

# CRITÉRIOS DE SEGURANÇA PARA A ÁREA ADJACENTE À FAIXA DE RODAGEM

Carlos Roque<sup>1</sup>, João Lourenço Cardoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes. Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança., Av do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

email: [croque@lneec.pt](mailto:croque@lneec.pt)

<sup>2</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Transportes. Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança, Av do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

---

## Sumário

*O LNEC, através do seu Departamento de Transportes e por solicitação do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I.P., elaborou um relatório para o estabelecimento de disposições normativas relativas ao dimensionamento da AAFR em estradas da Rede Rodoviária Nacional (RRN). Na presente comunicação apresentam-se os principais critérios a seguir para avaliação dos efeitos das características da AAFR sobre a sinistralidade em estradas da RRN de acordo com o referido relatório, sendo apresentadas as características da AAFR preconizadas para estradas portuguesas.*

---

**Palavras-chave:** Projecto rodoviário; Área adjacente à faixa de rodagem; Segurança; Norma

## 1 INTRODUÇÃO

Na União Europeia (UE), morrem anualmente cerca de 37 300 pessoas e 1.6 milhões ficam feridas em acidentes rodoviários (dados de 2009). Os despistes e as colisões entre veículos e objectos fora da faixa de rodagem, tais como árvores ou postes de sinalização, são um problema de segurança rodoviária relevante. Acresce que o número de acidentes desta natureza não tem vindo a diminuir nos últimos anos, ao contrário do que aconteceu com a sinistralidade rodoviária em Portugal em termos globais.

Neste contexto, é fundamental o correcto dimensionamento da infra-estrutura rodoviária, como forma de, por um lado, reduzir os erros humanos (o que, por sua vez, conduz a uma redução dos acidentes verificados) e, por outro, minorar a gravidade das consequências dos acidentes que ocorram (o que pode levar a uma diminuição do número de mortos e feridos originados nesses acidentes).

O interesse do estabelecimento de valores recomendáveis para as características da área adjacente à faixa de rodagem (AAFR) é, pois, elevado, podendo ser útil na área de segurança rodoviária, nomeadamente na definição das normas de projectos de estradas novas ou da beneficiação de estradas existentes e nas auditorias de segurança rodoviária.

Ao nível internacional, as normas de traçado rodoviário têm evoluído ao longo do tempo acompanhando a melhoria dos conhecimentos sobre engenharia de tráfego e de segurança. Diversos estudos sobre o tema da AAFR têm sido desenvolvidos nos EUA desde a década de 1960.

Na Europa, a publicação dos primeiros resultados de estudos realizados sobre o tema da AAFR na Holanda e na Suécia data do início da década de 1970. Na década de 1990 destaca-se a publicação pelo European Transport Safety Council (ETSC) de um relatório designado “*Forgiving Roadsides*” [1], o qual delimita a escala do problema num largo conjunto de países europeus, caracterizando o estado da arte e a prática corrente à data, abordando as suas implicações políticas a nível europeu, nacional e local.

No âmbito de programas-quadro de investigação e desenvolvimento da União Europeia, têm sido desenvolvidos nos últimos anos diversos trabalhos onde se trata da AAFR, designadamente nos projectos SAFESTAR (4º PQI&D), RISER (5º PQI&D) e RANKERS (6º PQI&D), e da actividade do EuroRap.

Em Portugal têm sido desenvolvidos estudos nesta área desde a década de 1970. São de referir os trabalhos realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) no final da década de 1970 e inícios da década de 1980, de que resultou, nomeadamente, uma proposta de recomendações para classificação e para critérios de instalação e selecção de guardas de segurança (citados em [2]). No início da década de 2000, a influência das características da AAFR na sinistralidade rodoviária foi analisada no LNEC, tendo daí resultado a publicação de um relatório intitulado “*Área Adjacente à Faixa de Rodagem de Estradas Interurbanas e Sinistralidade*”, estudo realizado para o Instituto para a Conservação e Exploração da Rede Rodoviária (ICERR) [3]. Neste trabalho, a relação entre as características da AAFR e a sinistralidade foram analisadas e foi feita uma primeira abordagem à análise económica dessa relação. Do mesmo trabalho resultou uma dissertação para obtenção do grau de Mestre em Transportes, intitulada “*Influência das Características da Área Adjacente à Faixa de Rodagem na Sinistralidade Rodoviária.*” [4].

O LNEC, através do seu Departamento de Transportes e por solicitação do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I.P., elaborou em 2011 um relatório para o estabelecimento de disposições normativas relativas ao dimensionamento da AAFR em estradas da Rede Rodoviária Nacional (RRN) [2]. Na presente comunicação apresentam-se os principais critérios a seguir para avaliação dos efeitos das características da AAFR sobre a sinistralidade em estradas da RRN de acordo com o referido relatório, sendo apresentadas as características da AAFR preconizadas para estradas portuguesas tendo por base um levantamento da prática internacional.

## **2 OS CONCEITOS DE “ESTRADA AUTO-EXPLICATIVA” E “AAFR TOLERANTE”**

O traçado rodoviário e a AAFR fornecem informação visual aos condutores dos veículos. O tipo de estrada – uma auto-estrada ou uma estrada rural – deve ser compreensível pelo condutor sem o recurso a sinalização que o explicita. A largura da faixa de rodagem, o tipo de marcação rodoviária e as características da AAFR, entre outros aspectos, devem fornecer pistas aos condutores acerca do seu correcto posicionamento na faixa de rodagem e da velocidade a que devem circular, dando indicações acerca do tipo de utilizadores que é expectável encontrar na infra-estrutura (por exemplo a existência de passeios indicia a possibilidade de circulação de peões) [5].

O conceito de Estrada Auto-explicativa pressupõe uma configuração da estrada e do respectivo ambiente rodoviário que condicionem o comportamento dos condutores, promovendo, assim, elevados níveis de segurança. Ao definir e manter procedimentos coerentes e uniformes para o projecto da faixa de rodagem e da AAFR, consegue-se que a estrada corresponda às expectativas dos utentes rodoviários e que estes possam perceber alterações nas condições de operação (por exemplo, a existência de cruzamentos de nível ou a presença de peões), mesmo que não tenham observado qualquer sinal a indicar essas alterações. A concepção e o dimensionamento do ambiente rodoviário devem permitir que a estrada transmita o contexto em que o condutor se encontra inserido.

Estes são aspectos da AAFR que fornecem indicações ao condutor, que indiciam naturalmente quais as condições de condução adequadas para um determinado trecho de estrada; no entanto, o contrário também pode verificar-se, como, por exemplo, quando uma linha de balizagem criada por árvores que se vão afastando da estrada induz a sensação de diminuição da velocidade, quando na realidade esta permanece constante. Os factores humanos que influenciam as condições do tráfego não devem ser ignoradas no projecto de AAFR seguras. Dois elementos críticos que podem ser influenciados pelos obstáculos presentes na AAFR são a velocidade do tráfego e o posicionamento transversal dos veículos [5].

Uma “Estrada Auto-explicativa” é então uma estrada concebida e construída de forma a que o comportamento adequado dos condutores seja facilmente percebido e adoptado por estes, evitando assim erros na condução [6].

O segundo conceito a destacar é o de “AAFR tolerante” (“forgiving roadside”). Na área da segurança rodoviária foram obtidos avanços graças ao desenvolvimento de equipamento de segurança eficaz do ponto de vista mecânico e económico, ao melhoramento das características geométricas do traçado, à utilização de zonas de segurança, ao desenvolvimento do processo de concepção, selecção e conservação dos elementos de segurança e à aceitação geral da filosofia subjacente a este conceito.

A maioria dos melhoramentos na segurança envolvendo a AAFR ocorreu a partir da década de 60 [7]. Antes disso pouca atenção era dada à segurança destes elementos, sendo a culpa pelos despistes e colisões entre veículos e objectos fora da faixa de rodagem normalmente atribuída à má preparação dos condutores. Esta interpretação da realidade conduziu a que não fosse dada a devida atenção aos elementos de segurança quer ao nível de projecto quer ao nível da construção das infra-estruturas. Basicamente, uma AAFR tolerante é uma AAFR livre de obstáculos que possam causar danos consideráveis aos ocupantes de um veículo descontrolado. Sendo esta a situação ideal, nem sempre é possível de concretizar, tornando-se assim necessário tratar esse tipo de obstáculos, dotando-os de suportes frágeis ou protegendo o tráfego com sistemas de retenção de veículos. A questão central desta problemática é a de saber quais as características desejáveis para a AAFR.

Por último, é de referir o exemplo da Suécia que, no âmbito da denominada “Visão Zero”, já incorpora nas suas normas o conceito de “AAFR tolerante”.

É sabido que o sistema de transportes não está, muitas vezes, adaptado ao facto dos seus utilizadores cometerem erros. Amiúde, pequenos erros são punidos com a morte. O trabalho desenvolvido na Suécia, no âmbito da “Visão Zero”, baseia-se no princípio de tudo fazer para evitar a ocorrência de mortos ou feridos graves em resultado de acidentes rodoviários. Ao mesmo tempo que é feito um esforço para prevenir os acidentes, o sistema de transportes é dimensionado tendo em consideração a ocorrência de erros humanos e a inevitabilidade dos incidentes, procurando-se que deles não resulte um único morto ou ferido grave [2].

### **3 CRITÉRIOS PARA O DIMENSIONAMENTO DA AAFR**

É importante identificar os factores que afectam os movimentos de um veículo descontrolado na zona livre, e que sejam eventualmente relevantes como critérios para o dimensionamento da AAFR. Para esse efeito é fundamental, por um lado, quantificar algumas variáveis associadas a esses factores e, por outro, analisar os resultados obtidos pela observação de incursões, ou de acidentes, na AAFR.

#### **3.1 Princípios teóricos de dimensionamento**

A velocidade e o ângulo com que um veículo sai da faixa de rodagem dependem de diversos factores. Em termos físicos, o ângulo de saída é uma importante variável de análise. Este ângulo depende de diversos factores: do atrito entre os pneus e a estrada, da velocidade a que o mesmo se desloca, da distância transversal do veículo relativamente à zona de saída da faixa de rodagem, e das características geométricas da infra-estrutura.

Na prática, verifica-se que um veículo pode sair da faixa de rodagem com uma grande variedade de ângulos de saída, dependendo dos acontecimentos ocorridos imediatamente antes dessa mesma saída. Por exemplo, um veículo envolvido numa colisão pode desviar-se antes de sair da faixa de rodagem ou pode corrigir excessivamente a sua trajectória e acabar por sair da faixa de rodagem pelo lado oposto ao envolvido na colisão. Se nenhum destes acontecimentos ocorrer, a trajectória mais provável do centro de massa de um veículo descontrolado pode ser calculada como uma função da velocidade de saída, da distância do veículo ao limite da faixa de rodagem e do coeficiente de atrito.

Se o objectivo principal da zona livre for a eliminação de embates com obstáculos perigosos a velocidades de embates superiores a um determinado valor, a extensão transversal da zona livre deverá acomodar os movimentos dos veículos até que esta velocidade seja alcançada.

A sobrevivência de um ser humano num acidente rodoviário depende da forma como é absorvida a energia cinética do veículo pelo acidente. Geralmente, o corpo humano desprotegido não sobrevive a impactos a velocidades superiores a 40 km/h [5]. Nos veículos modernos, e em caso de acidente, parte da energia é absorvida pela estrutura do veículo e pelos seus sistemas de retenção. Porém, os veículos são otimizados para ensaios de choque padronizados, e situações de acidente com um único veículo, como é o caso dos despistes, não estão bem representadas nos requisitos de concepção dos veículos. É importante notar que 40 km/h foi igualmente o limite para os ferimentos fatais observados para muitos dos obstáculos perigosos documentados na base de dados de acidentes do projecto europeu RISER [5].

A conjugação da capacidade de absorção de energia do carro com a da infra-estrutura rodoviária majora a protecção relativamente à energia de impacto.

A geometria da AAFR, e especialmente a inclinação dos taludes, desempenha um papel fundamental na frequência e gravidade dos acidentes pela sua influência determinante para a ocorrência de capotamento, um dos acontecimentos potencialmente mais perigosos em acidentes com um único veículo.

### **3.2 Observação de incursões na AAFR**

Conhecem-se três estudos realizados com o objectivo de modelar as incursões na AAFR, tendo por base dados obtidos directamente pela sua observação: Hutchinson e Kennedy [8], Cooper (citado em [2]) e Calcote et al. (citado em [2]). Todos estes estudos foram desenvolvidos na América do Norte.

O estudo de Hutchinson e Kennedy envolveu a observação dos trilhos deixados pelas rodas de veículos nos separadores centrais (cobertos, em cerca de 20% dos casos, de neve) de 3 auto-estradas interestaduais (inauguradas à data de realização do estudo), cujo limite de velocidade era de 70 milhas/hora (cerca de 112 km/h). Este estudo envolveu um conjunto de 485 observações, entre Julho de 1960 e Abril de 1964, no Estado do Illinois.

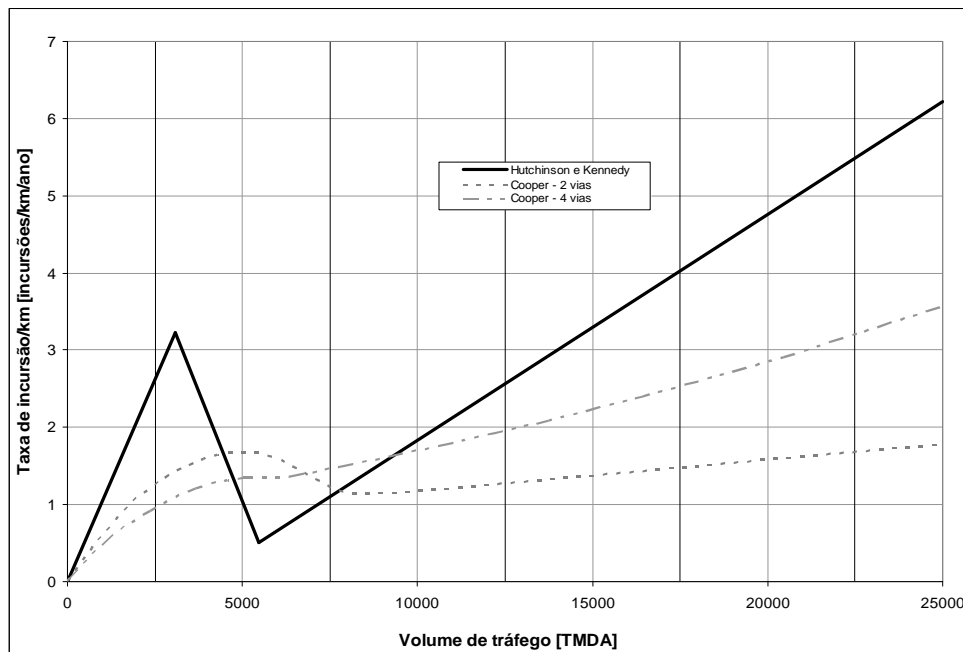
Cooper realizou um estudo semelhante no Canadá no final da década de 1970. Este estudo contou com observações semanais dos trilhos de rodas em áreas adjacentes à faixa de rodagem cobertas por relva. Estas áreas diziam respeito a estradas rurais de diferentes classes funcionais. Foram observados cerca de 1 900 trilhos ao longo da AAFR de 4 560 km de estrada. Os períodos de recolha de dados ocorreram fundamentalmente durante os meses de verão (Julho a Outubro de 1978) em estradas com limites de velocidade entre 80 e 100 km/h.

A partir dos anos 70 são escassos os estudos de sinistralidade envolvendo a AAFR desenvolvidos nos Estados Unidos, sendo, no entanto, de referir que está em curso a revisão do “Roadside Design Guide” que resulta, entre outras, da necessidade sentida no referido país de revisão destes conceitos. Estes estudos são extremamente importantes, tendo vindo a servir de base aos trabalhos realizados em diversos países europeus. Contudo, é necessário realçar que os estudos americanos se baseiam na realidade desse país nos anos 60 e 70, tendo, por isso, diferenças significativas relativamente à situação europeia actual, nomeadamente no que diz respeito à massa e às características de resistência ao choque dos veículos, bem como às velocidades praticadas. Não obstante, os resultados dessa investigação mantêm-se, em muitos aspectos, ainda hoje válidos nos EUA [2].

A pesquisa desenvolvida na década de 1980 por Calcote et al. utilizou monitorização electrónica nas estradas rurais e sistemas vídeo ao longo das estradas em meio urbano. Contudo, a monitorização com recurso a equipamento electrónico não foi bem sucedida devido a problemas técnicos, nem a utilização de sistemas vídeo deu resultados satisfatórios.

Conforme ilustrado na Figura 1, tanto Hutchinson e Kennedy como Cooper demonstraram que a taxa de incursão por quilómetro aumenta muito rapidamente a partir de volumes de tráfego reduzidos e, de seguida, estabiliza ou diminui (para um tráfego médio diário entre 3 000 e 8 000 veículos). Este desenvolvimento da curva tem sido explicado pela

análise do comportamento dos condutores. Para pequenos volumes de tráfego os condutores têm a sua velocidade pouco condicionada por outros veículos e tendem a conduzir mais depressa. Esta combinação de factores poderá levar a uma maior incidência de erros do condutor, resultando em maiores taxas de incursão por quilómetro. Com o aumento dos volumes de tráfego começa a haver uma maior interacção com outros veículos, o que conduz a uma melhor identificação da faixa de rodagem e a uma diminuição da monotonia da condução [10]. Estes factores podem explicar a estabilização ou a redução na taxa de incursão por quilómetro observada para volumes de tráfego moderados. À medida que os volumes de tráfego aumentam, o incremento da exposição associada a veículos adicionais poderá superar este efeito e levar ao aumento desta taxa.



**Figura 1** – Frequência de incursões (adaptado de [9])

Estes estudos apresentam, contudo, algumas limitações. No estudo de Hutchinson e Kennedy não é possível determinar com segurança se um veículo está, ou não, sob controlo do seu condutor, apenas pela observação das marcas deixadas pelas rodas. Apesar da neve no separador central ser um impedimento significativo para veículos que pretendam deixar a faixa de rodagem de forma intencional (ou seja, uma saída controlada), verificou-se que algumas das marcas observadas envolviam veículos que, alegadamente, pretendiam inverter o sentido de marcha em separadores centrais pavimentados e cobertos de neve.

Outra limitação importante do referido estudo corresponde ao facto de os dados terem sido recolhidos apenas em auto-estradas interestaduais, sendo possível argumentar que os dados não podem nem devem ser extrapolados para outras classes funcionais da rede rodoviária.

Finalmente, os dados foram recolhidos em trechos relativamente planos e em alinhamentos rectos, havendo pouca informação disponível sobre o traçado destas estradas (em planta e perfil longitudinal) para determinar os efeitos que estes parâmetros tiveram sobre as taxas de incursão.

No estudo realizado por Cooper verifica-se uma sub-representação das condições climáticas adversas, tendo as velocidades registadas sido consideravelmente inferiores às observadas nas estradas interestaduais do estudo de Hutchinson e Kennedy. Este estudo é igualmente incapaz de distinguir entre incursões controladas e não controladas (tal como acontece no estudo de Hutchinson e Kennedy). Por outro lado, o Verão é igualmente um período em que se intensifica a manutenção das estradas e onde se verifica um aumento da actividade agrícola com equipamentos lentos e veículos que ocasionalmente utilizam as zonas relvadas da AAFR. É contudo possível que a inclusão de incursões controladas tenha compensado qualquer redução nas taxas de incursão causada pelas melhores condições atmosféricas e pelas menores velocidades praticadas.

Quando comparadas, as taxas de incursão observadas por Cooper são um pouco inferiores às observadas por Hutchinson e Kennedy (ver Figura 1), facto que não surpreende dadas as melhores condições atmosféricas e as baixas velocidades de tráfego. Além disso, a detecção de incursões na berma ou na sua proximidade imediata é bastante difícil devido à existência de bermas pavimentadas. É pois provável que as incursões de pequena extensão transversal (entre 0 e 4 metros), estejam sub-avaliadas no estudo de Cooper.

Calcote *et al.* tentaram superar os principais problemas dos estudos efectuados quer por Cooper quer por Hutchinson e Kennedy, nomeadamente a não detecção de algumas incursões motivada pelas bermas pavimentadas e a incapacidade de distinguir incursões controladas e não controladas pela observação dos trilhos das rodas.

O recurso a equipamentos de vídeo (com o designado *time lapse video*, técnica bastante usada para filmar eventos com uma taxa de lentidão elevada) registou inúmeras incursões, mas não se revelou um método eficaz para distinguir entre incursões controladas e não controladas. A esmagadora maioria das incursões gravadas envolveu veículos deslocando-se lentamente ao longo da AAFR durante algum tempo, com posterior retorno à corrente de tráfego, sem mudanças bruscas de trajectória. Um condutor fatigado ou distraído ou um condutor a executar uma manobra controlada na AAFR, podem causar este tipo de incursão. Ao restringir a definição de incursões descontroladas a mudanças bruscas na trajectória do veículo ou a travagens bruscas, apenas 14 das, aproximadamente, 7 000 incursões registadas foram consideradas não controladas, o que dá uma proporção de cerca de 500 incursões controladas por cada incursão descontrolada. Complementarmente, a videovigilância só pôde ser usada em secções relativamente curtas de estrada, o que limitou a quantidade de dados que poderiam ser obtidos (citado em [2]). Como resultado, as conclusões deste estudo não são nem muito úteis nem muito utilizadas.

### 3.3 Obstáculos na AAFR

A presença junto a uma estrada de elementos tais como postes de electricidade e telefone, árvores, suportes de sinalização, barreiras de segurança, lancis, entre outros, deve merecer uma atenção redobrada, e ser acompanhada de um adequado dimensionamento da AAFR ou da instalação de um sistema de retenção dos veículos descontrolados.

O dimensionamento de uma AAFR segura pressupõe a identificação dos obstáculos perigosos nela presentes. Uma vez identificados, é possível estabelecer estratégias, ou medidas, adequadas para proteger o tráfego desses obstáculos perigosos.

Na descrição de obstáculos perigosos a ter em conta podem ser definidas duas classes: obstáculos pontuais e obstáculos lineares.

Estas duas classes correspondem a procedimentos distintos para a selecção de medidas mitigadoras. No entanto, a estratégia geral a ser aplicada a ambos os casos é comum e consiste nos passos seguintes:

1. Avaliação do obstáculo perigoso;
2. Se possível, remoção do obstáculo perigoso para fora da zona livre;
3. Não sendo possível, avaliação da possibilidade de modificação do obstáculo perigoso;
4. Em último caso, a protecção do tráfego com um sistema de retenção de veículos.

## 4 CARACTERÍSTICAS DA AAFR PRECONIZADAS PARA ESTRADAS PORTUGUESAS

### 4.1 Largura da Zona Livre

Tendo por base os princípios de dimensionamento teóricos da AAFR, relativos quer ao comportamento do veículo quer aos seus ocupantes, assim como a observação de incursões de veículos descontrolados na AAFR (a partir da qual é possível utilizar-se como critério a distância, medida desde o limite da faixa de rodagem, aos obstáculos perigosos atingidos por esses veículos) foram estabelecidas larguras de zona livre para estradas portuguesas.

Na Europa, na maioria dos casos, a largura da zona livre situa-se entre 6 e 10 m para velocidades de circulação de 100 km/h. Verifica-se ainda que, para velocidades menores a largura da zona livre também é menor, situando-se entre 4.5 e 7 m para estradas com velocidades de 80 km/h.

Em qualquer dos casos, os princípios para o dimensionamento adequado da zona livre são:

- A mitigação das consequências de um despiste;
- A concepção de uma AAFR cuja largura permita que a maioria dos veículos que saem da estrada não saia da zona livre;
- A existência de taludes que não causem o capotamento (taludes com inclinação superior a 1V:3H não devem ser considerados como parte integrante da zona livre, pelo que se preconiza a sua protecção com barreira de segurança sempre que a altura do talude de aterro seja superior a 3 metros);
- A não existência de obstáculos perigosos sem protecção para os ocupantes de um veículo descontrolado.

Deve assegurar-se que na zona livre apenas existam suportes frágeis que cedam facilmente quando atingidos por um veículo descontrolado, de modo a reduzir significativamente a gravidade das colisões com estes dispositivos. Nos casos em que esta solução seja inviável, deve considerar-se a introdução de um sistema adequado de retenção de veículos.

Para as estradas portuguesas preconizam-se as larguras de zona livre constantes no Quadro 1.

**Quadro 1** – Largura da zona livre de obstáculos [2].

| <b>Tipo de Estrada – Limite de velocidade</b> | <b>Largura [m]</b> |
|---|--------------------|
| Estradas rurais – 50 km/h                     | 2.5                |
| Estradas rurais – 90 km/h                     | 8                  |
| Estradas de faixa de rodagem única – 100 km/h | 10                 |
| Estradas de dupla faixa de rodagem – 100 km/h | 10                 |
| Estradas de dupla faixa de rodagem – 120 km/h | 13                 |

Os taludes em aterro com inclinação igual a 1V:3H deverão dispor de pontos de quebra<sup>1</sup> com um raio de curvatura não inferior a 9 metros, e uma área no pé do talude disponível para utilização em segurança por parte de um veículo descontrolado.

No caso de remodelação de estrada em operação, a zona livre deverá ser dimensionada para as condições da estrada em análise atendendo aos valores do Quadro 1 e às características da sinistralidade no trecho.

## 4.2 Obstáculos perigosos

A estratégia geral a ser aplicada relativamente aos obstáculos perigosos presentes na AAFR consiste nos passos seguintes:

1. Avaliação do obstáculo perigoso;
2. Remoção, sempre que possível, do obstáculo perigoso para fora da zona livre;
3. Avaliação da possibilidade de modificação do obstáculo perigoso, tornando-o atravessável;
4. Quando nenhum dos três tipos de soluções anteriores for viável, preconiza-se a protecção do tráfego com um sistema de retenção de veículos dimensionado de acordo com as *Recomendações para a selecção de selecção e colocação dos sistemas de retenção em estradas da RRN* [11]

O Quadro 2 (para obstáculos pontuais) e o Quadro 3 (para obstáculos lineares) definem as características dos obstáculos perigosos a considerar na AAFR. Estas medidas mínimas correspondem às conclusões da análise desenvolvida no âmbito do projecto europeu RISER [5], onde, sempre que possível, foram identificadas as velocidades de embate consideradas como perigosas a partir da reconstituição de acidentes, elaborada tendo como referência a base de dados detalhada de acidentes deste projecto europeu. A designada velocidade de embate perigoso corresponde à velocidade mínima a que um obstáculo perigoso pode ser embatido para causar ferimentos graves aos ocupantes do veículo descontrolado.

**Quadro 2** – Características dos obstáculos pontuais [2].

| Obstáculo  | Diâmetro [m] | Velocidade de embate perigoso [km/h] | Observações                                       |
|--|--------------|--------------------------------------|---|
| Árvores  | > 0.2        | 40                                   |   |
| Postes   |              |                                      |   |
| de electricidade e telefones   | > 0.2        | 40                                   |   |
| de iluminação  |              |                                      |   |
| dos painéis de sinalização   | > 0.1        | 40                                   |   |
| Suportes de sinalização vertical ou pré-sinalização                    | > 0.1        | 40                                   |   |
| Pedras de grandes dimensões  |              | 50                                   |   |
| Pilares de pontes, pontões e viadutos                                  |              | 50                                   |   |
| Bocas de aquedutos   |              | 50                                   |   |
| Passagens inferiores e outros obstáculos pontuais (vias férreas, rios) |              |                                      | Incluindo os que se encontram no pé do talude.    |
| Terminais de barreiras de segurança                                    |              |                                      | Terminais que não se deformam na direcção da AAFR |

<sup>1</sup> Correspondem aos pontos de ligação de dois taludes contíguos.



**Quadro 3** – Características dos obstáculos lineares [2].

| <b>Obstáculo</b>  | <b>Altura/<br/>Profundidade<br/>[m]</b>                       | <b>Inclinação</b> | <b>Velocidade de<br/>embate<br/>perigoso [km/h]</b> | <b>Observações</b>   |
|---|---|-------------------|---|--|
| Taludes<br>Em escavação   | > 0.2   | >1:1              | 40  |  |
| Em aterro   | > 0.1   | >1:1              | 40  |  |
| Valetas   | >0.75   | >1:3              | 40  |  |
| Taludes de escavação em<br>rocha /muros em rocha                  |   |                   | 50  |  |
| Muros de contenção  |   |                   |   | A menos de 1.5<br>metros da faixa de<br>rodagem                      |
| Construções   |   |                   | 0   |  |
| Vedações  |   |                   | >50   | Vedações para animais<br>não são consideradas<br>obstáculos perigos. |
| Árvores em fila   |   |                   | 50  |  |
| Estradas, vias-férreas e<br>zonas de água adjacentes à<br>estrada |   |                   | 0   |  |
| Barreiras de segurança  | Só as barreiras que não estejam em conformidade com a EN1317. |                   |   |  |

## 5 CONCLUSÕES

Com o estabelecimento de disposições normativas relativas ao dimensionamento da AAFR para estradas portuguesas, cujos conceitos base, critérios de avaliação e características da AAFR preconizadas ficaram sucintamente caracterizados na presente comunicação, procedeu-se à análise das características da AAFR relacionadas com a segurança rodoviária e a uma síntese das práticas actuais nesta matéria seguidas ao nível internacional.

A importância da avaliação das características da AAFR para a segurança rodoviária é amplamente reconhecida, e a necessidade de aprofundar os conhecimentos neste campo, nomeadamente no que diz respeito aos aspectos relevantes do comportamento dos ocupantes e veículos numa saída descontrolada da faixa de rodagem, é igualmente indispensável.

Neste contexto, o destaque vai para as características da zona livre de obstáculos perigosos e para a inclinação dos taludes presentes nesta zona livre como factor crítico para a segurança dos veículos que nela venham a circular.

Em resultado do levantamento da prática internacional na matéria em apreço e dos diversos estudos relacionados com a mesma, foram, como referido, elaboradas recomendações para o dimensionamento da AAFR em estradas portuguesas.

Com a elaboração de um relatório com as referidas recomendações [2] considera-se que foi dado um contributo importante para dar resposta às necessidades de planeamento e projecto das estradas da RRN, designadamente das características de perfil transversal tipo, do separador de sentidos e da AAFR.

Quando não for possível assegurar os valores preconizados neste relatório para o dimensionamento da zona livre da AAFR, torna-se necessário o recurso a sistemas de retenção rodoviários de veículos. Para a selecção e colocação

destes sistemas foram igualmente elaboradas recomendações que constam do relatório *Recomendações para a selecção de selecção e colocação dos sistemas de retenção em estradas da RRN* [11].

## **6 REFERÊNCIAS**

- 1 European Transport Safety Council – Forgiven Roadside, 1998.
- 2 Roque, C.; Cardoso, J.L. – Critérios de segurança para a área adjacente à faixa de rodagem. Estudo realizado por solicitação do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I.P. Relatório LNEC 199/2011, Lisboa, 2011.
- 3 Cardoso, J.L.; Roque, C.A. – Área Adjacente à Faixa de rodagem de Estradas Interurbanas e Sinistralidade. Relatório LNEC, Lisboa, 2001.
- 4 Roque, C.A. – Influência das Características da Área Adjacente à Faixa de rodagem na Sinistralidade Rodoviária. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Transportes, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2001.
- 5 RISER – D06: European Best Practice for Roadside Design. European Community R&TD Project, 5th Framework Programme “Growth”, Project "RISER" GRD2/2001/50088, 2006.
- 6 Matena S., Louwse W., Schermers. G., Vaneerdewegh P., Pokorny P., Gaitanidou L. (HIT), Elvik R. (TOI), Cardoso J. – Best Practice on Self-explaining and Forgiving Roads. RIPCORD-ISEREST Report D3, Federal Highway Research Institute (BASt), Bergisch Gladbach, Germany, 2005.
- 7 Hayes E.; Ross, Jr. – Evolution of Roadside Safety, in Roadside Safety Issues, Transportation Research Circular nº435, Transportation Research Board, 1995.
- 8 Hutchinson J. W., Kennedy T. W. – Medians of Divided Highways - Frequency and Nature of Vehicle Encroachments. Engineering Experiment Station Bulletin 487, University of Illinois, 1966.
- 9 Mak K.K., Sicking D.L. – Roadside Safety Analysis Program (RSAP) - Engineer’s Manual. NCHRP REPORT 492. Washington D C, USA., 2003.
- 10 Sicking, D. L. Lechtenberg, K. A., Peterson S. – Guidelines for Guardrail Implementation NCHRP REPORT 638. Project 22-12(02). National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board. ISBN: 978-0-309-11781-4, 2009.
- 11 Roque, C.A.; Cardoso, J.L. – Sistemas de retenção rodoviários de veículos. Recomendações para selecção e colocação. Estudo realizado por solicitação do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I.P. Relatório LNEC 382/2010, Lisboa, 2010.