visita ao local. Neste período o auditor deve esclarecer eventuais dúvidas com o projectista e o dono de obra. Como resultado destas actividades, deverá ser elaborado pelo auditor um relatório formal.

No relatório da ASR devem ser identificados os potenciais problemas de segurança encontrados e apontadas as orientações gerais a seguir na definição das soluções para a respectiva resolução, referenciados por forma a permitir a sua fácil enumeração. Estas orientações poderão indicar sucintamente (por escrito ou em esquisso) as linhas mestras da solução, não devendo corresponder a uma tentativa de projecto da mesma, conforme foi referido, já que essa função cabe integralmente ao projectista. Os problemas identificados devem ser apresentados, seriados de acordo com um esquema que facilite a sua identificação e a análise do relatório. O relatório deve incluir, sempre que possível, uma planta do projecto com a identificação da localização das intervenções objecto de recomendações, por forma a facilitar a sua identificação por todos os intervenientes.

O formato específico do relatório variará com o tipo de empreendimento e a fase da ASR, mas é recomendável que contenha, para além da declaração final atestando que a ASR está concluída (termo de fecho), pelo menos os três capítulos seguintes: 1) informação sobre o projecto; 2) informação de base utilizada; 3) conclusões e recomendações.

No capítulo relativo à **informação sobre o projecto**, deverá constar a apresentação sucinta do empreendimento, dos respectivos intervenientes e a referência à fase de projecto a que se refere a ASR.

Deve ser enumerada, e arquivada em processo próprio, a **informação base utilizada**, nomeadamente, a constituição da equipa auditora, uma lista da informação disponibilizada ao auditor, a lista de controlo adoptada e os passos seguidos na execução da ASR, incluindo informação sobre as visitas efectuadas ao local (data, horas do dia, condições de luminosidade, condições de tráfego, etc.).

As **conclusões** devem ser apresentadas sob a forma de lista, em que, para cada um dos

problemas identificados que podem afectar a segurança rodoviária, são apresentadas as razões do problema e são indicados os tipos de acidente previsivelmente mais esperados. Nos casos em que a magnitude do problema de segurança seja muito importante, o problema deve ser assinalado como ‘GRAVE’; quando o problema fôr potencialmente tão grave que exija intervenção urgente deve ser assinalado como ‘URGENTE’. Caso aplicável, também deverão ser indicadas recomendações para a mitigação dos problemas detectados. Sempre que possível, a identificação dos problemas deverá ser acompanhada de esboços exemplificativos ou de registos fotográficos.

O relatório deve ser conciso e incidir unicamente nas questões relacionadas directa ou indirectamente com a segurança rodoviária. O relatório da ASR apresentado pelo auditor é final, não sendo susceptível de comentários ou alterações.

Como já referido anteriormente, a verificação da aplicação das normas relativas ao projecto não é da responsabilidade do auditor. No entanto, alguns aspectos da aplicação de normas de traçado (por exemplo a garantia de um traçado homogéneo e em acordo com as expectativas dos utentes) são também objecto de análise em ASR, pelo que o auditor, nestas circunstâncias, pode referir o não cumprimento deste aspecto.

É aconselhável que, na análise dos elementos documentais e na visita ao local, o auditor utilize listas de controle, como forma de auxiliar a sua verificação. Estas listas, que se apresentam na Secção IV e no Anexo 1, não devem ser encaradas como verificações obrigatórias ou restritivas do âmbito e pormenor do trabalho do auditor.

III.5 - Inspeção do local de implantação

O trabalho de elaboração do relatório decorre paralelamente com a inspecção aos locais de implantação do empreendimento, para visualizar a integração com o ambiente envolvente e com a rede rodoviária existente, bem como para identificação de potenciais impedimentos e conflitos que daí resultem. Uma questão importante nesta inspecção é a avaliação do empreendimento segundo as diferentes perspectivas que os vários utentes terão das alterações a introduzir na rede viária. Assim, por exemplo, o comportamento dos peões face às alterações a introduzir pode ser parcialmente antecipado, e o auditor deve tentar identificar possíveis

incrementos de risco associados a essas modificações e mitigar as suas consequências, recomendando que a infra-estrutura rodoviária seja dotada de equipamentos (vedações, etc.) ou dispositivos (passagens de peões, de nível ou desniveladas, etc.) para mitigar esses riscos.

Devem também ser apreciados os pontos de inserção do tráfego dos principais polos geradores ou de destino do tráfego, para verificação das suas condições de segurança. As zonas de transição (pontos de ligação à rede existente) do novo empreendimento são também locais de maior risco potencial. Deve ser verificado, por exemplo, se os condutores serão convenientemente alertados para as alterações do ambiente rodoviário por forma a poderem adequar antecipadamente os respectivos padrões de condução.

Como exemplo da análise a realizar nas zonas de transição entre a parcela da rede inalterada e a zona de implantação do projecto, deve verificar-se se as características do traçado e da envolvente rodoviária existentes assegurarão um nível de segurança aceitável quando as velocidades de operação aumentarem na sequência dos melhoramentos introduzidos.

O comportamento de alguns utentes mais vulneráveis deve ser antecipado, nomeadamente o dos peões (crianças ou idosos), o dos condutores idosos, o dos condutores de veículos pesados ou de máquinas agrícolas, etc.

Durante a visita ao local o auditor pode recolher elementos fotográficos ou em vídeo para observação posterior ou eventual inclusão no relatório.

III.6 - Prosseguimento dos trabalhos

Foi salientado em *III.4* que o **relatório da ASR** é final, não sendo susceptível de comentários ou alterações. Neste sentido, reconhece-se haver vantagem na realização de uma reunião entre o dono de obra, o projectista e o auditor para apresentação prévia do relatório e esclarecimento de eventuais dúvidas sobre a natureza dos problemas suplementares detectados e das recomendações apresentadas.

Face ao conteúdo do relatório da ASR, cabe ao dono de obra e ao projectista a análise e eventual desenvolvimento das recomendações da auditoria, considerando para cada problema identificado, a respectiva correcção ou a mitigação das suas consequências. Devem ser

elaborados **pareceres de excepção**, descrevendo as razões - que podem ser físicas, económicas ou sociais - para a rejeição de recomendações e a não alteração dos elementos identificados como constituindo problemas de segurança. A correcção ou mitigação dos problemas identificados no relatório da ASR pode ser feita de acordo com as recomendações do auditor, ou seguindo soluções definidas pelo projectista, ou, eventualmente, pelo dono de obra. Justifica-se assim que a autoria do projecto alterado seja do projectista (em particular) e do dono de obra (em geral).

Quando o processo de análise e avaliação de todos os problemas identificados pelo auditor estiver concluído, e realizadas todas as alterações acordadas entre o projectista e o dono de obra, deve o projecto revisto ser submetido a apreciação do auditor, no que se pode designar como um complemento da ASR.

Como último passo do processo, o relatório da auditoria, os pareceres de excepção, bem como o projecto alterado, devem ser analisados e visados pelo elemento da estrutura organizativa do dono de obra com a responsabilidade máxima sobre o projecto, concluindo-se assim o processo desta fase da auditoria.

Por princípio, todas as acções referidas anteriormente devem ser documentadas, possibilitando o registo histórico do desenvolvimento do processo, o que, por sua vez, facilita a sua posterior inspecção por outras entidades externas ao mesmo.

SECÇÃO IV

EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DE LISTAS DE CONTROLO

IV.1 - Apresentação das listas elaboradas e de exemplos da sua aplicação

No Anexo 1 apresentam-se as listas de controlo para apoio à execução de ASR nas quatro fases consideradas: **Estudo de Viabilidade** (Lista de Controlo 1); **Estudo Prévio** (Lista de Controlo 2); **Projecto de Execução** (Lista de Controlo 3); e **Antes da Abertura ao Tráfego** (Lista de Controlo 4).

Como referido em *III.4*, estas listas não devem ser encaradas como verificações obrigatórias, exaustivas ou limitativas da intervenção do auditor na definição do âmbito e pormenor do seu trabalho, o qual deve ser criteriosamente ajustado em função das características do projecto a auditar e do conteúdo do caderno de encargos da ASR.

Para além das quatro listas acima referidas, foram elaboradas cinco listas adicionais, correspondentes a elementos rodoviários, atendendo à respectiva importância na RRN e à especificidade das suas características rodoviárias. São apresentadas listas para **Atravessamentos Urbanos** (Lista de Controlo 5); para **Intersecções com Controlo por Prioridade ou STOP** (Lista de Controlo 6); para **Sinalização Semafórica** (Lista de Controlo 7); para **Rotundas** (Lista de Controlo 8); e para **Nós de Ligação** (Lista de Controlo 9).

As listas apresentadas constituem conjuntos de fichas autónomos, motivo pelo qual são fornecidas em anexo, cada qual com a sua numeração de páginas.

Nas páginas seguintes (Figuras 7 a 10) apresentam-se exemplos do tipo de problemas passíveis de comentário nas quatro fases consideradas: a Figura 7 refere-se à fase de estudo de viabilidade; a Figura 8 à fase de estudo prévio; a Figura 9 à fase de projecto de execução; e a Figura 10 à fase imediatamente antes (ou após) a abertura ao tráfego.

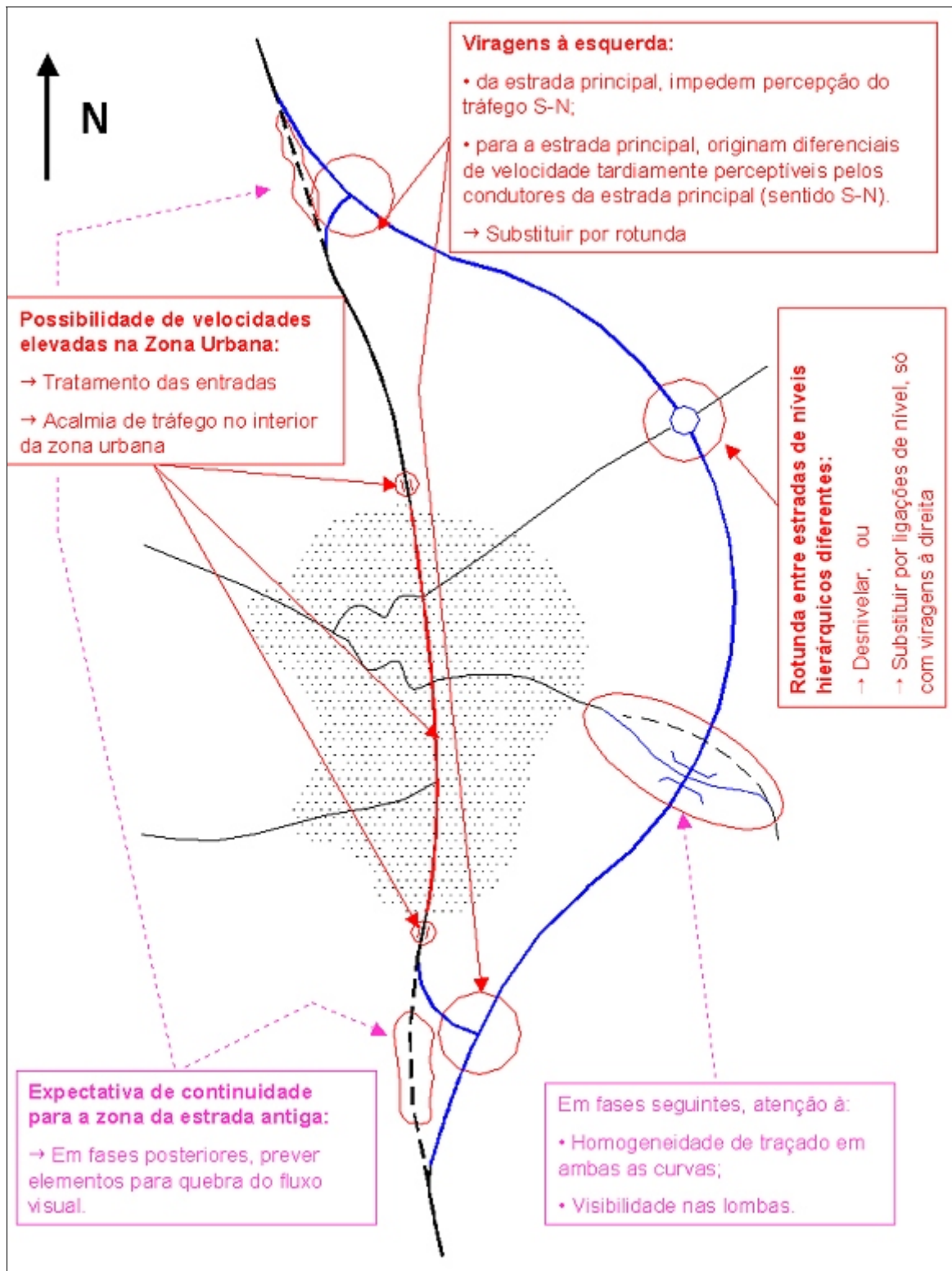


Figura 7 - Exemplo de comentários pertinentes na fase de Estudo de Viabilidade

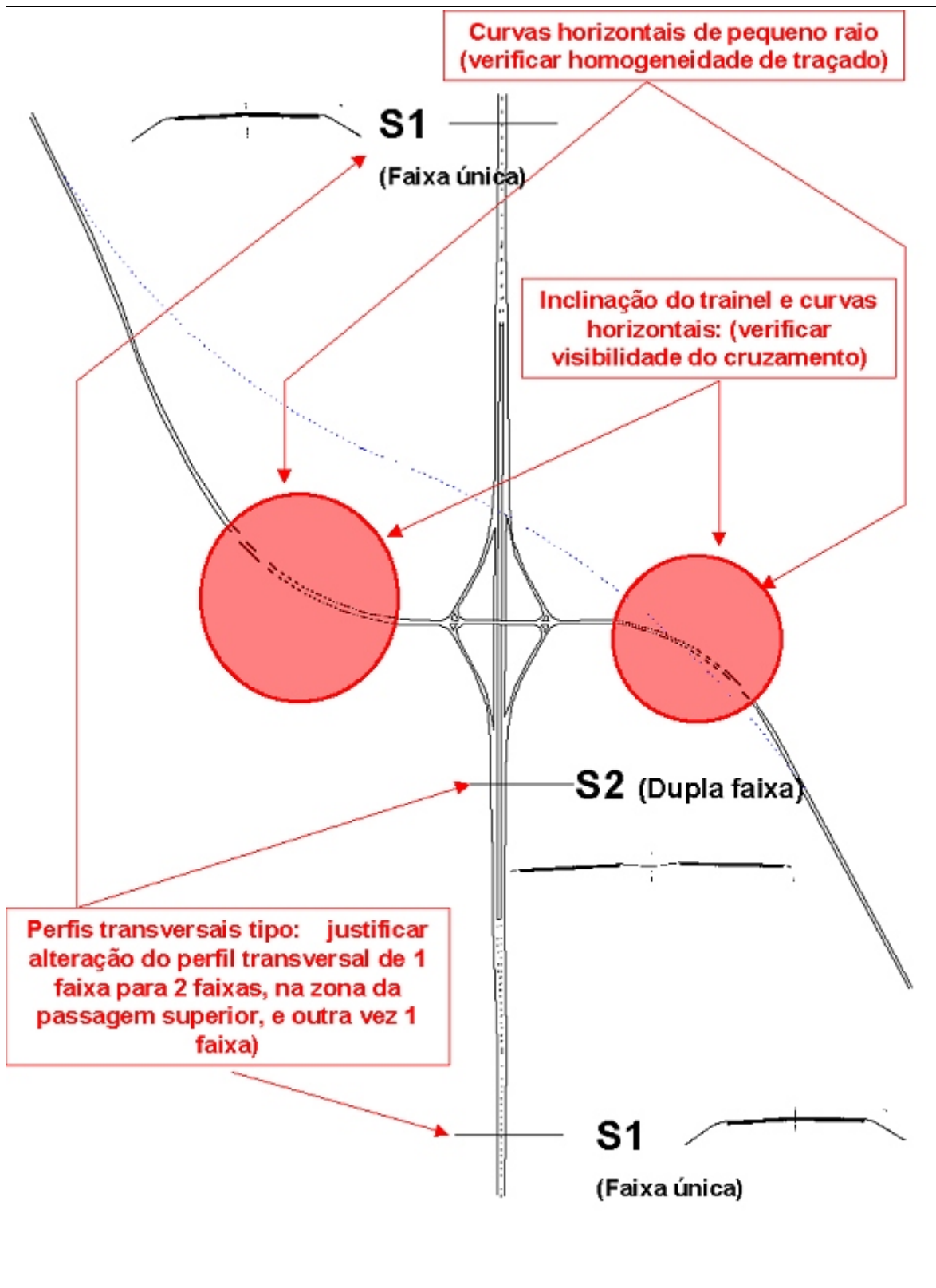


Figura 8 - Exemplo de comentários pertinentes na fase de Estudo Prévio

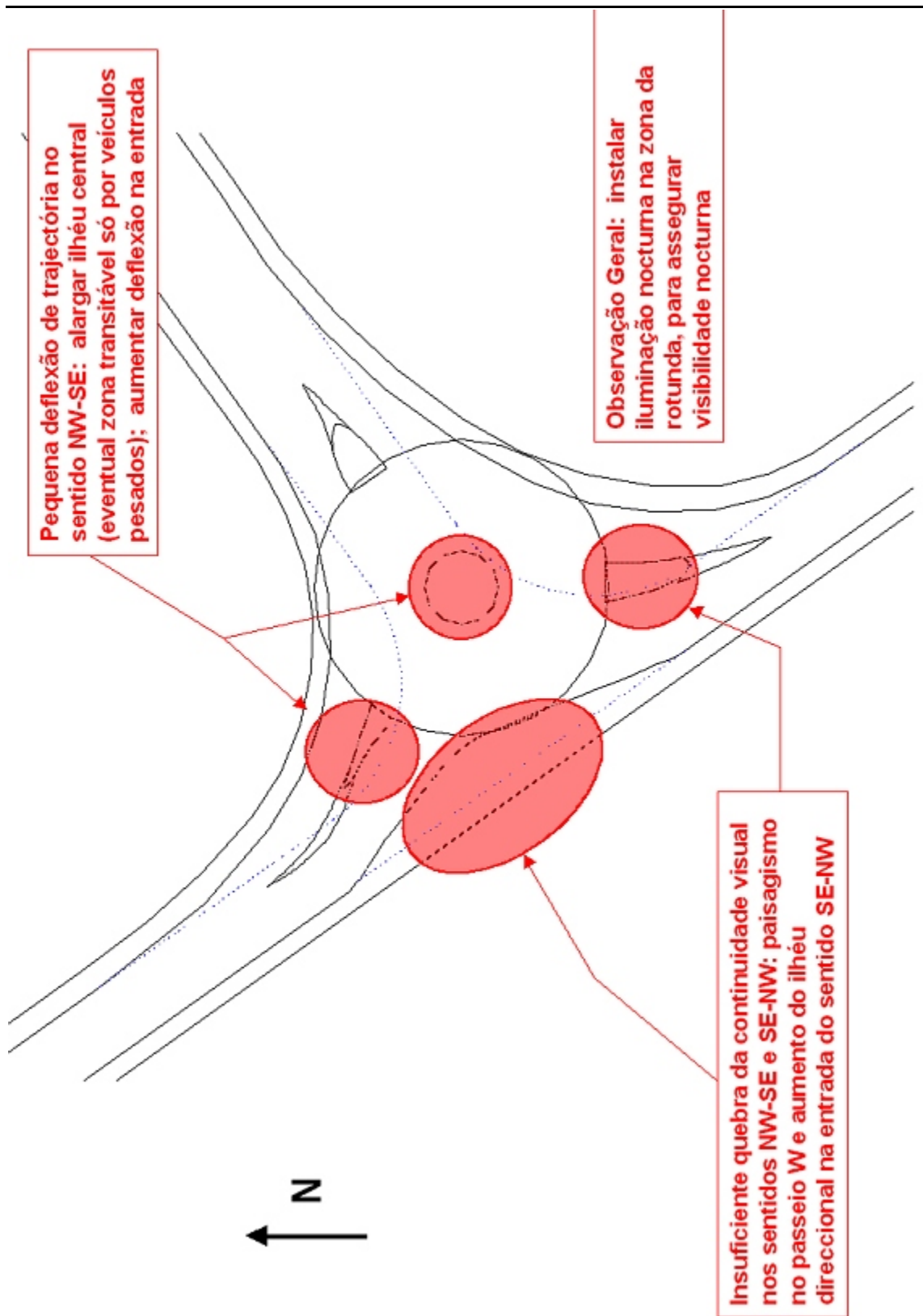


Figura 9 - Exemplo de comentários pertinentes na fase de Projecto de Execução



Figura 10 - Exemplo de comentários pertinentes na fase imediatamente anterior à abertura ao tráfego (ou na fase de construção se a estrada se mantiver em funcionamento)



Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Janeiro de 2002.

VISTOS

O Chefe do Núcleo de Tráfego
e Segurança Rodoviária

Eng^o António Lemonde de Macedo
Investigador Principal

O Chefe do Departamento
de Vias de Comunicação

Eng^o António Pinelo
Investigador Coordenador

AUTORIA

João Lourenço Cardoso
Eng^o Civil, Investigador Auxiliar

Luís Bairrão
Eng^o Civil, Mestre em
Engenharia dos Transportes
(Contratado pelo LNEC)

BIBLIOGRAFIA

- 1 **Sabey B.E.; Staughton, G.C.** - Interacting roles of road environment, vehicle and road user in accidents. *In RUMAR K. - Human factor in road safety. 11th ARRB Conference*, Melbourne, Australia, 1982.
- 2 **Cardoso, J.L.** - Sinistralidade na Rede Rodoviária Nacional no ano de 1990. Rel. Proc° 93/19/10727, LNEC, Lisboa, 1994.
- 3 **Cardoso, J.L.** - Estudo das relações entre as características da estrada, a velocidade e os acidentes rodoviários. Aplicação a estradas de duas vias e dois sentidos. Tese de Doutoramento, LNEC-IST, 1996.
- 4 **Cardoso, J.L.; Andrade, P.S.** - Velocidades praticadas pelos condutores nas estradas portuguesas. Rel. Proc° 093/1/13773, LNEC, Lisboa, 2000.
- 5 **Cardoso, J.L.** - Models on the relations between workload, speed variation, road characteristics and accident frequencies. SAFESTAR deliverable report of Task 5.4 LNEC, Lisboa, June 1998.
- 6 **Cardoso, J.L.; Roque, C.A.** - Influência das características da área adjacente à faixa de rodagem na sinistralidade rodoviária. Comunicação ao 1º Congresso Rodoviário Português, CRP, Lisboa, Novembro de 2000.
- 7 **Cardoso, J.L.; Flouda, A.; Dimitropoulos, I.; Kanellaidis, G.** - Design consistency of horizontal alignment in rural roads. SAFESTAR deliverable report of TASK 5.1. LNEC, Lisboa, June 1997.
- 8 **Cardoso, J.L.** - Influence of alternative separators on driver behaviour at left lanes on a Portuguese four lane undivided road. SAFESTAR deliverable report of Task 5.5 LNEC, Lisboa, September 1998.
- 9 **Cardoso, J.L.** - Recomendações para parâmetros de homogeneidade de traçado e sinalização de curvas. Rel. Proc° 093/1/13773, LNEC, Lisboa, 2001.
- 10 **Martens, M.; Brookhuis, K.A.; van Loon, A.P** - 4-0 and 3-1 contraflow workzone areas: effects on driving behaviour, workload and comfort. Road Safety on Three Continents, Pretoria, South Africa, 2000
- 11 **Bairrão, L.F.** - Auditorias de segurança rodoviária. Aplicação em Portugal. Dissertação de Mestrado, LNEC-IST, 2000.
- 12 **JAE** - Norma de intersecções. JAE, Almada, 1993.
- 13 **JAE** - Norma de nós de ligação. JAE, Almada, 1993.
- 14 Regulamento de Sinalização do Trânsito (Dec.Regulamentar N°22-A/98 de 1 de Outubro), Lisboa, 1998.
- 15 Código da Estrada (DEC.-LEI N°2/98 de 3 de Janeiro), Lisboa, 1998.
- 16 **JAE** - Norma de traçado. JAE, Almada, 1993.
- 17 **JAE** - Norma sinalização vertical de orientação. JAE, Almada, 1995.

- 18 **JAE** - Norma de marcas rodoviárias. JAE, Almada, 1995.
- 19 **JAE** - Norma de sinalização turística. JAE, Almada, 1999.
- 20 **JAE** - Manual de Sinalização Temporária. Tomo I - Estradas com dupla faixa de rodagem. JAE, Almada, 1997.
- 21 **JAE** - Manual de Sinalização Temporária. Tomo II - Estradas com uma faixa de rodagem. JAE, Almada, 1997.
- 22 **Macedo, A.L.; Cardoso, J.L.; Arsénio, E.; Dionísio, A.; Silva, A.F.** - Participação do LNEC nos estudos sobre imputação dos encargos pela utilização das infra-estruturas. Relatório do Proc. nº 93/1/13563. LNEC, Lisboa, 2000
- 23 **ERSF** - Un plan stratégique pour la sécurité routière en Union Européene. Bruxelles, 1997.
- 24 Portaria de 27 de Janeiro de 1986. Diário da República, II Série nº 53, de 5 de Março de 1986. Lisboa, 1986.
- 25 **AUSTROADS** - Road Safety Audit. Sydney, 1994.
- 26 **Borges, J.F.** - Qualidade na construção. Curso 167. LNEC, Lisboa, 1999.
- 27 **Institute for Road Safety Research (SWOV)** - Report on Safety Audits. SAFESTAR Report D8.2. SWOV, Leidschendam, 1998.
- 28 **Ashton, S.J.; Mackay, G.M.** - Some characteristics of the population who suffer trauma as pedestrians when hit by cars and some resulting implications. In *Proceedings of the IRCOB Conference*, Gothenburg, 1979.
- 29 **Direção-Geral de Viação (DGV)** - Observatório de Segurança Rodoviária. Relatório de 1997. Lisboa, 1998.
- 30 **Cardoso, J.L.; Roque, C.A.** - Área adjacente à faixa de rodagem de estradas interurbanas e sinistralidade. Relatório do Proc. nº 93/1/13981. LNEC, Lisboa, 2001.
- 31 **Wells, P.** - Benefits of Road Safety Audit. In: Proceedings of the conference Traffic safety on two continents, Malmö, Sweden. VTI Konferens No. 13A, Part 6, p. 147-159, 1999.
- 32 **The Danish Road Directorate** - "Evaluation of the Safety Audit Project The External Panel's Report", Copenhagen, Denmark, 1995.
- 33 **Macaulay, J., McInerney, R.** - Evaluation of the proposed actions emanating from Road Safety Audits. Contract Report to Austroads RC90259, ARRB Transport Research, Melbourne, 2001.

ANEXO 1

LISTAS DE CONTROLO

| Lista de Controlo 1 | | Estudo de Viabilidade | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | A velocidade de projecto está de acordo com a expectativa "a priori" dos condutores de veículos motorizados (velocidade de operação previsível)? | | |
| 2 | O perfil transversal tipo e o traçado planimétrico e altimétrico são adequados ao nível de segurança exigível para todos os utentes da estrada, em combinação com as velocidades de circulação esperadas? | | |
| 3 | O tipo de acessos e respectivo grau de controlo são adequados à velocidade de projecto? | | |
| 4 | O projecto em análise está em conformidade normativa com os trechos de estrada limítrofes? | | |
| 5 | A percentagem de comprimento de estrada onde é permitido executar ultrapassagens é suficiente? | | |
| 6 | O número e distribuição de cruzamentos serão apropriados em relação: a) À função da estrada em análise (não há ligações com estradas de nível hierárquico muito diferente)? b) Aos efeitos sobre o tráfego nos trechos limítrofes (o projecto apenas transfere os problemas existentes para outro local)? c) Às acessibilidades para os transportes públicos e para veículos de emergência? | | |
| 7 | Em relação aos fluxos de tráfego previstos (especialmente manobras de mudança de direcção) e à existência de utentes vulneráveis, os tipos de cruzamentos propostos oferecem a máxima segurança? - Intersecções em "cruz" (+) são a evitar, mesmo que sinalizadas semaforicamente. - Velocidades de aproximação elevadas podem causar problemas em intersecções (70 km/h, máximo). - As rotundas podem criar problemas aos ciclistas. | | |

| Lista de Controlo 1 | | Estudo de Viabilidade | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 8 | Foi prevista iluminação pública? Esta oferecerá boas condições de segurança nos cruzamentos e noutros pontos notáveis? | | |
| 9 | O novo projecto terá implicações em trajectos pedonais (ou de bicicletas)? | | |
| 10 | O projecto inclui medidas de protecção dos utentes vulneráveis? Estas medidas serão as mais eficazes em termos de segurança? | | |
| 11 | Os dados históricos de acidentes rodoviários na estrada existente, ou nos trechos limítrofes à zona de intervenção, fazem prever problemas especiais de segurança rodoviária na obra do novo projecto? | | |
| 12 | Os acessos agrícolas e o tráfego das respectivas máquinas fazem prever a ocorrência de conflitos ou de outros problemas? | | |
| 13 | Está previsto o faseamento da construção? Qual o impacte do mesmo na segurança? | | |
| 14 | Há condições propícias a efeitos atmosféricos adversos (nevoeiro, gêlo, chuvas muito intensas frequentes)? | | |
| 15 | Outros problemas específicos : | | |

| Lista de Controlo 2 | | Estudo Prévio | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | As recomendações da auditoria da fase anterior foram seguidas? Se não foram, porquê? | | |
| 2 | Existem alterações relativamente à fase anterior que deveriam ter sido auditadas? | | |
| 3 | Perfil transversal tipo: a) É compatível com os restantes elementos de projecto e com a velocidade de projecto? b) Foi proposta a delineação da faixa de rodagem com lancis? c) Existe espaço adequado para todos os utentes da estrada? d) Existe separação adequada entre os vários grupos de utentes? | | |

| Lista de Controlo 2 | | Estudo Prévio | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 4 | <p>Traçado em planta e perfil longitudinal:</p> <p>a) O traçado proposto satisfaz as exigências de visibilidade em plena via e nos cruzamentos?</p> <p>b) As distâncias de visibilidade serão afectadas por sinalização vertical, guardas de segurança, guarda corpos, parapeitos de pontes, edifícios, vegetação ou outros obstáculos (agora ou no futuro)?</p> <p>c) A conjugação de elementos planimétricos e altimétricos pode originar situações de risco acrescido, eventualmente associadas a sinalização, cruzamentos ou outros elementos do projecto (por exemplo: a associação de ligações convexas em perfil longitudinal com sinalização semaforica ou com curvatura apertada em planta)?</p> <p>d) O traçado é facilmente 'legível' pelos utentes? Devem ser realizados todos os trajectos admitidos no projecto (em ambas as direcções e efectuando manobras de mudança de direcção), se possível recorrendo a simulações 3D em computador.</p> <p>e) Não há zonas de descontinuidade (por exemplo, zonas de forte redução, súbita, de velocidade) no conjunto de elementos do traçado?</p> <p>f) A eliminação da via de ultrapassagem é feita por supressão da via mais rápida?</p> | | |

| Lista de Controlo 2 | | Estudo Prévio | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 5 | <p>Intersecções, cruzamentos e seu traçado:</p> <p>a) Os utentes das estradas (principal e secundária) vindos de qualquer direcção, terão a percepção de que se aproximam de uma zona de conflito?</p> <p>b) Os utentes no cruzamento têm visibilidade suficiente?</p> <p>c) As vias de espera para viragem à esquerda, de aceleração, de desaceleração, ou outras com fins especiais serão bem visíveis e fáceis de identificar?</p> <p>d) Os trechos de estradas limítrofes existentes estarão bem ligados ao novo projecto (sem rampas excessivamente inclinadas ou com diminutas curvaturas em planta ou perfil longitudinal)?</p> <p>e) Os vários trajectos de viragem são fácil e claramente identificáveis?</p> <p>f) Existe espaço suficiente para todos os tipos de veículos efectuarem as suas manobras, mas suficientemente confinado para guiar o utente?</p> <p>g) Os atravessamentos para peões (e ciclistas) serão adequados e seguros?</p> <p>h) O estacionamento de viaturas é provável? E pode causar problemas?</p> <p>i) Está prevista a iluminação das intersecções?</p> <p>j) Foram consideradas rotundas?</p> <p>k) Em atravessamentos urbanos, as vias de viragem à esquerda com ilhas direccionais materializadas por lancis são mais seguras, prevenindo a utilização para ultrapassagem indevida e servindo de refúgio para a travessia de peões.</p> <p>l) Existe coerência no tipo de nós e na geometria dos ramos de saída?</p> <p>m) Existe sobreposição dos ramos de entrada e de saída com curvas horizontais?</p> <p>n) A geometria das zonas de divergência não aumenta o risco de acidente?</p> | | |

| Lista de Controlo 2 | | Estudo Prévio | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 6 | Decidir se alguma parcela do traçado antigo, que não foi removida, pode provocar ilusões ópticas com risco para a segurança. | | |
| 7 | Pontos notáveis em intersecções giratórias: a) Todas as vias de entrada têm curvatura adequada, que reduza a velocidade de entrada dos veículos? b) A ilha central é bem visível? c) São satisfeitos os requisitos de visibilidade nas entradas e no interior da rotunda? c) Caso existam, as medidas tomadas para benefício de peões (ou ciclistas) são adequadas? | | |
| 8 | Está prevista sinalização vertical e horizontal de todos os pontos de descontinuidade de traçado? | | |
| 9 | Nos cruzamentos e transições para a rede existente: a) Existem mudanças bruscas de alinhamento? b) Os condutores conseguem reconhecer a transição com a antecipação necessária, ou as características do traçado mudam demasiado rapidamente? c) Uma intersecção giratória poderá contribuir para mitigar o risco de acidente associado às mudanças bruscas na transição? d) Os trajectos de atravessamento serão seguros? | | |
| 10 | Existem construções com dificuldades de drenagem? As inclinações transversais e longitudinais garantem uma drenagem adequada, principalmente em secções críticas? Existe risco de acumulação de água ou, mesmo, inundação em qualquer ponto do projecto? | | |
| 11 | As ultrapassagens serão impedidas nas secções críticas (não apenas com sinalização, mas mostrando claramente que a ultrapassagem é proibida)? | | |

| Lista de Controlo 2 | | Estudo Prévio | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 12 | Se existir já projecto de sinalização: a) As marcas são coerentes com a sinalização vertical e adequadas? b) A quantidade de informação foi mantida a um nível adequado (não mais de quatro níveis)? c) Se não foram previstas marcas, serão elas necessárias ou desejáveis? | | |
| 13 | Existe ainda algum risco que não possa ser eliminado? | | |
| 14 | Existirão sinais de grande dimensão de cujas fundações ou estrutura os utentes tenham de ser protegidas, mediante guardas de segurança ou atenuadores de choque? | | |
| 15 | Foi proposta a colocação de suportes de iluminação no intradorso ou extradorso de curvas? | | |
| 16 | A mitigação dos impactes foi devidamente acautelada? A construção da obra poderá ter impactes sobre o funcionamento da rede existente incomportáveis? | | |
| 17 | Será possível realizar trabalhos de manutenção corrente da estrada (iluminação, vegetação, sinalização etc.) de forma segura e sem usar a faixa de rodagem? | | |
| 18 | As paragens de autocarros e correspondentes acessos pedonais estão devidamente localizados? | | |
| 19 | Outros problemas específicos: (Designadamente restabelecimentos e caminhos paralelos) | | |

| Lista de Controlo 3 | | Projecto de Execução | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | As recomendações da fase anterior foram seguidas? Se não foram, porquê? | | |
| 2 | Existem alterações relativamente à fase anterior que deveriam ter sido auditadas? (Verificar que a pormenorização do traçado definido em estudo prévio cumpre os requisitos dos pontos 4 e 5 da Lista 2. | | |
| 3 | Secções transversais: a) As inclinações transversais do pavimento são adequadas? b) As valetas têm inclinação longitudinal adequada, e a superfície do pavimento está implantada a uma cota suficiente para a escorrência das águas pluviais? | | |
| 4 | Postes de iluminação, sinalização luminosa, equipamento de sinalização, etc: a) As distâncias de segurança à faixa de rodagem foram observadas? b) Foram propostos atenuadores de choques? | | |
| 5 | Sinalização vertical e horizontal (Verificar simultaneamente todas as peças de projecto que prevejam sinalização): a) A sinalização horizontal e vertical é coerente ao longo do trecho intervencionado? b) A informação é clara? c) Os sinais são suficientes e não excessivos? d) Os sinais previstos vão ocultar-se entre si (ou competir em visibilidade com a sinalização luminosa)? e) Os sinais estão correctamente posicionados, sem obstruir a visibilidade de algum modo? | | |
| 5 | Os tipos de lancis propostos, ou as marcas laterais são os mais adequados? | | |

| Lista de Controlo 3 | | Projecto de Execução | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 6 | <p>Iluminação:</p> <p>a) Existe risco de que a iluminação pública possa encandear ou induzir os condutores em erro, ou diminuir a visibilidade da sinalização luminosa ou outra?</p> <p>b) Existirão áreas não iluminadas que ocultem outros riscos?</p> <p>c) Poderá a iluminação de uma estrada paralela induzir em erro os utentes do trecho em análise?</p> <p>d) Num cruzamento entre uma estrada iluminada e outra não iluminada poderá existir a percepção de continuidade da estrada na via iluminada?</p> <p>e) As passagens de peões estão todas iluminadas (não só as afixadas por marcação mas também os locais onde possam ser esperados atravessamentos pedonais frequentes)?</p> <p>f) A iluminação intensa em edifícios, parques, passeios ou outros locais poderá causar problemas de identificação ou reconhecimento?</p> | | |
| 7 | <p>Barreiras de tráfego, vedações ou outros dispositivos:</p> <p>a) Estará o tráfego devidamente protegido de todas as zonas e obstáculos perigosos?</p> <p>b) O tráfego foi protegido por guardas de segurança dos pilares de pontes, postes metálicos etc?</p> <p>c) Existem locais onde devem ser previstas vedações para impedir atravessamentos pedonais?</p> <p>d) As vedações são suficientemente frágeis em caso de colisão?</p> | | |

| Lista de Controlo 3 | | Projecto de Execução | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 8 | Vegetação: a) A vegetação impedirá a visibilidade (incluindo a dos peões que aguardam para atravessar), e foi especificada uma altura máxima para as plantações? b) A vegetação poderá encobrir a sinalização? c) As árvores previstas, no seu estado adulto, poderão constituir um obstáculo perigoso? d) A manutenção de equipamentos poderá ser realizada de forma segura? | | |
| 9 | Cabines e outras instalações fixas de porte: a) Estarão estas instalações localizadas em zonas seguras (distâncias à faixa de rodagem suficientes), sendo ainda segura a sua operação e manutenção? | | |
| 10 | Características superficiais do pavimento: a) Foi prevista camada de desgaste drenante para a superfície do pavimento? b) Existem zonas com exigências de maior resistência à derrapagem? c) Uma alteração da cor da superfície do pavimento será benéfica como forma de alertar os utentes? d) Quando prevista, tal alteração poderá ser mal interpretada pelos utentes? e) Foi feita a verificação de que não há perigo de hidroplanagem em zonas de muito alta ou baixa inclinação longitudinal e de mudança de sentido da sobrelevação? (sobretudo em estradas de velocidade elevada) | | |

| Lista de Controlo 3 | | Projecto de Execução | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 11 | <p>Na transição ou intersecção entre o trecho em análise e o resto da rede:</p> <p>a) Os condutores são avisados antecipadamente?</p> <p>b) São necessárias marcas especiais, reflectoras ou que originem vibração?</p> <p>c) Os delineadores estão bem posicionados?</p> <p>d) Os condutores poderão ser induzidos a circular pela esquerda de ilhéus centrais, atravessarem vias de refúgio (marcas pouco claras), ou circular em sentido proibido?</p> <p>e) As marcas são as apropriadas nas interrupções de vias (cedência de prioridade)?</p> <p>f) Existe continuidade nas marcas laterais?</p> | | |
| 12 | <p>Em estradas de faixa única e duas vias, preparadas para alargamento para quatro vias em dupla faixa:</p> <p>a) Os utentes terão a percepção de que estão a circular numa faixa com dois sentidos, ou poderão ser induzidos em erro?</p> <p>b) Deverá a iluminação noturna dos sinais ser intensificada?</p> <p>c) Está impedida a ultrapassagem em todas as zonas perigosas?</p> <p>d) Deverão ser adoptadas medidas especiais em pontes em que foi previsto um alargamento futuro da faixa de rodagem?</p> | | |
| 13 | Examinar a área adjacente à faixa de rodagem, procurando identificar potenciais riscos para a segurança. | | |
| 14 | <p>É necessária sinalização temporária adicional na maior parte das intervenções rodoviárias.</p> <p>a) O texto e a sinalização pictórica são correctos e compreensíveis?</p> <p>b) A localização prevista para os sinais é a mais segura?</p> <p>c) Quando serão removidos?</p> | | |

| | | | |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Lista de Controlo 3 | Projecto de Execução | |
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 15 | Outros problemas específicos: | | |

| Lista de Controlo 4 | | Antes da abertura ao tráfego | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | As recomendações da fase anterior foram seguidas? Se não foram, porquê? | | |
| 2 | Existem alterações relativamente à fase anterior que deveriam ter sido auditadas? | | |
| 3 | Envolver o director de obra, as autoridades responsáveis pela conservação da estrada e a polícia, responsável pela fiscalização. | | |
| 4 | Usar a Lista de Controlo 3 como apoio. | | |
| 5 | Testar o trecho viário como utente: de carro, a pé (se justificado, e de bicicleta). De dia e de noite. | | |
| 6 | Examinar a faixa de rodagem, procurando identificar deficiências, em especial na ligação aos trechos limítrofes da rede existente. | | |
| 7 | A abertura do empreendimento foi publicitada? | | |
| 8 | Quais as medidas tomadas para o período de transição (abertura ao tráfego)? | | |
| 9 | Na maior parte das intervenções rodoviárias é necessária sinalização temporária adicional. a) O texto e a sinalização pictórica são correctos e compreensíveis? b) A localização prevista para os sinais é a mais segura? c) Quando serão removidos? d) As marcações provisórias desnecessárias já foram adequadamente removidas? | | |
| 10 | O traçado é bem 'legível' para os utentes? Verificar necessidades de sinalização que possam não ter sido identificadas anteriormente. | | |

| Lista de Controlo 4 | | Antes da abertura ao tráfego | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 11 | Existirão percursos pedonais sem protecção? Os percursos proibidos estão já suficientemente desencorajados ou deverão ser fisicamente inviabilizados? Existe canalização do tráfego pedonal para os atravessamentos seguros alternativos? | | |
| 12 | Verificar situações de sombreamento ou encandeamento relativas à sinalização, que possam impedir a sua correcta percepção. | | |
| 13 | A iluminação nocturna satisfaz as condições de segurança, de acordo com o previsto? | | |
| 14 | Existem obstáculos rígidos na zona adjacente à faixa de rodagem que não tenham sido identificados anteriormente? | | |
| 15 | Outros problemas específicos: | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | Os utentes têm a clara percepção de que vão entrar em meio urbano, e de que, em resultado, têm de reduzir a velocidade de circulação ? Esta percepção deve ser dada não apenas pela sinalização mas também por alterações sensíveis do ambiente rodoviário, que induzam naturalmente a redução da velocidade. | | |
| 2 | Esta percepção de entrada em meio urbano está bem localizada ? (A implantação habitacional e o tráfego pedonal excedem frequentemente os limites formais dos núcleos urbanos). | | |
| REDUÇÃO DE VELOCIDADE | | | |
| 3 | Os elementos físicos de redução de velocidade distribuídos nos atravessamentos estão bem localizados, e foram adoptados os elementos de redução adequados ? - Alguns elementos de redução (como o estreitamento da faixa de rodagem) têm um efeito muito limitado quando os volumes de tráfego são muito baixos. - Se foram propostas lombas, não podem ser substituídas por outro dispositivo ? (As lombas têm grande eficácia, mas as acelerações verticais produzidas têm sérios inconvenientes, por exemplo sobre os feridos transportados. As lombas compridas - por exemplo uma passagem para peões - são menos desvantajosas). - Os dispositivos de redução de velocidade devem abranger ambas as vias. - A colocação de dispositivos para redução de velocidade deve ser complementada por uma adequada modelação da envolvente rodoviária. | | |
| 4 | Foi considerada a situação dos utentes vulneráveis na selecção, projecto e localização dos dispositivos de redução de velocidade ? | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 5 | <p>- Os estreitamentos da faixa de rodagem podem constituir risco para ciclistas ou outros veículos lentos se não for considerada a respectiva situação (passagem própria).</p> <p>- Arruamentos comerciais sem separação física entre o tráfego motorizado e o pedonal apenas podem ser considerados em circunstâncias particulares de baixos volumes de tráfego motorizado e de velocidades muito reduzidas.</p> | | |
| 6 | Foi considerada a conjugação de elementos físicos e de características da envolvente rodoviária no tratamento das zonas de redução de velocidade ? | | |
| 7 | Os utentes rodoviários terão o conhecimento antecipado da magnitude da redução de velocidade que se espera venham a realizar ? | | |
| 8 | A vegetação proposta e a existente não reduzem a visibilidade em locais críticos ? Ou podem, pelo contrário, ser usadas para realçar a alteração do ambiente rodoviário, e assim contribuir para a redução de velocidades ? | | |
| ATRAVESSAMENTOS PEDONAIS | | | |
| 9 | O tipo de atravessamento pedonal escolhido foi o mais indicado, tendo em conta as características do tráfego pedonal esperado e o tipo de estrada e de tráfego motorizado a atravessar ? | | |
| 10 | Avaliar o projecto do atravessamento em relação à largura da faixa (necessidade ou não de ilha central de protecção aos peões, sinalização luminosa etc.) | | |
| 11 | <p>O limite de velocidade na zona do atravessamento é igual ou inferior a 50 km/h?</p> <p>Se não é, considerar de novo o ponto anterior.</p> | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 12 | As passagens de peões estão localizadas nos trajectos pedonais habituais ? | | |
| 13 | Avaliar a localização, no traçado da estrada, da sinalização vertical, horizontal e luminosa (amarelo intermitente, com botoneira etc.), por forma a permitir a sua atempada identificação e a eventual paragem dos veículos no espaço disponível. a) Localização da passadeira b) Tipo e dimensões dos sinais c) Quantidade da sinalização necessária | | |
| 14 | Avaliar se as velocidades de operação corresponderão à velocidade de projecto. Será necessário impôr limitações de velocidade ou sinais de aviso ? | | |
| 15 | A passagem de peões está próxima de sinalização luminosa ? Valerá a pena alterar ligeiramente o seu posicionamento e associá-la à sinalização luminosa ? | | |
| 16 | A sinalização relativa à passagem é visível aos condutores que se aproximam a partir de intersecções ou cruzamentos próximos da passagem ? | | |
| 17 | A vegetação, o mobiliário urbano, ou outros objectos limitam a visibilidade da sinalização da passadeira ou dos peões que aguardam para atravessar ? | | |
| 18 | Avaliar a visibilidade da sinalização luminosa, ou outra, em termos de: contraste relativamente ao fundo (background); hipótese de encandeamento ou de a sinalização se confundir com motivos de fundo. Prever painéis de contraste ou alterar geometria e/ou localização. | | |
| 19 | Os acessos privados são afectados pelos atravessamentos ou alterações dele resultantes ? | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 20 | Iluminação : a) A estrada está iluminada de forma adequada, garantindo a visibilidade dos peões ? b) A iluminação permite a visualização da sinalização horizontal e vertical de identificação da passagem de peões ? c) Deverá ser prevista iluminação específica para assegurar a iluminação dos peões ? Eventualmente de tipo automático ? | | |
| 21 | O espaço disponível para os peões que aguardam para atravessar é suficiente? Considerar o caso de peões em cadeira de rodas e outras limitações. | | |
| 22 | A visibilidade dos peões que aguardam para atravessar está desimpedida, mesmo que estes sejam crianças (considerar visibilidade mesmo a um metro de altura) ? | | |
| 23 | O lancil no passeio tem rampa que permita o atravessamento de utentes de cadeira de rodas? O pavimento no passeio tem textura diferente (táctil) que permita a respectiva identificação por invisuais ? | | |
| 24 | Existem vedações de controlo dos peões caso a passagem não esteja no seu trajecto habitual. | | |
| 25 | Em passagens pedonais controladas por sinalização luminosa : a) Verificar os tempos de atravessamento dos peões com limitações. Estes peões podem atravessar numa única fase ? b) Verificar tempos de espera para atravessamento. | | |
| 26 | Em termos gerais, a existência de peões com limitações várias (idade, crianças, deficientes etc.) foi adequadamente tida em conta ? | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 27 | Deverá ser prevista uma camada antiderrapante no pavimento rodoviário a montante da passagem ? O pavimento da passagem pode ser de tipo especial de forma a chamar a atenção (em cubos de granito, em betão etc.) | | |
| 28 | Está prevista a sinalização provisória durante o período da construção? O tipo e quantidade de sinais são os adequados? Quando são eles instalados e removidos? | | |
| 29 | Na inspecção ao local de implantação, e face aos dados das previsões de tráfego pedonal, as passagens são em número e localização adequadas ? | | |
| NOVAS ZONAS COMERCIAIS OU OUTROS DESENVOLVIMENTOS | | | |
| 30 | O tipo de intersecções adoptado é adequado em termos de segurança, aos volumes de tráfego de viragens e de atravessamentos previstos ? Nas intersecções em X ou T foram previstas áreas de refúgio para os veículos que aguardam para virar à esquerda, e vias de abrandamento e de aceleração, se necessárias ? | | |
| 31 | As medidas tomadas relativas à gestão do tráfego pedonal são adequadas ? (Ver itens anteriores relativos a atravessamentos pedonais) | | |
| 32 | Da observação do local, serão de prever outros trajectos pedonais, ou acessos locais que não tenham sido contemplados no projecto ? | | |

| Lista de Controlo 5 | | Atravessamentos Urbanos | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 33 | As cargas e descargas de veículos pesados foram tidas em conta no projecto, para que não venham a ser sob condições de elevado risco ? a) Trajectos de viragem. b) Acessos aos locais de carga e descarga. c) Locais e espaço de estacionamento para cargas e descargas. e) Conflitos previsíveis com outros utentes vulneráveis. | | |
| 34 | As condições de acesso aos estacionamentos e a restrição ao estacionamento na via pública foram estabelecidas para evitar conflitos com outros utentes da estrada ? | | |
| 35 | A velocidade do tráfego de atravessamento da zona é adequada à segurança de todos os utentes ? Foi, ou deve ser reduzida ? | | |
| 36 | Outras verificações : | | |

| Lista de Controlo 6 | | Intersecções com controlo por prioridade ou STOP | |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| GEOMETRIA | | | |
| 1 | O número e largura das vias de entrada e saída da intersecção é adequado ? | | |
| 2 | Existem áreas de refúgio de dimensão adequada ao volume de tráfego de veículos que pretende virar e que tem de aguardar um intervalo ? | | |
| 3 | As ilhas direccionais estão posicionadas de forma a guiar o tráfego de forma segura ? | | |
| 4 | Foram considerados os trajectos de viragem dos veículos longos ? | | |
| 5 | Será necessário considerar a instalação de vias de aceleração ou de abrandamento para entrada ou saída da estrada principal ? Se já estão previstas, permitem a separação ou o entrecruzamento do tráfego de forma adequada? | | |
| 6 | As inclinações transversais e a drenagem superficial previstas permitem supor que não haverá acumulações de águas pluviais no pavimento ? | | |
| 7 | A visibilidade é adequada sob o ponto de vista de todos os utentes da estrada e para todos os trajectos de atravessamento e viragem possíveis ? | | |
| ILUMINAÇÃO E MARCAÇÕES | | | |
| 8 | Os postes e colunas de iluminação são adequadamente frágeis, em caso de colisão de veículo? | | |
| 9 | É necessária iluminação ? | | |

| Lista de Controlo 6 | | Intersecções com controlo por prioridade ou STOP | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 10 | As colunas e postes da sinalização e da iluminação estão correctamente localizados ? a) Verificar distâncias, dimensões dos sinais e respectiva visibilidade (de dia e de noite). b) Os sinais afectam as condições de visibilidade (considerar condutores de veículos ligeiros e pesados). c) Os sinais ou colunas de iluminação nas ilhas direccionais podem ocultar peões ou ciclistas ? | | |
| 11 | Os condutores têm adequada percepção antecipada de que se aproximam da intersecção ? As marcas na intersecção são correctas e claras? Deve ser prevista a inscrição de marcas horizontais com os destinos de viragem ? O excesso de sinalização direccional pode confundir o condutor e exigir-lhe tempo de percepção excessivo ? | | |
| 12 | Será necessário prever pavimento antiderrapante nalgum acesso à intersecção | | |
| 13 | Foi prevista a existência de zonas do pavimento da intersecção de cor e tipo diferentes ? Se sim, verificar a resistência à derrapagem do pavimento previsto. | | |
| 14 | O sistema de marcas rodoviárias é satisfatório ? As áreas de separação entre vias de viragem e de atravessamento têm características de visibilidade adequadas ? Prever marcadores ? | | |
| GERAL | | | |
| 15 | No estado adulto, a vegetação (existente e prevista) irá prejudicar a visibilidade ou constituir obstáculo perigoso ? | | |
| 16 | A vegetação irá facilitar a percepção dos trajectos de viragem ? | | |

| Lista de Controlo 6 | | Intersecções com controlo por prioridade ou STOP | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 17 | As passagens de peões previstas são seguras ? a) Será necessário prever ilhas centrais de protecção aos peões ? Se previstas têm a dimensão suficiente ? b) A visibilidade nestas áreas é a adequada ? c) Verificar Lista de Controlo 6, no que se refere a atravessamentos pedonais. | | |
| 18 | O acesso a instalações fixas de controlo de tráfego, ou outras, é seguro ? Estas instalações (caixas, cabines etc.) não constituem obstáculo perigoso para um veículo desgovernado? | | |
| 19 | Foi considerada a utilização do espaço da intersecção por utentes vulneráveis (crianças, terceira idade, deficientes etc.), nomeadamente em zonas de atravessamento de povoações. | | |
| 20 | Se existentes, as paragens de transportes públicos estão adequadamente localizadas ? É seguro o acesso dos peões às paragens ? | | |
| 21 | Os acessos a propriedades privadas marginais foram afectados ? Os acessos alternativos são adequados para prevenir comportamentos arriscados dos utentes destes acessos ? | | |
| 22 | O estacionamento de veículos ou as paragens de transportes públicos podem contribuir para conflitos envolvendo também o tráfego circulante na intersecção ? | | |

| Lista de Controlo 6 | | Intersecções com controlo por prioridade ou STOP | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 23 | <p>Está prevista a sinalização dos esquemas de circulação temporária em vigor durante as obras de construção ? Será necessária ?</p> <p>- Tipo e quantidade dos sinais previstos;</p> <p>- Localização;</p> <p>- Quando serão colocados e quando serão removidos ?</p> | | |
| 24 | Outras verificações específicas : | | |

| Lista de Controlo 7 | | Sinalização Semafórica | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| VISIBILIDADE DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA | | | |
| 1 | <p>Verificar o posicionamento do primeiro sinal relativamente ao traçado:</p> <p>a) A distância de visibilidade de paragem está garantida para as velocidades de circulação ?</p> <p>b) Os sinais estão bem localizados em termos de visibilidade ?</p> <p>c) Os condutores são atempadamente informados de que se aproximam de sinalização semafórica ?</p> | | |
| 2 | <p>A velocidade de projecto prevista é realista ?</p> <p>Será de prever sinais de limite de velocidade?</p> | | |
| 3 | <p>Os sinais são imediatamente perceptíveis para veículos que entrem na estrada a partir de acessos locais ou privados ?</p> | | |
| 4 | <p>A vegetação, o mobiliário urbano ou outros objectos na berma poderão obstruir a visibilidade dos semáforos</p> | | |
| 5 | <p>Será provável que a paragem frequente de transportes públicos ou veículos pesados possa obstruir a visibilidade dos semáforos ?</p> <p>Proibir a paragem ?</p> <p>Alterar o local da paragem de autocarros ?</p> | | |
| 6 | <p>Avaliar a visibilidade da sinalização luminosa, ou outra, em termos de contraste relativamente ao fundo (background), se há hipótese de encandeamento ou de a sinalização se confundir com motivos de fundo. Prever painéis de contraste ou alterar geometria e/ou localização.</p> <p>- Ajustar altura dos semáforos ?</p> <p>- É necessária a construção de ilha central para instalação de mais sinalização ?</p> | | |
| 7 | <p>Existe risco de encandeamento durante a alvorada ou o ocaso ?</p> | | |

| Lista de Controlo 7 | | Sinalização Semafórica | |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 8 | A iluminação nocturna poderá dificultar a percepção do sinal luminoso que está aceso? | | |
| PREVENÇÃO DAS INFRAACÇÕES AO SINAL VERMELHO | | | |
| 9 | Os sinais de aviso de semáforos deverão ser complementados com sinalização adicional de distância aos semáforos ? | | |
| 10 | Deverá prever-se a existência de ilha central para colocação de uma coluna de sinais luminosos adicional ? | | |
| 11 | Existirá alguma noção de "continuidade visual" que deva ser interrompida ? | | |
| 12 | Existe coordenação entre os sinais ? (A coordenação contribui para um menor número de infracções do sinal vermelho) | | |
| 13 | O contraste (de superfície ou de iluminação nocturna) poderá ajudar a percepção? | | |
| 14 | São necessárias medidas complementares de redução da velocidade de aproximação ? | | |
| 15 | Serão visíveis e potencialmente confusos os semáforos de regulação do tráfego na estrada intersectante ? | | |
| 16 | Outros sinais luminosos próximos poderão também confundir os condutores dos veículos que se aproximam ? | | |
| 17 | O semáforo para viragens à esquerda em vias afectas a este movimento, poderá ser confundido pelo tráfego de atravessamento ou vice-versa ? | | |
| VIRAGENS A ESQUERDA | | | |
| 18 | Os postes de sinalização na ilha central direccional poderão obstruir a visibilidade ? | | |
| 19 | As marcações no pavimento devem ser melhoradas ? | | |

| Lista de Controlo 7 | | Sinalização Semafórica | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 20 | As viragens à esquerda devem ser proibidas ? Avaliar trajectos alternativos. | | |
| 21 | Verificar a existência de acessos locais ou privados dentro, ou nas proximidades, da intersecção que possam constituir risco. Foram previstas medidas de controlo deste tráfego ? | | |
| PEÕES | | | |
| 22 | As passagens de peões marcadas constituem o trajecto habitual dos peões ? Todo o atravessamento está controlado por sinalização luminosa ? | | |
| 23 | São necessárias guardas ou vedações para guiar os peões? | | |
| 24 | As marcações de paragem dos veículos deverão ser recuadas relativamente aos postes dos semáforos ? | | |
| 25 | Verificar os intervalos de verde e entre verdes sucessivos. Garantem a segurança dos peões mesmo em viragens à esquerda ? | | |
| 26 | A programação dos sinais atendeu à segurança dos peões, mesmo de utentes mais lentos ? | | |
| 27 | Considerar um fase de "sinais todos vermelhos" com verde para os peões. Qual teria de ser o tempo de espera para os peões ? O verde dos peões na estrada principal (com maior tempo de verde) deve seguir-se imediatamente ao vermelho para o tráfego motorizado. | | |

| Lista de Controlo 7 | | Sinalização Semafórica | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 28 | As ilhas centrais de protecção para os peões têm a dimensão suficiente ? Será necessário desalinhar os atravessamentos da duas faixas de rodagem ? - Desalinhar para a direita, de modo a que os peões visualizem o tráfego quando se aproximam da passadeira que vão utilizar. | | |
| 29 | Os condutores dos veículos têm boa visibilidade relativamente aos peões que aguardam, na ilha central ou noutra localização, para atravessar ? | | |
| 30 | Não existe qualquer tipo de obstrução visual que interrompa o contacto visual directo entre peões e condutores de veículos ? (Mesmo em viragens à esquerda). | | |
| 31 | A iluminação prevista abrange os passeios e os acessos de peões à passagem pedonal ? | | |
| 32 | Existe espaço nos locais de espera dos peões (passeios e ilhas centrais) para ciclistas e utentes em cadeiras de rodas ? | | |
| GERAL | | | |
| 33 | Foram removidas todas as marcações antigas no pavimento ? É necessário aumentar a resistência à derrapagem da superfície do pavimento ? | | |
| 34 | Existe volume de tráfego de veículos pesados importante ? No caso afirmativo, foram contempladas as alterações necessárias à respectiva passagem ? | | |
| 35 | O número de entradas no cruzamento é igual ao número de saídas ? | | |

| Lista de Controlo 7 | | Sinalização Semafórica | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 36 | Qual o tipo de pavimento utilizado nas entradas do cruzamento (por ex., superfície com maior resistência à derrapagem) e em que condições se encontra ? | | |
| 37 | Foi adequadamente considerada a situação dos peões com limitações de mobilidade (terceira idade, deficientes, cadeiras de rodas etc.) ? | | |
| 38 | Está prevista sinalização temporária especial durante a construção ? Será necessária ? - Tipo e quantidade dos sinais previstos. - Localização. - Quando serão colocados e quando serão removidos ? | | |

| Lista de Controlo 8 | | Rotundas | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| GEOMETRIA | | | |
| 1 | O traçado da rotunda reduzirá a velocidade da forma pretendida? a) As larguras e ângulos de deflexão das entradas e saídas são os adequados ? b) A localização da ilha central é adequada à curvatura desejável das trajectórias de atravessamento? c) A dimensão da ilha central é adequada? d) As larguras das vias de circulação são adequadas ? | | |
| 2 | O número de vias de entrada e de saída da rotunda é adequado aos volumes de tráfego esperados, e está de acordo com o número de vias de circulação nas estradas ? | | |
| 3 | A ilha central é circular ? | | |
| 4 | A circulação dos veículos pesados foi considerada em termos que garantam a segurança ? | | |
| 5 | As características de inclinação transversal e de drenagem superficial do pavimento são as adequadas ? | | |
| 6 | As inclinações transversais são excessivas e poderão originar o risco de deslizamento para algum tipo de veículo? | | |
| PEÕES E CICLISTAS | | | |

| Lista de Controlo 8 | | Rotundas | |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 7 | <p>Deverão ser introduzidas medidas especiais para ciclistas ?</p> <p>As medidas propostas são seguras ?</p> <p>- Os ciclistas devem ser conduzidos por fora das rotundas que permitam velocidades elevadas de circulação.</p> <p>- Idem nas rotundas com mais do que uma via em cada entrada ou saída.</p> | | |
| 8 | <p>Os peões têm atravessamentos satisfatórios ?</p> <p>a) Haverá necessidade de prever passagens de peões ?</p> <p>b) Os ilhéus direccionais têm dimensão para acomodar os peões que tenham de aguardar oportunidade de atravessamento ?</p> <p>c) Haverá necessidade de colocar lancis ou vedações para protecção dos peões ?</p> <p>d) Os peões terão trajectos alternativos excessivamente longos ?</p> <p>- As passagens de peões muito próximas das saídas da rotunda colocam por vezes dois pontos de conflito excessivamente próximos.</p> | | |
| 9 | <p>Haverá necessidade de executar rampas nos lancis em acessos de peões para considerar as cadeiras de rodas ?</p> | | |
| 10 | <p>Foi considerada adequadamente a situação dos peões com limitações de mobilidade (terceira idade, crianças, deficientes, cadeiras de rodas etc.) ?</p> | | |
| 11 | <p>Se existirem paragens de transporte público estão bem localizadas ?</p> <p>Os trajectos de acesso pedonal são suficientemente seguros ?</p> | | |
| ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO | | | |

| Lista de Controlo 8 | | Rotundas | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 12 | <p>Existe adequada percepção antecipada de que se aproxima uma rotunda a juzante?</p> <p>a) Serão necessários sinais de aviso prévios ?</p> <p>b) Serão necessários sinais de cedência de prioridade no lado esquerdo das vias de entrada ?</p> <p>- É recomendada a instalação de sinais de orientação.</p> <p>- Não se recomenda a utilização de sinais de orientação em número excessivo, por exigirem períodos de percepção e leitura pelos condutores excessivamente longos.</p> | | |
| 13 | <p>As marcas rodoviárias garantem a todos os tipos de utentes a máxima segurança ?</p> | | |
| 14 | <p>Foi proposta a iluminação suficiente para garantir a visibilidade da rotunda ?</p> <p>- Em zonas rurais, sem iluminação da estrada, pelo menos a ilha central deve ser iluminada.</p> <p>- A iluminação concentrada apenas nas passagens de peões deve ser evitada, por dificultar a percepção correcta da rotunda.</p> | | |
| 15 | <p>As passagens para peões (eventualmente, pistas para ciclistas) estão iluminadas de forma adequada ?</p> | | |
| 16 | <p>Evitar situações em que a percepção óptica transmitida pela iluminação da estrada antes e depois da rotunda não dê a ideia de continuidade ?</p> | | |

| Lista de Controlo 8 | | Rotundas | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 17 | Os sinais e postes de iluminação estão correctamente posicionados? a) Verificar distâncias, dimensões e visibilidade dos sinais. b) Os sinais afectam a visibilidade (do ponto de vista dos condutores de ligeiros e pesados) ? c) Os sinais ou colunas nas ilhas direccionais não afectarão excessivamente a visibilidade, ou poderão ocultar peões ? d) Os postes são frágeis, em caso de colisão por veículo ? | | |
| GERAL | | | |
| 18 | Existem amortecedores de choque para proteger o tráfego de obstáculos perigosos ? | | |
| 19 | A vegetação ajuda a tornar a rotunda mais visível, e 'legível' ? A vegetação não impede a visibilidade adequada ? | | |
| 20 | Foi prevista, ou é necessária, a utilização de pavimentos de cor ou textura diferentes ? | | |
| 21 | A superfície das áreas galgáveis (previstas exclusivamente para trajectórias curvas dos veículos pesados) é suficientemente incómoda para ser evitada pelos veículos ligeiros? | | |
| 22 | Há acessos privados não afectados, que possam vir a ser usados como entradas adicionais na zona de circulação ? | | |

| Lista de Controlo 8 | | Rotundas | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 23 | <p>Está prevista sinalização específica durante a construção ? Será necessária ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo e quantidade dos sinais previstos. - Localização. - Quando serão colocados e quando serão removidos ? | | |

| Lista de Controlo 9 | | Nós de ligação | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 1 | As saídas da estrada principal encontram-se sistematicamente do mesmo lado das obras de arte (a montante ou a juzante) ? | | |
| 2 | Existe percepção atempada do nó de ligação e pré-sinalização de orientação adequada ? | | |
| 3 | O número de vias é adequado ao volume de tráfego e equilibrado (vias de saída versus plena via e zonas de entrecruzamento) ? - Evitar duplicação de vias em estradas de faixa única (por exemplo, para favorecer ultrapassagens) em zonas de decisão e de sobrecarga de trabalho mental. | | |
| 4 | Os taludes de escavação ou aterro são suficientemente suaves, bem como as inclinações das valetas, para possibilitar saídas menos violentas em caso de acidente ? | | |
| 5 | As vias paralelas, de aceleração e de abrandamento, têm comprimento e visibilidade suficientes ? | | |
| 6 | O traçado das vias de ligação é adequado às velocidades de circulação esperadas ? | | |
| 7 | A área adjacente à faixa de rodagem junto às obras de arte tem características adequadas, em termos de inclinação, ausência de obstáculos e necessidade de guardas de segurança ? | | |
| 8 | O tráfego está adequadamente protegido dos elementos estruturais rígidos ? | | |
| 9 | O perfil transversal tipo da estrada principal é mantido na zona das obras de arte ? | | |
| 10 | A zona de divergência do tráfego no nó de ligação está livre de obstáculos ? (Devem ser previstos amortecedores de choque ?) | | |

| Lista de Controlo 9 | | Nós de ligação | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| Projecto: | | | |
| Auditor: | | Data: | |
| Nº | Descrição | Visto | Comentários |
| 11 | A sinalização que se encontra na zona de divergência do tráfego é suficientemente frágil, e sem fundações rígidas salientes ? | | |
| 12 | O traçado projectado dificulta a possibilidade de circulação em sentido contrário ao permitido nas vias de ligação do nó ? | | |
| 13 | A iluminação prevista para o nó é satisfatória ? | | |
| 14 | Avaliar a drenagem superficial, em especial nas zonas de transição em que é alterado o perfil transversal tipo. | | |
| 15 | O nó está adequadamente sinalizado ? As marcas no pavimento induzem claramente à execução dos movimentos permitidos ? | | |
| 16 | As características superficiais do pavimento, em especial nas vias de abrandamento e de aceleração são as convenientes ? | | |