

Recomendações para:
**DEFINIÇÃO E
SINALIZAÇÃO
DE LIMITES
DE VELOCIDADE
MÁXIMA**

DEFINIÇÃO E SINALIZAÇÃO DE LIMITES DE VELOCIDADE MÁXIMA



PRP

*Prevenção Rodoviária
Portuguesa*

FICHA TÉCNICA

TÍTULO

Recomendações para Definição e Sinalização
de Limites de Velocidade Máxima

AUTOR

João Lourenço Cardoso

DEPÓSITO LEGAL

309 600/10

ISBN

978-972-98080-4-3

Abril, 2010 – 1000 exemplares

© Prevenção Rodoviária Portuguesa



Instituto de Seguros de Portugal

RECOMENDAÇÕES PARA DEFINIÇÃO E SINALIZAÇÃO DE LIMITES DE VELOCIDADE MÁXIMA EM ESTRADAS PORTUGUESAS.

NOTA PRÉVIA

O presente documento foi elaborado no âmbito do projecto da Prevenção Rodoviária Portuguesa (PRP) financiado através do concurso “Reduzir a velocidade nas estradas portuguesas”, aberto pelo Ministério da Administração Interna.

A documentação técnica nacional de apoio ao projecto e gestão de infra-estruturas rodoviárias não tem contemplado recomendações técnicas para a escolha e afixação de limites de velocidade diferentes dos limites definidos no Código da Estrada. Tal lacuna, associada ao carácter essencialmente administrativo e normativo dos valores de velocidade referidos nas Normas de Traçado da Junta Autónoma de Estradas – de aplicabilidade prática restrita ao contexto para que foram definidos – tem condicionado a aplicação, no nosso País, de limites gerais diferenciados (dependentes, por exemplo, da função das rodovias fora de povoação) e gerado alguma imprecisão na selecção dos limites de velocidade locais (por exemplo em curvas). Esta situação tem dificultado a obtenção de coerência nas soluções e impedido a criação, pelos condutores (e demais interessados, como agentes de fiscalização e de gestão de via), de expectativas *a priori* comuns relativamente à validade e credibilidade dos limites afixados.

Com o presente documento pretende colmatar-se a referida lacuna, apresentando-se a proposta de um conjunto de critérios para escolha e afixação uniformes de limites de velocidade máxima nas estradas portuguesas, atendendo às características da envolvente rodoviária, do traçado e do registo histórico de sinistralidade das rodovias, aplicável em estradas interurbanas, travessias de localidades por estradas interurbanas e em áreas urbanas.

Na elaboração das presentes recomendações procurou atender-se ao quadro normativo legal e técnico existentes, designadamente o disposto nos actuais Código da Estrada e no Regulamento de Sinalização do Trânsito. Na realidade todas as recomendações apresentadas podem ser aplicadas no estrito cumprimento destes documentos. No entanto, é forçoso reconhecer que a totalidade dos potenciais benefícios das recomendações propostas só pode ser conseguida se, em futura revisão do Código do Estrada, forem alterados dois aspectos: a inclusão no art. 27.º de um novo tipo de via pública (as vias residenciais partilhadas), com regime normal de utilização próprio; e a associação ao sinal C13, de limites de velocidade diferenciados para veículos ligeiros de passageiros e para os restantes veículos, quando o limite afixado é superior a 40 km/h.

São devidos agradecimentos à Prevenção Rodoviária Portuguesa, em particular ao seu Secretário-Geral, Eng.º José Miguel Trigo, pelo desafio proposto; e, muito especialmente, ao Eng.º Carlos de Almeida Roque, pelos comentários, sugestões, ajuda na preparação dos exemplos de esquemas de sinalização, e revisão geral do documento. Naturalmente quaisquer deficiências remanescentes no documento são da inteira responsabilidade do seu autor.

João Lourenço Cardoso
(sócio n.º 464)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
2. VELOCIDADE DO TRÁFEGO	14
2.1 Factores influentes na escolha da velocidade pelos condutores	14
2.2 Efeitos da velocidade sobre aspectos da circulação	16
2.2.1 <i>Sinistralidade</i>	16
2.2.2 <i>Emissões aéreas</i>	21
2.2.3 <i>Mobilidade e economia</i>	21
2.3 Gestão da velocidade	22
3. CRITÉRIOS DE SEGURANÇA RELEVANTES PARA O ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE VELOCIDADE	25
3.1 Nota prévia	25
3.2 O conceito de “estrada auto-explicativa”	26
3.3 Critérios de segurança relevantes para o estabelecimento de limites de velocidade	28
3.3.1 <i>Resistência ao choque do ser humano</i>	28
3.3.2 <i>Hierarquia viária</i>	29
3.3.3 <i>Velocidade do tráfego, velocidade média e dispersão de velocidades</i>	32
3.3.4 <i>Geometria do traçado e características da área adjacente à faixa de rodagem (AAFR)</i>	34
3.3.5 <i>Controlo de acessos e densidade de intersecções</i>	36
3.3.6 <i>Volume de tráfego</i>	37
3.3.7 <i>Área adjacente à faixa de rodagem</i>	38
3.3.8 <i>Sinistralidade</i>	39
3.3.9 <i>Limite de velocidade máxima em trechos adjacentes</i>	40
3.3.10 <i>Salvaguarda de utentes vulneráveis</i>	40
4. LIMITES DE VELOCIDADE MÁXIMA GERAIS	42
4.1 Generalidades	42
4.2 Auto-estradas	46
4.3 Dentro de localidades	48
4.3.1 <i>Zonas de coexistência.</i>	51
4.3.2 <i>Zonas residenciais em áreas urbanas consolidadas, com limite de velocidade de 30 km/h</i>	52
4.3.3 <i>Vias urbanas de Nível I em zonas urbanas consolidadas, com limite de 70 ou 80 km/h</i>	52
4.3.4 <i>Atravessamento de povoação compacta, com limite de 40 km/h</i>	53
4.3.5 <i>Atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite superior a 50 km/h</i>	54
4.3.6 <i>Áreas urbanas consolidadas e atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite geral de 50 km/h</i>	55

4.4 Vias reservadas a automóveis e motociclos	56
4.5 Estradas interurbanas sujeitas ao regime de circulação fora das localidades	57
4.5.1 Estradas de dupla faixa de rodagem	59
4.5.2 Estradas nacionais de faixa de rodagem única, com controlo de acessos	61
4.5.3 Estradas de faixa de rodagem única sem controlo de acessos	65
4.5.4 Zonas industriais em áreas periurbanas	67
5. LIMITES DE VELOCIDADE LOCAIS	69
5.1 Zonas com Distância de Visibilidade de Travagem Restringida	70
5.2 Nas proximidades de curvas em planta	75
5.2.1 Generalidades	75
5.2.2 Distância de Visibilidade de Paragem	75
5.2.3 Aceleração Centrípeta	75
5.2.4 Homogeneidade de Traçado	77
5.3 Intersecções de nível	81
5.3.1 Impacte das dimensões dos triângulos de visibilidade em intersecções de nível com três ou mais ramos	82
5.3.2 Rotundas	84
5.4 Junto a locais de elevado perigo de conflito com utentes	84
5.4.1 Passagens para peões e para ciclistas	85
5.4.2 Escolas	85
5.5 Paragens de autocarros	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	90
ANEXO I – Fluxogramas de Selecção do Limite de Velocidade Máxima	91
ANEXO II – Exemplos de Determinação do Limite de Velocidade em Atravessamentos Urbanos	98
ANEXO III – Procedimentos para Caracterização da Distribuição de Velocidades não Impedidas	105
Número mínimo de medições por secção	106
ANEXO IV – Esquemas de Sinalização das Curvas de Classe de Homogeneidade “A”, “B”, “C” e “D”	111
ANEXO V – Esquemas de Sinalização de Zonas de Entrada em Equipamentos Escolares de Ensino Básico e Secundário	116
ANEXO VI – Esquemas de Sinalização de Paragens de Autocarro Com Gare	127

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Características do campo visual para várias velocidades (Fonte Babkov, 1987, citado em [34])	10
FIGURA 2	Factores influentes na escolha da velocidade pelos condutores (Extraído de [1])	15
FIGURA 3	Relação entre o risco de acidente e a diferença da velocidade de circulação relativamente à velocidade média (adaptado de [20])	17
FIGURA 4	Risco de morte num atropelamento, em função da velocidade de impacto (adaptado de [23])	19
FIGURA 5	Risco de morte de ocupante de veículo ligeiro em colisão frontal (adaptado de [24])	19
FIGURA 6	Variação do risco de morte por acidente, em função da velocidade, da TAS e do uso de telemóvel (adaptado de [25])	20
FIGURA 7	Variação da taxa de despistes com a largura da berma, na RRN [46]	38
FIGURA 8	Estrada com limite de velocidade de 70 km/h devido à proximidade de obstáculos perigosos da faixa de rodagem (Alemanha)	39
FIGURA 9	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima geral	45
FIGURA 10	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em áreas urbanas consolidadas	50
FIGURA 11	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em atravessamentos de povoação	50
FIGURA 12	Exemplo de sinalização de zona residencial partilhada - Sinal E, 17ª “zone résidentiel”, da Convenção de Viena	51
FIGURA 13	Exemplo de sinalização de zona de 30	52
FIGURA 14	Exemplo de sinalização de 70 km/h	53
FIGURA 15	Exemplo de sinalização de atravessamento com limite 40 km/h	54
FIGURA 16	Exemplo de sinalização de atravessamento com 70 km/h	55
FIGURA 17	Exemplos de sinalização de localidades	56
FIGURA 18	Rodovias fora de localidades	58
FIGURA 19	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em estradas interurbanas com dupla faixa de rodagem	61
FIGURA 20	Exemplo de rodovias com AAFR recuperável (RHR = 1, 2 ou 3)	62
FIGURA 21	Exemplo de rodovias com AAFR marginalmente recuperável (RHR = 4 ou 5)	63
FIGURA 22	Exemplo de rodovias com AAFR irrecuperável (RHR = 5 ou 6)	64
FIGURA 23	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em estradas interurbanas com faixa de rodagem única	65
FIGURA 24	Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em rodovias em zona industrial ou periurbana	68
FIGURA 25	Relação entre a DVP e o correspondente limite de velocidade em estradas interurbanas	73
FIGURA 26	Relação entre a DVP e o correspondente limite de velocidade em arruamentos urbanos	74
FIGURA 27	Relação entre o raio de curvatura em planta e a velocidade não impedida, em estradas portuguesas	76
FIGURA 28	Acelerações centrípetas medidas em curvas em planta de estradas portuguesas. Comparação com limiares das normas americanas, da Austrália e de Espanha	76
FIGURA 29	Risco médio de acidente por classe de homogeneidade	78
FIGURA 30	Triângulos de visibilidade em intersecções de nível	83

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1	Categorias rodoviárias portuguesas e respectivas funções	31
QUADRO 2	Taxas de sinistralidade na RRN em função do tipo de condicionamento de acessos (em ocorrências por milhão de veículo×km)	36
QUADRO 3	Categorias rodoviárias portuguesas e respectivos limites de velocidade	44
QUADRO 4	Distâncias entre sinais de limitação de velocidade, para degradações de 20 km/h	70
QUADRO 5	Parâmetros a considerar no cálculo de DVP para cada limite de velocidade	73
QUADRO 6	Acelerações centrípetas a considerar na afixação de limites de velocidade máxima em curva	77
QUADRO 7	Classificação da homogeneidade de curvas horizontais	78
QUADRO 8	Sistema de sinalização de curvas horizontais	80
QUADRO 9	Majorantes dos limites de velocidade em intersecções de nível fora de povoações	82
QUADRO 10	Velocidades do tráfego em rotundas	84

1. INTRODUÇÃO

A velocidade é uma importante variável de descrição do funcionamento do sistema de tráfego, estando directamente relacionada com a avaliação que dele fazem os seus diversos agentes (utilizadores, não utilizadores, operadores de transporte e entidades gestoras ou reguladoras), sendo utilizada simultaneamente pelo meio técnico, pelos utentes da estrada e pelo público em geral. Diversos aspectos do funcionamento do sistema de tráfego rodoviário – como referido em 2.2 – são directamente afectados quando se verificam variações em parâmetros das distribuições de velocidades de circulação. Para vários desses aspectos foram identificados mecanismos que permitem explicar as relações entre as alterações observadas e as variações na velocidade, pelo que se pode afirmar a existência de verdadeiras relações causa-efeito.

A velocidade é um dos parâmetros do tráfego mais facilmente mensuráveis, exceptuando o volume de tráfego, existindo diversos métodos para realizar a medição das velocidades dos veículos, com variados graus de exactidão da medida, de conspicuidade do observador e de agregação da amostra.

Devido à sua fácil percepção qualitativa, a velocidade é um dos parâmetros mais utilizados pelos utentes rodoviários na avaliação subjectiva da qualidade do serviço prestado pelo sistema de tráfego. Com efeito, os condutores usam a velocidade para avaliar a qualidade da mobilidade num determinado percurso, ainda que de forma indirecta, através do tempo de percurso e da previsibilidade do mesmo. Em planeamento rodoviário, esta variável é empregue directamente no cálculo dos custos da infra-estrutura (nomeadamente nos custos de utilização).

A velocidade determina as acelerações e energias envolvidas nas manobras e, em consequência, as restrições impostas ao projectista e ao gestor de rodovias, nomeadamente no que se refere a distâncias de visibilidade, coeficientes de atrito, etc. Pelos mesmos motivos, a velocidade contribui para os níveis de desconforto a que os condutores são sujeitos e, por isso, condiciona indirectamente o seu comportamento.

O comportamento do condutor é, para além disso, afectado directamente pela velocidade através da alteração das características do campo visual e da visão periférica (ver FIGURA 1), da necessidade de procurar a informação mais longe, bem como da diminuição do tempo disponível para perceber e tratar a informação (conjugada com uma maior frequência de decisões).

A velocidade tem, deste modo, efeitos sobre a sinistralidade, no que se refere quer ao risco de acidentes quer à gravidade dos mesmos. Refira-se que, para além dos efeitos directos sobre a segurança, em alguns estudos sobre segurança rodoviária a velocidade foi utilizada, com sucesso, para representar as expectativas e comportamentos médios dos condutores ([11] e [13]).

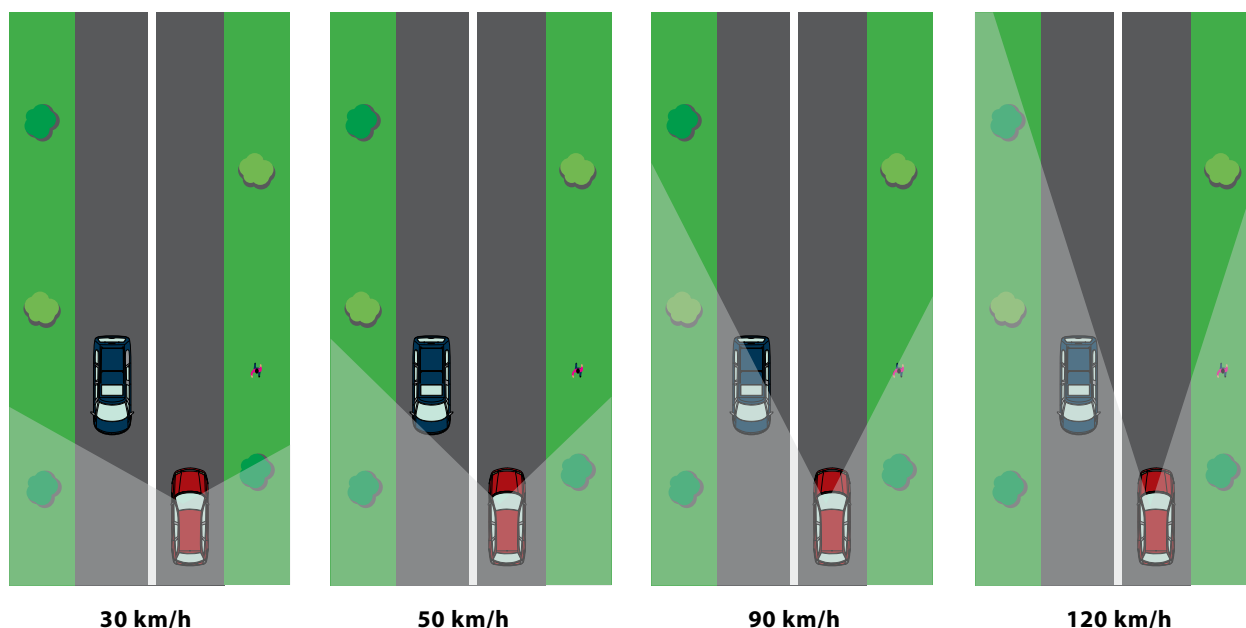


FIGURA 1 Características do campo visual para várias velocidades
(Fonte Babkov, 1987, citado em [34])

Os consumos de combustível, as emissões aéreas (de ruído, de gases e de partículas poluentes), e o desgaste dos veículos também dependem directamente da velocidade, pelo que esta pode ser usada para avaliar os efeitos ambientais e económicos do tráfego.

À variável velocidade estão, assim, associados significados físico, comportamental e ambiental que justificam plenamente o uso que projectistas e legisladores fazem desta variável, na modelação das condições de mobilidade e de segurança do tráfego.

Estritamente do ponto de vista da segurança, há vários argumentos favoráveis à imposição de limites à liberdade de escolha da velocidade de circulação pelos condutores: moderar a dimensão dos riscos impostos por cada condutor aos restantes utentes rodoviários; mitigar os efeitos da insuficiência para avaliar convenientemente as condições prevalentes do sistema de tráfego (capacidade do binómio condutor-veículo e características da envolvente rodoviária) e, por isso, de escolher velocidades adequadas, que percentagem importante dos condutores manifesta; diminuir as consequências da tendência de vários condutores para subestimar o efeito da velocidade sobre o risco e a gravidade dos acidentes ([1] e [71]).

Relativamente ao segundo aspecto, refira-se que as decisões tomadas durante a tarefa da condução no tráfego são realizadas sob condições de informação incompleta e de análise não exaustiva de todas as alternativas possíveis, condicionadas em termos de meios e de tempo disponível para análise. Trata-se, pois, de decisões não óptimas, mas resultantes de um processo de racionalidade limitada em que se obtém a mera satisfação de critérios flexíveis. Todos os utentes são susceptíveis de, em algum momento, avaliarem incorrectamente as condições do sistema de tráfego e, por isso, de seleccionarem velocidades de circulação incorrectas. Este aspecto aplica-se a condutores de veículos automóveis, motociclos, ciclomotores, ciclistas, cavaleiros e peões.

Tradicionalmente, a imposição de limites de velocidade máxima de circulação tem sido feita de duas formas: através da definição de limites gerais e mediante a afixação de limites locais.

Os **limites gerais** correspondem a decisões estratégicas sobre o sistema de tráfego, tendo aplicação em toda a rede rodoviária. A definição dos limites gerais é realizada mediante aplicação de critérios administrativos que reflectem as políticas nacionais para o sector dos transportes rodoviários, desejavelmente fundamentados em conhecimento técnico-científico. Em Portugal, estes limites são comunicados aos condutores pelas disposições do Código da Estrada relativas ao regime normal de utilização da via aplicável em cada caso específico (n.º 2 do art. 7.º)¹.

Face ao impacte da velocidade no nível de sinistralidade de uma estrada (ver 2.2.1), justifica-se a orientação geral, adoptada em diversos países, de impor ao longo de uma ligação rodovi-

¹ No presente documento, designam-se por “regime de circulação” os regimes normais de utilização da via pública, aplicáveis a cada um dos tipos de via pública considerados no art. 27.º do Código da Estrada, relativos aos respectivos limites gerais de velocidade: dentro das localidades; auto-estradas; vias reservadas a automóveis e motociclos; e restantes vias públicas. De acordo com disposição técnica do InIR, o regime de circulação de uma via pública é o conjunto de regras de circulação, fixadas no Código da Estrada, que devem ser respeitadas nessa via e que resulta da sinalização vertical [69].

ária limites de velocidade definidos em função das características gerais do traçado dessa ligação. Por não corresponderem a qualquer regime normal de utilização da via especificamente descrito no Código da Estrada português, no nosso País tais limites não podem ser classificados de “limites gerais”.

No entanto, dada a variabilidade de características das rodovias nacionais e atendendo à referida influência da velocidade no nível de sinistralidade, justifica-se que em Portugal também haja limites de velocidade definidos especificamente para uma ligação rodoviária e vigentes ao longo de todo o traçado dessa ligação. Por esse motivo propõem-se no presente documento critérios racionais para a respectiva definição.

Estes limites de velocidade integram-se na definição técnica de limite geral de velocidade atrás apresentada, pelo que no presente texto serão referidos como **limites gerais característicos**. Ao contrário dos limites gerais ordinários (constantes do Código da Estrada), os limites gerais característicos terão de ser comunicados aos condutores mediante afixação de sinalização própria, designadamente o sinal C13 do Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST) – [14].

Os **limites locais** vigoram em pequenos trechos rodoviários específicos. São definidos em função das características (geométricas, por exemplo próximo de curvas e intersecções, ou de uso, designadamente junto a escolas) do sistema de tráfego nesses locais, podendo ser determinados por condições temporárias, como obras e acidentes. No nosso País, habitualmente, estes limites de velocidade são comunicados aos condutores mediante afixação de sinalização própria, designadamente o sinal C13 do Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST) – [14].

É possível que num futuro próximo os limites de velocidade – gerais (de código), característicos e locais – também sejam transmitidos ou identificados automaticamente por sistemas electrónicos embarcados nos veículos.

Como já referido, a documentação técnica nacional de apoio ao projecto e gestão de infraestruturas rodoviárias não contempla recomendações para a escolha e afixação de limites de velocidade gerais característicos diferentes dos limites associados aos regimes de circulação; o mesmo se verifica quanto aos limites de velocidade locais. Tal lacuna, associada ao carácter essencialmente administrativo e normativo dos valores de velocidade referidos nas Normas de Traçado (NT) da Junta Autónoma de Estradas ([15]), tem condicionado a aplicação, no País, de limites gerais diferenciados de acordo com a função das rodovias fora de povoação e de critérios uniformes na escolha de limites de velocidade locais. Esta situação dificulta a coerência das soluções e impede a criação, pelos condutores (e demais interessados, como agentes de fiscalização e de gestão de via), de expectativas *a priori* comuns relativamente à validade e credibilidade dos limites afixados.

O presente documento contém a proposta de um conjunto de critérios para escolha e afixação uniformes de limites de velocidade máxima nas estradas portuguesas, atendendo às características da envolvente rodoviária e do traçado das rodovias, aplicável em áreas urbanas, em estradas interurbanas e em travessias de localidades por estradas interurbanas.

No *Capítulo 2*, descrevem-se os factores influentes na escolha da velocidade pelos condutores, os efeitos desta sobre diversos aspectos da circulação rodoviária e faz-se uma abordagem geral da gestão de velocidade. No *Capítulo 3*, elencam-se os critérios a atender na definição de limites de velocidade; nos dois últimos capítulos (os *capítulos 4. e 5.*) apresentam-se as propostas relativas a limites de velocidade máxima gerais – ordinários e característicos - e locais.

2. VELOCIDADE DO TRÁFEGO

2.1 Factores influentes na escolha da velocidade pelos condutores dos veículos motorizados

Em estado normal, os condutores escolhem a velocidade que preferem e consideram segura, pelo que raramente a mesma será por eles considerada excessiva no momento da decisão.

Genericamente só uma pequena parte da população condutora está disposta a circular à velocidade que os seus veículos são capazes de atingir e que as modernas estradas permitem. As características da distribuição (no espaço ou no tempo) de velocidades de circulação num dado trecho de estrada são determinadas pela opinião que os condutores formam sobre qual a velocidade segura no mesmo. A formação desta opinião é influenciada por diversos factores (FIGURA 2), que podem ser agrupados em cinco grandes classes: os associados a características do condutor; os dependentes de características da estrada; os que estão relacionados com o tráfego; os ligados aos veículos; e os dependentes do meio ambiente.

O isolamento da influência de cada factor é uma tarefa dificultada quer pela elevada correlação entre eles quer pela impossibilidade de efectuar experiências para avaliação de efeitos univariados. No entanto, dos diversos estudos já efectuados é possível tirar algumas conclusões sobre os mais relevantes [1].

Em relação ao condutor, o factor com maior influência é a distância de percurso (total e a percorrer). A presença de passageiros, a idade e o sexo do condutor têm influência menos marcada.

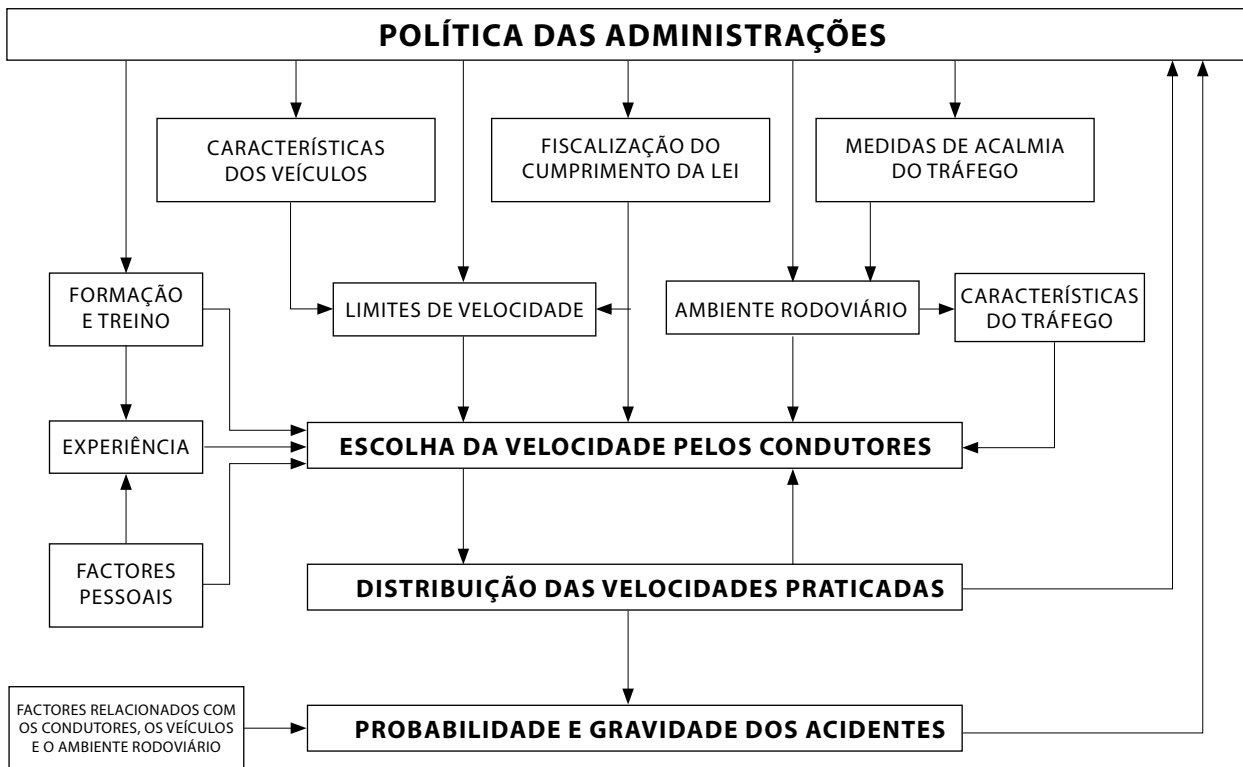


FIGURA 2 Factores influentes na escolha da velocidade pelos condutores (Extraído de [1])

O tipo de estrada é um factor capital na escolha das velocidades. Efectivamente, os condutores tendem a manter a velocidade de circulação dentro de uma banda de valores correspondente ao que estimam ser o critério de segurança da estrada, não adaptando forçosamente o seu comportamento de condução a variações locais na velocidade de projecto com a necessária prontidão.

A curvatura em planta da estrada, a frequência de cruzamentos, o número de vias e a localização geográfica (ocupação do solo e morfologia do terreno marginal) são factores com influência global muito grande na velocidade. Factores como a inclinação longitudinal, a distância de visibilidade, o tipo de pavimento e a desobstrução lateral são factores com influência global não negligenciável. Ao nível local os factores mais importantes são a curvatura em planta e a inclinação longitudinal (e comprimento) dos trainéis.

O volume e a densidade de tráfego têm influência importante sobre as velocidades de circulação, a partir de determinados valores críticos. São, também, variáveis a ter em conta, a percentagem de veículos pesados, a relação entre a oferta e a procura de oportunidades de ultrapassagem, o volume de tráfego em sentido contrário e a sinalização do trânsito. No que concerne aos factores mecânicos, o tipo de veículo e a respectiva relação “peso÷potência” são os factores mais relevantes.

Das variáveis do meio ambiente prevalecente destacam-se as influências da hora do dia e das condições meteorológicas, bem como a existência de acções de fiscalização não camufladas.

2.2 Efeitos da velocidade sobre aspectos da circulação

2.2.1 Sinistralidade

A maior parte dos estudos sobre segurança rodoviária tem demonstrado que existem importantes relações entre a velocidade e a sinistralidade, ainda que complexas, no que se refere à frequência, à gravidade e ao trauma permanente associado aos acidentes, as quais se manifestam em termos individuais (velocidade de cada veículo) e quando é analisado o conjunto do tráfego ([1], [2], [10], [4], [5], [7] e [8]). O mecanismo de produção de danos em acidentes rodoviários está directamente associado à energia cinética, dependendo da rapidez da transformação ou absorção desta; na realidade, sem variação de velocidade não há acidentes rodoviários. A imposição de limites à velocidade de circulação legalmente admissível é uma intervenção em segurança correntemente aplicada; quando eficaz na diminuição das velocidades do tráfego tem efeito mitigador sobre a sinistralidade nas estradas afectadas ([4], [7] e [8]).

Em diversos países - nomeadamente na Suécia e na Finlândia - verificou-se que a redução da velocidade média de circulação num determinado tipo de estrada, quando decorrente de limites tecnicamente fundamentados e apropriadamente fiscalizados, foi habitualmente acompanhada por uma redução na taxa de acidentes nesse tipo de estrada [26]. Nestes estudos, é difícil isolar o efeito da diminuição da velocidade, já que, normalmente, este está associado aos efeitos combinados de intervenções contemporâneas, incidindo sobre a legislação, a publicidade e a fiscalização. Na sequência do aumento do limite legal de velocidade nas estradas rurais na rede interestadual americana (de 89 km/h para 105 km/h), foram realizados diversos estudos sobre a evolução da sinistralidade. Na maioria dos casos, foi detectado um aumento da taxa de mortalidade nas estradas afectadas pela medida [16]. Refere-se, no entanto que num estudo mais abrangente - alargado a todas as estradas de um dos Estados envolvidos - se detectou uma melhoria na sinistralidade global desse Estado [17].

De acordo com Taylor *et al*, genericamente, a diminuição da velocidade média em 1.6 km/h (1 mph) está associada à redução em 5% da frequência de acidentes, para condições idênticas de volume de tráfego [18]. Esta redução é maior nos arruamentos urbanos, dentro e fora de zonas residenciais (cerca de 6%), e menor para estradas interurbanas de velocidade elevada (3%). Segundo os mesmos autores: se a proporção de condutores excedendo os limites de velocidade duplicar, a frequência de acidentes aumentará cerca de 10%; se a velocidade média dos condutores excedendo os limites de velocidade aumentar em 1.6 km/h, a frequência de acidentes aumentará 19%.

No Reino Unido, Quimby *et al* [19] verificaram que um condutor que circule 10 a 15% acima da velocidade média tem um risco de acidentes maior (mais de duas vezes) do que aqueles que circulam à velocidade média. Neste aspecto, são, no entanto, conhecidos os resultados dos estudos de Solomon nos EUA [20] e de Munden no Reino Unido [21], apontando para uma configuração em U da relação entre a velocidade dos veículos e a respectiva taxa de acidentes: os condutores circulando a velocidades afastadas (para cima ou para baixo) da velocidade média de circulação da corrente de tráfego terão taxas de acidentes acrescidas (FIGURA 3).

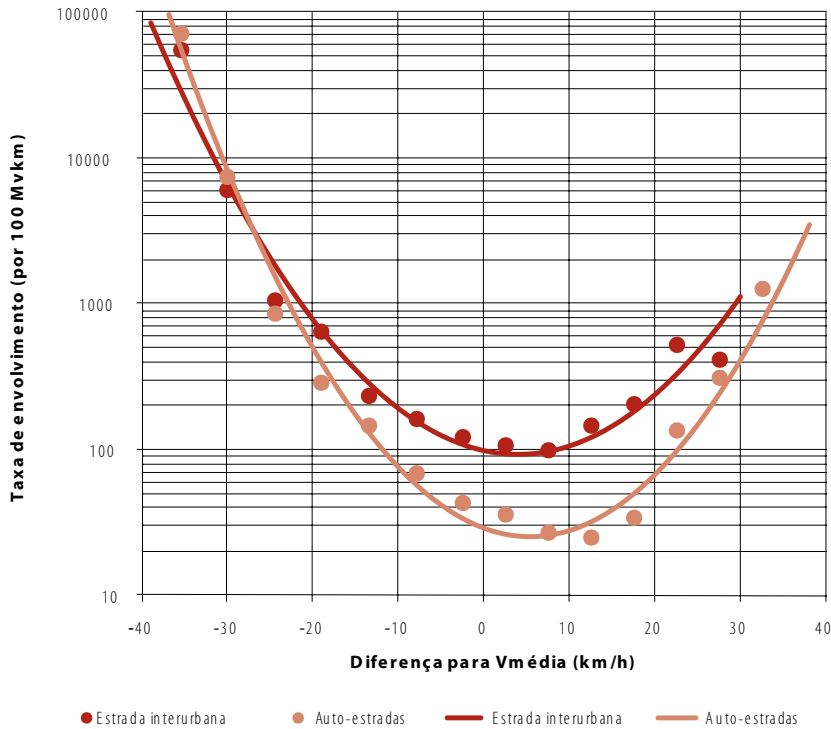


FIGURA 3 Relação entre o risco de acidente e a diferença da velocidade de circulação relativamente à velocidade média (adaptado de [20])

Anota-se, que em estradas vocacionadas para a circulação a velocidade elevada – auto-estradas e vias reservadas a automóveis e motociclos – este aumento do risco de acidente para velocidades muito baixas relativamente à velocidade média pode ser explicado pela incapacidade do ser humano para avaliar velocidades relativas a grandes distâncias.

Na Suécia, Nilsson desenvolveu um modelo multinomial para a relação entre a velocidade média e diversos aspectos da sinistralidade, tendo verificado empiricamente a validade dos modelos para acidentes fatais, acidentes envolvendo feridos graves e acidentes com danos corporais, e constatado que este tipo de modelos subavalia o efeito sobre o número de mortos [22]. De acordo com este autor: o quociente entre os números de acidentes corporais antes e depois de uma alteração na velocidade do tráfego é igual ao quadrado do quociente entre as correspondentes velocidades (antes e depois); no caso dos números de acidentes com feridos graves esse quociente é igual ao cubo da relação entre velocidades; e para os números de acidentes fatais o quociente é igual à relação entre velocidades elevada à potência quarta. Matematicamente estas relações são descritas pelas equações seguintes:

$$\frac{NAC_{Depois}}{NAC_{Antes}} = \left(\frac{V_{Depois}}{V_{Antes}} \right)^2$$

$$\frac{NAC_{Depois}}{NAC_{Antes}} = \left(\frac{V_{Depois}}{V_{Antes}} \right)^3$$

$$\frac{NAC_{Depois}}{NAC_{Antes}} = \left(\frac{V_{Depois}}{V_{Antes}} \right)^4$$

em que **NAC**, **NACG** e **NACF** se referem aos números de, respectivamente, acidentes corporais, envolvendo feridos graves e fatais; **V** é a velocidade; e os índices *Antes* e *Depois* correspondem ao valor das variáveis antes e depois das alterações na velocidade do tráfego.

As conclusões acerca das relações entre a dispersão da distribuição de velocidades e a sinistralidade não são tão claras como as relativas à velocidade média ou ao percentil 85 da velocidade. De acordo com estudos americanos (reportados pelo *Transport Research Board*) existe uma relação positiva entre o desvio da velocidade de um veículo relativamente à velocidade média de circulação e o seu risco de acidente; segundo estudos suecos (VTI) nas análises de sinistralidade é difícil isolar o efeito da velocidade média do efeito da variância da distribuição de velocidades. Segundo estudos de Taylor *et al*, a velocidade média é uma variável explicativa da frequência de acidentes mais importante do que a variância, verificando-se, no entanto, que para zonas urbanas a capacidade explicativa dos modelos melhora se estes incluírem um termo relacionado com a variância da distribuição de velocidades [29].

Em Portugal, a análise dos impactes sobre a sinistralidade da aplicação de medidas de engenharia de baixo custo (na infra-estrutura) e da campanha de sensibilização e de fiscalização “Segurança máxima, tolerância zero”, no IP 5, e da posterior supressão desta campanha, permitiu associar a diminuição de 41% no número de acidentes corporais (75% no número de mortos e de 70% no de mortos e feridos graves) à aplicação dessa campanha [7]. No mesmo estudo verificou-se que a supressão da campanha foi acompanhada por um aumento de 20% no número de mortos e de 17% no de mortos e feridos graves (o número de acidentes corporais diminuiu 12%). As diminuições registadas na sinistralidade foram, assim, maiores do que o previsível de acordo com os modelos de Nilsson e de Taylor *et al*; e os aumentos foram menores.

Foi também verificada a existência de significativas relações entre a velocidade e a gravidade e o trauma permanente associado aos acidentes, quer em termos individuais quer do conjunto do tráfego. Com efeito, a energia cinética envolvida varia com o quadrado da velocidade e na razão directa da massa dos veículos; no entanto, através de estudos pormenorizados de acidentes, tem-se constatado, pela biodinâmica, que, para velocidades elevadas, a gravidade dos ferimentos originados é maior do que o previsível por aplicação simples dos princípios físicos associados às energias envolvidas.

Em atropelamentos, a velocidade do veículo é factor determinante da gravidade dos ferimentos originados (FIGURA 4); em colisões entre veículos ligeiros ou com obstáculos rígidos a probabilidade de sobrevivência dos ocupantes diminui exponencialmente com a variação de velocidade do veículo (ΔV), conforme exemplificado na FIGURA 5.

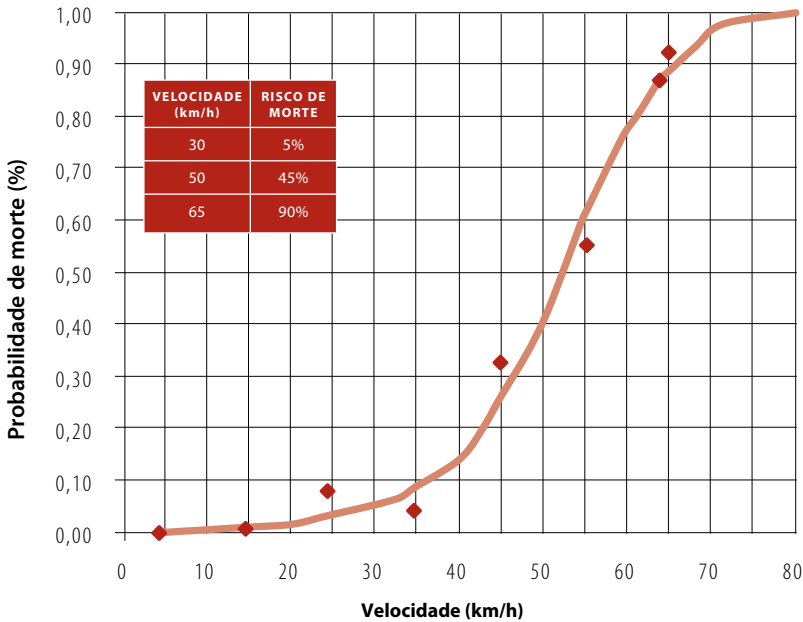


FIGURA 4 Risco de morte num atropelamento, em função da velocidade de impacto (adaptado de [23])

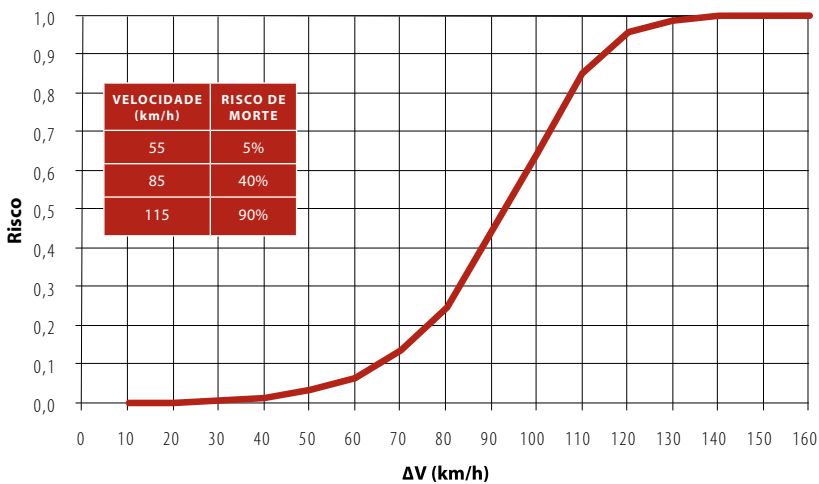


FIGURA 5 Risco de morte de ocupante de veículo ligeiro em colisão frontal (adaptado de [24])

Num estudo realizado na Austrália efectuou-se a análise da variação do risco de acidente fatal em função da velocidade e da concentração de álcool no sangue dos condutores (TAS), o que permitiu comparar a influência destes dois factores sobre a sinistralidade numa zona urbana com a velocidade limitada ao máximo legal de 60 km/h. Os resultados são sumariados na FIGURA 6, onde também se apresenta a influência do uso de telemóvel, conforme reportado por Strayer *et al* [27].

Relativamente a este último aspecto é de salientar que, do ponto de vista da tarefa de condução, a carga mental introduzida pelo uso do telemóvel é idêntica no caso de equipamentos com ou sem “mãos livres”.

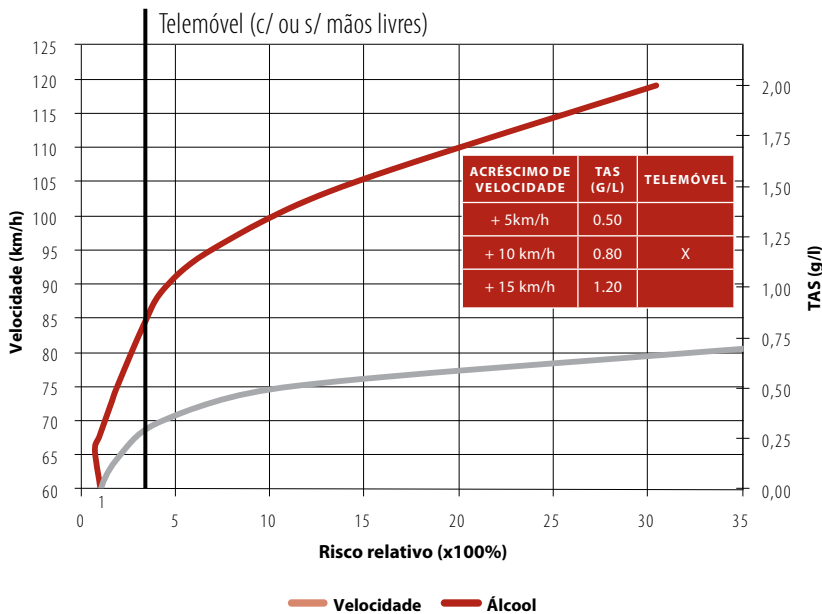


FIGURA 6 Variação do risco de morte por acidente, em função da velocidade, da TAS e do uso de telemóvel (adaptado de [25])

Na **FIGURA 6** toma-se como referência o risco de morte nas situações de condução sem álcool no sangue, circulação a 60 km/h e condução sem uso de telemóvel, e arbitra-se a essas situações um risco unitário. Verifica-se que na situação de circulação a 65 km/h o risco de morte relativamente à situação de referência é idêntico ao quociente entre os riscos de morte para a circulação com 0.50 g/l de álcool e sem álcool no sangue. Já na situação de circulação a 70 km/h o risco de morte relativamente à situação de referência é idêntico ao quociente entre os riscos de morte para a circulação com 0.80 g/l de álcool no sangue e sem álcool ou entre os riscos de morte para a circulação com uso e sem uso de telemóvel. Os acréscimos de risco de morte devidos à circulação a 75 km/h (mais 15 km/h do que a velocidade de referência) são similares aos devidos à circulação com 1.2 g/l de álcool vs. a circulação sem álcool.

Refira-se que resultados semelhantes são obtidos se a comparação entre riscos relativos for feita usando as curvas de Nilsson [22], para as velocidades, e de Borkenstein *et al* [28], para o álcool.

Verifica-se, pois, que a legislação rodoviária não considera de modo similar os efeitos da velocidade, do consumo de álcool e do uso do telemóvel na sinistralidade. Idêntica situação se verifica na penalização social dos comportamentos de condução violadores do Código da Estrada, com forte desaprovação do consumo do álcool, complacência relativamente ao excesso de velocidade e grande tolerância face ao uso do telemóvel.

2.2.2 Emissões aéreas

Diversos estudos permitiram estabelecer relações entre a velocidade dos veículos e as respectivas emissões aéreas, de gases (designadamente os relacionados com o aquecimento global), de partículas e de ruído. Basicamente, as relações encontradas não são lineares e os métodos de avaliação dos efeitos de intervenções ao nível da totalidade da rede ainda não atingiram o rigor dos usados para avaliar os efeitos sobre um determinado trecho de estrada. As emissões de CO₂ apresentam uma variação em U com a velocidade dos veículos, sendo elevadas para velocidades baixas, diminuindo com o aumento da velocidade até valores desta próximos de 50 km/h, e aumentando para valores superiores. As emissões de óxidos de azoto (NO_x), à excepção da situação de arranque, aumentam quase monotonicamente com o aumento da velocidade, sendo a taxa de crescimento cada vez maior para as velocidades e temperaturas de funcionamento dos motores mais elevadas. O estilo de condução, a carga dos veículos, a afinação dos motores e respectiva temperatura são factores também relevantes para a emissão de gases, bem como a produção de partículas e de hidrocarbonetos.

Basicamente, os veículos modernos têm os menores níveis de emissões para velocidades compreendidas entre 40 e 90 km/h, no caso dos veículos ligeiros; e entre 50 e 70 km/h, no caso dos autocarros e veículos pesados de mercadorias [29].

O ruído produzido com o funcionamento do motor e no contacto dos pneus com a superfície do pavimento aumenta monotonicamente com a velocidade de circulação dos veículos. Para baixas velocidades (até 20-40 km/h, para os veículos ligeiros) o ruído do motor é mais importante; para velocidades elevadas, é predominante a componente devida ao contacto dos pneus no pavimento. De um modo geral, na ausência de acelerações bruscas, quanto menor a velocidade menor a intensidade sonora produzida.

2.2.3 Mobilidade e economia

Após o arranque de um veículo, o seu consumo de combustível diminui rapidamente até uma velocidade próxima dos 20 km/h, aumentando, posteriormente, com a velocidade de circulação, para a situação de tráfego não congestionado.

Os tempos de percurso estão directamente relacionados com a velocidade de circulação: quanto maior esta for, menor será o tempo de percurso. Os efeitos benéficos das velocidades elevadas na redução dos tempos de percurso são, no entanto, de utilidade prática relevante sobretudo em trajectos longos; em trajectos pequenos, designadamente suburbanos pendulares ou urbanos, os efeitos da velocidade sobre o tempo de percurso são menos importantes. Num estudo realizado em França, concluiu-se que, num trajecto de 7.6 km com 28 cruzamentos regulados por sinalização luminosa, o tempo de percurso de um veículo circulando ao máximo de 50 km/h é só 20% mais curto (5 minutos em 24) do que o de um veículo circulando ao máximo de 30 km/h, apesar de a velocidade máxima deste ser 40% menor [29].

A percepção dos condutores é, no entanto, de sobrevalorização dos efeitos da velocidade na diminuição do tempo de percursos pequenos. Por outro lado, num inquérito realizado no Reino Unido concluiu-se que, apesar de em trajectos curtos em zonas urbanas o tempo de percurso ser fortemente condicionado pelas condições de início do trajecto, os condutores inquiridos estavam erroneamente convencidos que, se a velocidade inicial for elevada, o impacte de um aumento de velocidade no resto do percurso também aumenta [30].

Em termos de funcionamento do tráfego, importa realçar que maiores velocidades de circulação não implicam, necessariamente, maiores volumes de circulação. Em regime estável, a capacidade (que corresponde ao máximo fluxo horário de tráfego) é conseguida para velocidades de circulação entre 50 km/h (estradas de faixa de rodagem única e duplo sentido) e 80 km/h (em auto-estradas); igualmente, em intersecções não reguladas por sinais luminosos, a baixas velocidades de circulação na via principal correspondem maiores probabilidades de aceitação pelos condutores provenientes das vias secundárias de menores intervalos entre veículos naquela via do que se as velocidades de circulação forem elevadas, o que origina maior capacidade global da intersecção. Por outro lado, de acordo com a OCDE [30], a diminuição da velocidade média de 50 km/h para 30 km/h acarreta uma pequena diminuição da capacidade do correspondente trecho de estrada.

De acordo com o TRB ([31]), *“quando se comparam os custos dos tempos de percurso acrescidos devidos ao limite de velocidade de 55 mph (88 km/h) na rede interestadual com o número de vidas e de feridos graves poupados verifica-se que o número de anos de condução possibilitados por um limite de velocidade maior é equivalente ao número de anos de vida perdido por motivo da maior velocidade”*, sendo o balanço final sensivelmente equilibrado do ponto de vista da sociedade.

2.3 Gestão da velocidade

A imposição de limites à velocidade de circulação legalmente admissível é uma intervenção em segurança rodoviária correntemente aplicada, uma vez que, quando eficaz na diminuição das velocidades do tráfego, tem efeitos moderadores dos riscos que cada condutor impõe aos restantes utentes do sistema de tráfego, mitiga as consequências dos erros de avaliação do equilíbrio entre as capacidades do binómio condutor-veículo e as características da envolvente rodoviária, e impede grandes subavaliações do efeito da velocidade sobre o risco e a gravidade dos acidentes ([4], [7] e [8]).

Basicamente, com a imposição dos limites de velocidade pretende diminuir-se a probabilidade de ocorrência de velocidades excessivas para as condições do sistema de tráfego rodoviário – estejam estas dentro ou fora do intervalo de velocidades legalmente aceites. Não se visa, assim, diminuir as velocidades de circulação, mas somente a prevalência de velocidades excessivas.

Se os limites de velocidade forem adequadamente definidos, de modo que a maioria dos condutores os possam cumprir, poderão satisfazer duas funções importantes: diminuem a probabilidade e gravidade dos acidentes, por estabelecerem um limite superior à velocidade; e originarem uma melhoria do nível de segurança, coordenando a circulação e diminuindo a dispersão de velocidades. Neste último aspecto refere-se que um sistema de tráfego com frequentes mudanças de limites de velocidade pode causar confusão nos condutores acerca da velocidade adequada num dado local e momento [47].

Em regra, a forma mais eficiente de abordar o problema da condução a velocidades excessivas consiste na aplicação de um conjunto integrado de intervenções a vários níveis, naquilo que correntemente se designa por “**gestão da velocidade**” [29].

Na aceção internacional corrente, o conceito de gestão da velocidade engloba a coordenação de actividades legislativas e de formação de novos condutores e dos peões mais jovens, com campanhas de informação destinadas a condutores e restante população, com intervenções na configuração e equipamento da infra-estrutura rodoviária (a estrada e sua envolvente imediata), com acções de fiscalização, e ainda com a utilização da telemática rodoviária², embarcada nos veículos ou instalada na estrada.

A aplicação da gestão da velocidade pressupõe uma prévia classificação funcional da rede rodoviária, em que a cada trecho de estrada ou arruamento sejam atribuídas uma função (mobilidade, distribuição, acesso ou fruição) e uma velocidade alvo coerentes com a configuração da envolvente rodoviária (infra-estrutura), de modo a facilitar a correcta percepção da velocidade adequada pelo público, sobretudo os condutores.

Neste sentido, os limites gerais de velocidade devem reflectir a hierarquização viária, para serem credíveis e acatados voluntariamente; devem, também, estabelecer uma correspondência entre os compromissos adoptados pela administração responsável pela gestão do tráfego (em termos de segurança, mobilidade, consumo de combustível e poluição aérea) e os níveis de qualidade de funcionamento e de vida julgados adequados pelos cidadãos. Através de campanhas de informação, periódicas e regulares, acerca da fundamentação e da motivação dos limites de velocidade, é possível alterar a aceitabilidade social dos mesmos; as acções de fiscalização e algum equipamento telemático facilitam a generalização do cumprimento dos limites estabelecidos.

2 Tecnologias de apoio à condução, incluídas nas ferramentas desenvolvidas no âmbito dos sistemas de transportes inteligentes (ITS).

Do ponto de vista da gestão da infra-estrutura, a adequada configuração da envolvente rodoviária, a utilização sistemática de critérios racionais de sinalização e a aplicação de sistemas de marcação específicos a cada classe de estrada³ (de acordo com o conceito de estrada auto-explicativa descrito em 3.2) contribuem para a facilidade no reconhecimento quase automático da velocidade adequada num trecho de estrada.

A gestão da velocidade é, deste modo, uma ferramenta para mais facilmente obter um compromisso socialmente aceite entre factores ambientais, de segurança e de mobilidade dos utentes bem como de qualidade de vida das populações que vivem nas imediações das estradas e arruamentos e, por esta via, aumentar a credibilidade dos limites de velocidade estabelecidos e diminuir a prevalência das velocidades excessivas.

³ No projecto europeu RIPCORD-ISEREST são descritas experiências em curso na Holanda, para definição de marcas rodoviárias diferentes consoante a categoria da estrada – por exemplo, verde para estradas interurbanas colectoras, com limite de velocidade de 80 km/h, e branco para estradas secundárias, com limite de velocidade de 60 km/h.

3. CRITÉRIOS DE SEGURANÇA RELEVANTES PARA O ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE VELOCIDADE

3.1 Nota prévia

De acordo com o Código da Estrada em vigor em Portugal os **limites gerais de velocidade** estão definidos, para cada tipo de veículo, no artigo 27º, onde são diferenciadas as situações dentro de localidade, em auto-estrada, em via reservada a automóveis e motociclos, bem como a geral – restantes vias públicas. Para o caso das auto-estradas, este artigo estabelece, também, o limite mínimo da velocidade, idêntico para todos os tipos de veículo autorizados a circular nesta classe de estrada.

Ao definirem a fronteira de início ou de fim de uma zona de regime de circulação específico, os sinais de informação H24 – “*auto-estrada*” e H25 – “*via reservada a automóveis e motociclos*” e de identificação de localidades N1a e N1b – “*início de localidade*” estabelecem as secções de início de validade dos respectivos limites de velocidade máxima. Estas indicações são anuladas com os sinais H38 – “*fim de auto-estrada*”, H39 – “*fim de via reservada a automóveis e motociclos*”, N2a e N2b – “*fim de localidade*”, respectivamente.

Os **limites gerais de velocidade característicos** e os **limites locais de velocidade** podem ser estabelecidos de forma obrigatória mediante colocação dos sinais C13 – “*proibição de exceder a velocidade máxima de... km/h.*” e D8 – “*obrigação de transitar à velocidade mínima de... km/h.*”, que têm efeito a partir da secção de colocação; e como mera recomendação mediante afixação do sinal H6 – “*velocidade recomendada*”. A prescrição do sinal C13 é anulada pelo

sinal C20b – “fim de limitação de velocidade”, a obrigação do sinal D8 é anulada pelo sinal D14 – “fim de obrigação de transitar à velocidade mínima de... km/h”, sendo a recomendação do sinal H6 anulada com o sinal H37 – “Fim de velocidade recomendada”. Dentro das localidades podem ainda ser estabelecidos limites de velocidade, em áreas bem definidas do aglomerado urbano, pela colocação de sinais G4 – “zona de velocidade limitada” e G8 – “fim de zona de velocidade limitada”.

3.2 O conceito de “estrada auto-explicativa”

A rede rodoviária é composta por um conjunto diversificado de trechos de estrada, incluindo auto-estradas, destinadas ao tráfego de longa distância a elevada velocidade; arruamentos em zonas residenciais, destinados a garantir o acesso a habitações e serviços confinantes com a rua; e outros tipos intermédios de estradas ou arruamentos. Segundo o conceito de **estrada auto-explicativa**, será possível configurar a infra-estrutura rodoviária para que os condutores (e eventuais peões) que nela circulem consigam reconhecer o correspondente tipo de estrada e sejam condicionados a adaptarem a velocidade de circulação às condições locais.

A experiência de diversos países europeus – designadamente o Reino Unido, a Holanda, a Dinamarca, a Suécia e a França - demonstra que, através da utilização de princípios de traçado homogéneos e coerentes e de intervenções na aparência da estrada (que diminuem a variabilidade de traçados), é possível influenciar o comportamento dos condutores em zonas quer urbanas quer rurais (interurbanas), embora nestes casos em menor grau. Igualmente se tem verificado que os condicionamentos assim aplicados – nomeadamente na escolha das velocidades de circulação – se prolongam no tempo e, com a expansão das áreas intervencionadas, se generalizam e reforçam.

O conceito de “estrada auto-explicativa” fundamenta-se na noção ([32]), de que, através da experiência de condução, os condutores adquirem expectativas “de longo prazo” (*a priori*) acerca da envolvente rodoviária, as quais estão organizadas em função de categorias de estradas (por exemplo auto-estrada ou rua residencial) ou de segmentos de estrada (por exemplo, rotunda, intersecção, curva, passagem estreita). Neste enquadramento será possível estruturar a rede rodoviária e projectar os seus elementos de uma forma que encoraje ou propicie a condução segura pelos condutores.

Uma estrada auto-explicativa contém um conjunto de características de projecto e de equipamentos que cria nos condutores a expectativa adequada não só quanto aos comportamentos de condução que ele deve adoptar, mas também relativamente aos comportamentos que os outros condutores apresentarão. Em teoria, numa estrada auto-explicativa seriam desnecessários sinais de limite de velocidade ou de perigo – excepto para condutores recém-encartados ou estrangeiros [35].

A aplicação do conceito de estrada auto-explicativa a uma rede rodoviária nacional coloca algumas exigências às características das estradas:

- estradas com a mesma função, o mesmo tipo de composição de tráfego e o mesmo limite de velocidade devem parecer semelhantes, para serem reconhecidas com pertencendo à mesma categoria;
- estradas com funções diversas e diferentes composições de tráfego ou limites de velocidade devem ser facilmente distinguidas, para o que devem ser dotadas de aparências diferenciadas, de modo a serem reconhecidas como de categorias diversas;
- o comportamento de condução desejado deve ser facilmente identificado ou, até, induzido e as medidas aplicadas para o efeito devem contribuir para aumentar o nível de segurança (por exemplo, se for colocado um obstáculo junto à faixa de rodagem para condicionar o fluxo visual, o mesmo não deve ser perigoso).

Em princípio, deve ser atribuída uma função clara a cada estrada da rede rodoviária, para se conseguirem estradas auto-explicativas; a essa função deve, por sua vez, corresponder, como já referido, um determinado limite de velocidade sugerido pelo conjunto de características do traçado e de equipamentos [35].

Tendo em conta que grande parte da rede rodoviária já está construída, a obtenção de uma rede rodoviária auto-explicativa é uma tarefa a ser executada progressivamente, mediante intervenções continuadas de remodelação da rede existente. A consideração dos factores humanos no projecto destas intervenções é essencial para se obterem os resultados pretendidos; vários estudos demonstraram que podem ser induzidos comportamentos indesejáveis se os condutores acreditarem que podem circular mais depressa do que o limite de velocidade, mesmo quando reconhecem o tipo de estrada e o distinguem de outros tipos.

A adaptação da rede rodoviária ao novo paradigma, caso este seja adoptado como orientação estratégica nacional, terá de ser realizada durante um período de tempo consideravelmente longo, atendendo ao elevado investimento que acarreta. Enquanto tal orientação não produz efeitos, justifica-se que, no período de transição, sejam desenvolvidas actividades de gestão de velocidades tradicionais. A elaboração e adopção de recomendações para definição dos limites de velocidade, gerais e locais, como as apresentadas no presente documento, são uma componente desse tipo de actividade.

3.3 Critérios de segurança relevantes para o estabelecimento de limites de velocidade

3.3.1 Resistência ao choque do ser humano

A resistência fisiológica do corpo humano à intensidade e duração da transferência de energia cinética durante uma colisão ou um choque é um critério a ter em conta na definição de limites de velocidade (gerais ou locais), do ponto de vista da segurança rodoviária.

Conforme referido em 2.2.1, numa colisão entre um peão e um veículo ligeiro, se a velocidade deste for de 30 km/h o risco de óbito do peão é pequeno; já se a velocidade do veículo for de 50 km/h a probabilidade de sobrevivência do peão é muito pequena. Deste modo, na Suécia – que adoptou a “*Visão Zero*”⁴ como conceito desejável para o sistema de transportes rodoviários – pretende-se estabelecer o valor de 30 km/h como limite de velocidade em rodovias onde exista circulação mista de veículos automóveis com utentes vulneráveis (peões ou ciclistas) [39].

Os estudos já realizados demonstram que o corpo humano desprotegido suporta mal as desacelerações súbitas originadas por choque com obstáculos a velocidades superiores a 40 km/h. A questão da sobrevivência dos motociclistas, quando devidamente equipados, em caso de colisão não tem sido profusamente abordada, possivelmente pela dificuldade em coligir informação sobre um número suficientemente grande de casos. No entanto, verificou-se que: o uso de roupa protectora diminui a gravidade dos ferimentos nos membros superiores e inferiores (mãos, pés, braços e pernas), embora se desconheça, ainda, se o uso deste tipo de roupa está associado a comportamentos mais arriscados pelos condutores (por se sentirem mais seguros); o uso de capacete diminui a gravidade dos ferimentos na cabeça, não havendo indicações de que os motociclistas equipados com este equipamento tenham condução mais arriscada do que os que não o usam. Por outro lado, testes laboratoriais indicam que os protectores da perna podem diminuir a gravidade dos ferimentos nos membros inferiores, mas aumentar o risco de ferimentos no pescoço, peito e cabeça. Este é um tema que deveria merecer maior investigação, quer pela magnitude da distância percorrida por este tipo de veículos no nosso País, quer pela desproporcionadamente grande dimensão da sinistralidade envolvendo veículos de duas rodas.

Face à actual oferta de equipamentos de segurança passiva disponíveis para utentes de veículos de duas rodas, sob a óptica da segurança, as respectivas velocidades deveriam ter limites máximos inferiores aos dos veículos ligeiros ou pesados.

⁴ A filosofia de segurança rodoviária sueca “*Visão Zero*” estabelece que num futuro (mais ou menos próximo) ninguém seja sujeito a ferimentos fatais ou incapacidade permanente em resultado de acidentes rodoviários no sistema de transporte rodoviário [39].

Mediante estudos pormenorizados de acidentes (ver 2.2.1) e ensaios de choque (por exemplo do EURONCAP⁵) também se concluiu que a probabilidade de sobrevivência dos ocupantes de veículos modernos em caso de colisão lateral por um veículo circulando a mais de 50 km/h era muito pequena; e que a probabilidade de morte é excessiva em caso de colisão frontal de dois veículos ligeiros circulando a mais de 70 km/h. Estas probabilidades pressupõem a utilização correcta dos cintos de segurança. Deste modo, em coerência com a “Visão Zero”, as velocidades máximas não deveriam exceder os 50 km/h em cruzamentos (onde há risco de colisões laterais) e os 70 km/h em estradas de faixa de rodagem única (onde há risco de colisões frontais).

3.3.2 Hierarquia viária

O agrupamento das estradas da rede rodoviária em categorias funcionais é, como se viu, um requisito para que estas possam ser auto-explicativas. Mesmo na ausência desse objectivo, a “categorização”⁶, funcional ou hierárquica, é uma condição para a comunicação entre projectistas, gestores e utilizadores de rodovias, na medida em que permite dividir a rede em função de critérios de traçado e operacionais bem como definir padrões de qualidade para as estradas [35].

No planeamento de transportes definem-se basicamente duas funções para as rodovias (mobilidade e acessibilidade) que se caracterizam por serem competitivas, uma vez que a mobilidade se caracteriza pela manutenção de elevadas velocidades de forma continuada, enquanto a acessibilidade a residências ou a serviços marginais obriga a baixas velocidades, por motivos de segurança.

Numa determinada estrada é difícil a completa separação destas funções, sendo, no entanto, possível atribuir maior preponderância a uma delas, objectivo que pode ser conseguido através de uma adequada hierarquização viária da rede.

Nas rodovias em que a **função mobilidade** (fluxo de tráfego) é preponderante pretende servir-se o tráfego de longo curso, pelo que nestes casos são expectáveis e permitidas velocidades elevadas, devendo o tráfego de utentes vulneráveis ser segregado e cumprida uma densidade linear máxima de pontos de acesso ou de saída. São exemplos desta categoria de rodovias as vias reservadas a automóveis e motociclos, as auto-estradas e algumas vias arteriais urbanas (de Nível I, segundo a designação adoptada pelo LNEC – ver 4.1 – em estudo sobre velocidades de circulação nas estradas de Portugal [45]).

5 www.euroncap.com

6 Segundo *Jacob* ([75]), um processo de **classificação** pressupõe a utilização sistemática de critérios fixos, o que significa que todos os elementos de uma classe têm o mesmo conjunto de características e que todos os elementos dessa classe sejam diferentes dos elementos das outras classes. Já num processo de “**categorização**” a atribuição dos elementos (estradas) a uma categoria é menos inflexível, não havendo limiares rígidos para distinguir uma categoria de outra; pode haver rodovias (típicas) apresentando completamente as características de uma determinada categoria e outras que são menos representativas.

As rodovias com **função acesso** predominante devem permitir a entrada e saída das propriedades ao longo da estrada ou do arruamento. Nesta categoria de rodovias verifica-se a mistura de tráfegos motorizado e não motorizado, pelo que não devem ser permitidas elevadas velocidades dos veículos motorizados, o que implica habitualmente o recurso a condições especiais de traçado ou à colocação de dispositivos de limitação de velocidade adequados. São exemplo desta categoria de estrada, os arruamentos em zonas residenciais e as estradas rurais locais.

Nas duas categorias descritas, as funções são relativamente bem definidas, por predominantes, sendo fácil configurá-las de modo a que os condutores as possam reconhecer e ter o respectivo comportamento adequadamente condicionado. Existe uma terceira categoria de rodovias destinadas a assegurar a ligação entre as estradas das duas categorias já descritas, tendo, assim, uma **função de distribuição**. Trata-se de rodovias com maior frequência de intersecções do que as de função mobilidade, com a entrada e saída de zonas urbanas ou de aglomerados rurais de nível e onde geralmente podem circular todos os tipos de veículos, sendo raras as restrições impostas ao uso por determinado tipo de utentes.

À classificação funcional descrita pode corresponder a classificação hierárquica: estradas de ligação, colectoras/distribuidoras, estradas de acesso [36].

É de referir que o moderno desenho urbano permite a utilização partilhada do espaço de algumas áreas residenciais, eminentemente destinado à fruição pelos seus habitantes, pelo tráfego rodoviário de acesso estritamente local. Nestes espaços não há áreas prioritariamente destinadas aos veículos.

No **QUADRO 1** apresenta-se uma possível categorização das rodovias portuguesas, de acordo com a óptica descrita.

No Manual para Arruamentos britânico é estabelecida uma diferenciação marcada entre **estrada e arruamento** [55]. No primeiro caso trata-se de uma rodovia destinada primordialmente à circulação do tráfego rodoviário; no segundo, a rodovia tem outras funções públicas, para além da circulação do tráfego. Neste sentido, em zona urbana consolidada, a maioria das rodovias são arruamentos (com excepção das vias urbanas de Nível I, ou estradas urbanas). Nas estradas é razoável aplicar uma hierarquia funcional adaptada ao planeamento de transportes; já nos arruamentos há outros objectivos a perseguir, para além da acessibilidade e da mobilidade. Com efeito, numa perspectiva urbanística, os arruamentos têm outros atributos que devem ser considerados, de modo a garantir a vivência do espaço urbano: a identidade do lugar, a continuidade e reclusão dos espaços, a qualidade dos espaços públicos, a facilidade de movimento, a legibilidade e a adaptabilidade.

TIPO DE ENVOLVENTE	CATEGORIA	FUNÇÃO PREPONDERANTE
Fora de aglomerado urbano	Auto-estrada	Mobilidade
	Via reservada a automóveis e motociclos	Mobilidade
	Estrada principal (EN ou ER)	Distribuição
	Estrada municipal	Acesso
Dentro de aglomerado urbano	Via reservada a automóveis e motociclos	Mobilidade
	Via urbana de Nível I ⁷	Mobilidade
	Arruamento de Nível II	Distribuição
	Arruamento de Nível III	Acesso
	Arruamento residencial	Acesso

QUADRO 1 Categorias rodoviárias portuguesas e respectivas funções

Admitindo que as rodovias devem ser auto-explicativas, de acordo com sua função, para cada categoria devem ser determinadas as respectivas características de traçado (designadamente perfis transversais tipo, tipologia de intersecções, velocidades de referência para projecto), regimes de circulação (nomeadamente restrições aplicáveis a alguns tipos de utentes) e regimes de controlo de tráfego (por exemplo em intersecções).

Uma forma de conseguir coerência ao nível dum país no que se refere aos limites de velocidade consiste na atribuição de limites de velocidade máxima (gerais) em função da categoria funcional da estrada. Neste tipo de soluções aplica-se o princípio de que as velocidades desejadas (esperadas) pelos condutores nos longos percursos em vias destinadas à mobilidade são maiores do que as esperadas em vias distribuidoras, e que nas vias de acesso local e em arruamentos residenciais as velocidades esperadas serão baixas, atendendo ao maior risco para peões [38].

Um aspecto relevante neste tipo de abordagem dos limites de velocidade diz respeito às zonas de transição, em especial aquelas que envolvem a diminuição de velocidade.

Com efeito, a condução a velocidades elevadas gera fenómenos de habituação que geralmente originam a subestimação da velocidade de circulação, a qual, em caso de entrada numa zona de menor velocidade legal, dificulta a necessária diminuição da velocidade. Nestas transições é recomendável a construção de medidas correctivas da infra-estrutura e da sua envolvente imediata que marquem de forma inequívoca a entrada numa zona diferenciada da precedente; esta diferenciação ajuda o condutor a diminuir a velocidade.

No caso dos atravessamentos de pequenas povoações por estradas interurbanas, são relevantes dois princípios: na aproximação ao início da povoação a via deve ser dotada de medidas que alertem os condutores para a existência da povoação e a correspondente alteração das condições de circulação do tráfego na mesma; as intervenções na zona de transição devem ser realizadas de modo a terem um efeito cumulativo que culmine na entrada da

⁷ Também designada por Estrada Urbana na hierarquia viária do Manual de boas práticas em sinalização urbana [70]

povoação [37]. Conforme salientado pelo ETSC, para ser mais visível e diferenciadora, esta pode ser dotada de combinações de dispositivos que lhe confirmam a aparência de um portão, como o estreitamento das vias e obstáculos altos (não perigosos) na área adjacente à faixa de rodagem que induzem a percepção da velocidade como mais elevada.

3.3.3 Velocidade do tráfego, velocidade média e dispersão de velocidades

Para a análise dos problemas relacionados com a velocidade, foram definidos diversos conceitos (derivados da definição de velocidade instantânea), em função da óptica de abordagem.

Numa óptica empírica, importa distinguir a distribuição de velocidades praticadas pela totalidade dos condutores da distribuição de velocidades praticadas por aqueles cuja escolha não é condicionada pelo restante tráfego (velocidades não impedidas). A **velocidade não impedida** é aquela a que efectivamente circulam os condutores (em rectas ou em curvas) sob condições de muito baixo volume de tráfego, em que as condicionantes impostas pelos outros veículos são irrelevantes, sendo-o apenas as decorrentes das características do traçado. Em rectas suficientemente longas a velocidade não impedida corresponde à velocidade livre. Na prática, pode considerar-se que existem condições de circulação não impedida quando menos de 25% dos condutores circulam em fila e os tempos de espaçamento para os veículos precedente e subsequente são superiores a, respectivamente, 6 e 3 segundos [41].

Para a análise das relações entre características da estrada e a velocidade ao nível do projecto rodoviário, são especialmente relevantes dois conceitos teóricos: a velocidade base e a velocidade do tráfego. A velocidade base é a velocidade estabelecida na elaboração do projecto que condiciona as características geométricas da estrada. Ao nível do projecto a velocidade do tráfego é calculada a partir da velocidade base, correspondendo – por hipótese – à velocidade que não será ultrapassada por 85% dos condutores. No caso da norma de traçado portuguesa, existe uma relação teórica entre a velocidade base e a velocidade do tráfego para velocidades inferiores a 80 km/h, o que corresponde a considerar que o coeficiente de variação da distribuição é constante para toda a rede rodoviária [42].

Verifica-se, assim, que a velocidade do tráfego (decorrente da velocidade base) e a velocidade não impedida, embora tenham géneses diferentes (teórica no primeiro caso, e empírica no segundo) correspondem ao mesmo parâmetro da distribuição de velocidades (o percentil 85), pelo que deveriam ter valores idênticos. No entanto, vários estudos têm demonstrado que o percentil 85 da distribuição de velocidades é habitualmente superior ao limite de velocidade máxima legal; e que o percentil 50 é próximo, ou excede ligeiramente o limite legal [41].

São várias as estatísticas da distribuição de velocidades usadas na prática como critério na definição de limites de velocidade máxima: velocidade média; percentil 85; desvio padrão; intervalo modal. Convém referir, no entanto, que a mais comumente usada é o percentil 85.

Os critérios de base estatística partem da hipótese que a distribuição de velocidades praticadas segue uma lei normal (curva de Gauss), susceptível de ser descrita por dois parâmetros: o valor médio e o desvio padrão. Na generalidade dos casos tal aproximação é aceitável; no entanto, na bibliografia há referências ([11]) a situações em que o erro na estimativa de estatísticas como o percentil 85 ou um intervalo interquantílico é significativo quando se usa a aproximação pela normal.

Um critério usado, sobretudo nos EUA e na Austrália, é o do degrau⁸ de 15 km/h (10 milhas por hora) com a maior percentagem de velocidades medidas num ensaio de medição de velocidades instantâneas. Admitindo que a distribuição de velocidades é normal, trata-se de um indicador associado à dispersão das velocidades e cujo uso radica na convicção de que a segurança rodoviária aumenta quando o referido intervalo inclui uma percentagem elevada (mais de 60%) dos veículos em circulação não impedida numa secção [40].

Na definição de limites velocidade máxima locais é frequente o uso do percentil 85 da velocidade, cuja popularidade assenta em vários argumentos:

- numa distribuição normal normalizada 70% dos casos estão contidos no intervalo com amplitude de dois desvios padrão centrado no valor médio;
- o percentil 85 corresponde ao ponto de risco mínimo na curva de Solomon, quando a curva da FIGURA 3 é apresentada com as abcissas transformadas em submúltiplos do desvio padrão da distribuição de velocidades;
- o percentil 85 é fácil de medir, não obrigando a dimensões amostrais excessivas;
- aceitação de que 85% dos condutores adoptam uma velocidade razoável e prudente para as condições prevalecentes;
- constatação de se obterem boas taxas de cumprimento para limites de velocidade iguais ao percentil 85.

Trata-se, no entanto, de um indicador que não está isento de desvantagens, designadamente o facto de referenciar o nível de segurança unicamente aos veículos ligeiros, o que no caso dos arruamentos urbanos não é aceitável, atendendo à relevância dos aspectos relacionados com os peões e outros utentes vulneráveis. Por outro lado, com este indicador pressupõe-se que os condutores percebem correctamente os riscos da tarefa de condução, o que, como se viu em 2.3, nem sempre acontece sendo, justamente, um dos motivos para o estabelecimento dos limites de velocidade.

Outros percentis da distribuição da velocidade têm sido usados como referenciais para projecto de traçado e gestão de velocidades [41].

⁸ Designado por *10-mph pace speed*

3.3.4 Geometria do traçado e características da área adjacente à faixa de rodagem (AAFR)

A definição dos limites de velocidade máximas gerais e locais deve atender às características do traçado das estradas, respectiva área adjacente à faixa de rodagem e características superficiais do pavimento.

Com efeito, algumas características do perfil transversal (como a existência de faixas de rodagem unidireccionais distanciadas por um separador central adequado ou o número e largura das vias de tráfego) e da área adjacente à faixa de rodagem (como a largura e tipo de bermas, a largura de zona livre e o tipo de obstáculo perigoso para além desta) influenciam a probabilidade de determinados tipos de acidentes, bem como a potencial gravidade dos mesmos. Por outro lado, algumas destas características (como a largura da faixa de rodagem, a largura das bermas e a possibilidade de estacionamento nas mesmas) influenciam também a predisposição para acelerar e o grau de tolerância ao erro no guiamento dos veículos.

Por exemplo, na Suécia, estradas onde sejam prováveis colisões frontais (sem faixas separadas) têm a velocidade de circulação limitada ao máximo de 70 km/h [48].

Na Dinamarca são propostos limites de velocidade máximos de 60 a 70 km/h em estradas rurais com vias de largura não superior a 3.50 m, de 50 km/h para larguras entre 3.00 e 3.25 m, e de 30 a 40 km/h quando as vias têm entre 2.75 m e 3.00 m; para estradas locais são recomendados limites de 30 a 40 km/h para estradas com largura entre 2.75 m e 3.00 m; e de 10 a 20 km/h para as de largura igual a 2.75 m [6]. A variação do limite de velocidade máxima legal com a largura de via justifica-se, parcialmente, pelo facto de menores larguras corresponderem a maiores exigências de controlo das viaturas e menor tempo e espaço disponível para correcção de trajectórias desviantes. Por outro lado, sabe-se que a escolha da velocidade pelos condutores é influenciada pela percepção da margem de segurança até ao limite exterior da faixa de rodagem; as velocidades desejadas variam com a largura de via, mesmo na ausência de alteração nos limites de velocidade legal [11].

Em Portugal, no período de 2001 a 2005, cerca de 28% dos acidentes e 36% dos mortos registados nas estradas do País envolveram a área adjacente à faixa de rodagem, mediante colisão com obstáculos ou capotamentos subsequentes a despistes. Uma parcela considerável destes acidentes e vítimas (45% dos acidentes e 34% dos mortos) verificaram-se dentro de aglomerados populacionais, em zona urbana [46]. Justifica-se, pois, a consideração das características da área adjacente à faixa de rodagem na definição dos limites de velocidade.

Características como a distância de visibilidade (dependente da combinação planta perfil longitudinal), a curvatura horizontal, a sobrelevação e o coeficiente de atrito mobilizável na superfície do pavimento, são também factores relevantes para a definição de limites de velocidade máximas locais.

Importa garantir que as velocidades de circulação sejam compatíveis com a distância de visibilidade, de modo a que numa situação de emergência corrente⁹ os condutores sejam capazes de imobilizar as suas viaturas atempadamente. Sob condições atmosféricas correntes e admitindo uma superfície pavimentada normalmente conservada, a maioria dos condutores de um veículo em condições normais de circulação, e com pneus com a altura de rasto legal, consegue, em situação de emergência, mobilizar uma desaceleração corrente de -4.5 ms^{-2} ($-0.46g$); por outro lado, de acordo com a ASHTO, 90% dos condutores considera confortável uma desaceleração de emergência de -3.4 ms^{-2} ($-0.35g$) [36]. Em veículos ligeiros equipados com ABS e sistema de apoio à travagem de emergência é mais provável que as desacelerações sejam superiores, determinadas unicamente pelas propriedades das características superficiais do pavimento e da suspensão do veículo. Nestes casos, em estradas com elevada qualidade de construção e de conservação as desacelerações mobilizáveis serão superiores ao valor atrás referido; no entanto, é desaconselhável usar tais valores como referência, já que nem todos os veículos ligeiros estão dotados com aqueles equipamentos de segurança activa e os veículos pesados mobilizam desacelerações menores do que os ligeiros. A distância de visibilidade de paragem também depende de características psicofisiológicas dos condutores (como o tempo de percepção-reacção), que apresentam variabilidade inter e intra-individual, do objecto a visualizar e da altura do observador. Para efeitos de determinação da velocidade máxima devem usar-se os parâmetros apropriados ao projecto rodoviário, conforme normas aplicáveis [15].

Salienta-se, no entanto, que em estradas com deficientes características superficiais do pavimento pode ser aconselhável a afixação de limites de velocidade máxima especialmente adaptados às desacelerações máximas aí mobilizáveis.

As curvas em planta estão associadas a um maior risco de acidente quando comparado, por exemplo, com o de zonas em recta, de outra forma semelhantes. Nas estradas interurbanas com bermas não pavimentadas da Rede Rodoviária Nacional portuguesa (RRN) o risco médio de acidente em curva é cerca de 150% do risco médio de acidente em recta (1.49 acidentes por milhão de veículo×km em curva e 1.00 acidentes por milhão de veículo×km em recta).

Uma percentagem significativa dos acidentes corporais e das mortes deles resultantes ocorre em curvas em planta. Por exemplo, de 1994 a 1998, cerca de 37% dos acidentes corporais e 31% dos mortos registados pelas entidades fiscalizadoras na RRN fora de zonas urbanas e de cruzamentos ocorreu em curvas [49]. Esta situação é semelhante à de outros países europeus [50].

Diversas características da estrada e das próprias curvas podem justificar este aumento do risco de acidente em curva. Por um lado, as curvas horizontais são elementos geométricos do traçado que originam problemas de visibilidade e de guiamento que podem contribuir para violar a expectativa dos condutores. Importa, deste modo, detectar as curvas onde estas desconformidades com a expectativa dos condutores podem ocorrer (curvas com falta de homogeneidade), de modo a poder corrigir as características da estrada na proximidade das mesmas ou, se tal não for possível, alertar os condutores não habituais. A visibilidade de uma curva (se é fácil a percepção de que existe uma curva a jusante e a que distância ela é

⁹ Sob condições de pavimento molhado

visível) e a respectiva legibilidade (em que medida os condutores conseguem aperceber-se das características da curva, para adoptarem um comportamento adequado) também são características da estrada com impacte na sinistralidade em curva [50]. Igualmente, é importante assegurar adequadas características de atrito transversal e de sobrelevação nas zonas de curva, para facilitar a inscrição dos veículos e a obtenção de adequada resistência à derrapagem em caso de travagem. Devido à maior probabilidade de despiste, quando comparada com a das zonas em recta adjacentes, existem requisitos específicos, mais severos, quanto às características da zona livre, quer no extradorso quer no intradorso das zonas de curva [49].

Os aspectos acima referidos justificam a eventual imposição de limites de velocidade máxima específicos para algumas curvas.

3.3.5 Controlo de acessos e densidade de intersecções

São vários os impactes negativos que os acessos privados (acessos de propriedades marginais) ou públicos (intersecções) originam sobre as condições de operação de uma estrada, estando bem documentadas as vantagens do controlo dos acessos às estradas interurbanas ou urbanas com funções mobilidade predominantes. Quanto maior a densidade de acessos maior será o tempo de percurso e o número de acidentes. Numa estrada com funções mobilidade ou distribuição predominantes, os acessos não planeados, como os das propriedades marginais à estrada, originam interferências e descontinuidades no fluxo do tráfego, para além de promoverem a heterogeneidade do tráfego, com mistura indesejada do tráfego local com o de longo curso.

Nos EUA, estradas com controlo total dos acessos têm menos 25% a 50% da taxa de acidentes por milhão de veículo×km do que aquelas onde os acessos não são condicionados [36]. Estudos realizados permitiram verificar que o aumento da densidade de acessos de 6.25 para 37.5 por quilómetro origina a quase triplicação do risco de acidentes (expresso em número de ocorrências por milhão de veículo×km). Genericamente, em estradas rurais e arruamentos urbanos é expectável um aumento de 6.4% no risco de acidente por cada aumento unitário na densidade de acessos [43].

Em Portugal, estudos da sinistralidade na Rede Rodoviária Nacional (RRN) permitiram verificar que nas estradas com faixa de rodagem única a taxa de sinistralidade no caso de não haver condicionamento de acessos é superior ao dobro da taxa verificada em estradas com condicionamento de acessos, conforme apresentado no QUADRO 2 ([44]).

TIPO DE ESTRADA	ACESSOS	MORTOS	VÍTIMAS	ACIDENTES	ACIDENTES FORA DE INTERSECÇÃO
Faixa única	Condicionados	0.065	0.76	0.441	0.340
	Não condicionados	0.078	1.48	0.914	0.914
Auto-estrada	Auto-estrada	0.016	0.44	0.239	0.239

QUADRO 2 Taxas de sinistralidade na RRN em função do tipo de condicionamento de acessos (em ocorrências por milhão de veículo×km)

O mesmo estudo permitiu verificar que a referida relação é extensível à taxa de vítimas; e que a taxa de acidentes fora de intersecções nas estradas sem condicionamento de acessos é quase tripla da verificada nas estradas com acessos condicionados.

Este último aspecto pode ser explicado pelo facto de, na data a que o estudo se refere, a maior parte dos cruzamentos em estradas com acessos condicionados serem do tipo desnivelado.

A densidade de intersecções ou de nós de ligação (cruzamentos desnivelados) também afecta as condições de circulação, com consequências ao nível da segurança e dos tempos de percurso. Por exemplo, no estado americano do Texas, o aumento numa unidade da densidade de intersecções com controlo por sinais luminosos (mais uma por quilómetro) origina uma diminuição de cinco a oito km/h na velocidade de percurso. Diversos estudos têm, também, permitido verificar que a taxa de sinistralidade aumenta com o aumento da densidade de cruzamentos. Por exemplo, no também americano estado da Flórida os trechos de estrada com o dobro da densidade de intersecções controladas por sinalização luminosas têm taxas de sinistralidade que são 2.5 vezes superiores às dos trechos com densidade unitária [44].

As situações de intersecção de nível e de acesso não controlado à estrada estão associadas a elevado risco de colisões laterais, o que corresponde, como se viu em 3.3.1, a situações de média resistência do ser humano ao choque. Justifica-se, pois a consideração destes elementos na definição de limites de velocidade máxima locais – para determinadas intersecções – e gerais característicos – em função da densidade dos acessos.

3.3.6 Volume de tráfego

O volume de tráfego médio diário (TMDA) é um bom indicador da efectiva relevância da função mobilidade na estrada a que se refere.

Por outro lado, em termos de frequência de sinistralidade, o TMDA é uma variável explicativa de importância maior, sendo, habitualmente, o principal aspecto a considerar na quantificação do número esperado de acidentes e de vítimas. Para ponderar a importância da sinistralidade não basta saber o nível de risco; há, também, que quantificar o volume de tráfego sujeito ao referido risco.

Para situações de risco similar, diferenças significativas no TMDA podem justificar decisões diferenciadas quanto ao limite de velocidade máxima legal recomendável, quer nos casos em que os critérios de segurança são preponderantes quer naqueles em que os compromissos dêem maior peso a outro tipo de critérios.

O TMDA é, assim, um critério susceptível de ser usado, sobretudo, na definição de limites gerais característicos, embora, pontualmente, possa ser relevante para a definição de limites locais.

3.3.7 Área adjacente à faixa de rodagem

As características da área adjacente à faixa de rodagem não influenciam só a escolha de velocidades pelos condutores; diversos estudos confirmam que a gravidade dos despistes pode ser fortemente agravada pelos obstáculos perigosos existentes na designada zona livre – as áreas de zona da estrada laterais à faixa de rodagem, mais provavelmente utilizada pelos condutores para recuperarem o controlo das suas viaturas, quando desgovernadas (ver FIGURA 7).

São classificados como obstáculos perigosos, os postes, muros, pilares de estruturas, árvores, bocas de aquedutos, lençóis de água, bem como os taludes de aterro com inclinação superior a 1:3 (v:h) e os taludes de escavação com saliências rochosas [46]. Salienta-se que nesta óptica as guardas de segurança também são consideradas como obstáculos, embora menos perigosos do que aqueles relativamente aos quais estão a proteger o tráfego. Por essa razão devem ser colocadas a montante dos mesmos, quando os obstáculos perigosos não podem ser suprimidos ou removidos para zonas de menor probabilidade de serem atingidos.

De acordo com a experiência, a largura recomendável para a zona livre de obstáculos depende da velocidade do tráfego e da probabilidade de ser invadida por um veículo descontrolado. Assim, numa auto-estrada a zona livre será mais larga do que numa estrada cujo traçado não permite velocidades superiores a 50 km/h; igualmente, os requisitos de zona livre serão maiores numa curva (para ambos os lados) do que numa recta.

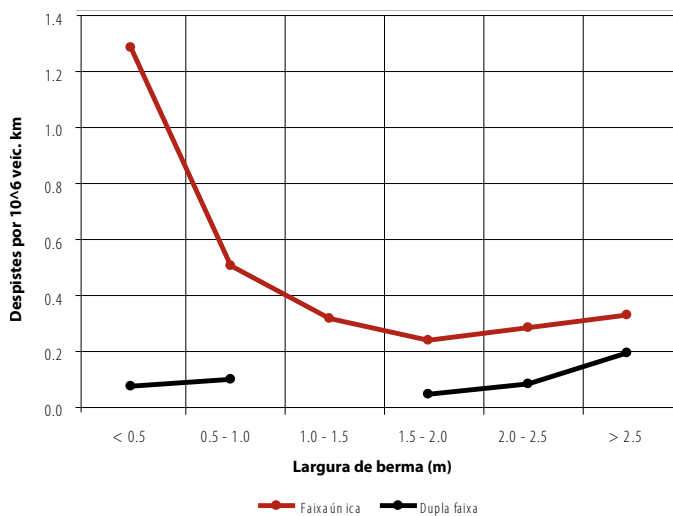


FIGURA 7 Variação da taxa de despistes com a largura da berma, na RRN [46]

As características da área adjacente à faixa de rodagem constituem, assim, um critério a atender na definição de limites de velocidade máxima, quer ao nível geral quer local. Na FIGURA 8 apresenta-se um exemplo de um tipo de estrada (na Alemanha) onde a velocidade máxima legal está limitada a 70 km/h, por motivos da proximidade das árvores relativamente à faixa de rodagem e da impossibilidade de proteger o tráfego com guardas de segurança adequadas. Salienta-se que neste caso o correspondente sinal C13 é acompanhado por um painel adicional explicitando que o limite de velocidade se deve à proximidade das árvores.



FIGURA 8 Estrada com limite de velocidade de 70 km/h devido à proximidade de obstáculos perigosos da faixa de rodagem (Alemanha)

3.3.8 Sinistralidade

Na definição de limites de velocidade máxima gerais e locais deve atender-se à sinistralidade ocorrida na zona, quer no que se refere à frequência de acidentes quer no que diz respeito à gravidade das vítimas deles resultantes.

Para o efeito importa analisar as características da sinistralidade, em especial aquela que é relacionável mais directamente com a velocidade excessiva para as condições prevalentes na altura e local do acidente. Por exemplo, se num trecho de itinerário a frequência esperada de acidentes corporais ou de vítimas graves (mortos e feridos graves) é muito superior à verificada no conjunto de itinerários com características geométricas semelhantes e com TMDA similares aos do itinerário em análise, um estudo da respectiva sinistralidade e das velocidades neles praticada poderá resultar em propostas de diminuição do limite de velocidade aplicável a todo o itinerário. Do mesmo modo, numa curva (ou intersecção) que apresente maior frequência esperada de despistes do que outras curvas (ou colisões traseiras em intersecções) parecidas, e cujos TMDA sejam semelhantes, muito provavelmente apurar-se-á, em resultado do estudo de sinistralidade e de comportamento de tráfego, a conveniência de estabelecer limites de velocidades máxima locais inferiores aos inicialmente em vigor.

Nestes casos, nos estudos de sinistralidade a realizar atender-se-á quer à complexidade do fenómeno da ocorrência de acidentes quer às características peculiares da respectiva componente de aleatoriedade, utilizando-se métodos de estimativa de frequências esperadas de ocorrência adequados, como os descritos em publicação do LNEC ([9]).

3.3.9 Limite de velocidade máxima em trechos adjacentes

Os limites de velocidade máxima podem contribuir para a diminuição da dispersão de velocidades, através do reforço da expectativa *a priori* dos condutores, o que contribui para maiores níveis de segurança. Assim, estradas com maior ênfase na função mobilidade não devem ter limites de velocidade inferiores aos de estradas com maior ênfase na função distribuição ou na de acesso.

Por outro lado, ao longo de um itinerário não deve haver frequentes alterações na velocidade máxima de lanços sucessivos, uma vez que um sistema de frequentes alterações de velocidade pode originar confusão nos condutores [47]. Num determinado lanço, o limite de velocidade deve, pois, ser definido também em função dos limites em vigor nos lanços adjacentes ao longo do itinerário considerado.

Na ausência de características de traçado que sejam facilmente associáveis à imposição de um limite de velocidade – como uma curva, ou uma zona mais estreita do que as adjacentes –, um determinado limite de velocidade deve ser aplicado ao longo de um comprimento mínimo, de modo a não impor súbitas e sucessivas alterações no comportamento de condução.

A diminuição dos limites de velocidade deve ser afixada de modo que os condutores que circulam à velocidade legal na zona de maior limite possam efectuar a transição para o novo limite de velocidade com uma desaceleração suave, de preferência sem necessidade de recurso ao travão, meramente com uso do motor, o que corresponde a -0.8 ms^{-2} .

3.3.10 Salvaguarda de utentes vulneráveis

Foi referido em 3.3.1 que a resistência fisiológica do corpo humano ao choque por veículos motorizados deve ser um critério a considerar na definição de limites de velocidade, tendo sido reportadas em 2.2.1 algumas relações gerais entre a velocidade de impacto e a probabilidade de sobrevivência do peão em caso de atropelamento.

A partilha de espaço entre utentes vulneráveis (peões e ciclistas) e veículos motorizados não deve ser permitida quando as viaturas são autorizadas a circular a velocidades medianamente elevadas, na medida em que tal viola um dos princípios orientadores das estradas sustentadamente seguras, conforme estabelecido na visão de segurança adoptada na Holanda¹⁰. Com efeito, de acordo com o princípio da homogeneidade de massa, direcção e velocidade, devem ser evitadas as situações em que haja partilha do mesmo espaço rodoviário por utentes com massas (e resistência ao choque) muito diferentes ou com velocidades (em direcção e valor absoluto) díspares, na medida em que tal é factor de agravamento das consequências de eventuais acidentes.

¹⁰ De acordo com o conceito de estradas sustentadamente seguras, há cinco princípios orientadores para a concepção do sistema de tráfego rodoviário: a monofuncionalidade das estradas; a homogeneidade de massa e velocidade; a previsibilidade do traçado das estradas e do comportamento de condução; a tolerância da envolvente rodoviária e dos utentes; e a autoconsciência das capacidades de condução [38].

Assim, nos locais – eminentemente residenciais – onde se preveja a partilha de espaço entre utentes vulneráveis e veículos, sem demarcação de espaços primariamente destinados a um destes tipos de utentes, a velocidade máxima autorizada não deve ser superior a 20 km/h; nos locais onde estejam definidos espaços para a circulação automóvel, mas se permita pontualmente a partilha de espaço (como em algumas intersecções de nível), pode limitar-se a 30 km/h a velocidade máxima legal.

Nas zonas de 20 km/h ou de 30 km/h o acesso de viaturas automóveis é assegurado na condição de as respectivas velocidades serem baixas, o que obriga à construção de combinações de medidas de engenharia que limitem fisicamente a possibilidade de aceleração dos veículos e a propensão dos condutores para acelerarem, traduzindo-se num condicionamento efectivo da escolha de velocidades através do meio físico, complementando o efeito da pressão social dos utentes e habitantes das zonas em questão. Sublinha-se que, nestes casos, o papel da infra-estrutura no condicionamento da velocidade dos veículos é fundamental.

A experiência tem demonstrado que as tentativas para conseguir velocidades de circulação compatíveis com os requisitos destas zonas mediante mera sinalização foram infrutíferas.

A experiência tem demonstrado que a tentativa de aplicação de limites de velocidade de 30 km/h em arruamentos com elevado volume de tráfego, necessariamente largos, levanta vários tipos de dificuldades.

Em zonas onde haja separação física entre os utentes vulneráveis e os veículos motorizados, mas seja permitido o atravessamento (regulado por sinais luminosos ou por regras de prioridade aos peões e ciclistas), a velocidade dos veículos automóveis e motociclos deve ser limitada ao máximo de 50 km/h. Exceptuam-se as situações de baixo TMDA de veículos e de peões, em locais com boas condições de visibilidade.

4. LIMITES DE VELOCIDADE MÁXIMA GERAIS

4.1 Generalidades

A definição dos limites de velocidade máxima gerais deve atender aos vários requisitos de quem utiliza as rodovias e de quem vive junto a elas. Mobilidade, segurança e qualidade de vida são elementos que devem ser considerados, com ponderações diferentes consoante o tipo de rodovia em análise.

Segundo um relatório da OCDE, por motivos de segurança podem ser considerados limites de velocidade entre 90 e 130 km/h em auto-estradas; entre 50 e 70 km/h em arruamentos arteriais urbanos; de 30 km/h em arruamentos residenciais; de 70 a 90 km/h em estradas interurbanas principais; e entre 40 e 60 km/h em estradas rurais secundárias. Os limites recomendáveis por motivos ambientais são mais baixos do que os anteriores: 70 a 90 km/h em auto-estradas; 30 a 60 km/h em arruamentos arteriais urbanos; e 60 a 90 km/h em estradas interurbanas principais. Por considerações de mobilidade é recomendável a adopção dos limiares mais altos para auto-estradas e para os arruamentos arteriais urbanos; a mobilidade é factor importante em estradas interurbanas principais, mas secundário nos arruamentos residenciais e nas estradas rurais secundárias. Para atender à qualidade de vida das populações nas áreas confinantes com a estrada é recomendável considerar os limiares mais baixos dos intervalos em auto-estradas e arruamentos arteriais urbanos; este é um factor muito importante em arruamentos residenciais, secundário em estradas interurbanas principais, e principal em estradas rurais secundárias [4].

Ainda de acordo com a OCDE não há uma fórmula única para definir os limites de velocidade; no entanto, é importante que o sistema aplicado seja internamente coerente e corresponda a um compromisso aceite pela sociedade. Na Noruega, por exemplo, na definição dos limites aplicáveis em zonas urbanas foram considerados os custos associados à utilização das rodovias, devidos ao tempo de percurso, ao funcionamento dos veículos, aos acidentes, ao ruído de circulação, à sensação de perigo e à poluição devida aos gases emitidos. Os limites propostos foram calculados de modo a minimizar os custos em cada tipo de estrada: 60 km/h para estradas regionais principais, 50 km/h para estradas locais principais e para estradas distribuidoras, 30 km/h para estradas de acesso e para arruamentos no centro das cidades.

Para facilitar o cumprimento dos limites de velocidade gerais, importa que as estradas a que eles se aplicam sejam facilmente identificáveis pelos utentes como pertencendo à respectiva categoria. Para o efeito, as rodovias podem ser dotadas de melhoramentos na infra-estrutura que facilitem essa identificação ou limitem fisicamente as velocidades.

Estas intervenções são mais fáceis de conceber em zonas urbanas, onde, devido ao pequeno comprimento de rodovia afectado, frequentemente a sua execução determina efeitos rápidos – percebidos directamente pelo tráfego e pelas populações nas áreas vizinhas – e relações custo-eficácia elevadas. Em zonas interurbanas as intervenções para diminuir as velocidades são de concepção difícil e têm efeitos menos pronunciados do que em meio urbano, em parte devido à baixa pressão social associada à diminuta presença humana no espaço rural atravessado. São também mais onerosas devido aos grandes comprimentos de via afectados.

Quando não for possível melhorar a infra-estrutura de um itinerário, de modo a cumprir os requisitos para o limite da categoria de estrada a que ele pertence, deve ser estabelecido o limite de velocidade compatível com as características do itinerário, a afixar em todos os cruzamentos e acessos, com os convenientes painéis adicionais, explicativos da razão justificativa para a adopção do valor mais baixo.

No **QUADRO 3** apresenta-se um resumo dos limites gerais referidos neste documento para as estradas portuguesas, conforme explicitado nos pontos seguintes. Basicamente pretendeu manter-se tanto quanto possível a classificação de regimes de circulação suportados pelo actual Código da Estrada (ver 3.1), relativos a auto-estradas, vias reservadas a automóveis e motociclos, vias dentro de povoações, e restantes vias públicas. Considera-se, no entanto, justificável prever o caso das vias indiferenciadas – ou partilhadas – em zonas residenciais, dentro de povoações, às quais deveria corresponder, em futura revisão do Código da Estrada, um novo regime de circulação que confira maior prioridade aos peões e ciclistas, obrigando todos os veículos motorizados a ceder a passagem àqueles, e os ciclistas aos primeiros.

TIPO DE ENVOLVENTE	CATEGORIA	LIMITE DE VELOCIDADE (km/h)
Fora de aglomerado urbano	Auto-estrada	120
	Via reservada a automóveis e motociclos	100
	Estrada principal (EN ou ER)	90 ; 70
	Estrada municipal	80 ; 60
Dentro de aglomerado urbano	Via reservada a automóveis e motociclos (*)	100
	Via urbana de Nível I (*)	80
	Arruamento de Nível II	50
	Arruamento de Nível III	50 ; 30
	Arruamento residencial	30

(*) – Rodovias implantadas em área administrativamente classificada como zona urbana, mas sem acesso directo das propriedades marginais atravessadas

QUADRO 3 Categorias rodoviárias portuguesas e respectivos limites de velocidade (km/h)

Na categorização das rodovias urbanas adoptou-se a classificação usada em relatório do LNEC incidindo sobre as velocidades praticadas nas estradas portuguesas [45]. Assim, as vias urbanas de *Nível I*¹¹ correspondem a vias reservadas ao trânsito de automóveis e motociclos ou vias-rápidas urbanas; os arruamentos urbanos de *Nível II* correspondem a rodovias estruturantes da rede urbana, com funções distribuidora e colectora, com reduzida influência dos fluxos marginais de peões no funcionamento do tráfego motorizado; os arruamentos de Nível III compreendem as rodovias com funções simultaneamente de acesso e colectoras ou distribuidoras, com elevada influência dos fluxos marginais de peões e de ciclistas no funcionamento do tráfego motorizado. Os arruamentos residenciais correspondem às vias urbanas de Nível IV do referido relatório, correspondendo às rodovias em que as funções de acessibilidade e de fruição do espaço público são preponderantes.

Na **FIGURA 9** (ver também o Anexo I) apresenta-se um fluxograma com o esquema geral do procedimento a aplicar para selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa rodovia sem problemas de sinistralidade especiais.

Finalmente, refira-se que alguns casos previstos no **QUADRO 3** correspondem a situações em que os limites gerais característicos terão de ser afixados nos itinerários a que respeitam, por não estarem contemplados nos limites gerais do Código da Estrada.

Os limites de velocidade gerais, estabelecidos pelo art. 27.º do Código da Estrada, são distintos para as várias categorias de veículos, para atender às diferenças entre as correspondentes características dinâmicas e de manobrabilidade, facilitando, por exemplo, as manobras de ultrapassagem a veículos pesados ou com atrelado, e prevendo distâncias de travagem similares para veículos ligeiros e pesados.

¹¹ Também designadas por Estradas Urbanas, na hierarquia viária do Manual de boas práticas em sinalização urbana [70].

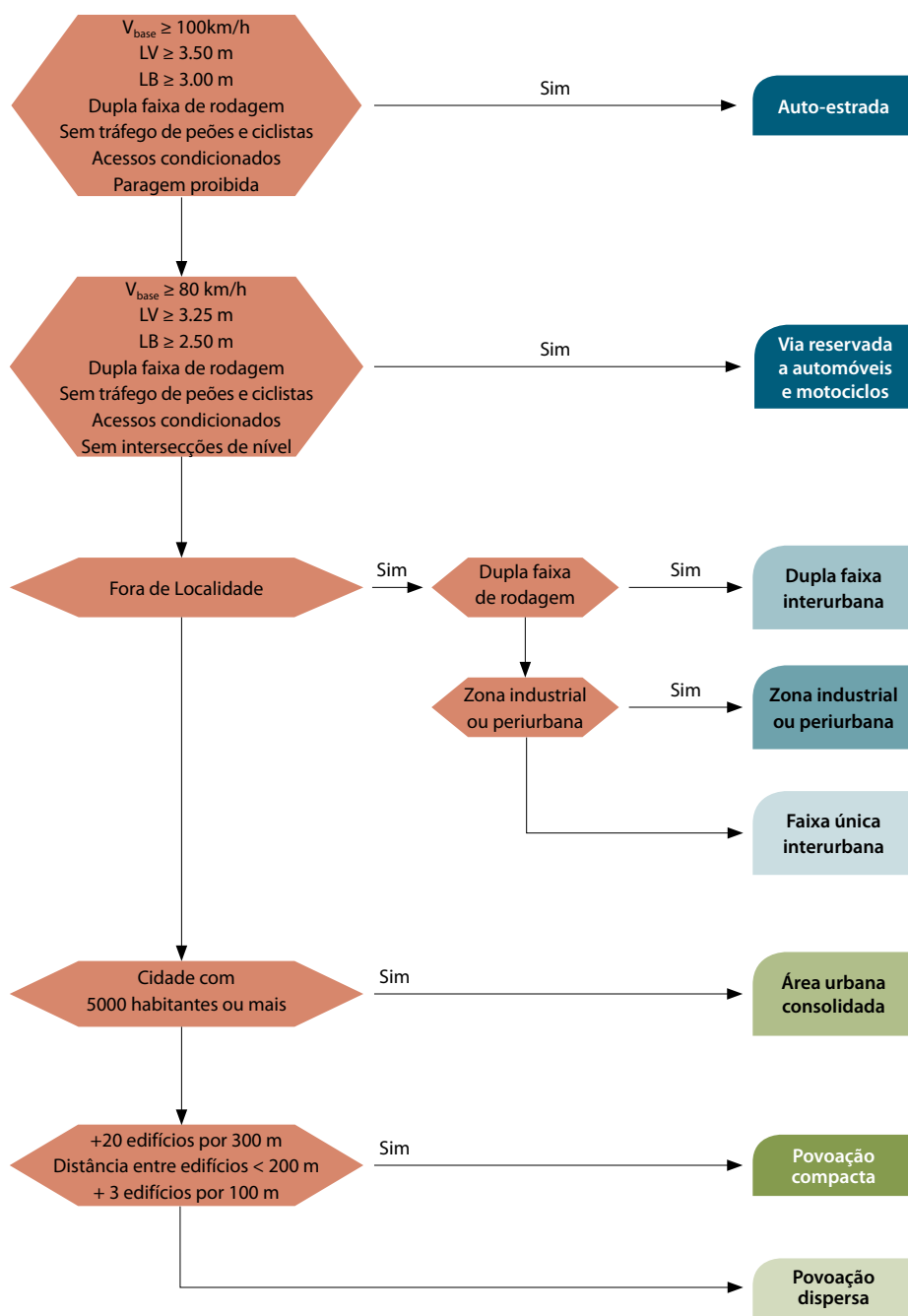


FIGURA 9 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima geral

De acordo com o actual Código da Estrada, a afixação de limites de velocidade geral característicos através do sinal C13 ou G4 tem a desvantagem de estabelecer limites de velocidade idênticos para todas as categorias de veículos, uma vez que a prescrição correspondente a estes sinais prevalece sobre as do referido artigo. Tal facto já acontece actualmente com a afixação dos limites locais, não constituindo neste caso, no entanto, problema sério, uma vez que estes limites vigoram em pequenos trechos de estrada.

A existência de limites de velocidade idênticos para todas as categorias de veículos ao longo de percursos extensos é uma desvantagem que pode ser suplantada mediante alteração do Código da Estrada que associe aos sinais C13 e G4 um limite de velocidade inferior em 10 km/h ao valor afixado, aplicável aos veículos pesados ou com reboque (para valores afixados não inferiores a 50 km/h). Deste modo garantir-se-ia quer a igualdade de distância de paragem em piso seco, quer a facilidade de ultrapassagem a veículos pesados em patamar.

Caso tal alteração do Código da Estrada não seja adoptada, ainda assim, considera-se que as vantagens da afixação de um limite de velocidade geral característico inferior ao limite geral, mas adaptado às particularidades do trecho de estrada, suplantam as desvantagens decorrentes da igualdade do limite de velocidade para todas as categorias de veículos.

4.2 Auto-estradas

O Código da Estrada português estabelece um conjunto de regras gerais de circulação aplicáveis especificamente ao trânsito em auto-estradas.

De acordo com a definição contida no mesmo documento, *auto-estrada é toda a via pública destinada a trânsito rápido, com separação física de faixas de rodagem, sem cruzamentos de nível nem acesso a propriedades marginais, com acessos condicionados e sinalizada como tal, mediante o sinal de informação H24 – “auto-estrada”.*

O condicionamento de acessos existente numa auto-estrada e a separação física dos terrenos marginais garantem que a circulação na mesma não afecta nem é afectada directamente pela actividade nos terrenos marginais; mesmo nas zonas em que o desenvolvimento da auto-estrada se faça em área administrativamente classificada como urbana, não há razão para se aplicar o regime de circulação dentro de localidade.

O regime de circulação em auto-estrada limita o trânsito nas auto-estradas aos veículos automóveis e motociclos; impõe o limite de velocidade mínima de 50 km/h para todos os veículos e o limite de velocidade máxima de 120 km/h para os veículos ligeiros de passageiros ou mistos, sem reboque; proíbe a paragem ou estacionamento nas bermas; e obriga quem entrar numa auto-estrada ou numa via reservada a automóveis e motociclos pelos respectivos ramais de acesso a ceder a passagem.

A separação física dos sentidos de circulação praticamente impede a ocorrência de colisões frontais. Os limites máximo e mínimo de velocidade e o acesso ou saída mediante nós de ligação dotados de vias de aceleração ou de abrandamento são condições que diminuem a probabilidade de ocorrência de elevados gradientes de velocidade entre os veículos que circulam numa auto-estrada.

É, pois, justificável a fixação de um limite geral de velocidade máxima de 120 km/h, desde que a largura de vias não seja inferior a 3.50 m e que existam bermas direitas pavimentadas com largura mínima de 3.00 m.

A questão da fixação do valor do limite de velocidade máxima autorizada em função das condições atmosféricas e do pavimento é pertinente. Países como o Reino Unido, Suécia e Holanda não adoptaram sistemas de fixação de limites de velocidade máxima deste tipo, o que não impede que os respectivos indicadores de sinistralidade sejam dos melhores da UE, mesmo em auto-estradas. Reconhece-se, no entanto, que um regime diferenciado, como existe em França, onde o limite é de 130 km/h em piso seco e de 110 km/h em caso de chuva ou neve, pode ter o efeito pedagógico de criação de expectativas *a priori* diferenciadas acerca da velocidade de circulação. A aplicabilidade prática e a aceitação social de um sistema deste tipo dependerá consideravelmente da forma como forem especificadas as situações de fronteira e a resolução dos inevitáveis conflitos de apreciação das mesmas pelos agentes da autoridade e cidadãos.

Face às características de traçado que habitualmente são atribuídas às auto-estradas portuguesas da Rede Rodoviária Nacional, só muito raramente se justificará a afixação de limites locais de velocidade inferiores ao limite geral de 120 km/h.

Salienta-se, no entanto, que a ausência de tais limites está condicionada ao cumprimento dos requisitos normativos de distância de visibilidade, de raio de curvatura, de largura de vias e de bermas, bem como de comprimento de via de abrandamento ou aceleração. Quando tais requisitos não são cumpridos num determinado local, verificam-se acréscimos do risco de colisões com obstáculos na faixa de rodagem ou de colisões traseiras (para baixas distâncias de visibilidade), de despiste (para baixo raio de curvatura) ou de colisões traseiras e laterais (para ausência ou pequeno comprimento das vias de abrandamento ou de aceleração). As elevadas velocidades envolvidas nos acidentes em auto-estrada tornam especialmente graves as consequências das colisões entre veículos.

Assim, nos casos de incumprimento dos requisitos devem ser afixados limites de velocidade locais compatíveis com o estabelecido no *Capítulo 5*.

4.3 Dentro de localidades

De acordo com o Código da Estrada português o limite de velocidade máxima dentro de localidades é de 50 km/h para motociclos, veículos ligeiros, pesados de passageiros e pesados de mercadorias sem reboque ou com semi-reboque.

A definição contida no referido documento estabelece como “Localidade”, toda a zona com edificações e cujos limites são assinalados com os sinais regulamentares de “início de localidade” (N1a e N1b) e de “fim de localidade” (N2a e N2b).

De acordo com os critérios de resistência ao choque do ser humano explicitados em 3.3.1, o limite de velocidade em zonas onde o perigo de conflitos entre veículos e peões é elevado deve ser da ordem dos 30 km/h, uma vez que essa é uma velocidade em que o risco de colisão fatal é muito baixo.

A probabilidade de conflito entre peões e veículos não é, no entanto, idêntica em todo o espaço classificado como dentro de localidade, atenta a definição do código da estrada acima referida, pelo que se justificam ponderações diferenciadas daqueles critérios, em função da importância dessa probabilidade.

Por exemplo, numa zona de utilização eminentemente residencial, em que a rodovia tenha funções primordialmente de acesso, justifica-se a prevalência de um limite de velocidade inferior a 50 km/h; já numa rodovia arterial de uma zona urbana consolidada, com função distribuidora e elevado tráfego, sem possibilidade de atravessamentos pedonais de nível, o limite de velocidade de 50 km/h pode ser desnecessário por razões de segurança rodoviária. Igualmente se verifica que em diversos atravessamentos de pequenas localidades por estradas interurbanas os sinais regulamentares de início de localidade são usados para demarcar os limites de expansão urbana, não se justificando, por ausência de elevado perigo de conflito peão-veículo, o correspondente limite de 50 km/h; simultaneamente, em diversos atravessamentos este limite pode ser excessivamente elevado, face à envolvente rodoviária e à dimensão da actividade urbana na localidade atravessada.

Por outro lado, o regime de circulação dentro de localidades não contempla as soluções de modelação do espaço urbano, adoptadas em diversos países europeus, caracterizadas por ausência de atribuição de canais preferencialmente dedicados aos veículos motorizados, resultando na partilha do espaço pelos diferentes tipos utentes autorizados.

Face ao exposto, seria desejável o estabelecimento de regimes de circulação especialmente adaptados às características particulares de alguns espaços urbanos, diferenciando designadamente as condições de circulação em zonas partilhadas; bem como a restrição do uso dos sinais de indicação de localidade ao fim rodoviário a que se destinam (o de indicar a zona de aplicabilidade de um regime de circulação), e não para demarcar limites administrativos¹².

¹² Para este fim poder-se-ia definir, tal como noutros países, um sinal alternativo, de indicação de local habitada, por exemplo com fundo preto (ou outra cor que não o branco ou o azul). Tal sinal não teria cobertura na convenção de Vienna. Ao invés do sinal de povoação existente, a este novo sinal não estaria associada a imposição do regime de circulação dentro das localidades.

Estes são, no entanto, aspectos a ponderar atempadamente em futuras revisões do Código da Estrada e do Regulamento de Sinalização do Trânsito. No actual enquadramento legal, justifica-se a definição das condições em que os limites de velocidade dentro de localidades devem ser alterados mediante afixação de limites locais diferentes dos gerais. Para o efeito, no presente documento são consideradas cinco situações especiais, consoante se trate de áreas urbanas consolidadas, de atravessamentos de povoações compactas ou de povoações dispersas:

Áreas urbanas consolidadas:

- a) Zonas partilhadas;
- b) Zonas residenciais, com limite de velocidade de 30 km/h;
- c) Arruamentos de Nível I, com limite de 80 km/h;

Atravessamento de povoações:

- d) Atravessamento de povoação compacta, com limite de 40 km/h;
- e) Atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite não inferior a 60 km/h.

As situações em **área urbana consolidada** correspondem às rodovias dentro de aglomerados urbanos com mais de 5000 habitantes que não tenham elevada percentagem de volume de tráfego de atravessamento. Para efeitos de classificação dos atravessamentos, define-se **povoação compacta** como sendo toda a localidade cumprindo as seguintes condições: 20 ou mais edifícios em cada 300 m; 3 ou mais edifícios em cada 100 m; e distância entre edifícios inferior a 200 m. Nos restantes casos consideram-se os aglomerados populacionais como **povoações dispersas**.

O cálculo da **densidade de acessos** (DA – expressa pelo número de acessos a uma rodovia por quilómetro) pode ser efectuado pelo quociente entre o número ponderado de acessos (NPA) e o comprimento do trecho relevante (L):

$$DA = NPA / L$$

Em que:

$$\begin{aligned} NPA = & (\text{Número de acessos a menos de 5 residências}) + \\ & + 1.5 \times \{(\text{Número de acessos a 6 ou mais residências}) + \\ & + (\text{número de edifícios de comércio, indústria ou quinta com edifícios}) \\ & + (\text{número de ruas e ruelas})\} \end{aligned}$$

Na **FIGURA 10**¹³ (e no Anexo I) apresenta-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa rodovia em área urbana consolidada sem problemas de sinistralidade especiais.

¹³ BUS – Paragem de veículos de transporte colectivo de passageiros, segundo a definição do RST.

ÁREA URBANA CONSOLIDADA

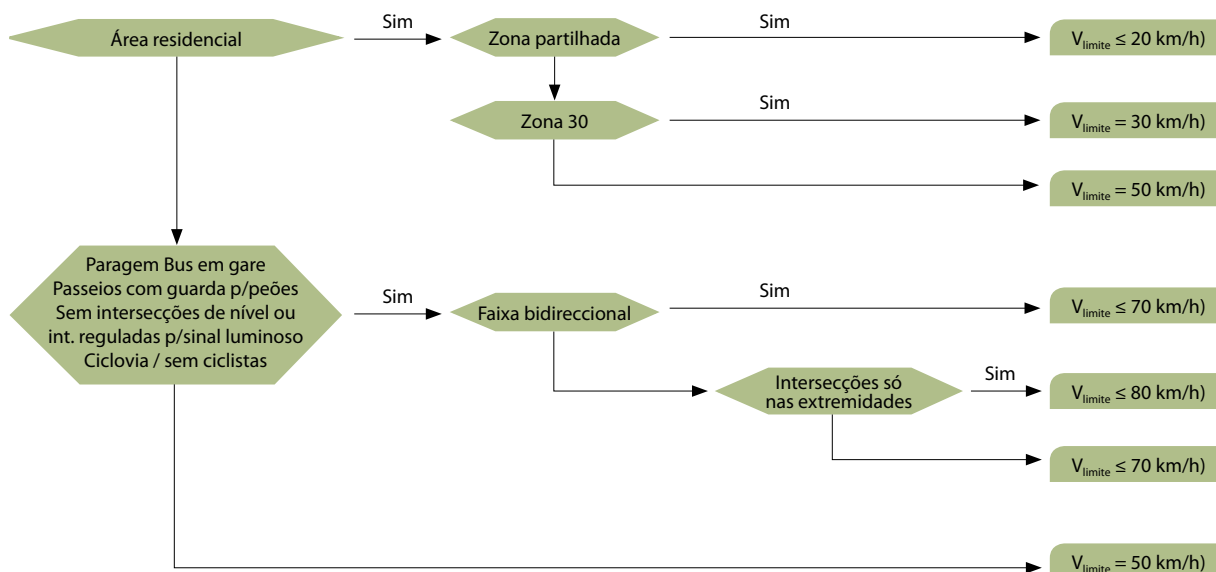


FIGURA 10 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em áreas urbanas consolidadas

Na FIGURA 11 (e no Anexo I) apresenta-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar num atravessamento de povoação por uma estrada interurbana, que não tenha problemas de sinistralidade especiais.

No fluxograma a sigla DEF corresponde à distância entre fachadas dos edifícios fronteiros ao atravessamento em análise; e a sigla LV à largura de vias de tráfego.

ATRAVESSAMENTOS DE POVOAÇÃO

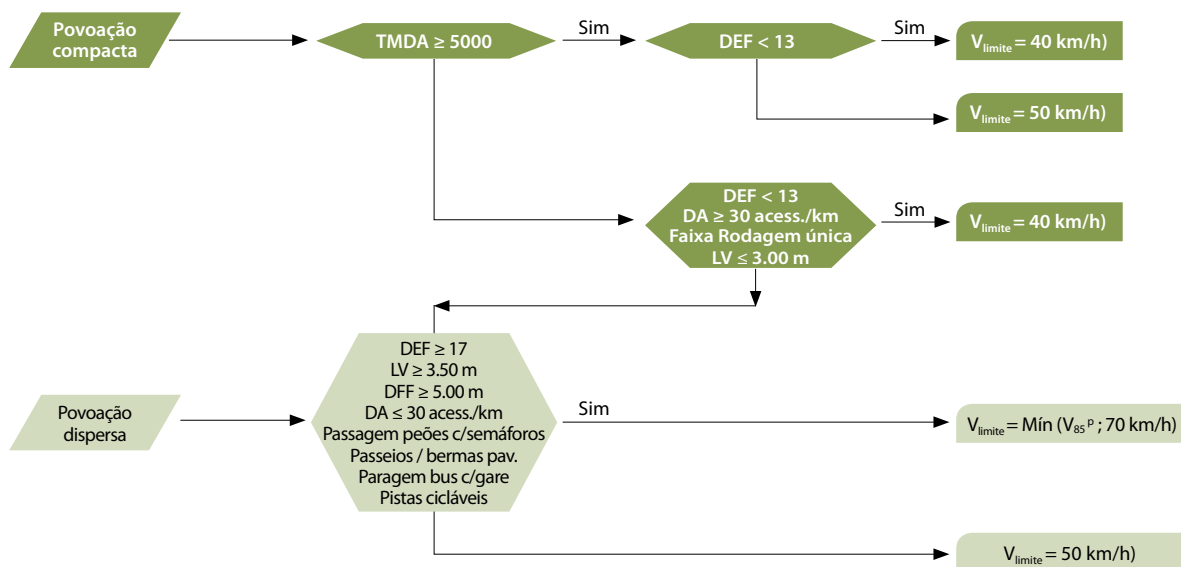


FIGURA 11 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em atravessamentos de povoação

4.3.1 Zonas de coexistência.

A sinalização de **zonas de coexistência** em áreas urbanas consolidadas está sujeita à verificação de um conjunto de requisitos ao nível da configuração da infra-estrutura, destinadas a assegurar que o ambiente rodoviário é indutor da escolha das baixas velocidades de circulação compatíveis com a partilha de espaço por utentes vulneráveis e veículos motorizados. Assim, estas zonas deverão constituir impasses que impeçam o atravessamento, dotados de tratamento de “portão” vincado na entrada.

Nos casos em que o comprimento do percurso dos veículos seja superior a 150 m, deverá o espaço ser dotado com medidas de acalmia de tráfego espaçadas de modo a que a velocidade máxima desejada pelos condutores seja de 20 km/h. O tipo de dispositivos de acalmia de tráfego a adoptar para o fim acima referido e a respectiva estruturação espacial são descritos em diversas referências bibliográficas nacionais e estrangeiras [52] e [53].

De acordo com o actual Código da Estrada nestas zonas vigora um regime de circulação especial que obriga os condutores a parar, se necessário, perante os outros utentes e estes estão impedidos de embarçar desnecessariamente o trânsito de veículos¹⁴. Se bem dimensionados e posicionados, os dispositivos de acalmia tornam supérflua a afixação de limites de velocidade, a qual, a ser feita, deve limitar a velocidade ao máximo de 20 km/h.

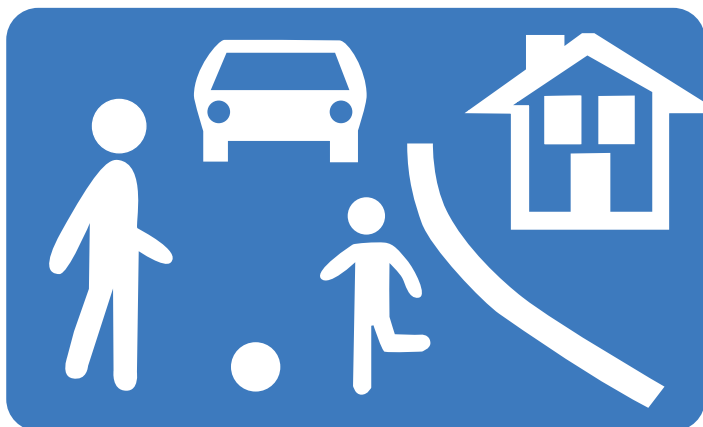


FIGURA 12 Exemplo de sinalização de zona de coexistência
- Sinal E, 17ª “zone résidentiel”, da Convenção de Viena

¹⁴ Na Holanda, não são atribuídas prioridades nem impostos limites de velocidade nos *woonerf* (velocidade “a passo”); existe, no entanto, a obrigatoriedade de especial cuidado com os outros utentes do espaço.

4.3.2 Zonas residenciais em áreas urbanas consolidadas, com limite de velocidade de 30 km/h

Internacionalmente a generalização da aplicação de zonas partilhadas em áreas residenciais tem sido dificultada pelos elevados custos que a construção deste tipo de envolvente rodoviária urbana acarreta. Assim, na década de 1980 foi desenvolvido o conceito de **zona de 30**, enquanto ambiente rodoviário com menos requisitos do que aquelas, mas garantindo o acesso seguro de veículos motorizados ao interior de zonas residenciais. As velocidades muito baixas exigidas nesse tipo de área são conseguidas primordialmente através de combinações de medidas de engenharia. Na realidade a experiência tem demonstrado que a instalação das medidas de acalmia de tráfego é imperiosa, já que as tentativas para diminuir as velocidades recorrendo unicamente a sinalização têm sido mal sucedidas.

Apesar das velocidades previsivelmente baixas, nestas zonas as rodovias devem prever a separação física dos tráfegos de veículos e de peões.

Os tipos de dispositivos de acalmia de tráfego a adoptar para a criação de zonas de 30 km/h incluem a materialização de entradas com tratamento de portão e a conjugação estruturada de dispositivos para velocidade máxima de 30 km/h, conforme descrito em diversas referências bibliográficas nacionais e estrangeiras [52 e 53]. Nas secções com tratamento de portão devem ser afixados os sinais G4 - "zona de velocidade limitada" e G8 - "fim de zona de velocidade limitada".



FIGURA 13 Exemplo de sinalização de zona de 30

4.3.3 Vias urbanas de Nível I em zonas urbanas consolidadas, com limite de 70 ou 80 km/h

Como referido em 4.1, as vias urbanas de Nível I correspondem às vias rápidas urbanas, destinando-se principalmente a uma circulação urbana rápida. Para que seja possível a afixação de um limite de velocidade de 80 km/h a infra-estrutura destas rodovias deve cumprir, simultaneamente, alguns requisitos mínimos que se descrevem seguidamente:

- a) Dupla faixa de rodagem, com separador, de modo a diminuir a probabilidade de colisões frontais a velocidades superiores a 70 km/h.
- b) Ausência de tráfego ou atravessamentos de peões (o que, pontualmente, pode obrigar à separação física relativamente aos passeios – mediante guardas para peões – e às propriedades marginais, bem como à colocação de lancis altos, para impedir a invasão do espaço de peões por veículos descontrolados), de modo a impedir atropelamentos a velocidades superiores a 50 km/h.
- c) Separação física da circulação de veículos e de ciclistas, mediante a existência de pistas segregadas para ciclistas, de modo a diminuir a probabilidade de colisões entre estes e veículos motorizados a velocidades relativas de aproximação superiores a 50 km/h.
- d) Sem paragens de autocarros ou com as mesmas localizadas em gares apropriadas, dotadas de vias de abrandamento e de aceleração.
- e) Com cruzamentos mediante nós desnivelados ou intersecções de nível reguladas por sinalização luminosa.



FIGURA 14 Exemplo de sinalização de 70 km/h

4.3.4 Atravessamento de povoação compacta, com limite de 40 km/h

Nos atravessamentos de povoações compactas por estradas interurbanas deve ser considerada a afixação de um limite de velocidade de 40 km/h, inferior ao limite geral, sempre que se verifique o conjunto de condições apresentado seguidamente:

- I. Para rodovias com TMDA inferior a 5000 veículos por dia (simultaneamente):
 - A. $DA \geq 30$ acessos por km;
 - B. Distância entre fachadas < 13 m;
 - C. Largura de via ≤ 3.00 m;
 - D. Faixa de rodagem única, com duas vias de tráfego (duplo sentido).

II. Para rodovias com TMDA não inferior a 5000 veículos por dia:

A. Distância entre fachadas < 13 m.

Nestes atravessamentos, face à necessidade de diminuir consideravelmente a velocidade de circulação (relativamente à admissível nos trechos adjacentes), é conveniente que o ambiente rodoviário nas entradas da povoação seja dotado de características de “portão”, com o intuito de evidenciar a necessária alteração de comportamento de condução e de condições de circulação na zona afectada. Adicionalmente, para assegurar a manutenção das baixas velocidades induzidas na zona dos portões, devem ser instaladas combinações de medidas de engenharia de acalmia de tráfego ao longo do percurso do atravessamento.

Diversas referências bibliográficas nacionais e estrangeiras contêm descrições adequadas dos tipos de dispositivos adequados e da forma de os conjugar, para obter os resultados pretendidos [52 e 53].



FIGURA 15 Exemplo de sinalização de atravessamento com limite 40 km/h

4.3.5 Atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite superior a 50 km/h

Nos atravessamentos de povoações compactas por estradas interurbanas pode ser considerada a afixação de um limite de velocidade superior ao limite geral sempre que se verifique (simultaneamente) o conjunto de condições apresentado seguidamente:

- I. $DA \leq 30$ acessos p/km;
- II. Distância entre fachadas ≥ 17 m;
- III. Largura de via ≥ 3.50 m;
- IV. Distância “limite exterior da faixa de rodagem-fachada” ≥ 5.00 m;
- V. Existência de passeios ou bermas pavimentadas
- VI. Ausência de ciclistas ou existência de pistas cicláveis segregadas;
- VII. Ausência de paragens de autocarro sem gare;
- VIII. Ausência de passagens para peões ou para ciclistas não reguladas por sinalização luminosa.

Nestes casos, o limite de velocidade máxima a aplicar em estradas em operação deve ser calculado através da expressão apresentada seguidamente:

$$V_{\text{limite}} = \text{mínimo} (V_{85}^{\text{próximo}} ; 70 \text{ km/h})$$

Em que:

$V_{85}^{\text{próximo}}$ – corresponde à dezena mais próxima do valor do percentil 85 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.



FIGURA 16 Exemplo de sinalização de atravessamento com 70 km/h

De salientar que “a fixação de limites de velocidade (...) quando superiores aos estabelecidos no CE é realizada no caso das auto-estradas por despacho do Ministro da Administração Interna, nos restantes casos por despacho do Director-Geral de Viação¹⁵, sempre sob proposta da entidade gestora da via” (n.º 2 do artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 44/2005, de 23 de Fevereiro).

4.3.6 Áreas urbanas consolidadas e atravessamento de povoação compacta ou dispersa, com limite geral de 50 km/h

Quando não se verifiquem os conjuntos de condições correspondentes aos casos anteriormente descritos neste Capítulo 4.3, aplica-se o limite geral de velocidade máxima legal estabelecido no Código da Estrada para as rodovias dentro de localidades:

$$V_{\text{limite}} = 50 \text{ km/h}$$

¹⁵ Actualmente do Presidente da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária.



FIGURA 17 Exemplos de sinalização de localidades

4.4 Vias reservadas a automóveis e motociclos

O conjunto de regras gerais de circulação aplicáveis especificamente à circulação em vias reservadas a automóveis e motociclos estabelecido pelo Código da Estrada português é idêntico ao que vigora nas auto-estradas (art. 75º), com exceção dos limites de velocidade mínima e máxima. Não está estabelecido limite mínimo de velocidade; e para os motociclos e veículos ligeiros sem reboque o limite de velocidade máxima é de 100 km/h.

Segundo a definição do Código da Estrada, “via reservada a automóveis e motociclos” é toda a via pública onde vigoram as normas que disciplinam o trânsito em auto-estrada e sinalizada com os sinais de informação H25 – “via reservada a automóveis e motociclos” e H39 – “fim de via reservada a automóveis e motociclos”.

O Código da Estrada é omissivo no que se refere a características de traçado e da envolvente rodoviária das vias reservadas a automóveis e motociclos. No entanto, o facto de estabelecer para este tipo de vias as mesmas regras de circulação que vigoram em auto-estradas indicia que aquelas características devem ser muito próximas das exigíveis para as auto-estradas; tal é reforçado pelo estabelecimento de limite de velocidade máxima próximo do que vigora nas auto-estradas, o que permite inferir que também se tratam de vias públicas destinadas a trânsito rápido.

Do ponto de vista da segurança rodoviária, e atendendo aos critérios referidos no *Capítulo 3.3*, uma via destinada ao trânsito rápido deve ter separação física de faixas de rodagem (impedindo colisões frontais a velocidades superiores a 70 km/h), ausência de cruzamentos de nível (prevenindo colisões laterais a velocidades superiores a 50 km/h), bem como o condicionamento do acesso a partir das propriedades marginais (prevenindo colisões laterais a velocidades elevadas, grandes diferenciais de velocidade e a entrada de utentes vulneráveis não autorizados). Simultaneamente, as características de traçado – designadamente em termos de velocidade base – devem ser compatíveis com velocidades elevadas, não inferiores a 80 km/h. De modo a diminuir a probabilidade de ocorrência de grandes gradientes de velocidade, que aumentam o risco de colisões traseiras, ou laterais na

sequência de manobras evasivas (como referido em 2.2.1), nestas vias é também recomendável a afixação de limite de velocidade mínimo.

Assim, é recomendável que a classificação de uma via como reservada a automóveis e motociclos, e a respectiva sinalização como tal, esteja dependente da verificação das seguintes condições:

- dupla faixa de rodagem;
- velocidade de projecto não inferior a 80 km/h;
- largura de vias não inferior a 3.25 m;
- largura de bermas não inferior a 2.50 m;
- acessos condicionados, com entrada ou saída mediante nós de ligação dotados de vias de aceleração ou de abrandamento;
- zona da estrada separada fisicamente, e protegida, das propriedades marginais.

Numa via reservada a automóveis e motociclos podem ser afixados limites de velocidade locais, atendendo às características de distância de visibilidade, de raio de curvatura e de comprimento de via de abrandamento ou aceleração constantes adoptadas. Para definição desses limites de velocidade locais a afixar em cada caso atender-se-á aos procedimentos apresentados no *Capítulo 5*.

4.5 Estradas interurbanas sujeitas ao regime de circulação fora das localidades

O Código da Estrada português não estabelece sinal vertical específico para as rodovias fora de localidades que não sejam auto-estradas ou vias reservadas a automóveis e motociclos. O regime de circulação associado a esta categoria de estradas é definido através de um sinal de fim de localidade, fim de auto-estrada ou de fim de via reservada a automóveis e motociclos; o regime de circulação aplicável é o das estradas interurbanas. No conjunto dessas estradas interurbanas o limite geral de velocidade máxima legal é de 90 km/h para motociclos e veículos ligeiros sem reboque, independentemente das efectivas características quer do tráfego circulante quer da geometria da estrada ou da envolvente rodoviária.



FIGURA 18 Rodovias fora de localidades

Este conjunto de estradas não é, no entanto, homogéneo, compreendendo rodovias com elevado TMDA e outras com TMDA diminuto, estradas de dupla faixa de rodagem e outras de faixa única, estradas em áreas com elevada densidade de utilização do solo marginal e de acessos directos e estradas com acessos condicionados e protecção relativamente às propriedades confinantes (ver FIGURA 18). Igualmente, são variadas as características de projecto de traçado (designadamente quanto à velocidade base), as larguras de faixa de rodagem e de via de tráfego, bem como a possibilidade de recuperação do controlo de viaturas que eventualmente invadam, descontroladas, a área adjacente à faixa de rodagem. Os tipos de tráfego também são diversificados, incluindo, designadamente, tráfego de longo curso, misto e local, com baixa ou elevada percentagem de máquinas agrícolas.

A referida diversidade de características do sistema de tráfego abrange vários factores descritos no *Capítulo 3.3* como influentes no risco e gravidade de acidentes rodoviários, sendo, por isso, susceptíveis de consideração na definição de limites de velocidade diferenciados. Acresce que diversas destas características são relevantes para a categorização subjectiva das estradas pelos condutores. O estabelecimento do mesmo limite de velocidade para estas estradas impede o desenvolvimento de expectativas *a priori* relativamente à escolha de velocidades e contribui para a criação de níveis fortemente diferenciados de risco de acidente na rede rodoviária, facilitando a habituação dos utentes às situações de elevado risco e dificultando a adopção de comportamentos de condução de baixo perigo.

Deste ponto de vista, os limites de velocidade máxima gerais característicos em estradas fora das localidades deveriam ser estabelecidos em função de um conjunto seleccionado de características específicas do trecho de estrada, como o número de faixas de rodagem, o tipo de condicionamento dos acessos à estrada, as larguras de vias e de faixa de rodagem, as condições da AAFR, o TMDA e o tipo de uso do solo marginal à estrada (por exemplo, atravessamento de zonas industriais).

Nos pontos seguintes apresentam-se as regras a seguir para o estabelecimento dos limites de velocidade a afixar em estradas fora de localidades com dupla faixa de rodagem (4.5.1), com faixa de rodagem única e condicionamento de acessos (4.5.2), com faixa de rodagem única e sem condicionamento de acessos (4.5.3), e em zona industrial ou periurbana (4.5.4), quando se verifique a ausência de problemas especiais de sinistralidade.

Nas FIGURAS 19 a 21 apresentam-se os fluxogramas dos procedimentos de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar, respectivamente numa estrada interurbana com dupla faixa de rodagem (FIGURA 19), numa estrada interurbana com faixa de rodagem única (FIGURA 23) e numa rodovia em zona industrial ou periurbana (FIGURA 24). Todas as figuras referem-se a estradas sem problemas de sinistralidade especiais.

4.5.1 Estradas de dupla faixa de rodagem

Nas estradas de dupla faixa de rodagem os limites de velocidade são calculados atendendo explicitamente ao TMDA.

Realça-se que, não se tratando de auto-estradas ou de vias reservadas a automóveis e motocicletas, a envolvente rodoviária deveria ser dotada de elementos que permitam ao condutor diferenciá-lo do daquelas duas categorias de estradas, designadamente no que se refere ao tipo de separador físico e ao tratamento dado às faixas exteriores da AAFR.

Atendendo à largura da estrada, considera-se desejável que este tipo de estradas seja dotado de controlo de acessos e protecção relativamente às propriedades marginais. Igualmente, eventuais paragens de autocarro devem ser dotadas de gare de paragem, com via de abrandamento e de aceleração dimensionadas para a velocidade de operação da estrada; a circulação de peões e de ciclistas deve ser segregada do tráfego motorizado e, nos casos em que o limite de velocidade seja não inferior a 80 km/h, os atravessamentos de peões e ciclistas devem ser realizados mediante passagens desniveladas. Nestes casos o separador deve ser dotado de elementos dissuasores do atravessamento pelas faixas de rodagem.

I. Quando o TMDA não é superior a 100000 veículos distinguem-se dois casos, em função da largura das vias de tráfego:

a) Se a largura de via não for superior a 3.00 m:

$$V_{limite} = 80 \text{ km/h}$$

b) Se a largura de via for igual ou superior a 3.25 m:

$$V_{limite} = 90 \text{ km/h}$$

II. Quando o TMDA é superior a 100000 veículos distinguem-se dois casos, em função da distância entre nós de ligação:

a) Para distâncias entre nós superiores a 4.0 km:

É desejável que a estrada de dupla faixa de rodagem seja dotada de características que permitam a sua transformação numa via reservada a automóveis e motociclos ou numa auto-estrada.

b) Para distâncias entre nós não superiores a 4.0 km:

$$V_{limite} = \text{Mín} \{ \text{máx}(V_{85}^{p/baixo}, V_{50}^{próximo}), 90 \text{ km/h} \}$$

em que:

$V_{85}^{p/baixo}$ – corresponde à dezena do valor do percentil 85 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculado de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.

$V_{50}^{próximo}$ – corresponde à dezena mais próxima do valor do percentil 50 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.

Na FIGURA 19 (e no Anexo I) apresenta-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa estrada interurbana com dupla faixa de rodagem, sem problemas de sinistralidade especiais.

ESTRADA INTERURBANA COM DUPLA FAIXA DE RODAGEM

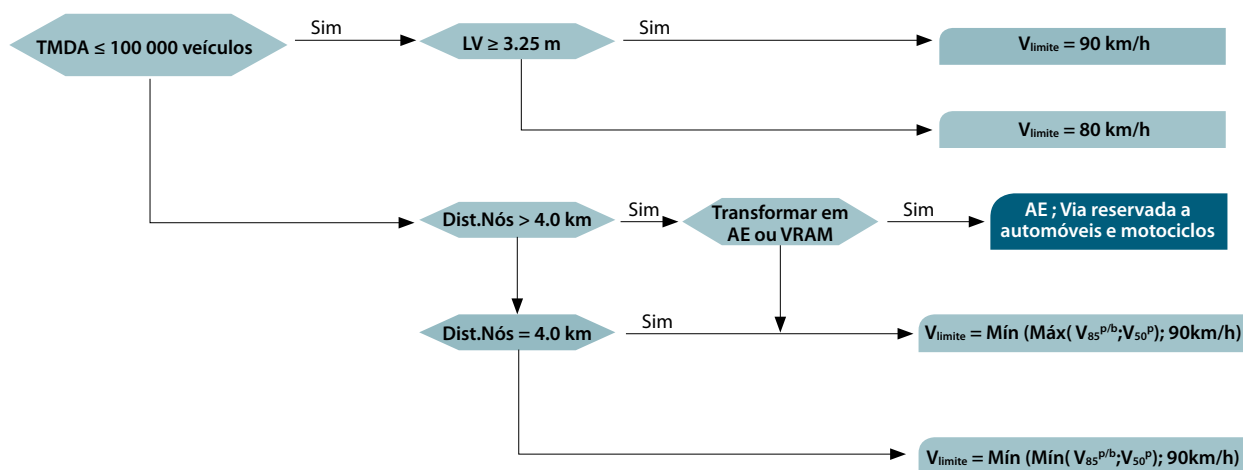


FIGURA 19 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em estradas interurbanas com dupla faixa de rodagem

4.5.2 Estradas nacionais de faixa de rodagem única, com controlo de acessos

Nas estradas de faixa de rodagem única com controlo de acessos e protecção relativamente às propriedades marginais os limites de velocidade são calculados atendendo explicitamente às características da distribuição de velocidades não impedidas e às características da AAFR.

Atendendo ao referido em 3.3.1, relativamente à gravidade das colisões frontais envolvendo veículos com velocidades superiores a 70 km/h, e em 2.2.1, acerca da dificuldade em avaliar distâncias e velocidades relativas para elevadas distâncias de observação, seria desejável – numa óptica de segurança rodoviária – que o limite de velocidade em estradas sem separação física de vias fosse da ordem dos 70 km/h.

No entanto, considerando a prática corrente em Portugal, será difícil, no curto ou médio prazo, obter o necessário apoio social para uma diminuição generalizada da velocidade neste tipo de estradas. Dois tipos de intervenção poderão, a médio prazo, minorar as consequências desta dificuldade: por um lado, dotar, progressivamente, as actuais estradas de faixa de rodagem única com vias adicionais de ultrapassagem (alternadamente, para cada sentido), proibindo as manobras de ultrapassagem com partilha de via pelos dois sentidos¹⁶; e, por

¹⁶ Conferindo a estas estradas uma configuração próxima da do conceito de “estrada 2+1”, com três vias, em que cada sentido tem alternadamente uma ou duas vias. Na Suécia, a taxa de sinistralidade nestas estradas é idêntica à das auto-estradas (0,0017 acidentes por milhão de veículos x km), e inferior à das restantes estradas de faixa de rodagem única (0,013 acidentes por milhão de veículos x km). Na Alemanha, onde as “estradas 2+1” não têm separador físico dos sentidos, o número de colisões frontais corresponde a menos de 2,5% do total de acidentes [56].

outro lado, desenvolver campanhas de informação acerca do real perigo que a velocidade representa, sobretudo em estradas mal preparadas para a circulação a elevadas velocidades.

Assim, de momento, considerou-se como majorante do limite de velocidade máxima o valor (90 km/h) actualmente referido no Código da Estrada para estradas fora das localidades.

I. Nos casos em que a zona livre (ambos os lados da faixa de rodagem) tenha largura não inferior a 3.00 m de largura, contada a partir da linha de guia; área adjacente à faixa de rodagem marginalmente recuperável, com taludes irrecuperáveis ou recuperáveis, com inclinação inferior a 1:3 (v:h); e superfície pouco rugosa ("Roadside Hazard Rating" (RHR) de 1, 2 ou 3, de acordo com [54]); o limite de velocidade é calculado pela expressão seguinte:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} (V_{85}^{\text{próximo}}; 90 \text{ km/h})$$



FIGURA 20 Exemplo de rodovias com AAFR recuperável (RHR = 1, 2 ou 3)

II. Quando a zona livre (ambos os lados da faixa de rodagem) tiver entre 1.50 m e 3.00 m de largura, contada a partir da linha de guia; área adjacente à faixa de rodagem marginalmente recuperável, com taludes críticos ou irrecuperáveis (inclinação 1:3 ou 1:4); guarda de segurança a distância oscilando entre 1.5 m e 2.00 m da linha de guia; área adjacente à faixa de

rodagem apenas marginalmente recuperável, mas com possibilidade acrescida de despiste com vítimas, devido a postes, árvores ou outros obstáculos perigosos expostos entre 2.0 e 3.0 m da linha de guia (*“Roadside Hazard Rating”* de 4 ou 5, de acordo com [54]), o limite de velocidade é calculado pela seguinte expressão:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} \{ \text{máx} (V_{85}^{\text{p/baixo}}; V_{50}^{\text{próximo}}); 90 \text{ km/h} \}$$

em que:

$V_{85}^{\text{p/baixo}}$ – corresponde à dezena do valor do percentil 85 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.

$V_{85}^{\text{próximo}}$ – corresponde à dezena mais próxima do valor do percentil 85 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.

$V_{50}^{\text{próximo}}$ – corresponde à dezena mais próxima do valor do percentil 50 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III.



FIGURA 21 Exemplo de rodovias com AAFR marginalmente recuperável (RHR = 4 ou 5)

III. Quando a zona livre tem menos de 1.50 m de largura, contada a partir da linha de guia, e a AAFR é não recuperável em caso de despiste, com taludes críticos com inclinação de 1:3 (v:h) ou superior, sem guarda de segurança e obstáculos expostos a menos de 2.0 m da linha de guia, o limite de velocidade é calculado com a equação seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} \{ \text{mín} (V_{85}^{p/baixo}, V_{50}^{próximo}); 90 \text{ km/h} \}$$



FIGURA 22 Exemplo de rodovias com AAFR irrecuperável (RHR = 6 ou 7)

Na FIGURA 23 (ver Anexo I) apresenta-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa estrada interurbana com faixa de rodagem única, sem problemas de sinistralidade especiais.

ESTRADA INTERURBANA COM FAIXA DE RODAGEM ÚNICA

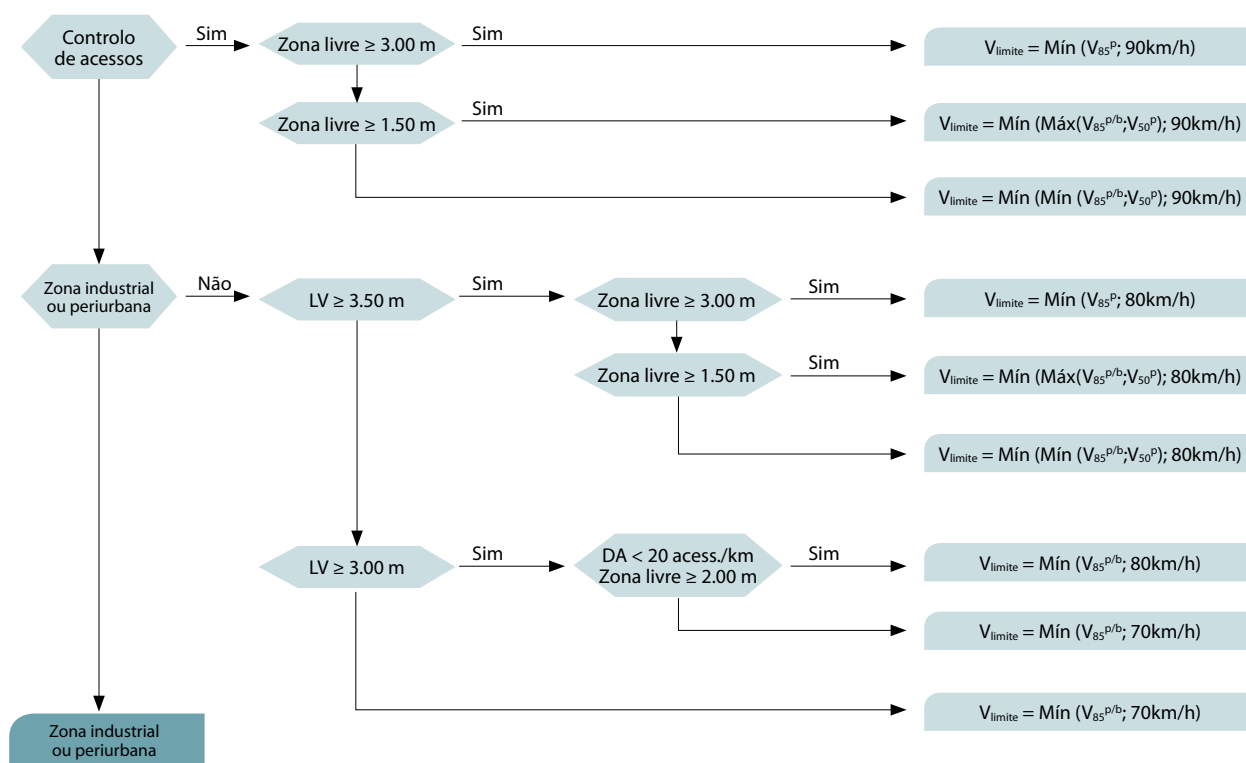


FIGURA 23 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em estradas interurbanas com faixa de rodagem única

4.5.3 Estradas de faixa de rodagem única sem controlo de acessos

Nas estradas de faixa de rodagem única sem controlo de acessos nem protecção relativamente às propriedades marginais é recomendável a consideração de três casos, consoante as vias de tráfego tenham largura inferior a 3.00 m, não inferior a 3.50 m, ou intermédia. Os limites de velocidade são calculados atendendo explicitamente às características da distribuição de velocidades não impedidas, à densidade de acessos e às características da AAFR. Atendendo a que as estradas da RRN deste tipo foram, maioritariamente, projectadas de acordo com normas de projecto antigas e que as estradas municipais têm, sobretudo, funções de distribuição tomaram-se dois majorantes para o limite de velocidade: 70 km/h e 80 km/h. O primeiro majorante foi atribuído às rodovias com menor largura de via e às de maior densidade de acessos.

I. Rodovias com largura de via inferior a 3.00 m:

$$V_{limite} = \text{Mín} (V_{85}^{p/baixo}; 70 \text{ km/h})$$

II. Rodovias com largura de via maior ou igual a 3.00 m e inferior a 3.50 m:

- a) Se $DA < 20$ acessos p/km;
e Zona livre ≥ 2.00 m

o limite de velocidade é calculado pela equação seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} (V_{85}^{p/baixo}; 80 \text{ km/h})$$

- b) Nos restantes casos:

o limite de velocidade é calculado pela equação seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} (V_{85}^{p/baixo}; 70 \text{ km/h})$$

III. Rodovias com largura de via não inferior a 3.50 m

- a) Nos casos em que as zonas livres (em cada lado da faixa de rodagem) tenham largura não inferior a 3.00 m de largura, contada a partir da linha de guia; área adjacente à faixa de rodagem marginalmente recuperável, com taludes irrecuperáveis ou recuperáveis, com inclinação inferior a 1:3 (h:v); e superfície pouco rugosa ("Roadside Hazard Rating" de 1, 2 ou 3, de acordo com [54]); o limite de velocidade é calculado pela expressão seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} (V_{85}^{próximo}; 80 \text{ km/h})$$

- b) Quando as zonas livres (em cada um dos lados da faixa de rodagem) tiverem entre 1.50 m e 3.00 m de largura, contada a partir da linha de guia; área adjacente à faixa de rodagem marginalmente recuperável, com taludes críticos ou irrecuperáveis (inclinação 1:3 ou 1:4); guarda de segurança a distância oscilando entre 1.5 m e 2.00 m da linha de guia; área adjacente à faixa de rodagem apenas marginalmente recuperável, mas com possibilidade acrescida de despiste com vítimas, devido a postes, árvores ou outros obstáculos perigosos expostos entre 2.0 e 3.0 m da linha de guia ("Roadside Hazard Rating" de 4 ou 5, de acordo com [54]), o limite de velocidade é calculado pela seguinte expressão seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} \{ \text{máx} (V_{85}^{p/baixo}; V_{50}^{próximo}); 80 \text{ km/h} \}$$

em que $V_{85}^{p/baixo}$ e $V_{50}^{próximo}$ têm as definições anteriormente referidas.

- c) Quando as zonas livres têm menos de 1.50 m de largura, contada a partir da linha de guia, e a AAFR é não recuperável em caso de despiste, com taludes críticos com inclinação de 1:3 ou superior, sem guarda de segurança e obstáculos expostos a menos de 2.0 m da linha de guia, o limite de velocidade é calculado com a equação seguinte:

$$V_{limite} = \text{Mín} \{ \text{mín} (V_{85}^{p/baixo}; V_{50}^{próximo}); 80 \text{ km/h} \}$$

Na FIGURA 23 (e Anexo I) apresentou-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa estrada interurbana com faixa de rodagem única, sem problemas de sinistralidade especiais, o qual contempla o caso das estradas de faixa única sem controlo de acessos.

4.5.4 Zonas industriais em áreas periurbanas

Nas estradas em zonas industriais periurbanas a definição do limite de velocidade deve atender à distância entre intersecções, à intensidade de tráfego pedonal e de ciclistas, à permissão de estacionamento nas bermas e à densidade de acessos de propriedades marginais.

I. Se a distância entre intersecções de nível (DI) for inferior a 400 m, se a circulação de utentes vulneráveis (peões ou ciclistas) for intensa, no caso de ser permitido e frequente o estacionamento de veículos nas bermas ou se a densidade de acessos de propriedades marginais for superior a 30 por quilómetro, o limite de velocidade pode ser calculado pela equação seguinte:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} (V_{50}^{\text{próximo}}; 50 \text{ km/h})$$

II. Se distância entre intersecções de nível for inferior ou igual a 500 m, se não for significativo o volume de tráfego de utentes vulneráveis (ou se o mesmo se fizer em pistas cicláveis ou passeios segregados), ou se a densidade de acessos de propriedades marginais se situar entre 25 e 35 acessos por quilómetro, e se a rodovia for colectora, o limite de velocidade pode ser calculado pela equação seguinte:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} (V_{85}^{\text{p/baixo}}; 70 \text{ km/h})$$

III. Se distância entre intersecções de nível for superior a 500 m, se a circulação de utentes vulneráveis (peões ou ciclistas) não for significativa – ou segregada, se for intensa –, se a densidade de acessos de propriedades marginais for inferior a 25 acessos por quilómetro, e se a rodovia for arterial, o limite de velocidade pode ser calculado pela equação seguinte:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} (V_{85}^{\text{próximo}}; 70 \text{ km/h})$$

Na FIGURA 24 (ver Anexo I) apresenta-se o fluxograma do procedimento de selecção do limite de velocidade máxima a aplicar numa rodovia em zona industrial ou periurbana, sem problemas de sinistralidade especiais.

ESTRADA EM ZONA INDUSTRIAL OU PERIURBANA

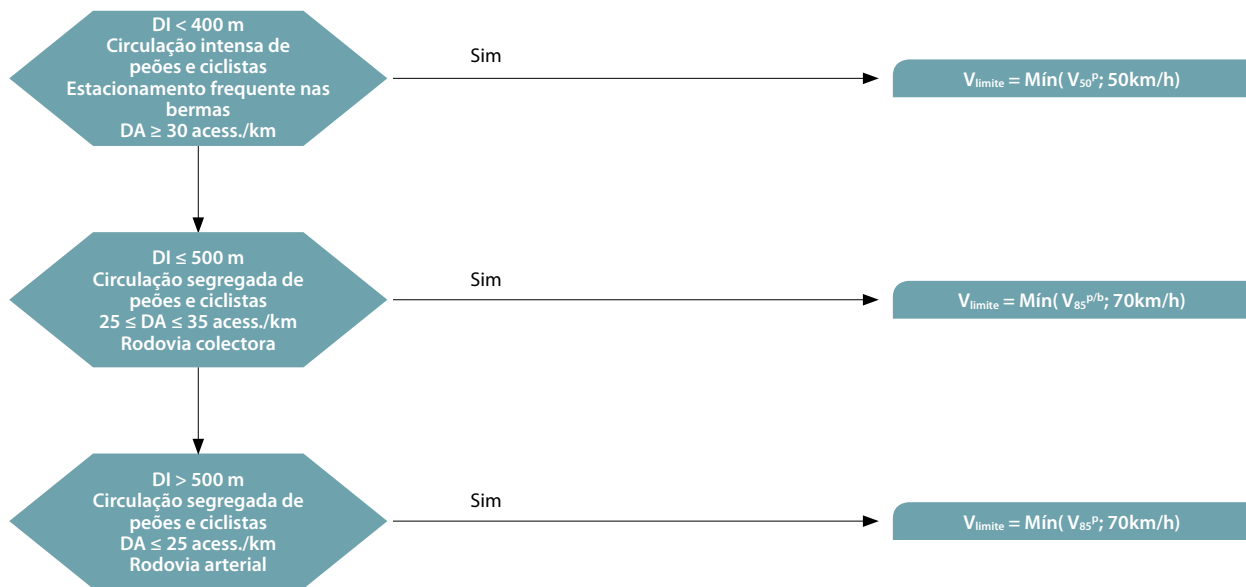


FIGURA 24 Procedimento para selecção do limite de velocidade máxima em rodovias em zona industrial ou periurbana

5. LIMITES DE VELOCIDADE LOCAIS

Idealmente, as características de uma ligação rodoviária, por exemplo um trecho de estrada entre cruzamentos importantes, deveriam permitir a existência de um único limite de velocidade máxima e não obrigar a diminuições abruptas de velocidade. Deste modo satisfazem-se completamente as expectativas dos condutores.

No entanto, nem sempre é possível dotar uma rodovia com o conjunto de características uniformes requerido ao longo de toda a sua extensão. Vários tipos de limitações (designadamente de ocupação do solo, topografia ou de protecção de ecossistemas) podem condicionar o traçado de uma rodovia nova; no caso da remodelação de estradas existentes acresce o condicionamento imposto pelo traçado existente, muitas vezes elaborado de acordo com recomendações de projecto antiquadas. Alterações de comportamento de condução também podem ser recomendáveis, em virtude de heterogeneidades no uso do solo ao longo de uma rodovia (por exemplo nas proximidades de uma escola), de maior densidade de conflitos (próximo de intersecções de nível e de passagens para peões) ou de condições temporárias (obras e acidentes).

Justifica-se, assim, a afixação de limites locais de velocidade máxima (inferiores aos gerais) em pequenos trechos rodoviários específicos. Os trechos sujeitos a limites locais de velocidade devem ter um comprimento dependente da prevalência das condições especiais que ditam a sua afixação. É desejável que esse comprimento tenha um mínimo de 300 m.

Estes trechos são delimitados através da colocação dos sinais C13-*Proibição de exceder a velocidade máxima* e C20b-*Fim de limitação de velocidade*, ou 20a-*Fim de todas as proibições*

impostas anteriormente por sinalização a veículos em marcha, do RST: o C13 no início da zona em causa; e os C20a ou C20b no respectivo final [14].

Na afixação de limites de velocidade locais consideravelmente inferiores aos limites de velocidade máxima legal gerais de uma rodovia deve haver o cuidado de garantir não só a visibilidade atempada do limite local afixado, mas também de fazer preceder o respectivo sinal C13 de um conjunto de sinais C13 (com degradação de 20 km/h) suficientemente espaçados para que a diminuição de velocidade de circulação se possa fazer de uma forma gradual. A utilização de tal conjunto de sinais tem, ainda, a vantagem de chamar a atenção dos condutores para a existência da sinalização, aumentando as oportunidades para percepção da mesma.

No QUADRO 4 apresentam-se os valores das distâncias entre sinais considerados em publicação da Prevenção Rodoviária Portuguesa, admitindo uma desaceleração de 0.18 ms^{-2} [70]. Estes são, também, os valores que têm sido habitualmente usados no nosso País.

VELOCIDADE INICIAL (km/h)	VELOCIDADE FINAL (km/h)	DISTÂNCIA DE DESACELERAÇÃO (m)
50	30	35
60	40	40
70	50	50
80	60	60
90	70	65
100	80	75
110	90	80
120	100	90

QUADRO 4 Distâncias entre sinais de limitação de velocidade, para degradações de 20 km/h

5.1 Zonas com Distância de Visibilidade de Travagem Restringida

Face a um obstáculo que surja inesperadamente na faixa de rodagem, bloqueando-a, os condutores precisam de espaço para executar o conjunto de acções necessário para imobilizar a sua viatura¹⁷, o que inclui a detecção do obstáculo, o seu reconhecimento, a decisão acerca do procedimento a adoptar, o accionamento dos travões e a manobra de travagem.

Define-se como *distância de visibilidade de paragem* (DVP) o comprimento mínimo de estrada necessário para que um condutor possa parar o seu veículo, medido entre os locais onde é fisicamente possível detectar o obstáculo e onde o veículo fica imobilizado.

De acordo com o modelo da AASHTO ([36]), que é adoptado na Norma de Traçado da JAE ([15]), a DVP é composta por duas parcelas, uma correspondente à distância percorrida durante o tempo

¹⁷ É esta a manobra recomendada pela doutrina ensinada nas escolas de condução e que a maioria dos condutores primeiro adopta. Na maioria dos casos trata-se, também, da manobra mais eficaz para mitigar os efeitos deste tipo de situação de conflito.

de percepção-reacção (à velocidade inicial) e outra correspondente à distância necessária para imobilizar o veículo (sob efeito da desaceleração imprimida pelos travões). Segundo o modelo do DfT do Reino Unido ([55]), a estas duas parcelas há que acrescentar uma terceira, correspondente à distância entre os olhos do condutor e a parte frontal do veículo; na prática, em rodovias com velocidades de circulação não inferiores a 50 km/h, esta distância – da ordem dos 2.4 m – pode ser ignorada, face ao valor combinado das duas parcelas consideradas pelo modelo da AASHTO. De acordo com estes modelos, a DVP pode ser calculada através da equação seguinte:

$$DVP = V_i / 3.6 * T + V_i^2 / 254 / (l + a / 9.81)$$

em que:

- DVP – distância de visibilidade de paragem (m);
- V_i – velocidade inicial (km/h);
- T – tempo de percepção-reacção (s);
- a – desaceleração longitudinal imprimida na travagem (ms^{-2});
- l – inclinação longitudinal do trainel (expresso em m/100m, positivo em aclives e negativo em declives).

Para efeitos de cálculo do limite de velocidade máxima em locais com restrições na DVP, relativamente ao estabelecido nas Normas de Traçado, pode considerar-se que a velocidade inicial corresponde à velocidade não impedida (V_{85}); seguindo a recomendação do *Capítulo 3.3.3*, o limite de velocidade a afixar no local corresponderá, assim, à velocidade inicial.

O tempo de percepção-reacção, para além de variar com as características individuais de cada condutor, depende, também, do tipo de situação (paragem de emergência provocada por objecto na estrada, paragem por impedimento do tráfego, decisão de ultrapassagem, etc.) e do ajuste da mesma à expectativa do condutor [58].

Na década de 1970 Rumar *et al* (bem como outros autores, posteriormente) verificaram que o tempo de percepção-reacção é maior sob condições de estímulo inesperado, do que face a um estímulo esperado. De acordo com a AASHTO, um tempo de percepção-reacção para paragem de 2.5 s abrange as capacidades da maioria dos condutores, incluindo idosos [36]. Em Portugal e em diversos países europeus (Reino Unido, Alemanha, França) é adoptado o valor de 2.0 s para rodovias interurbanas ([15] e [59]).

Na Suécia, são considerados tempos de reacção diferenciados em função das classes de arruamentos urbanos e do tipo de local no arruamento: 1.5 s junto às intersecções de nível e 2.0 s fora destas, em arruamentos com maior peso da função mobilidade; e 1.0 s junto às intersecções de nível e 1.5 s fora da influência das intersecções, no caso de arruamentos com maior peso da função acesso [57]. Na Holanda, em arruamentos urbanos, são adoptados os valores de 1.2 s nos arruamentos com limite de velocidade de 70 km/h e de 1.0 s naqueles cujo limite de velocidade é de 30 ou de 50 km/h. No Manual para Arruamentos britânico é adoptado o valor de 1.5 s para tempo de percepção-reacção em zona urbana [55]; no caso dos arruamentos com V_{85} superior a 60 km/h é recomendado o uso do valor 2.0 s, conforme definido no Manual para Projecto de Estradas e Pontes [68].

A utilização de valores diferenciados para os tempos de percepção-reacção em estradas com elevadas ou baixas velocidades de circulação é congruente com as características requeridas no presente documento para a permissão de circulação a elevadas velocidades.

A ausência – ou, pelo menos, a severa restrição – de acessos das propriedades marginais à estrada e o baixo volume de circulação de utentes vulneráveis (ou a circulação segregada) em rodovias onde são permitidas velocidades de circulação superiores ou iguais a 80 km/h é, de acordo com a AASHTO, compatível com tempos de percepção-reacção de 2.5 s.

Por motivos de homogeneidade de critérios, é de considerar o mesmo valor (2.5 s) para o caso das restantes rodovias interurbanas.

Para arruamentos com velocidades inferiores ou iguais a 50 km/h recomenda-se a adopção do valor referido no Manual para Arruamentos britânico (1.5 s); para os restantes arruamentos urbanos deve adoptar-se o valor de 2.5 s.

De acordo com a AASHTO, em situação de travagem de emergência, a maioria dos condutores atinge desacelerações de 4.5 ms^{-2} [36]. Estudos empíricos permitiram verificar que 90% dos condutores atinge desacelerações de 3.4 ms^{-2} ; nas viaturas modernas, valores desta ordem de grandeza permitem, ainda, ao condutor manter o controlo direccionado durante a travagem em pavimentos com a superfície molhada [59]. O modelo preconizado pela AASHTO para representar a DVP pressupõe que o atrito mobilizável na interface pneu-pavimento, quando molhada, é suficiente para satisfazer as solicitações impostas pelos condutores. No Manual da AASHTO é considerada a desaceleração de referência de 3.41 ms^{-2} (0.34 g^{18}), para a manobra de travagem de emergência, independentemente da velocidade inicial.

No Manual para Arruamentos britânico é considerado o valor de 4.41 ms^{-2} (cerca de 0.45 g) para desaceleração em zona urbana [55]; no caso dos arruamentos com V_{85} superior a 60 km/h é recomendado o uso do valor 2.45 ms^{-2} (aproximadamente 0.25 g), conforme definido no Manual para Projecto de Estradas e Pontes e [68].

Num levantamento da experiência internacional, conforme reflectida pelas normas de traçado de vários países, verificou-se que nem sempre é adoptada a abordagem da aceleração imprimida e aceite pelos condutores: em diversos países as recomendações são feitas em termos de coeficientes de atrito [59]. Aparentemente, na prática, não haverá diferenças entre as duas abordagens; tal aparência é enganadora, já que, na realidade, a abordagem da AASHTO resulta do reconhecimento que nem sempre os condutores mobilizam todo o atrito disponibilizável na interface pneu-pavimento, mesmo em situações de emergência. Esta é uma deficiência comportamental que os modernos sistemas de apoio à travagem pretendem minorar. Os valores de atrito longitudinal referenciados no levantamento internacional referido oscilaram entre o mínimo de 0.16 (Áustria, para a velocidade de projecto de 120 km/h) e o máximo de 0.52 (Austrália, para a velocidade de

¹⁸ O pressuposto referido impõe que as características superficiais sejam tais que o coeficiente de atrito mobilizável na superfície dos pavimentos seja superior a 0.34, quando molhados.

projecto de 50 km/h). Na maioria dos países os valores apresentam decrescimento com o aumento da velocidade, facto justificável sobretudo no quadro da abordagem pelo coeficiente de atrito.

Face à relevância dos factores humanos no comportamento de condução, em situações de paragem forçada devida a obstáculo inesperada, considera-se recomendável a adopção de dois níveis de desaceleração padrão:

4.4 ms⁻² – em arruamentos urbanos, com velocidades inferiores ou iguais a 50 km/h;

3.41 ms⁻² – em arruamentos com velocidades de circulação superiores a 50 km/h e em rodovias interurbanas.

No **QUADRO 5** apresenta-se um resumo dos parâmetros a usar para cálculo da DVP correspondente a cada limite de velocidade.

V_{limite} (km/h)	ARRUAMENTO URBANO		
	RODOVIA INTERURBANA	ATRAVESSAMENTO DE POVOAÇÃO	
		≤ 50	≥ 60
T (s)	2.5	1.5	2.5
a (ms ⁻²)	3.41	4.4	3.41

QUADRO 5 Parâmetros a considerar no cálculo de DVP para cada limite de velocidade

Na **FIGURA 25** apresentam-se os valores de DVP correspondentes aos parâmetros referidos no **QUADRO 5**, para trechos de estradas interurbanas (incluindo auto-estradas e vias reservadas a automóveis e motociclos) em patamar e com inclinações ascendentes e descendentes de 8%.

RODOVIAS INTERURBANAS

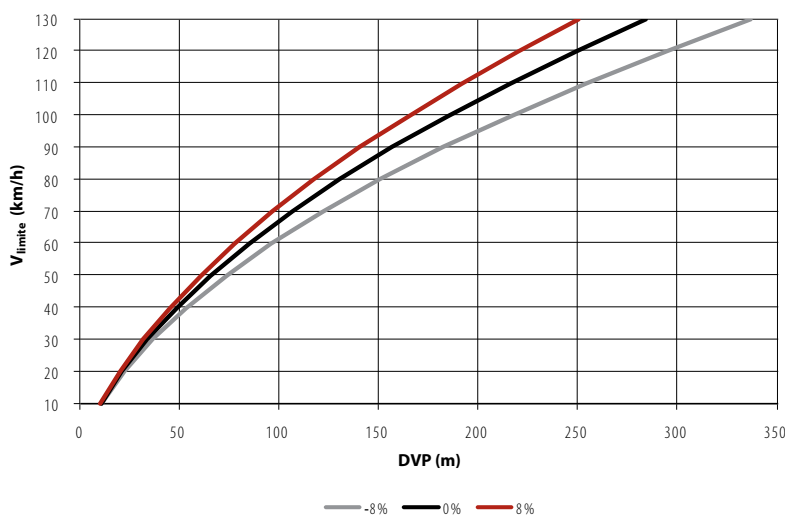


FIGURA 25 Relação entre a DVP e o correspondente limite de velocidade em estradas interurbanas

Na FIGURA 26 apresentam-se os valores de DVP correspondentes aos parâmetros referidos no QUADRO 5, para trechos de arruamentos urbanos (incluindo atravessamentos de povoações) em patamar e com inclinações ascendentes e descendentes de 8%. São evidentes as consequências das diferenças de critérios usadas nos arruamentos com velocidade superior ou inferior a 50 km/h.

RODOVIAS URBANAS

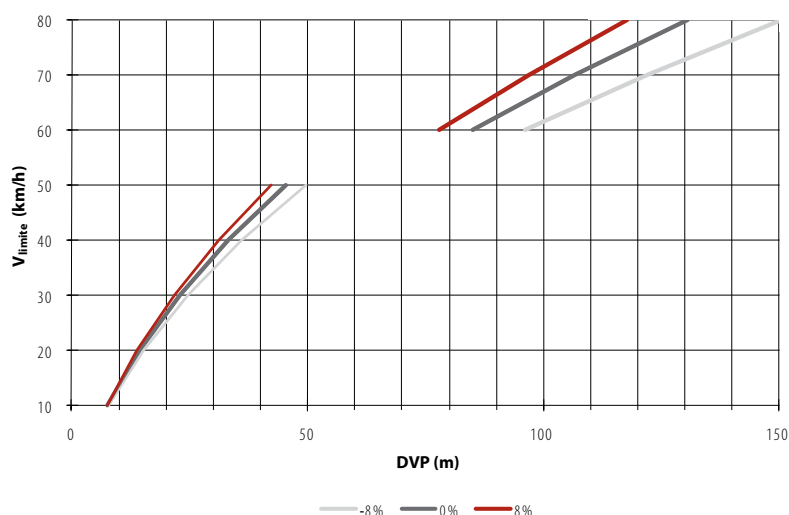


FIGURA 26 Relação entre a DVP e o correspondente limite de velocidade em arruamentos urbanos

Em Portugal a medição da DVP tem sido realizada considerando-se que o observador tem os olhos à altura de 1.05 m e que o obstáculo a observar tem uma altura de 0.15 m acima da superfície do pavimento [15].

Em curva, a verificação da DVP, face a obstáculos laterais, é feita considerando que o observador está no eixo da via de intradorso e que a linha de visibilidade intersecta a obstrução a meio da mesma e a 0.60 m de altura. Nestes casos, a relação entre a distância do obstáculo à linha de visibilidade e o raio da curva é calculada pela expressão seguinte [15]:

$$H_c = DPV^2 / 8 / R$$

em que:

H_c – distância do obstáculo à linha de visibilidade (m);

DVP – distância de visibilidade de paragem (m);

R – raio da curva circular (m).

5.2 Nas proximidades de curvas em planta

5.2.1 Generalidades

As curvas em planta são um elemento de traçado rodoviário relacionado com elevada percentagem da sinistralidade, dentro e fora de povoações, estando associadas a acréscimos de risco, relativamente a zonas rectilíneas adjacentes. As curvas horizontais são elementos geométricos do traçado que podem condicionar a visibilidade do percurso subsequente, originar dificuldades de guiamento (por deficiente visibilidade ou legibilidade da curva¹⁹) ou violar a expectativa dos condutores. Destes problemas pode resultar a deficiente escolha de uma velocidade de circulação, excessiva para as condições, originando um acréscimo do risco de acidente. Por este motivo justifica-se a afixação de limites de velocidade locais em algumas curvas em planta. O valor desses limites deve ser definido atendendo aos problemas específicos de cada curva, no que se refere à distância de visibilidade (especialmente na via de intradorso), às condições dinâmicas de circulação (por exemplo variação abrupta e localizada do raio de curvatura, em relação ao raio médio, coeficiente de atrito deficiente ou variação muito pronunciada da sobrelevação), às particularidades da AAFR (deficiente zona livre) e às características da homogeneidade de traçado.

5.2.2 Distância de Visibilidade de Paragem

Relativamente aos problemas de DVP são aplicáveis os critérios referidos no *Capítulo 5.1*.

5.2.3 Aceleração Centrípeta

Estudos realizados na segunda metade da década de 1990, mediante observação do comportamento dos condutores nas estradas portuguesas de faixa de rodagem única, permitiram estabelecer uma relação entre a velocidade não impedida e diversas características das curvas em planta, designadamente os respectivos raio de curvatura e comprimento, as larguras da faixa de rodagem e das bermas, bem como a velocidade máxima na recta de aproximação à curva ([61], [62] e [60]).

Na **FIGURA 27** apresentam-se curvas de relacionamento entre o raio de curvatura e a velocidade não impedida, para condições padrão habituais em diversos tipos de estradas da Rede Rodoviária Nacional (RRN). Na figura "IP/IC", refere-se a *IP* e *IC* (vias expresso, ou seja com condicionamento de acessos e sem cruzamentos de nível [44]); "*OE, Bnp, ≥ 7.50*" corresponde a estradas nacionais de faixa de rodagem única com largura superior a 7.50 m e bermas não pavimentadas; "*OE, Bp*,

¹⁹ A visibilidade da curva refere-se à facilidade de percepção da existência de uma curva a jusante e à distância a que essa percepção é possível; a legibilidade corresponde à possibilidade de os condutores se aperceberem das características da curva, de modo a adoptarem atempadamente um comportamento adequado.

6-7.50" a estradas nacionais de faixa de rodagem única com largura não inferior a 6.00 m e não superior a 7.50 m e bermas pavimentadas; "OE, Bnp, 6-7.50" a estradas nacionais de faixa de rodagem única com largura não inferior a 6.00 m e não superior a 7.50 m e bermas não pavimentadas; e "OE <6.0" a estradas nacionais de faixa de rodagem única com largura inferior a 6.00 m.

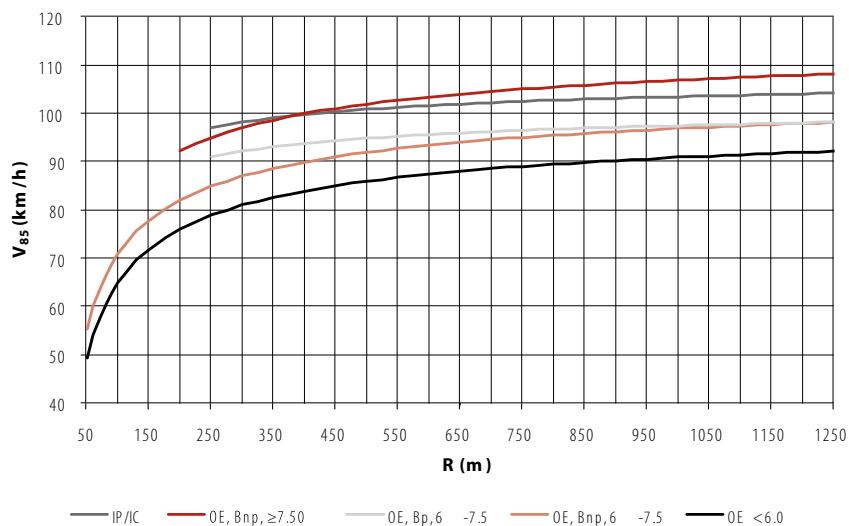


FIGURA 27 Relação entre o raio de curvatura em planta e a velocidade não impedida, em estradas portuguesas

As medições efectuadas permitiram, também, quantificar a tolerância dos condutores das estradas portuguesas relativamente às acelerações centrípetas que estão dispostos a aceitar, quando em circulação normal em curva. Na **FIGURA 28** apresentam-se os valores de aceleração centrípeta, expurgada do contributo da sobrelevação, correspondentes às velocidades anteriormente representadas na **FIGURA 27**. Naquela figura estão, também, representados os limiares de aceleração (não compensada pela sobrelevação) definidos nas normas americanas (AASHTO), australianas e espanholas.

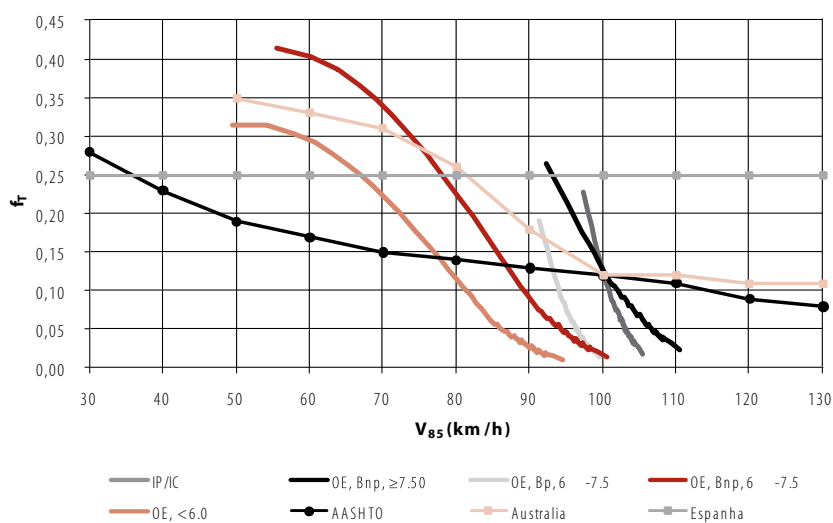


FIGURA 28 Acelerações centrípetas medidas em curvas em planta de estradas portuguesas. Comparação com limiares das normas americanas, da Austrália e de Espanha

Atendendo aos valores medidos em Portugal e admitindo, como já referido no *Capítulo 5.1*, que o coeficiente de atrito disponibilizado pela superfície dos pavimentos nas estradas portuguesas não será inferior a 0.34, no **cálculo da velocidade máxima em curvas horizontais** são de considerar as acelerações centrípetas referidas no **QUADRO 6**.

	ARRUAMENTO URBANO			
	RODOVIAS INTERURBANAS		ATRAVESSAMENTO DE POVOAÇÃO	
V_{limite} (km/h)	≤ 70	≥ 80	≤ 50	≥ 60
f_T (g)	0.30	0.25	0.30	0.30

QUADRO 6 Acelerações centrípetas a considerar na afixação de limites de velocidade máxima em curva

5.2.4 Homogeneidade de Traçado

Entende-se por homogeneidade de traçado a “conformidade das características da sucessão de elementos de traçado de uma estrada às expectativas dos condutores não habituais que nelas circulam”. Trata-se, de um objectivo importante no projecto do traçado das estradas, pelas implicações que a ausência desta qualidade tem sobre o nível de sinistralidade [60].

A utilização da velocidade de projecto não é suficiente para a obtenção de um traçado que esteja de acordo com as expectativas dos condutores e para se conseguir um nível de segurança satisfatório em todos os elementos de uma estrada, nomeadamente em zonas de curva horizontal, pelo que o projecto rodoviário deve incluir uma avaliação explícita da homogeneidade do traçado. Este é um aspecto especialmente relevante em estradas de faixa de rodagem única e dois sentidos, atendendo à possibilidade de um despiste resultar em colisões frontais envolvendo veículos com elevadas velocidades de circulação, originando ferimentos graves.

Foi desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) um método para detecção de curvas com falta de homogeneidade em estradas interurbanas de faixa de rodagem única e dois sentidos da RRN e para o melhoramento dos respectivos indicadores de segurança rodoviária. Este método, encomendado pela Estradas de Portugal (EP), foi desenvolvido em resultado de estudos anteriormente levados a cabo no LNEC, no âmbito quer dos seus planos de investigação programada quer do projecto de investigação SAFESTAR (*Safety Standards for Road Design and Redesign*), incluído no Programa de Investigação Europeu TRANSPORT do IV Programa Quadro de Investigação da UE ([11], [61] e [60]).

O método consiste na determinação da classe de homogeneidade de cada curva de uma estrada e na aplicação sistemática de um tratamento diferenciado para cada classe de curva (ver **QUADRO 7**). Na maior parte dos casos, em estradas existentes este tratamento consiste em medidas de engenharia de baixo custo, designadamente sinais verticais, marcas rodoviárias e melhoramento da AAFR (ver **QUADRO 8**). A validade do método na detecção de zonas de acréscimo de risco de acidente rodoviário em curvas em planta foi validada mediante a

análise da sinistralidade num conjunto de 4151 elementos de estradas de faixa de rodagem única da RRN, totalizando 1060 km (e 3896 acidentes no período 1994-98), cujos resultados se sintetizam na FIGURA 29 ([63]).

CLASSE DE HOMOGENEIDADE *	REDUÇÃO DE VELOCIDADE	ACELERAÇÃO	FACTOR DE HETEROGENEIDADE (FH)	
			TIPO DE ESTRADA	
			Com bermas pavimentadas	Com bermas não pavimentadas
O	≤ 5 km/h	> - 2 ms ⁻²	≤ 2.5	≤ 1.5
A			≤ 3.0	≤ 2.0
B			≤ 4.0	≤ 3.0
C	> 5 km/h		≤ 8.0	≤ 6.0
D		≤ - 2 ms ⁻²	> 8.0	> 6.0

* Para as classes "O" a "C", têm de ser verificados todos os três critérios ("Redução de velocidade", "Aceleração" e "FH"); Para a classe "D", basta a verificação de um dos critérios "Aceleração" ou "FH".

QUADRO 7 Classificação da homogeneidade de curvas horizontais

O método também pode ser aplicado às estradas municipais, o que se recomenda, uma vez que assim se conseguirá a uniformização da sinalização de curvas horizontais em todo o País.

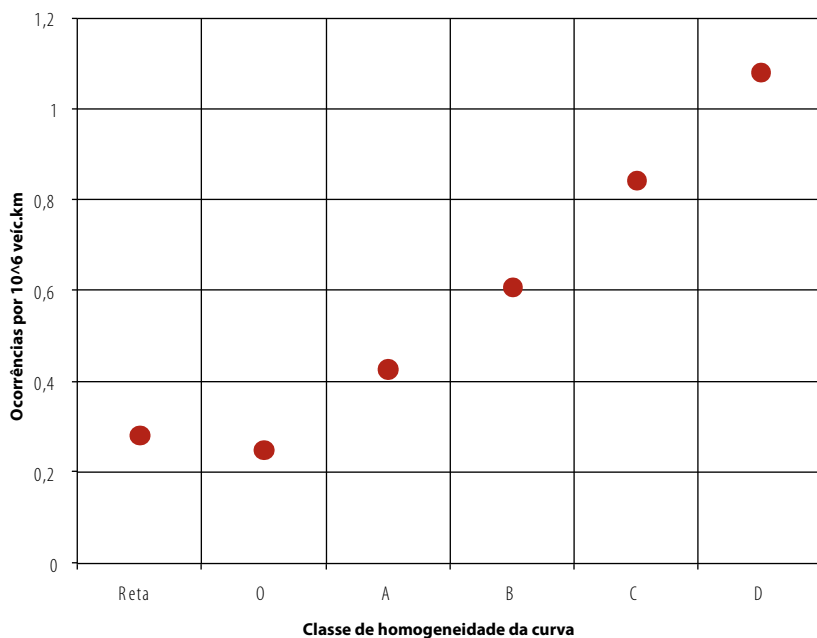


FIGURA 29 Risco médio de acidente por classe de homogeneidade









A determinação da classe de homogeneidade de cada curva baseia-se em quatro princípios teóricos:

- 1) a avaliação deve ser feita recorrendo a variáveis que representam de forma explícita o comportamento observado dos condutores nas estradas portuguesas, as suas expectativas e as dificuldades que eles revelam na execução das manobras necessárias à inscrição nas curvas;
- 2) devem ser atendidas de forma explícita as correlações já estabelecidas entre o risco de acidente nas estradas portuguesas e as variáveis explicativas relacionadas com o comportamento do condutor, designadamente a velocidade, e com a geometria da estrada;
- 3) a desaceleração necessária para reduzir a velocidade, do seu valor na recta de aproximação para o respectivo valor em curva, deve ser inferior a 2 ms^{-2} ;
- 4) a variação de energia cinética necessária para reduzir a velocidade, do seu valor na recta de aproximação para o respectivo valor em curva, deve ser ponderada na avaliação de homogeneidade.

A aplicação prática do método implica a execução dos passos seguintes:

- i) divisão da estrada em trechos rectos e curvos;
- ii) o cálculo dos perfis da velocidade de circulação não impedida (um para cada direcção);
- iii) a estimativa do aumento do risco de acidente em cada curva, relativamente ao risco esperado se o trecho fosse recto;
- iv) e o cálculo do valor da desaceleração na aproximação a cada curva.

Foi desenvolvido um programa de computador (programa "PERVEL") que permite automatizar o cálculo dos perfis de velocidades não impedidas e a classificação das curvas horizontais de um trecho de estrada; o mesmo programa permite, também calcular o valor da velocidade recomendada a afixar no caso das curvas das classes "C" e "D" (ver QUADRO 8).

CLASSE DE HOMOGENEIDADE	EQUIPAMENTO		
	Delineadores e baias direccionais	Sinais verticais	Marcas rodoviárias
A			Normal, linha axial e guias
B			Normal, linha axial e guias
C			Linhas sonoras (eixo e guias) Marcadores ao eixo
D			Linhas sonoras (eixo e guias) Marcadores ao eixo Redução de largura de via

NOTA: A velocidade recomendada pode ser definida de acordo com o valor calculado com o programa PERVEL

QUADRO 8 Sistema de sinalização de curvas horizontais

No Anexo IV apresentam-se os esquemas de sinalização de curvas em planta a adoptar em cada classe de homogeneidade. Salienta-se que o LNEC tem realizado com regularidade cursos de divulgação do uso deste método de avaliação da homogeneidade de traçado²⁰.

²⁰ O curso tem a seguinte designação: “Segurança e homogeneidade do traçado de estradas. Método para aplicação no projecto e na sinalização de curvas em planta”.

5.3 Intersecções de nível

Foi referido no *Capítulo 3.3.1* que é muito pequena a probabilidade de sobrevivência dos ocupantes de veículos modernos em caso de colisão lateral por um veículo circulando a mais de 50 km/h. Para prevenir mortos e feridos graves (“Visão Zero”) as velocidades máximas legais em cruzamentos (onde há risco de colisões laterais) não deveriam, por isso, exceder os 50 km/h. Deste modo, garantir-se-ia que seria pequeno o risco de ferimentos graves em utentes envolvidos numa colisão em intersecção de nível. Por outro lado, como referido no *Capítulo 2.2.1*, a qualidade da estimativa de velocidades relativas degrada-se consideravelmente para as distâncias requeridas para velocidades de circulação iguais ou superiores a 80 km/h, com reflexos negativos na justeza das decisões acerca da aceitabilidade de intervalos entre veículos para execução de manobras de atravessamento ou de inserção em correntes de tráfego intersectadas.

Em Portugal, as velocidades praticadas em intersecções de nível fora de povoações são consideravelmente superiores ao valor atrás referido de 50 km/h. Exceptuam-se as intersecções giratórias (rotundas), que são, no que se refere à velocidade de circulação, um caso particular das intersecções de nível. Com efeito, nas rotundas a configuração geométrica dos respectivos ramos de entrada e anéis de circulação não é, quando bem dimensionada, habitualmente compatível com uma circulação confortável a velocidades elevadas.

Na prática, devido a condições de traçado, aos hábitos enraizados na utilização tradicional das rodovias fora de povoações em Portugal – com limite geral de 90 km/h – e ao escasso recurso a estratégias de diminuição da velocidade de circulação em intersecções de nível, considera-se não haver condições para a afixação do limite de 50 km/h na generalidade das intersecções de nível. Considera-se, também, prudente adoptar uma abordagem gradual do problema da presente aceitabilidade social destas velocidades de circulação perigosas, a qual poderá consistir, simultaneamente, numa diminuição das velocidades permitidas, para valores intermédios mais baixos do que os actualmente praticados, e o desenvolvimento de campanhas de informação sobre os efeitos da velocidade no comportamento de condução e na sinistralidade.

Assim, numa primeira etapa, a iniciar com o presente manual, será de considerar 70 km/h como o valor máximo do limite de velocidade máxima em intersecções de nível de estradas fora de povoação, aplicável nas estradas em que aquele limite seja de 90 km/h. É de realçar, no entanto, que, em caso de colisão, se a velocidade inicial for de 70 km/h um condutor precisa de mais 41.0 m para embater à velocidade a que embateria se circulasse a 50 km/h²¹.

Nas restantes estradas, em que o limite de velocidade seja superior a 50 km/h, será de considerar como majorante do limite de velocidade máxima em zona de intersecção de nível um valor máximo inferior em 10 km/h ao limite de velocidade em secção corrente, conforme descrito no **QUADRO 9**. Nas estradas e arruamentos em que o limite de velocidade em secção

²¹ Admitindo a desaceleração em situação de travagem de emergência adoptada no *Capítulo 5.1*, é de 27.2 m o espaço necessário para diminuir a velocidade de 70 km/h para 50 km/h, o qual é percorrido em 1.6 s; o acréscimo de espaço percorrido a 70 km/h durante o tempo de percepção-reacção é de 13.9 m.

corrente seja inferior ou igual a 50 km/h, não há necessidade de considerar limites de velocidade locais para as zonas das intersecções de nível.

ZONA	LIMITE DE VELOCIDADE (km/h)				
Secção corrente	50	60	70	80	90
Intersecção de nível	50	50	60	70	70

QUADRO 9 Majorantes dos limites de velocidade em intersecções de nível fora de povoações

O limite de velocidade na zona de uma intersecção de nível pode ser calculado com a equação seguinte:

$$V_{\text{limite}} = \text{Mín} (V_{85}^{\text{próximo}} ; M_{LV})$$

em que:

$V_{85}^{\text{próximo}}$ – corresponde à dezena mais próxima do valor do percentil 85 da distribuição de velocidades não impedidas, medidas numa secção representativa do trecho em análise, calculada de acordo com os procedimentos estabelecidos no Anexo III;

M_{LV} – majorante do limite de velocidade, conforme QUADRO 9 (km/h).

5.3.1 Impacte das dimensões dos triângulos de visibilidade em intersecções de nível com três ou mais ramos

Em Portugal são escassas as referências publicadas com resultados da observação do comportamento de condução em intersecções de nível, designadamente quanto às velocidades escolhidas, quer em meio urbano quer fora de povoações. Exceptuam-se os estudos sobre circulação em rotundas realizados na Universidade de Coimbra, que fundamentaram a elaboração do manual publicado pelo INR [65]; e um estudo elaborado no LNEC e IST, que incidiu sobre a operação de intersecções de nível interurbanas ([64] e [66]). Neste estudo foram realizadas medições de velocidades na aproximação e no interior de duas intersecções de estradas da RRN, tendo-se verificado não haver diferenças significativas entre as velocidades de circulação em secção corrente e no interior das intersecções. Este facto contrasta com o comportamento observado nos EUA, onde as velocidades de circulação (via principal) no interior das intersecções de nível são inferiores às verificadas nas secções correntes imediatamente adjacentes (cerca de 60 % em intersecções com controlo por cedência de passagem; e cerca de 70% nas intersecções com controlo por STOP), sendo de 1.5 ms^{-2} a desaceleração imprimida durante a aproximação [36]. Desconhecem-se, igualmente, quais as estatísticas mais importantes das distribuições de variáveis relevantes para o projecto de intersecções, designadamente os tempos interveiculares aceites em manobras de inserção ou de atravessamento de correntes de tráfego intersectadas, os tempos de percepção-decisão e as acelerações.

Verifica-se, assim, uma evidente lacuna no conhecimento de relevantes características do comportamento de condução nas intersecções de nível das rodovias portuguesas, apesar de haver indícios da existência de algumas diferenças relativamente aos valores válidos nos EUA ou noutros países. Estas lacunas podem ser especialmente importantes no que se refere à validade dos métodos de estimativa das distâncias de visibilidade, necessárias para a verificação dos requisitos de visibilidade. Presentemente tais verificações só podem ser efectuadas recorrendo a métodos desenvolvidos e validados no estrangeiro.

Na determinação dos limites de velocidade aplicáveis na zona da intersecção de nível, em cada um dos ramos de aproximação, devem ser considerados os resultados das verificações dos requisitos de visibilidade de cada ramo. Neste aspecto, é de realçar que os procedimentos recomendados nas normas americanas [36], ou holandesas [52], para determinação das distâncias de visibilidade são consideravelmente mais pormenorizados do que os previstos nas normas portuguesas acima referidas.

No caso americano, são considerados três tipos de controlo de tráfego na estrada secundária (a que tem o menor volume de tráfego) relevantes para a situação nacional: controlo por cedência de passagem (Caso B); controlo por STOP (Caso C); e controlo por sinais luminosos (Caso D). As normas da AASHTO contemplam, também, de forma autónoma o caso da manobra de viragem à esquerda, a partir da estrada principal (Caso F). Nos EUA o modelo de representação das manobras dos condutores prevê dois tipos de triângulos de visibilidade (aproximação e partida), conforme representado na Figura 30, consoante a manobra de atravessamento ou de entrada (viragem à esquerda ou à direita) na via principal possa ser executada, respectivamente, sem necessidade de paragem ou após imobilização do veículo na linha de paragem.

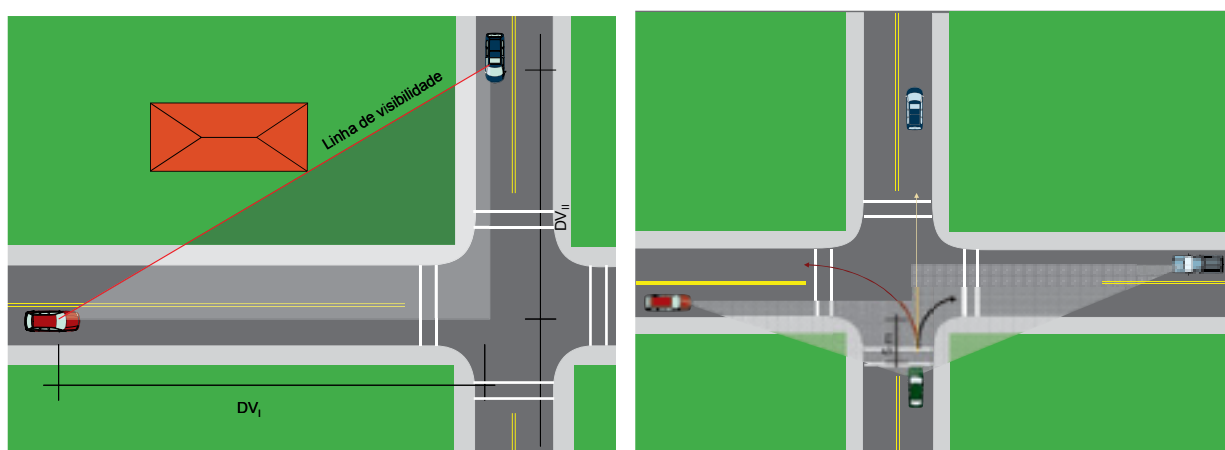


FIGURA 30 Triângulos de visibilidade em intersecções de nível

Os limites de velocidade em cada ramo de uma intersecção de nível dependerão do regime de controlo de tráfego e da dimensão dos triângulos de visibilidade.

O controlo do tráfego por sinais luminosos é, por vezes aplicado como forma de mitigar a sinistralidade em intersecções de nível com sinistralidade relacionada com problemas de visibilidade: de acordo com os resultados da meta-análise de Elvik et al, quando bem aplicada, a sinalização luminosa pode permitir diminuições de 15% (-25% a -5%) no número de acidentes corporais em intersecções de três ramos e de 30% (-35% a -25%) em intersecções de quatro ramos [2]. Nestas intersecções devem ser asseguradas as condições de visibilidade compatíveis com o Caso B, para abranger as situações de interrupção de funcionamento do sistema luminoso e a eventual possibilidade de viragem à direita com fase partilhada pelo tráfego de peões (atravessando a estrada intersectada) ou pelo tráfego da estrada intersectada.

5.3.2 Rotundas

Como já referido, numa rotunda cujo projecto cumpra o princípio de segurança estão asseguradas as condições para que o traçado induza “claras reduções de velocidade durante as fases de negociação e entrada da rotunda, através da imposição de condicionalismos físicos ao comportamento do condutor”.

No QUADRO 10 apresentam-se os valores das velocidades do tráfego na entrada de rotundas. Estes valores estão de acordo com as velocidades de entrada adequadas preconizadas nas disposições normativas do Inlr para dimensionamento de rotundas [65].

RODOVIA	CATEGORIA DE ROTUNDA	V _{LIMITE} (km/h)
Dentro de povoação	Mini-rotunda	20
	Compacta	30
	Normal, uma ou mais vias	40
Interurbana	Normal, via única	40
	Normal, múltiplas vias	50

QUADRO 10 Velocidades do tráfego em rotundas

5.4 Junto a locais de elevado perigo de conflito com utentes

Foi referido no *Capítulo 3.3.1* que é muito pequena a probabilidade de sobrevivência dos peões vítimas de atropelamento por veículo circulando a mais de 50 km/h. Por este motivo, considera-se desejável a segregação física do espaço destinado à circulação dos veículos motorizados daquele que é reservado para o trânsito de ciclistas e de peões, sempre que as velocidades de circulação sejam iguais ou superiores a 70 km/h. Igualmente, é desejável que peões e ciclistas tenham, cada qual, o seu espaço de circulação próprio.

5.4.1 Passagens para peões e para ciclistas

Em completa coerência com a “Visão Zero”, as velocidades máximas nas proximidades dos atravessamentos de peões (onde há elevado risco de atropelamentos) não deveriam exceder os 30 km/h. Deste modo, garantir-se-ia que o risco de ferimentos graves em peões seria pequeno. Importa, no entanto, reconhecer a extrema dificuldade em obter aceitabilidade social no médio prazo para limites de velocidade desta ordem de grandeza fora de zonas residenciais devidamente equipadas com medidas de acalmia de tráfego.

Assim, nas proximidades de passagens para peões ou para ciclistas o limite de velocidade a aplicar deve ser idêntico ao que vigora dentro de povoações (50 km/h); nos casos em que o limite geral de velocidade seja superior a 50 km/h a rodovia deve ser equipada com dispositivos – sinais luminosos ou medidas de acalmia – que limitem a velocidade máxima a esse valor (ver FIGURA 31).



FIGURA 31 Passagem de peões com sinalização luminosa de controlo de tráfego e detector de velocidades excessivas.

Nas zonas onde o TMDA motorizado, o tráfego pedonal ou o de ciclistas sejam elevados, deve ser prevista sinalização luminosa de controlo do tráfego de utentes vulneráveis que contemple uma fase dedicada a esses utentes.

5.4.2 Escolas

Nas proximidades das entradas dos equipamentos escolares, designadamente escolas de ensino básico e secundário, o limite de velocidade a aplicar deve ser idêntico ao que vigora em zonas residenciais de 30 km/h; no caso, que se desejaria excepcional, de tais entradas se situarem em arruamentos de Nível II são admissíveis limites de velocidade locais de 40 ou 50 km/h.

Algumas autarquias do País têm fomentado o auxílio das crianças no atravessamento de arruamentos nas proximidades de escolas, mediante controlo do tráfego por voluntários (patrulheiros) formados para o efeito. Esta é uma prática habitual antiga em vários países da UE, que não invalida a necessidade de, em regra, a afixação dos referidos limites de velocidade ser acompanhada pela implantação de dispositivos de acalmia de tráfego. No Anexo V apresentam-se exemplos de conjuntos de medidas de acalmia associados à limitação local de velocidades junto a escolas, conforme proposto em trabalho realizado no IST e LNEC [67].

5.5 Paragens de autocarros

A instalação de paragens de autocarro – originando interrupções do fluxo de tráfego e gerando fluxos de tráfego pedonal localizados – ao longo de uma rodovia coloca problemas de circulação diferenciados consoante esta seja urbana ou interurbana.

No caso das vias em meio urbano, o Código da Estrada português estabelece no ponto 1 do artigo 20º que “nas localidades, os condutores devem abrandar a sua marcha e, se necessário, parar, sempre que os veículos de transporte colectivo de passageiros retomem a marcha à saída dos locais de paragem”. Quando aplicado em rodovias com velocidade de circulação permitida igual ou superior a 60 km/h, este conjunto de procedimentos tem efeitos negativos sobre as condições de segurança.

Nas rodovias dentro de localidades o limite de velocidade máxima nas proximidades de paragens de autocarro deve ser de:

$V_{\text{limite}} = 70 \text{ km/h}$, em arruamentos com limite de velocidade superior a 80 km/h, quando não existam gares dotadas de vias de abrandamento e de aceleração

$V_{\text{limite}} = 50 \text{ km/h}$, nos restantes casos.

Nas rodovias fora de localidades o limite de velocidade máxima nas proximidades de paragens de autocarro deve ser de:

$V_{\text{limite}} = 70 \text{ km/h}$, em estradas com limite de velocidade superior a 70 km/h, casos em que necessariamente a paragem de autocarro tem de ser dotada de gare com via de abrandamento e de aceleração.

$V_{\text{limite}} = 50 \text{ km/h}$, nos restantes casos.

No Anexo VI apresenta-se um exemplo de esquema de sinalização de paragem de autocarro com gare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cardoso, J.L.; Macedo, A. L. (2000). Critérios de segurança para o estabelecimento de limites de velocidade. Relatório preliminar relativo ao estudo em curso no LNEC Relatório nº 284/00; NTSR, Procº 093/01/14363. LNEC, Lisboa.
- [2] Elvik, R., Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier, Amsterdam.
- [3] SUPREME (2007). Best practices in road safety. Handbook for measures at the country level. KfV, Vienna, Austria.
- [4] OECD/ECMT (2006). Speed management. Joint OECD/ECMT Transport Research Centre, Paris, France.
- [5] MASTER (1998). Managing speed of traffic on European roads. Final report. VTT, Helsinki, Finland.
- [6] Greibe, P., Nilsson, P.K., Herrstedt, L. (1999). Speed management in urban areas. A framework for the planning and evaluation process. DUMAS WP 5 Report. Danish Road Directorate, Report 168. Copenhagen, Denmark.
- [7] Cardoso, J.L. (2007). Avaliação do impacte sobre segurança no IP5 resultante da aplicação de medidas correctivas da infra-estrutura e de fiscalização intensa. 3º Relatório. LNEC, Lisboa.
- [8] Cardoso, J.L.; Gomes, S.V. (2005). Avaliação do impacte sobre a sinistralidade de medidas correctivas em trecho da EN6. LNEC, Lisboa.
- [9] Cardoso, J.L. (2007). Métodos racionais de apoio à intervenção da engenharia em segurança rodoviária. LNEC, Lisboa.
- [10] Helleman, B. (2007). Managed lanes in the Netherlands. An overview of TMS applications. TRB annual meeting, Washington, DC.
- [11] Cardoso, J.L. (1996). Estudo das relações entre as características da estrada, a velocidade e os acidentes rodoviários. Aplicação a estradas de duas vias e dois sentidos. Dissertação apresentada no Instituto Superior Técnico para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, IST-LNEC, Lisboa.
- [12] Decina, L.E., Thomas, L., Srinivasan, R., Staplin, L.(2007). Automated Enforcement: A Compendium of Worldwide Evaluations of Results. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA.
- [13] Anderson, I.B.; Krammes, R.A. (1994). Speed reduction as a surrogate for accident experience at horizontal curves on rural two-lane highways. In 73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board. TRB, Washington D.C..
- [14] MAI (1994). Dec.-Reg. 22 A/98. Regulamento de sinalização do trânsito, alterado pelos Dec.-Reg. n.º 41/2002, de 20 de Agosto e n.º 13/2003, de 26 de Junho. Direcção-Geral de Viação, Lisboa.
- [15] JAE (1994). Norma de traçado. Junta Autónoma de Estradas, Almada.
- [16] TRB (1998). Managing speed. Review of current practice for setting and enforcing speed limits. Special Report 254. TRB, Washington D.C.
- [17] LAVE, C.; ELIAS, P. (1994). Did the 65 mph speed limit save lives? *Accident Analysis and Prevention*, Vol.26, Nº 1, 1994.
- [18] Taylor, M., Lynam, D., Baruya, A. (2000). The effect of drivers' speed on the frequency of road accidents. Transport Research Laboratory Report 421, Crowthorne, RU.
- [19] Quimby, A., Maycock, G., Palmer, C., Grayson, G.B. (1999). Drivers' speed choice – An in-depth study. Transport Research Laboratory Report 326, Crowthorne, RU.
- [20] Solomon, D. (1964). Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle. US Department of Commerce, Bureau of Public Roads.

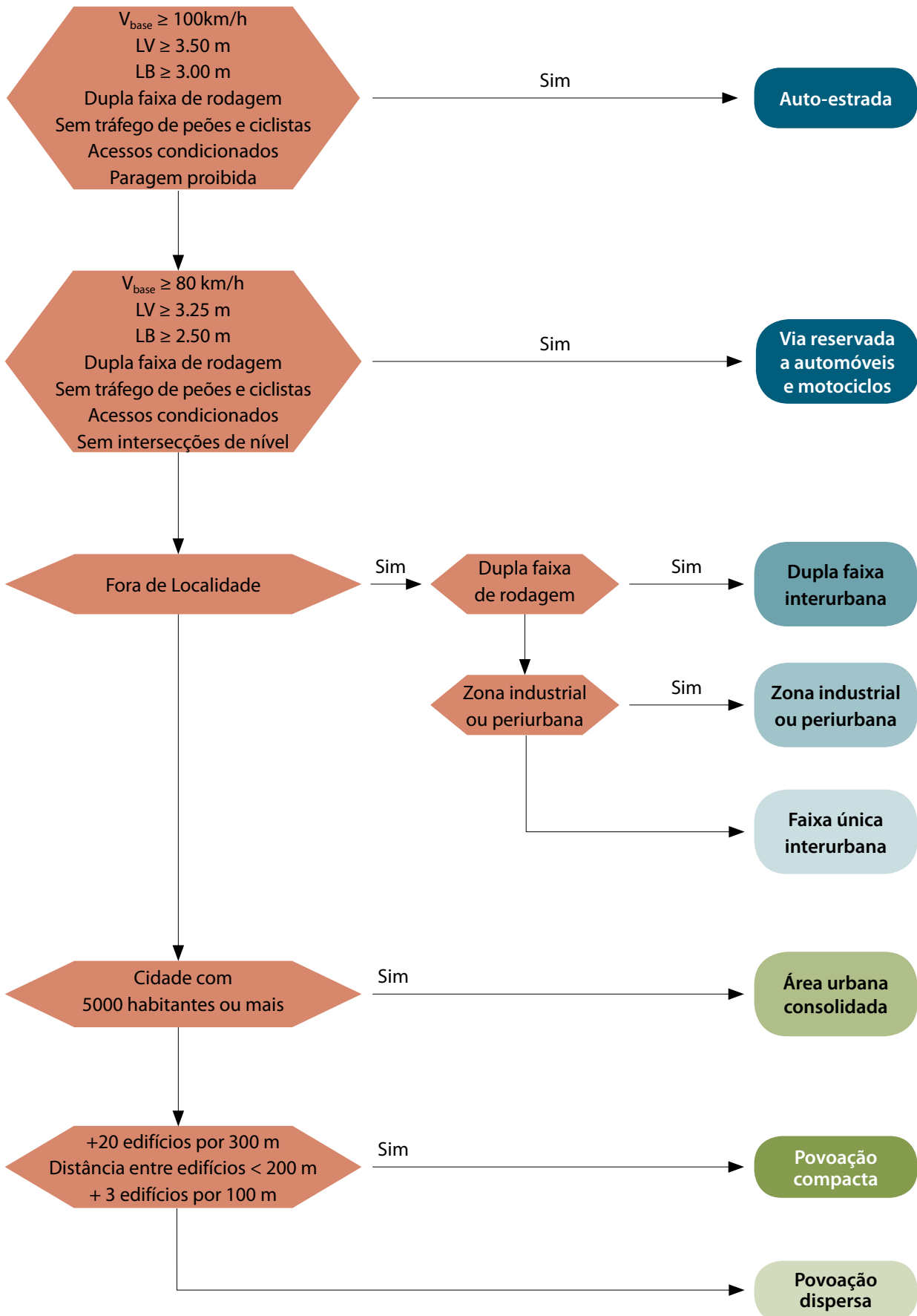
- [21] Munden, J.M. (1967). The relation between a driver's speed and his accident rate. TRRL Report LR 88, Crowthorne.
- [22] Nilsson, G. (2004). Traffic safety and the power model to describe the effect of speed on safety. Lund Institute of Technology and Society, Traffic Engineering.
- [23] Ashton, S.J., Mackay, G.M. (1979). Some characteristics of the population who suffer trauma as pedestrians when hit by cars and some resulting implications. 4th IRCOBI International Conference. Gothenburg.
- [24] Hobbs, C.A., Mills, P.J. (1984). Injury probability for car occupants in frontal and side impacts. TRRL Report 1224, TRRL, Crowthorne.
- [25] McLean, J.; Kloeden, C. (2002). Alcohol, travelling speed and the risk of crash involvement. In Proceedings of the 16th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety. Montréal.
- [26] Nilsson, G.K. (1990). Reduction in the speed limit from 100 km/h to 90 km/h during summer 1989. Effects on personal injury accidents, injuries and speeds. VTI Rapport 358A, Linköping.
- [27] Strayer, D.L., Drews, F.A., Crouch, D.J. (2006). A comparison of the cell phone driver and the drunk driver. *Human Factors*, Vol.48, pp381-391.
- [28] Borkenstein, R.F., Crowther, R.F., Shumate R.P., Zeil W.B., Zylman R. (1964). The Role of the Drinking Driver in Traffic Accidents - Research Report to the Injury Control Program US Public Health Service, Department of Health Education and Welfare, Washington, DC.
- [29] OECD (2008). Speed management. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, França.
- [30] Fuller, R., Gormley, M., Stradling, S., Broughton, J., Kinnear, N., O'Dolan, C., Hannigan (2008). Impact of speed change on estimated journey time: failure of drivers to appreciate relevance of initial speed. *AA&P*, 41.
- [31] TRB (1994). Special Report 204: 55: a decade of experience. Transport Research Board, National Academy of Sciences. Washington D.C..
- [32] Rosch, E. (1978), "Human categorization", in *Advances in cross cultural psychology*, vol.1., N. Warren (Ed), London, Academic Press.
- [33] Jacob, Elin K. (2004). Classification and Categorization: a difference that makes a difference. in *Library Trends*, Wntr.
- [34] ACEM (2006). Guidelines for PTW-safer road design in Europe. Association des Constructeurs Européens de Motocycles, Brussels, (Belgium)
- [35] Matena S., Weber R., Louwse R., Drolenga H., Vaneerdewegh P., Pokorny P., Gaitanidou L., Hollo P., Moksari T., Elvik R., Cardoso J.L. (2006). Road categorisation and design of self explaining roads. RIPCORDEREST Report D2.1, BASt, Bergish- Gladbach.
- [36] AASHTO (2004). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 5th Edition. Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.
- [37] ETSC (1995). Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speed. European Transport Safety Council, Brussels.
- [38] Wegman F., Aarts, L. (2006). Advancing sustainable safety. National road safety outlook for 2005-2020. SWOV, Leidschendam, The Netherlands.
- [39] Swedish Road Administration (2000). Safe Traffic. Vision Zero on the move. Swedish Road Administration, Börlange, Suécia. (Consultado a 2009-06-26, em <http://www.vv.se>).
- [40] TRB, (1998). "Managing Speed: Review of Current Practice for Setting and Enforcing Speed Limits." TRB Special Report 254, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- [41] Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M., Wooldridge, M., Miaou, S-H. (2003). Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices. National Cooperative Highway Research Program Report 504. Washington, DC.
- [42] JAE (1994) Norma de traçado. Junta Autónoma de Estradas, Almada.
- [43] Gluck, J., Levinson, H.S., Stover, V. (1999). Impacts of access management techniques. NCHRP Report 420. Transportation Research Board, Washington DC.
- [44] Cardoso, J.L. (1994). Sinistralidade na rede rodoviária nacional no ano de 1990. LNEC, Lisboa.
- [45] Cardoso, J.L. (2005). Velocidade praticadas pelos condutores nas estradas portuguesas. Ano de 2004. LNEC, Lisboa.

- [46] Cardoso, J.L.; Roque, C.A. (2001). Área adjacente à faixa de rodagem de estradas interurbanas e sinistralidade. LNEC, Lisboa.
- [47] Harwood C J (1995). Criteria for Setting General Urban Speed Limits. Road and Transport Research, Vol 4, No. 2, June 1995.
- [48] Limites na suécia.
- [49] Cardoso, J. L. (2001). Homogeneidade de traçado e sinalização de curvas em estradas inter-urbanas de faixa única. LNEC, Lisboa.
- [50] Cardoso, J. L. (1998). Consistency in the design of curves on single carriageway rural roads. SAFESTAR deliverable report of Task 5.5 LNEC, Lisboa.
- [51] Department for Transport (2000). New Directions in Speed Management A Review of Policy. Department of the Environment, Transport and the Regions, London, UK.
- [52] CROW (1998). Recommendations for traffic provisions in built-up areas. ASVV, The Netherlands.
- [53] Marques, J.S. (2005). Engenharia de segurança rodoviária em áreas urbanas. Recomendações e boa práticas. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- [54] Zegeer, C.V., Hummer, J., Reinfurt, D., Herf, L., Hunter, W. (1987). Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads. Volume I-Final Report. FHWA, McLean, Virginia, USA.
- [55] Department for Transport (2007). Manual for Streets. DfT, London, UK.
- [56] Cardoso, J.L.; Azevedo, C.L. (2006) Diagnóstico de segurança rodoviária do IP4 entre o nó de Geraldês e o nó de Vila Real/Norte (km 58,800 – 101,900). LNEC, Lisboa.
- [57] NSRA (1973). Guidelines for the geometric design of urban roads. NSRA, Stockholm.
- [58] Cardoso, J.L. (1999). Factores de dimensionamento físico da via. Tema 6 – Curso de Segurança e Gestão Viária Urbana. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- [59] Fambro, D.B., Fitzpatrick, K., Koppa, R.J. (1997). Determination of stopping sight distances. NCHRP Report 400, TRB, Washington D.C., USA
- [60] Cardoso, J. L. (2001). Homogeneidade de traçado e sinalização de curvas em estradas inter-urbanas de faixa única. LNEC, Lisboa.
- [61] Cardoso, J. L. (1998). Consistency in the design of curves on single carriageway rural roads. SAFESTAR deliverable report D5.5. LNEC, Lisboa.
- [62] Cardoso, J. L. (1998). Detecção apriorística de zonas de quebra da homogeneidade de traçado em planta, em estradas interurbanas. Comunicação apresentada no 2º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- [63] Cardoso, J. L. (2005). Safety assessment for design and redesign of horizontal curves. Comunicação apresentada no 3rd International Symposium on Highway Geometric Design, organizado pelo Transportation Research Board, Chicago.
- [64] Bastos Silva, A. (2004). Definição de uma metodologia de concepção de intersecções giratórias . Dissertação de doutoramento em engenharia Civil, FCTUC, Coimbra.
- [65] Bastos Silva, A. (2009). Dimensionamento de rotundas. Documento síntese. InIR, Lisboa.
- [66] Fernandes, A., Cardoso, J. L., Neves, J. (2006). Avaliação da capacidade de tráfego e do nível de segurança de cruzamentos de nível interurbanos. Comunicação apresentada no 4º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.
- [67] Rebelo, C. (2006). Medidas de acalmia de tráfego junto a equipamentos escolares. O caso do Concelho de Odivelass. Dissertação de mestrado em transportes. IST, Lisboa.
- [68] Department for Transport (2000). Design manual for roads and bridges. DfT, London, UK.
- [69] Almeida Roque, C. (2009). Princípios da sinalização do trânsito e regimes de circulação, Disposições normativas. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, Lisboa
- [70] Almeida Roque, C. (2005). Manual de boas práticas em sinalização urbana. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- [71] Delhomme, P., Verliac, J-F, Martha, C. (2009). Are driver's comparative risk judgements about speeding realistic? *Journal of Safety Research*, Vol. 40, pp 333-339.

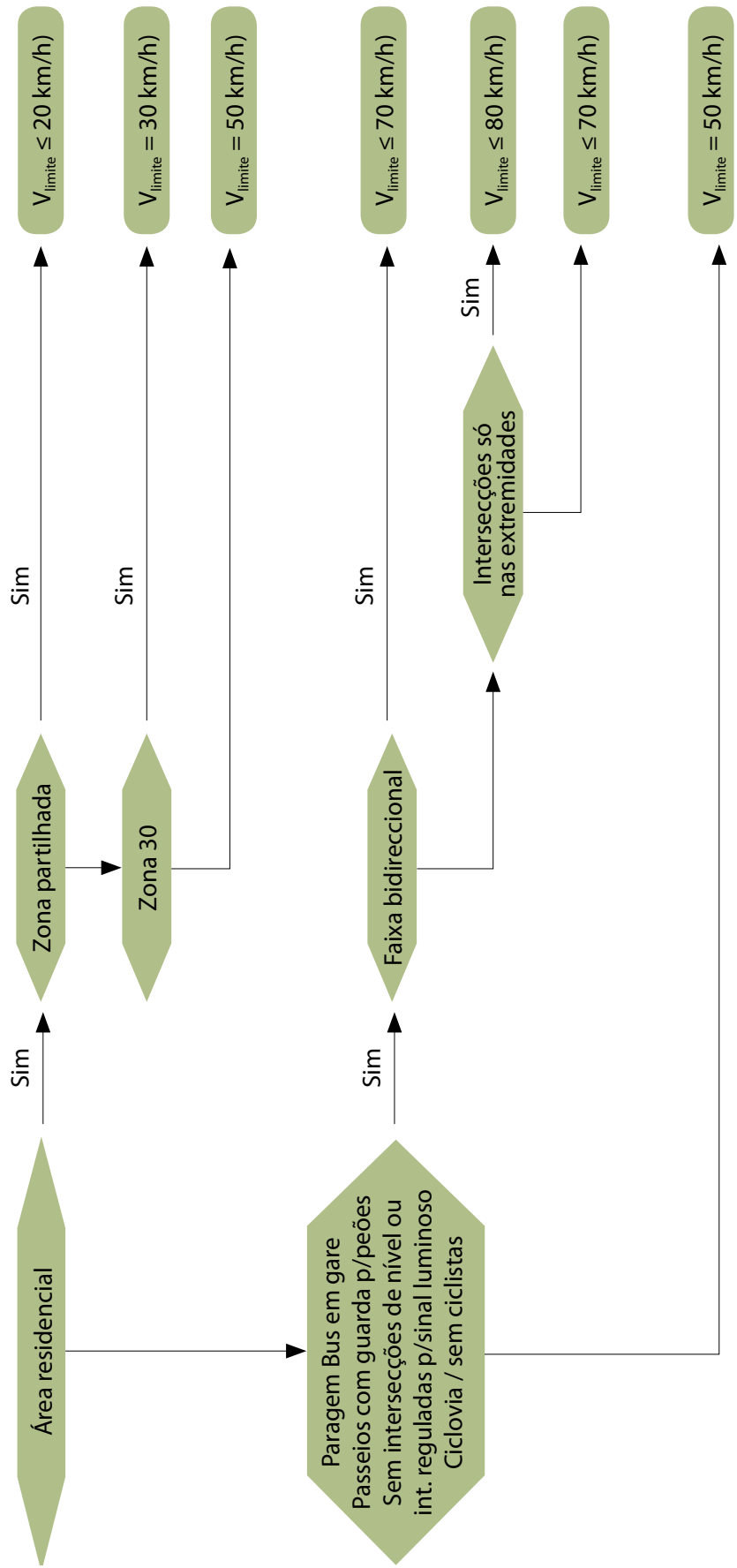
ANEXOS

**ANEXO I – Fluxogramas de Selecção do
Limite de Velocidade Máxima**

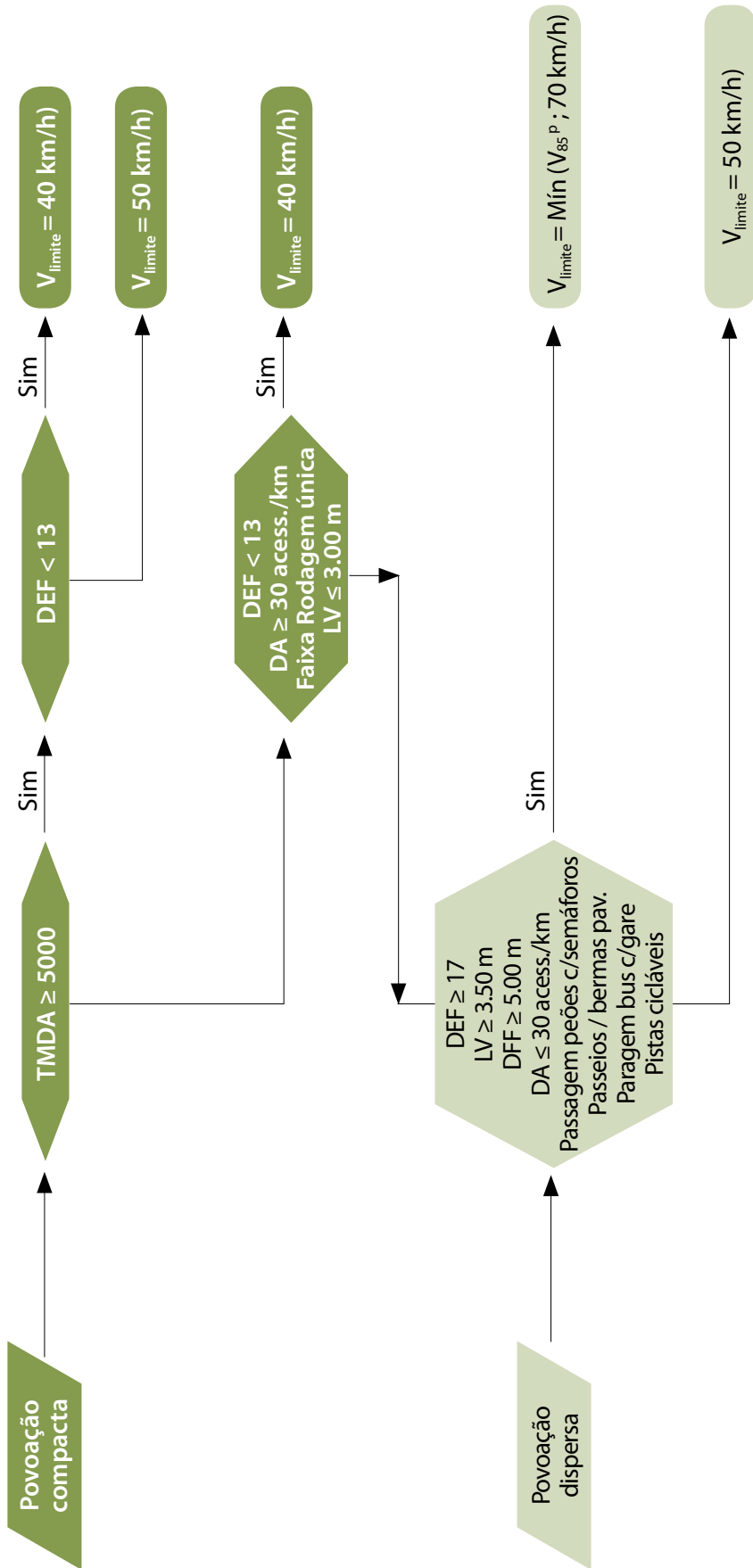
PROCEDIMENTO GERAL



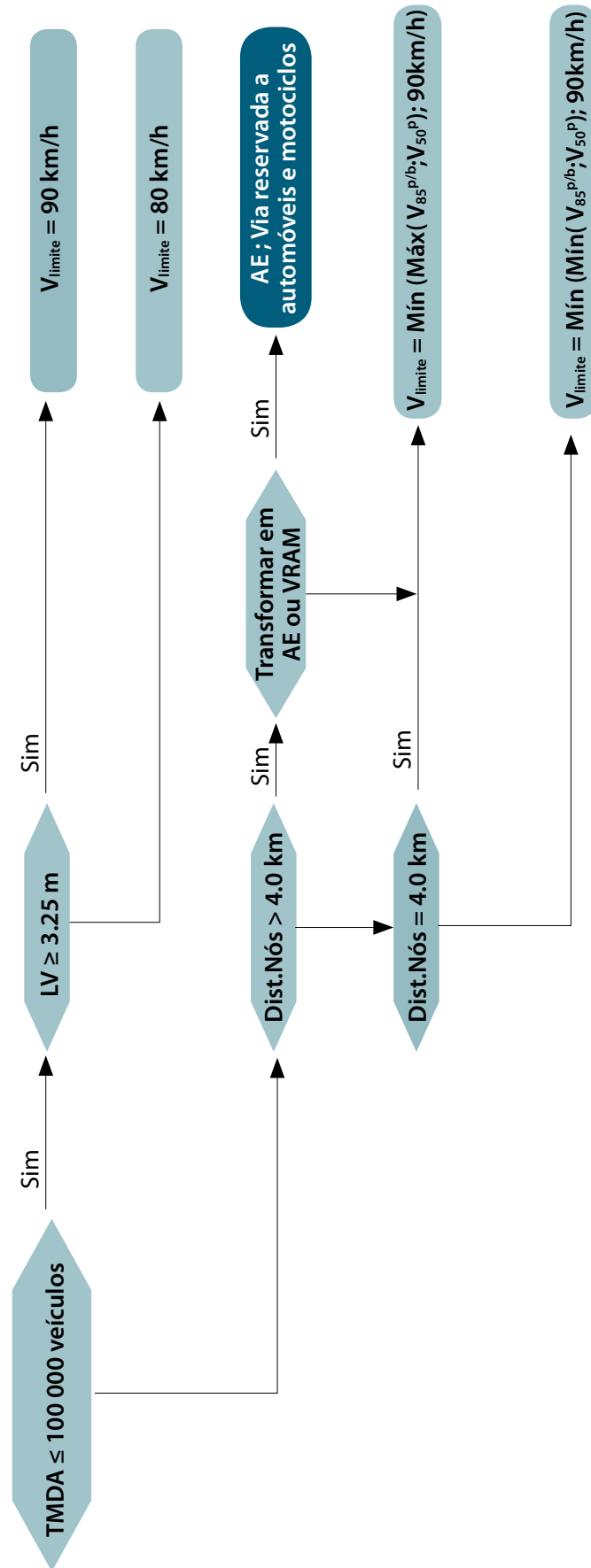
ÁREA URBANA CONSOLIDADA



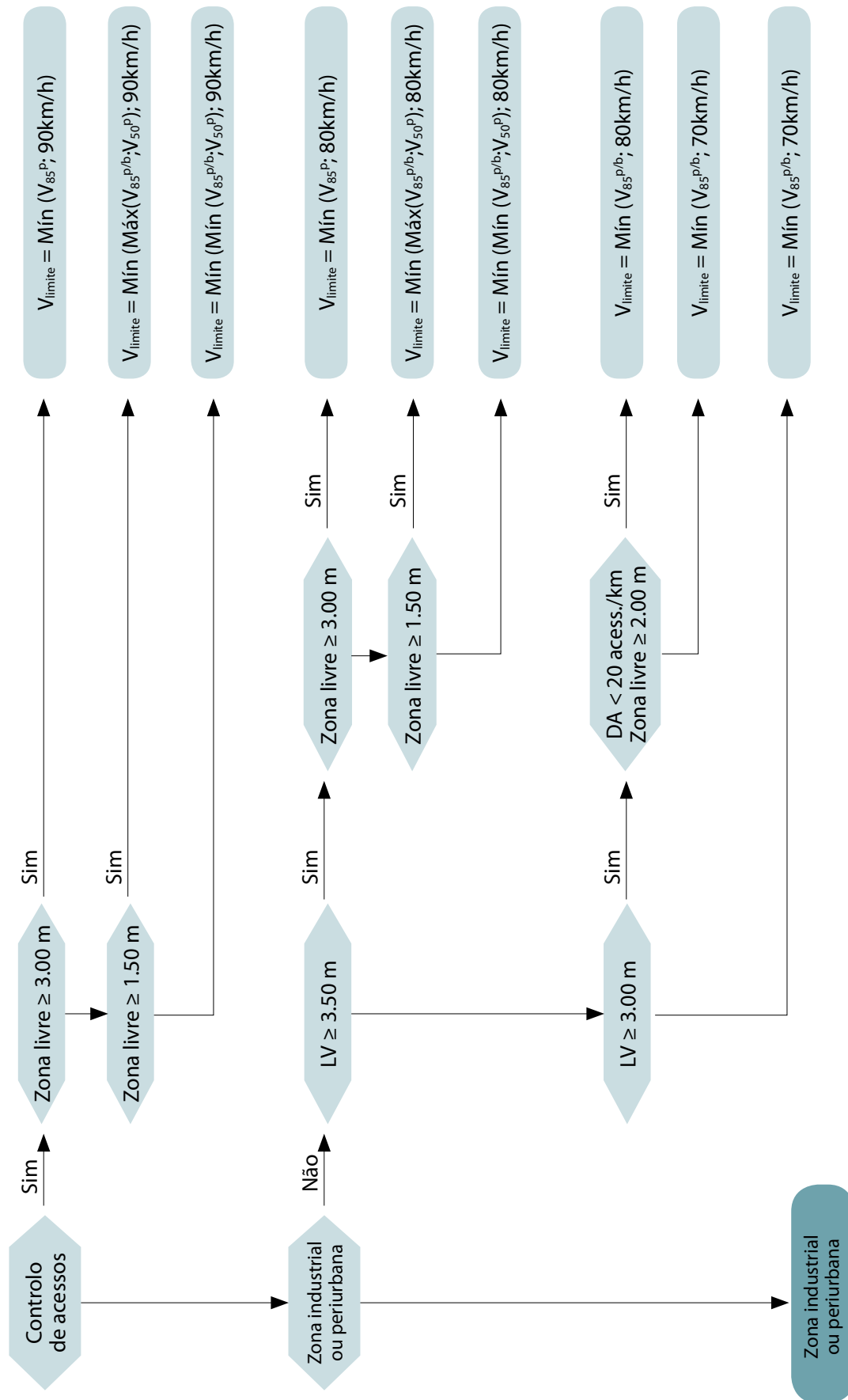
ATRAVESSAMENTO DE POVOAÇÃO



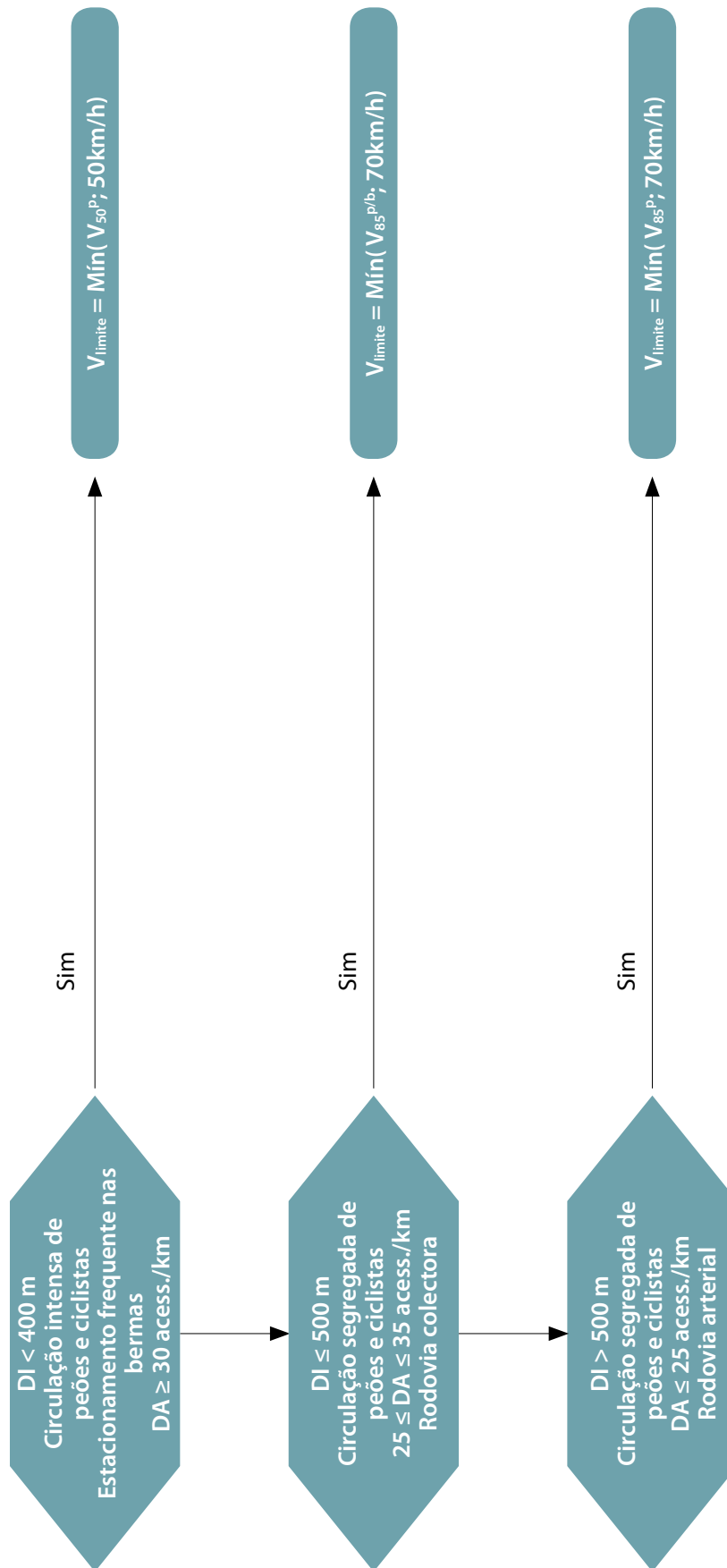
ESTRADA INTERURBANA COM DUPLA FAIXA DE RODAGEM



ESTRADA INTERURBANA COM FAIXA DE RODAGEM ÚNICA



ESTRADA EM ZONA INDUSTRIAL OU PERIURBANA



ANEXO II – Exemplos de Determinação do Limite de Velocidade em Atravessamentos Urbanos

**ATRAVESSAMENTO DE POVOAÇÃO COMPACTA OU DISPERSA,
COM LIMITE DE 50 km/h OU SUPERIOR A 50 km/h**



A) EN 261



DA = 20/0.430 \approx 46.5 acessos/km	≥ 30 acess./km
Distância entre fachadas \approx 19 m	≥ 17 m
Largura de via = 3.50 m	≥ 3.50 m
Distância "fachada – limite exterior da faixa de rodagem" \approx 5.50 m	≥ 5.00 m
Bermas pavimentadas	Sim
Ausência de ciclistas ou existência de pistas cicláveis segregadas	?
Ausência de paragens de autocarro sem gare	Sim ?
Ausência de passagens para peões ou para ciclistas não reguladas por sinalização luminosa	Sim ?

A) Caso se justifique a passagem para peões ou se confirme a circulação de ciclistas:

$$V_{limite} = 50 \text{ km/h}$$

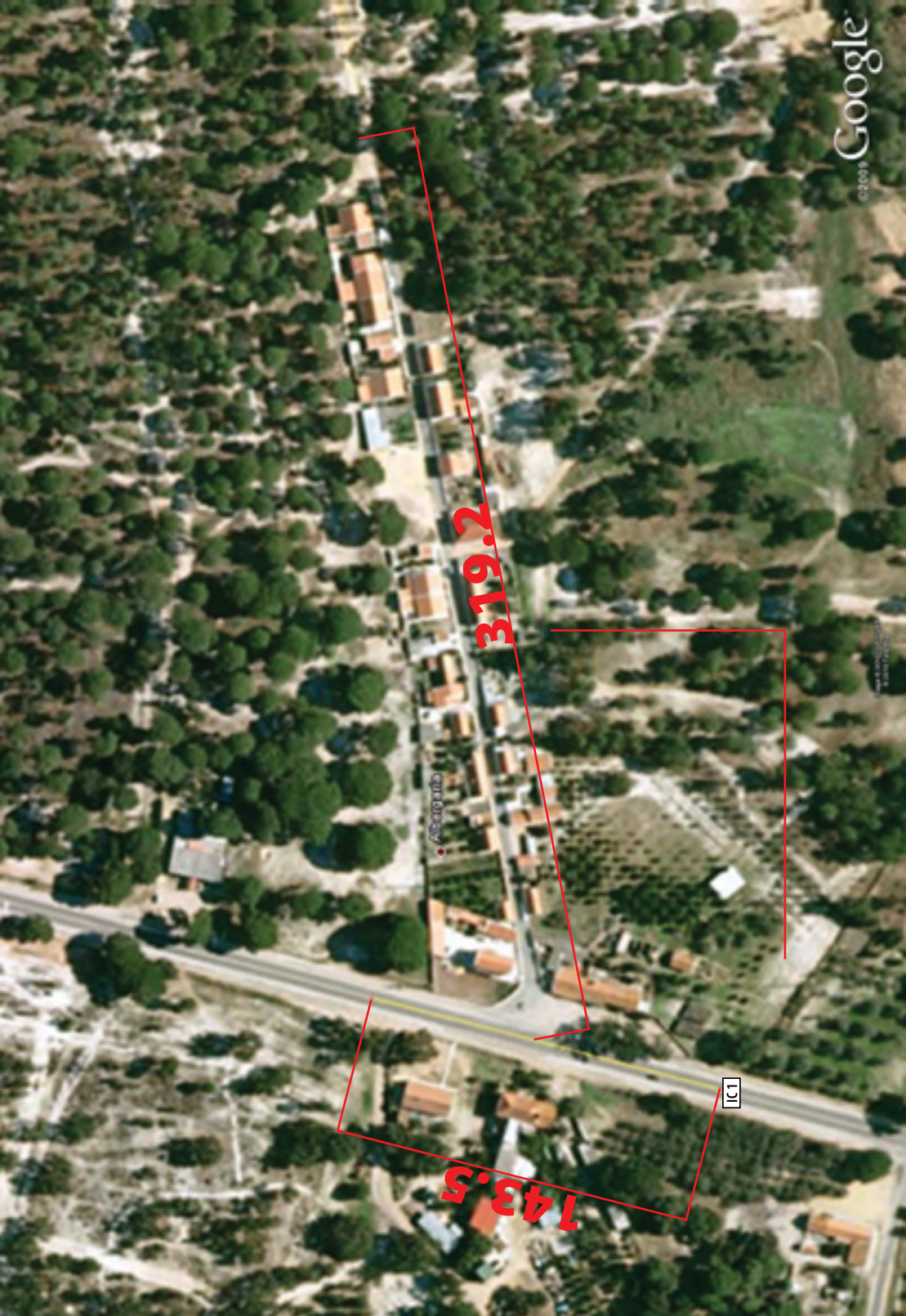
B) Caso a passagem de peões já não se justifique e não haja tráfego de ciclistas

$$V_{limite} = \text{máximo}(V_{85}^{\text{próximo}}, 70 \text{ km/h})$$

Na resolução apresentada atendeu-se à característica marcadamente assimétrica da distribuição dos acessos (quase todos localizados no lado Norte da estrada). Em resultado, no lado Sul DA é inferior a 30 acess./km.

Admitiu-se que o TMDA é inferior a 5000 veículos.

**ATRAVESSAMENTOS DE POVOAÇÃO COMPACTA OU DISPERSA,
COM LIMITE DE 50 km/h E SUPERIOR A 50 km/h**



A) Estrada Nascente-Poente

DA = $21/0.319 \approx 66$ acessos/km	> 30 acessos p/km
Distância entre fachadas ≈ 9 m	< 17 m
Largura de via = 3.5 m	≥ 3.50 m
Distância "limite exterior da faixa de rodagem-fachada"	< 5.00 m
Existência de passeios ou bermas pavimentadas	
Ausência de ciclistas ou existência de pistas cicláveis segregadas	
Ausência de paragens de autocarro com gare	
Ausência de passagens para peões ou para ciclistas não reguladas por sinalização luminosa.	

$$V_{\text{limite}} = 50 \text{ km/h}$$

B) IC1

DA = $3.5/0.143 \approx 24$ acessos/km	≤ 30 acessos p/km
Distância entre fachadas ≈ 36 m	≥ 17 m
Largura de via = 3.75 m	≥ 3.50 m
Distância "fachada – limite da faixa de rodagem" ≈ 13.50 m	< 5.00 m
Bermas pavimentadas	Sim
Ausência de ciclistas	Sim
Ausência de paragens de autocarro com gare	Sim
Ausência de passagens para peões ou para ciclistas não reguladas por sinalização luminosa	Sim

$$V_{\text{limite}} = \text{mínimo} (V_{85}^{\text{próximo}}; 70 \text{ km/h})$$

ATRAVESSAMENTO DE POVOAÇÃO COMPACTA, COM LIMITE DE 40 km/h



A) EN 261

TMDA = 3500	< 5000 veículos
DA = $12/187 \approx 64$ acessos/km	≥ 30 acessos por km
Distância entre fachadas = 11 m	< 13 m
Largura de via = 3.00 m	≤ 3.00 m
Faixa de rodagem única, com duas vias de tráfego (duplo sentido)	Sim

$V_{limite} = 40 \text{ km/h}$

ANEXO III – Procedimentos para Caracterização da Distribuição de Velocidades não Impedidas

Definições

De acordo com a definição, a velocidade não impedida é a velocidade a que circulam os condutores (em rectas ou em curvas) sob condições de muito baixo volume de tráfego, em que as condicionantes impostas pelos outros veículos são irrelevantes²².

Na prática, é possível medir velocidades não impedidas desde que as condições de tráfego assegurem que menos de 25% dos veículos estejam em fila, o que corresponde aos níveis de serviço "A" a "D". Nestas condições, considera-se que os condutores dos veículos cujos tempos de espaçamento para o veículo antecedente e seguinte não são inferiores a 6 e 3 segundos, respectivamente, não têm a sua escolha de velocidade condicionada pelo tráfego.

Número mínimo de medições por secção

O número mínimo de veículos cuja velocidade deve ser medida depende da estatística da distribuição de velocidades não impedida que se pretende estimar (média ou percentil 85), do erro associado a essa estimativa que se considera aceitável, e do nível de confiança pretendido.

Na Tabela II.1 apresentam-se os números mínimos de medições de velocidades de circulação a realizar para estimativa da velocidade média numa faixa de rodagem, em função do tipo de rodovia em análise, admitindo como aceitável um erro de 5 km/h, para um nível de confiança de 95%.

TIPO DE ESTRADA	DIMENSÃO DA AMOSTRA	DESVIO PADRÃO (km/h)	ERRO ASSOCIADO (km/h)
AE	96	25	± 2.5
Faixa única, acessos condicionados	62	20	± 2.5
Faixa única, acessos não condicionados	68	21	± 2.5
Faixa única, multivias	35	15	± 2.5
Atravessamento urbano	35	15	± 2.5
Urbana, Nível I	89	24	± 2.5
Urbana, Nível II	39	16	± 2.5
Urbana, Nível III ou IV	50	18	± 2.5

TABELA II.1 Número de observações por tipo de estrada, para V_{50}

²² A velocidade livre (ou velocidade desejada, segundo alguns autores) é um caso particular da velocidade não impedida, correspondendo à velocidade a que os condutores tendem a circular, desde que não sejam impedidos por outros veículos nem pelas características geométricas da estrada.

Na Tabela II.2 apresentam-se os números mínimos de medições de velocidades de circulação a realizar para estimativa do percentil 85 da velocidade numa faixa de rodagem, em função do tipo de rodovia em análise, admitindo como aceitável um erro de 5 km/h, para um nível de confiança de 95%.

TIPO DE ESTRADA	DIMENSÃO DA AMOSTRA	DESVIO PADRÃO (km/h)	ERRO ASSOCIADO (km/h)
AE	148	25	± 2.5
Faixa única, acessos condicionados	94	20	± 2.5
Faixa única, acessos não condicionados	104	21	± 2.5
Faixa única, multivias	53	15	± 2.5
Atravessamento urbano	53	15	± 2.5
Urbana, Nível I	136	24 ± 2.5	
Urbana, Nível II	60	16	± 2.5
Urbana, Nível III ou IV	76	18	± 2.5

TABELA II.2 Número de observações por tipo de estrada, para V_{85}

Nas mesmas tabelas são igualmente apresentados os valores de referência para o desvio padrão da amostra da distribuição de velocidades considerados, os quais correspondem aos referenciados em trabalho do LNEC divulgado pela Direcção-Geral de Viação [45].

Em estradas de dupla faixa de rodagem devem ser realizadas medições para cada faixa de rodagem, uma vez que as correntes de tráfego de cada uma delas são basicamente independentes.

Em estradas de faixa de rodagem única, consideram-se conjuntamente os dois sentidos de tráfego; exceptuam-se os casos em que se pretenda definir limites de velocidade diferenciados para cada sentido, situação cuja ocorrência deverá ser justificada.

Método de medição das velocidades

As medições de velocidades podem ser efectuadas com dispositivos automáticos ou manuais, desde que o erro sistemático associado ao método de medição seja inferior ao erro da estimativa. Podem ser usados, designadamente, equipamentos radar, lidar, sensores piezoeléctricos ou capacitivos, espiras indutivas, tubos de ar, e cronometragem, manual ou assistida por gravações de vídeo, de tempos de percurso.

Os dispositivos de medição de velocidades e os seus operadores devem estar colocados de forma dissimulada, para não influenciarem o comportamento dos condutores.

Escolha dos veículos para medição das respectivas velocidades

Os veículos devem ser seleccionados aleatoriamente para medição de velocidade.

Para o efeito, no caso de contagens automáticas, serão considerados todos os veículos cujo tempo de espaçamento ao veículo precedente seja superior ou igual a 6 segundos. No caso de contagens manuais, após registo da medição da velocidade de um veículo, deve ser considerada a medição da velocidade do veículo imediatamente posterior cujo tempo de espaçamento seja superior ou igual a 6 segundos (relativamente ao veículo precedente).

Conjuntamente com os valores das velocidades medidas, devem ser registados os valores de volume de tráfego horário equivalente por intervalos de 15 minutos, com discriminação dos tráfegos de veículos ligeiros e pesados, de modo a ser possível a verificação do nível de serviço.

Escolha dos locais e do momento para realização das medições

As secções de medição de velocidades devem ser escolhidas de modo a que sejam representativas do trecho de estrada em análise, do ponto de vista geométrico e da envolvente.

Devem ser seleccionados locais não influenciados por intersecções de nível, nós de ligação ou outros elementos onde haja variação acentuada da velocidade. Em regra, as secções de medição devem estar a mais de 250 m de intersecções de nível.

Não devem ser considerados locais com obras, frequentes situações de congestionamento ou nas proximidades de zonas com frequentes incidentes.

As medições não devem ser realizadas sob condições atmosféricas adversas, nem em dias de festividades ou feriados locais ou nacionais. Em regra, as medições devem realizar-se em dias úteis, no período das 6:00 às 18:00 h.

Na escolha dos locais de medição de velocidades devem ser atendidos os requisitos de utilização específicos do equipamento a empregar; e os preceitos de segurança do pessoal responsável pela colocação, operação e remoção dos mesmos.

Cálculo da velocidade média, do percentil 85 da distribuição de velocidades e do degrau de velocidade

Quando o registo das velocidades for manual, ou na ausência de programas de cálculo automático adequados, o cálculo das estatísticas relevantes para a definição de limites de velocidade máxima e para a análise da coerência entre o limite de velocidade máxima em vigor e a

distribuição de velocidades efectivamente praticadas pode ser realizado mediante o procedimento discriminado seguidamente (ver Tabela II.3).

- a) Registrar o número de veículos em cada intervalo de velocidades de 5 km/h (coluna 4).
- b) Calcular a frequência relativa de velocidades inferiores ao máximo de cada intervalo de velocidades (coluna 5).
- c) Calcular a frequência acumulada de velocidades inferiores ao máximo de cada intervalo de velocidades (coluna 6).
- d) Calcular a soma móvel dos três últimos intervalos de velocidades (coluna 7).
- e) Calcular a velocidade média, através da equação:

$$V_{m\u00e9dia} = \frac{SV}{SN}$$

em que:

SV – Soma dos valores da coluna SV ;

SN – Número total de medições realizadas (coluna N).

- f) Calcular percentil 85, com base nos valores de velocidade do primeiro intervalo de velocidades com frequência acumulada superior a 85% e nos valores de frequência acumulada desse intervalo e do anterior, com a expressão:

$$V_{85} = V_{lim_inf_int} + \left(\frac{V_{lim_sup_int} - V_{lim_inf_int}}{FA_{int_ant} - FA_{int_relev}} \right) \times (85\% - FA_{int_ant})$$

em que:

V_{85} - Percentil 85 da distribuição de velocidades;

$V_{lim_inf_int}$ - Velocidade limite inferior do intervalo de velocidades relevante;

$V_{lim_sup_int}$ - Velocidade limite superior do intervalo de velocidades relevante;

FA_{int_ant} - frequência acumulada de velocidades do intervalo de velocidades anterior ao relevante (em %);

FA_{int_relev} - frequência acumulada de velocidades do intervalo de velocidades relevante (em %).

- g) Calcular o limite máximo do degrau de velocidade (V_d), o qual corresponde ao limite superior do intervalo com maior valor na coluna 4.

Em condições ideais, os valores de V_d e de V_{85} devem ser semelhantes, mais de 60% das velocidades medidas deve estar incluída no degrau de velocidades de 15 km/h, e uma percentagem pequena de velocidades deve ser inferior ao limite inferior deste degrau de velocidades ($V_d - 15$ km/h).

INTERVALO DE VELOCIDADES		VELOCIDADE INTERMÉDIA	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA	SOMA MÓVEL DE TRÊS INTERVALOS	SV
Lim.inf km/h	Lim.Sup km/h	km/h		%	%	%	3×4
1	2	3	4	5	6	7	
0	5	2.5		0.0	0.0	-	0
5	10	7.5		0.0	0.0	-	0
10	15	12.5		0.0	0.0		0
15	20	17.5		0.0	0.0		0
20	25	22.5		0.0	0.0		0
25	30	27.5	42	0.2	0.2	0.2	1155
30	35	32.5	200	1.0	1.2	1.2	6500
35	40	37.5	300	1.5	2.7	2.7	11250
40	45	42.5	400	2.0	4.7	4.5	17000
45	50	47.5	690	3.4	8.1	6.9	32775
50	55	52.5	740	3.7	11.7	9.1	38850
55	60	57.5	770	3.8	15.5	10.9	44275
60	65	62.5	800	4.0	19.5	11.4	50000
65	70	67.5	852	4.2	23.7	12.0	57510
70	75	72.5	1050	5.2	28.9	13.4	76125
75	80	77.5	1192	5.9	34.8	15.3	92380
80	85	82.5	1400	6.9	41.7	18.0	115500
85	90	87.5	1283	6.3	48.1	19.2	112263
90	95	92.5	1450	7.2	55.3	20.5	134125
95	100	97.5	1400	6.9	62.2	20.5	136500
100	105	102.5	1132	5.6	67.8	19.7	116030
105	110	107.5	1033	5.1	72.9	17.6	111048
110	115	112.5	1150	5.7	78.6	16.4	129375
115	120	117.5	980	4.8	83.5	15.7	115150
120	125	122.5	872	4.3	87.8	14.9	106820
125	130	127.5	620	3.1	90.8	12.2	79050
130	135	132.5	486	2.4	93.2	9.8	64395
135	140	137.5	350	1.7	95.0	7.2	48125
140	145	142.5	260	1.3	96.3	5.4	37050
145	150	147.5	455	2.3	98.5	5.3	67113
150	155	152.5	300	1.5	100.0	5.0	45750
155	160	157.5		0.0	100.0	3.7	0
Somatórios			20207	100.0	-	-	1846113

**ANEXO IV – Esquemas de Sinalização das Curvas de
Classe de Homogeneidade “A”, “B”, “C” e “D”**

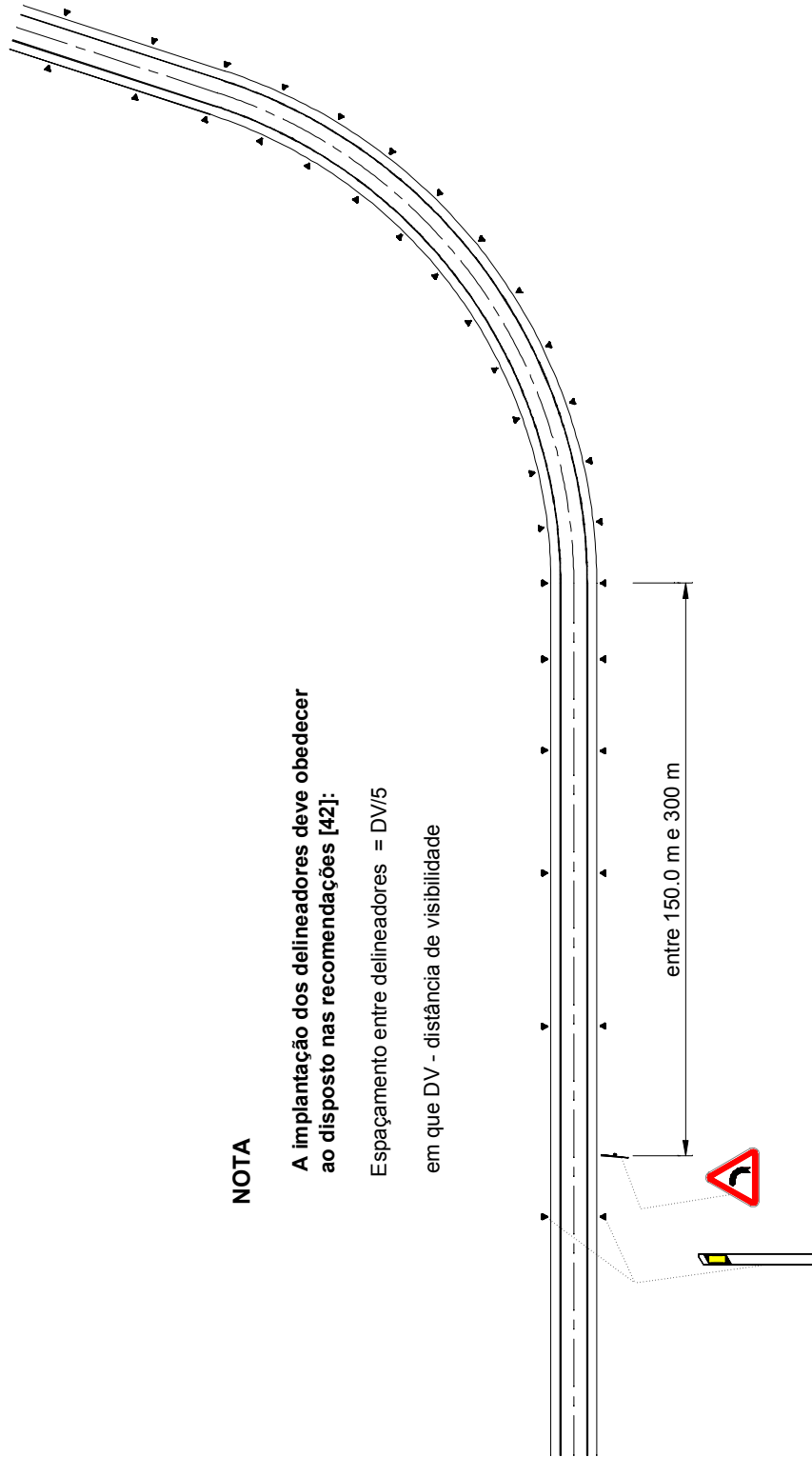
CLASSE DE HOMOGENEIDADE "A"

NOTA

A implantação dos delineadores deve obedecer ao disposto nas recomendações [42]:

Espaçamento entre delineadores = $DV/5$

em que DV - distância de visibilidade



CLASSE DE HOMOGENEIDADE "B"

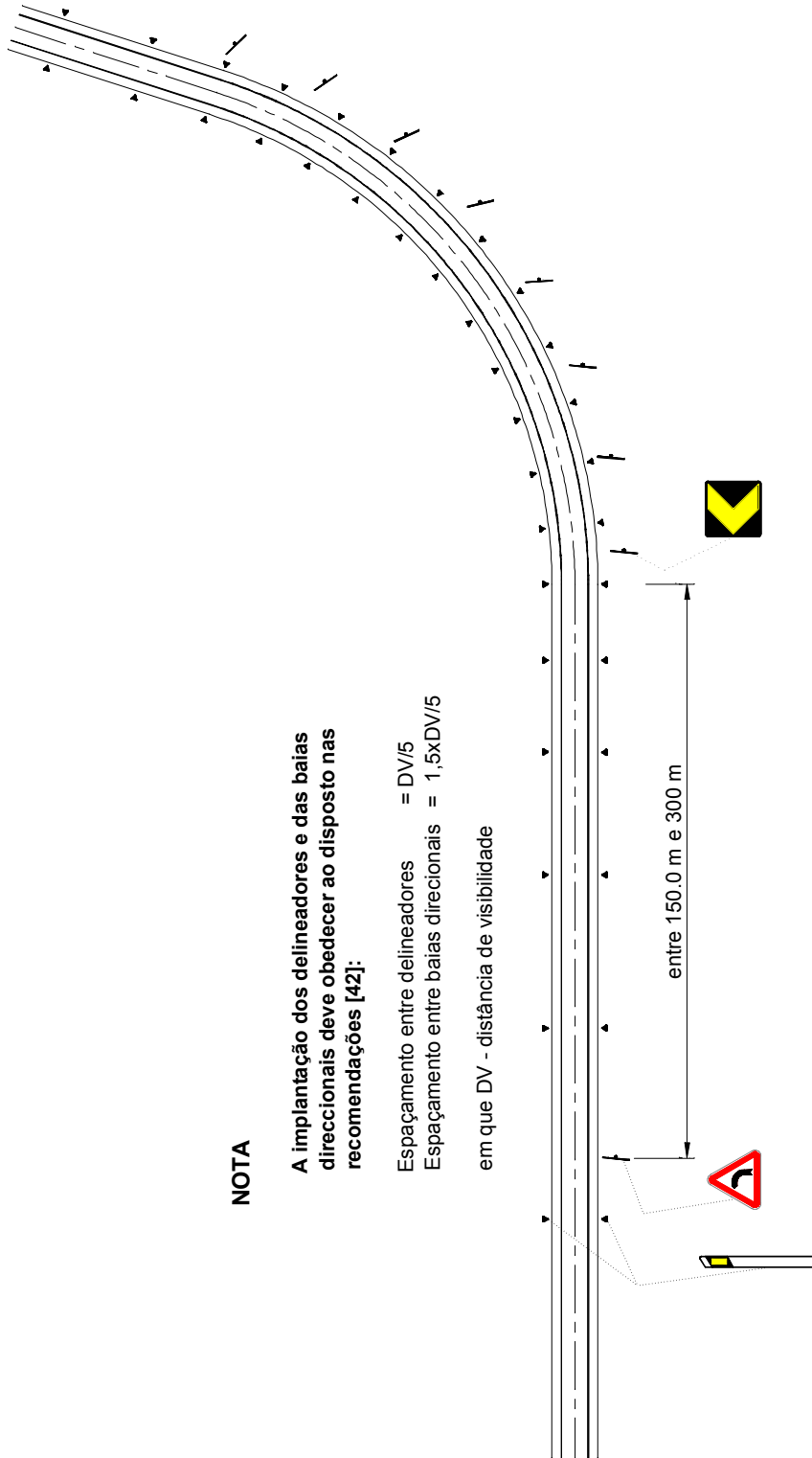
NOTA

A implantação dos delineadores e das baias direcionais deve obedecer ao disposto nas recomendações [42]:

Espaçamento entre delineadores = $DV/5$

Espaçamento entre baias direcionais = $1,5 \times DV/5$

em que DV - distância de visibilidade



CLASSE DE HOMOGENEIDADE "C"

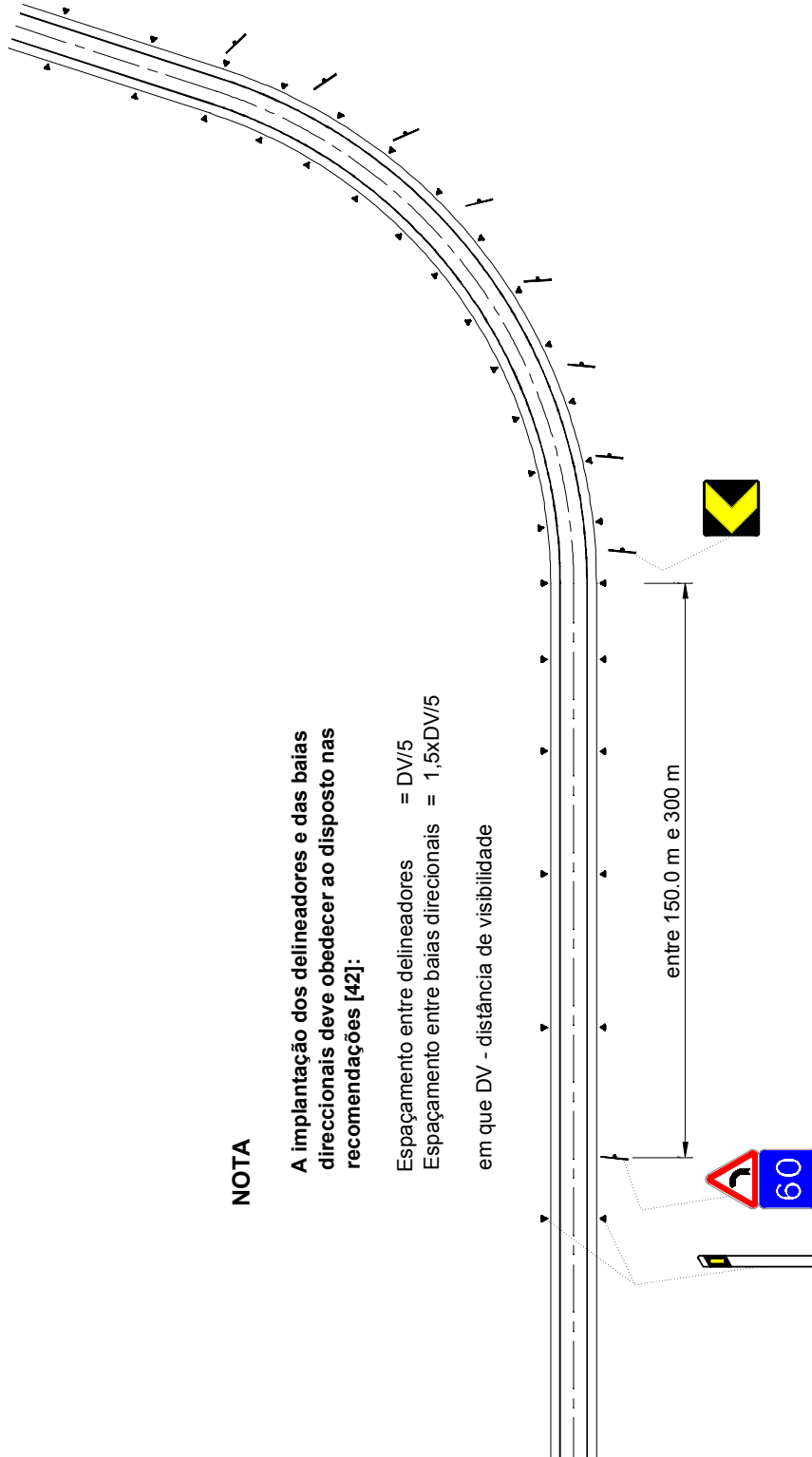
NOTA

A implantação dos delineadores e das baias direcionais deve obedecer ao disposto nas recomendações [42]:

Espaçamento entre delineadores = $DV/5$

Espaçamento entre baias direcionais = $1,5x DV/5$

em que DV - distância de visibilidade



CLASSE DE HOMOGENEIDADE "D"

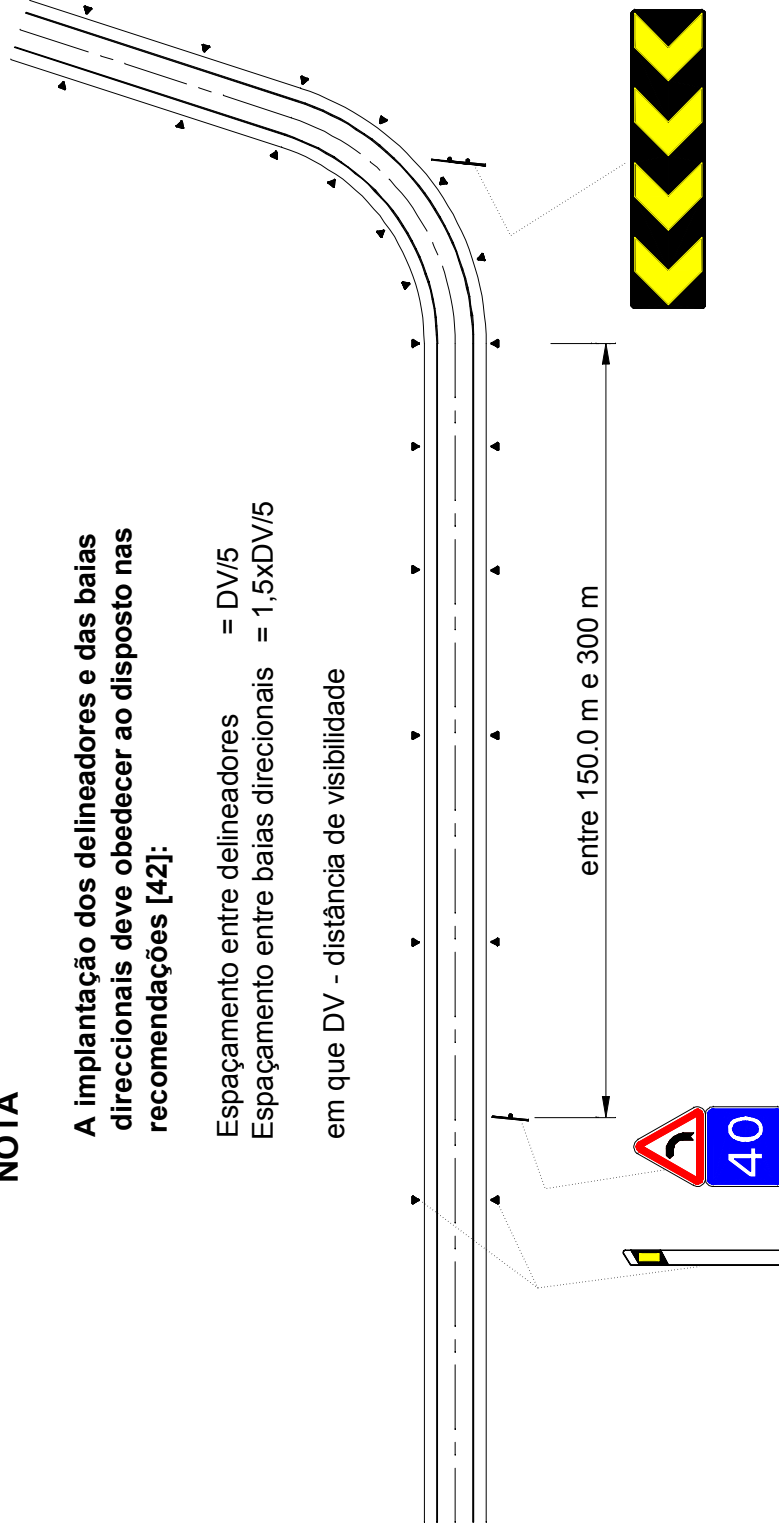
NOTA

A implantação dos delineadores e das baias direcionais deve obedecer ao disposto nas recomendações [42]:

Espaçamento entre delineadores = $DV/5$

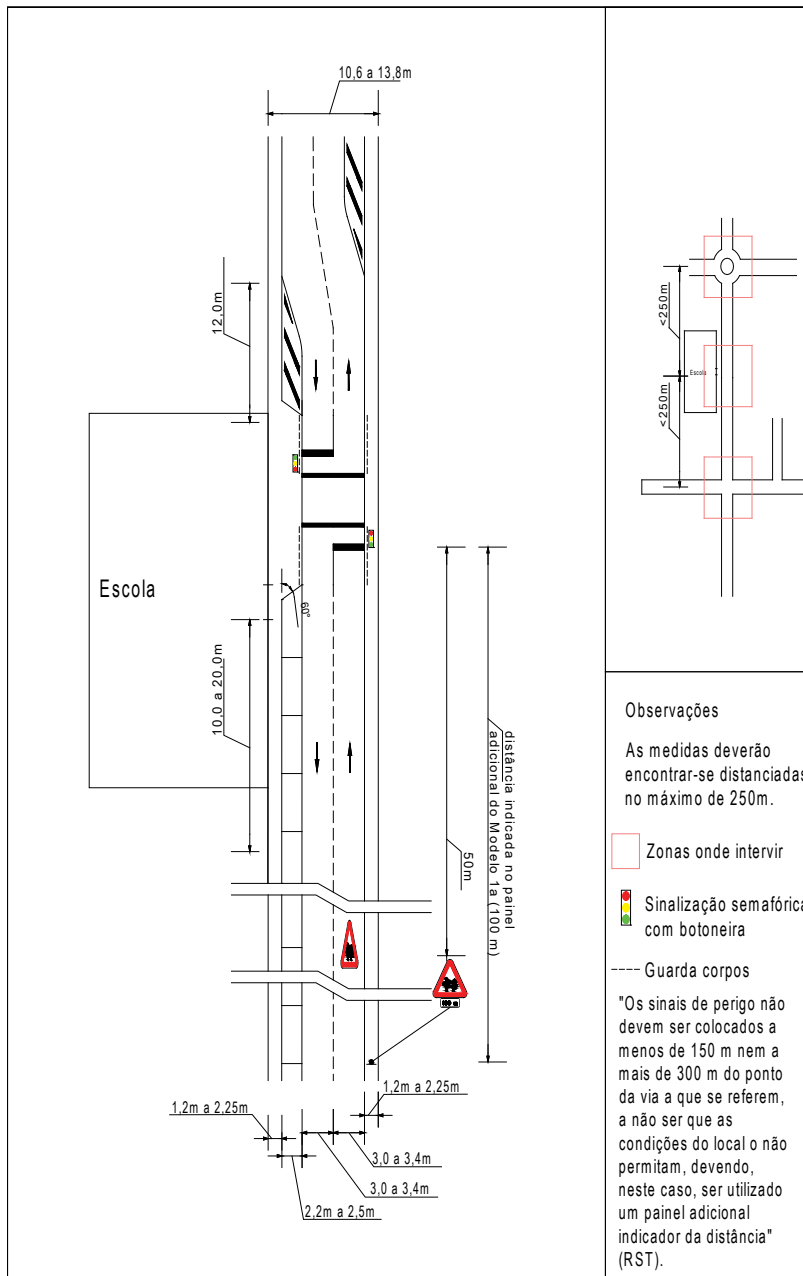
Espaçamento entre baias direcionais = $1,5 \times DV/5$

em que DV - distância de visibilidade



**ANEXO V – Esquemas de Sinalização de Zonas de
Entrada em Equipamentos Escolares
de Ensino Básico e Secundário**

**ARRUAMENTOS COM VELOCIDADE LIMITE DE 50 km/h,
COM DOIS SENTIDOS E LARGURA ENTRE 10.6 E 13.8 m**



Observações
As medidas deverão encontrar-se distanciadas no máximo de 250m.

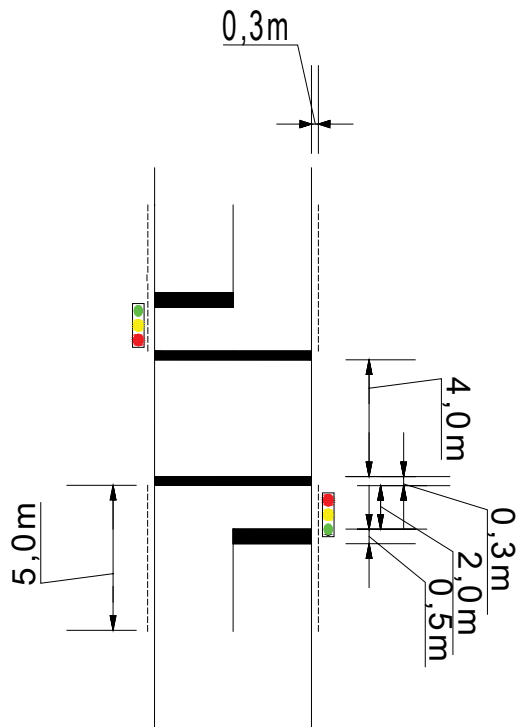
Zonas onde intervir

Sinalização semafórica com botoneira

---- Guarda corpos

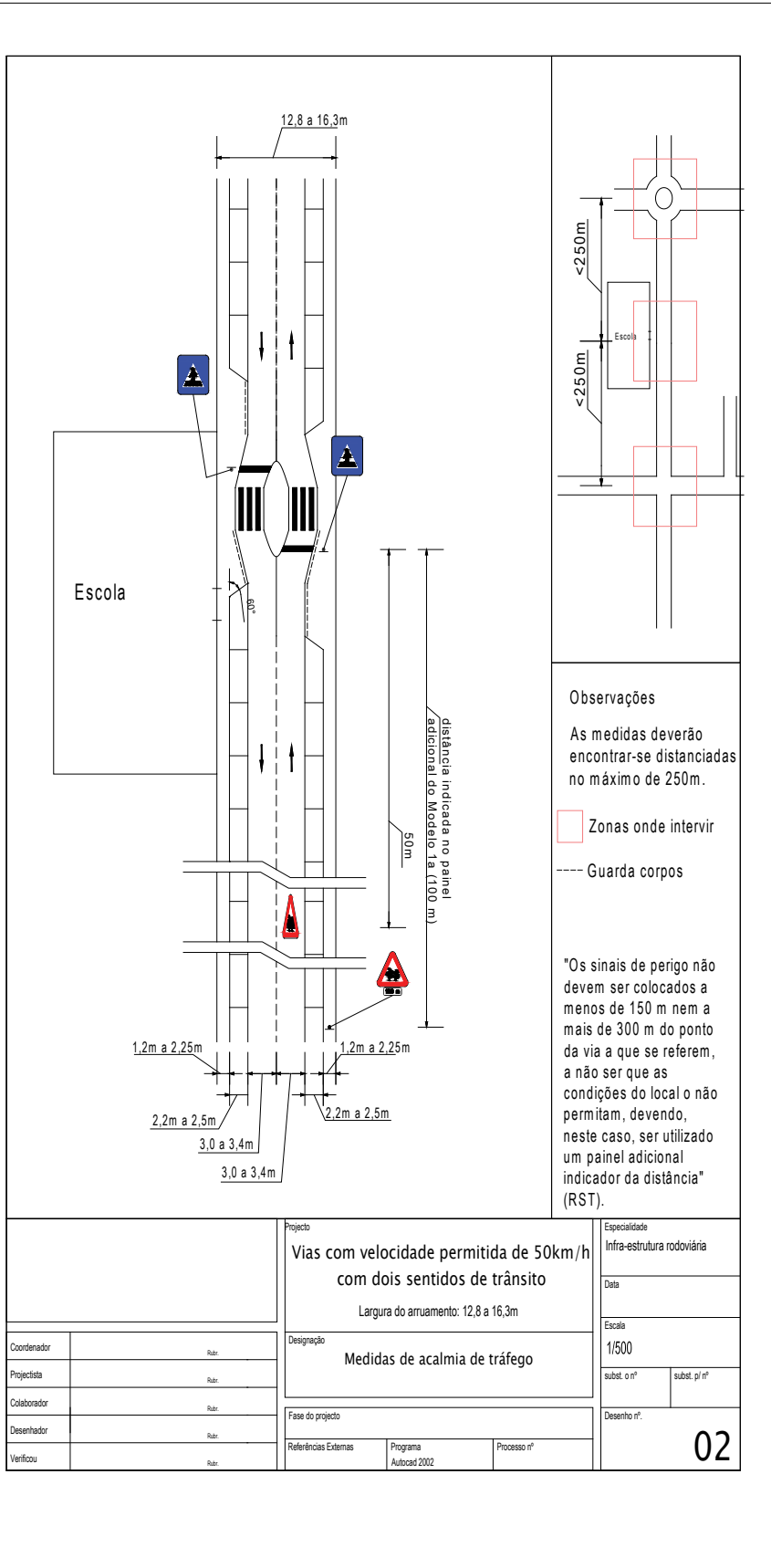
"Os sinais de perigo não devem ser colocados a menos de 150 m nem a mais de 300 m do ponto da via a que se referem, a não ser que as condições do local o não permitam, devendo, neste caso, ser utilizado um painel adicional indicador da distância" (RST).

		Projecto	Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito		Especialidade	Infra-estrutura rodoviária	
			Largura do arruamento: 10,6 a 13,8m		Data		
Coordenador	Rub.	Designação	Medidas de acalmia de tráfego		Escala	1/500	
Projectista	Rub.	Fase do projecto			subst. o nº	subst. pl nº	
Colaborador	Rub.	Referências Externas	Programa	Processo nº	Desenho nº.		
Desenhador	Rub.		Autocad 2002				
Verificou	Rub.				01		



		Projecto	Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito		Especialidade	Infra-estrutura rodoviária	
			Largura do arruamento: 10,6 a 13,8m		Data		
Coordenador	Rbz:	Designação	Medidas de acalmia de tráfego Pormenor		Escala	1/200	
Projectista	Rbz:	Fase do projecto			subst. o nº	subst. pl nº	
Colaborador	Rbz:	Referências Externas	Programa	Processo nº	Desenho nº.		
Desenhador	Rbz:		Autocad 2002		01a		
Verificou	Rbz:						

**ARRUAMENTOS COM VELOCIDADE LIMITE DE 50 km/h,
COM DOIS SENTIDOS E LARGURA ENTRE 12.8 E 16.3 m**

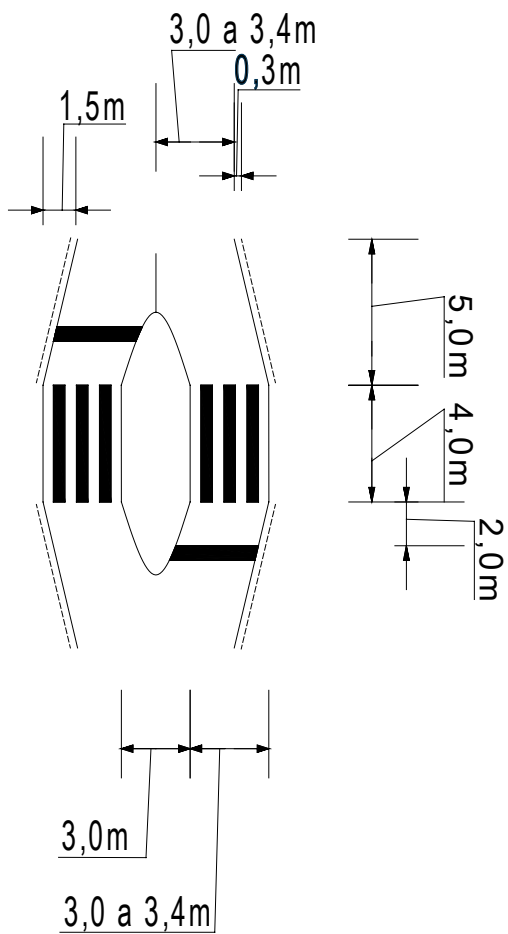


Observações
As medidas deverão encontrar-se distanciadas no máximo de 250m.

- Zonas onde intervir
- Guarda corpos

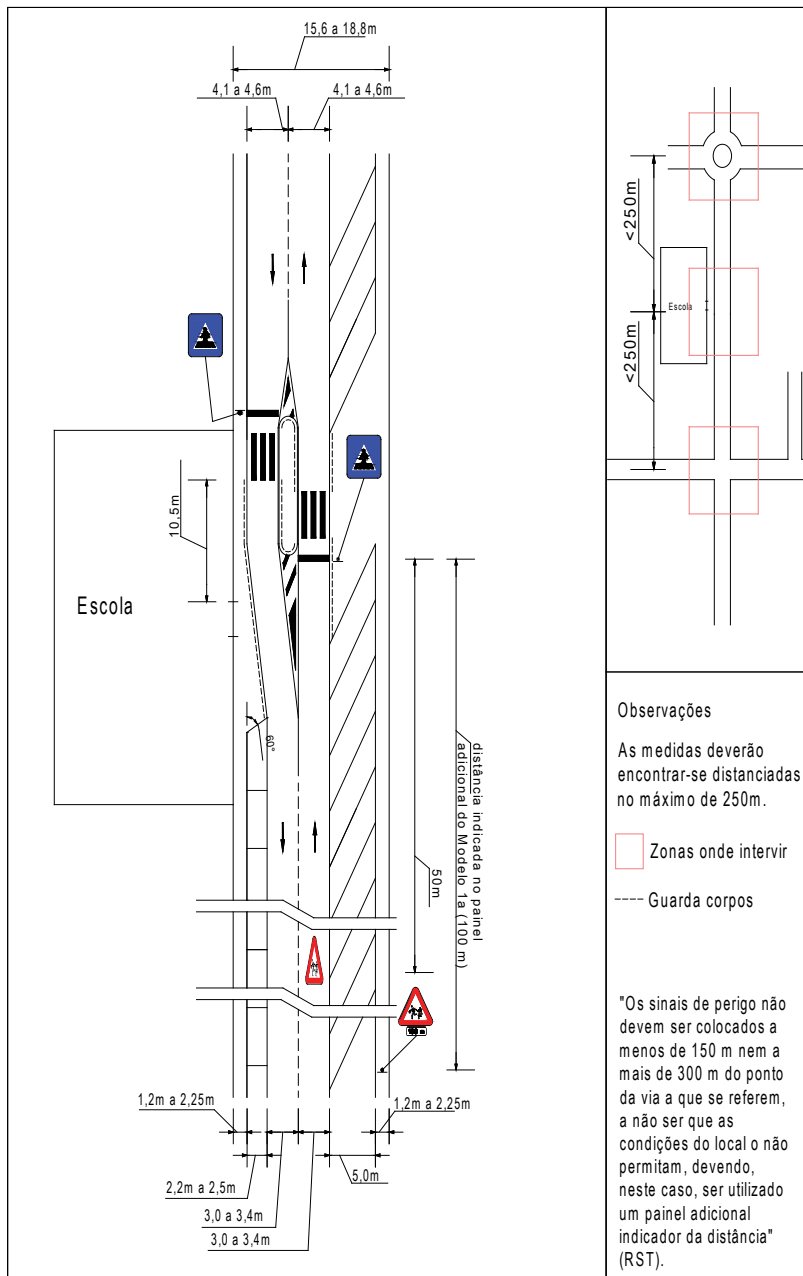
"Os sinais de perigo não devem ser colocados a menos de 150 m nem a mais de 300 m do ponto da via a que se referem, a não ser que as condições do local o não permitam, devendo, neste caso, ser utilizado um painel adicional indicador da distância" (RST).

		Projecto		Especialidade	
		Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito		Infra-estrutura rodoviária	
		Largura do aruamento: 12,8 a 16,3m		Data	
Coordenador		Designação		Escala	
Projectista		Medidas de acalmia de tráfego		1/500	
Colaborador		Fase do projecto		subst. o nº	
Desenhador		Referências Externas		subst. pl nº	
Verificou		Programa		Desenho nº.	
		Autocad 2002		02	
		Processo nº			

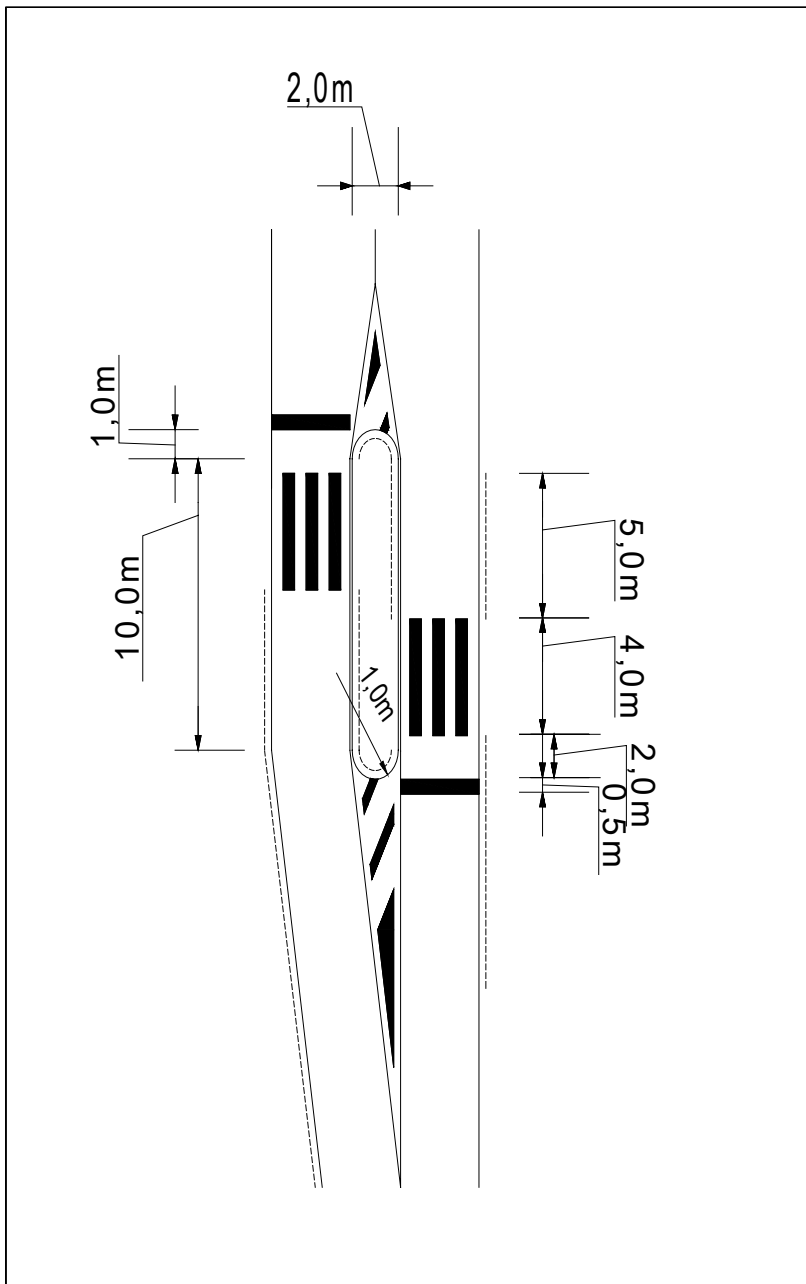


		Projecto	Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito Largura do arruamento: 12,8 a 16,3m		Especialidade Infra-estrutura rodoviária
		Designação	Medidas de acalmia de tráfego Pormenor		Data
Coordenador	Rab:	Fase do projecto			Escala 1/200
Projectista	Rab:	Referências Externas	Programa AutoCAD 2002	Processo nº	subst. o nº
Colaborador	Rab:				subst. pi nº
Desenhador	Rab:				Desenho nº.
Verificou	Rab:				02a

**ARRUAMENTOS COM VELOCIDADE LIMITE DE 50 km/h,
COM DOIS SENTIDOS E LARGURA ENTRE 12.8 E 16.3 m**

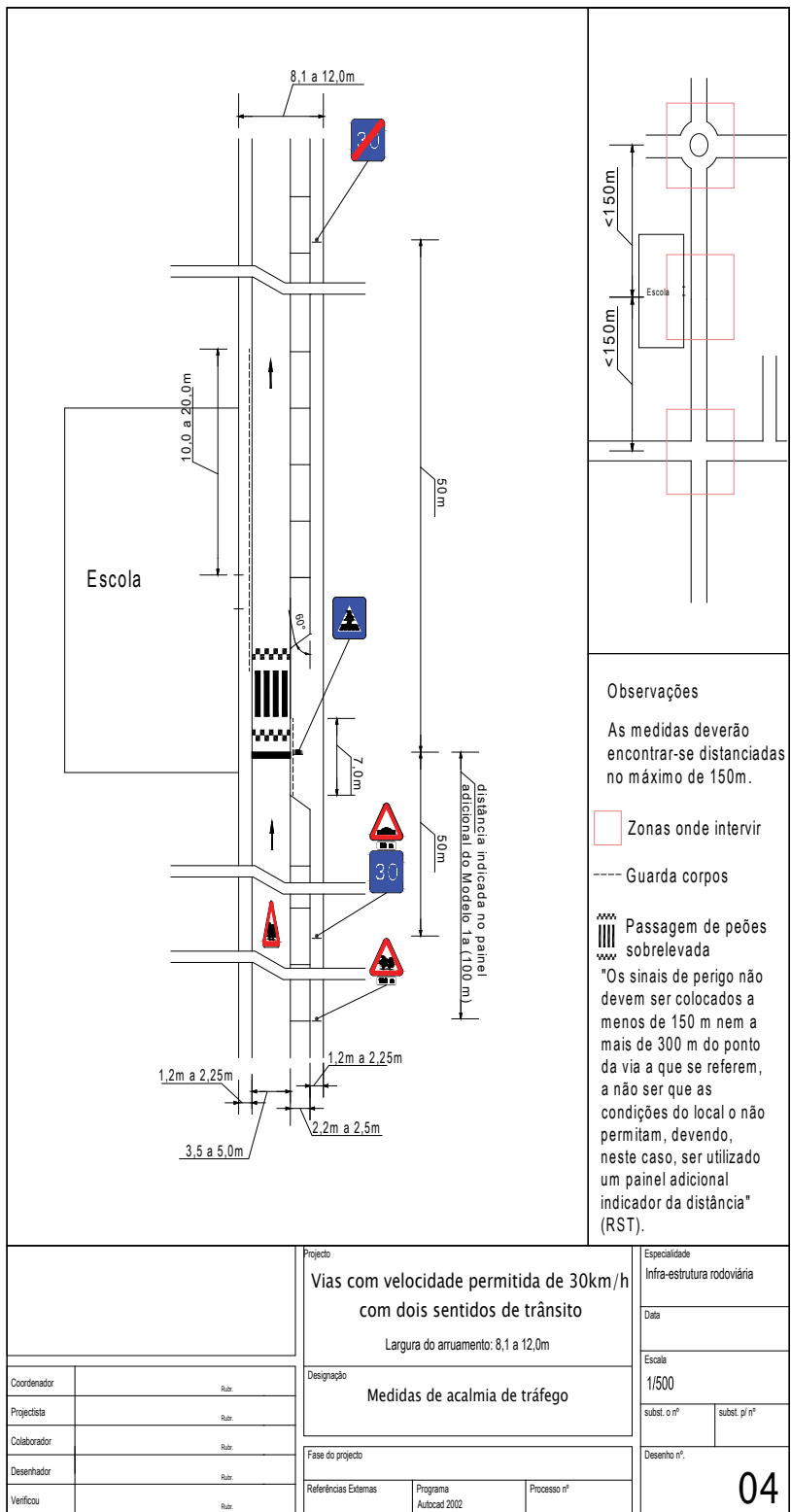


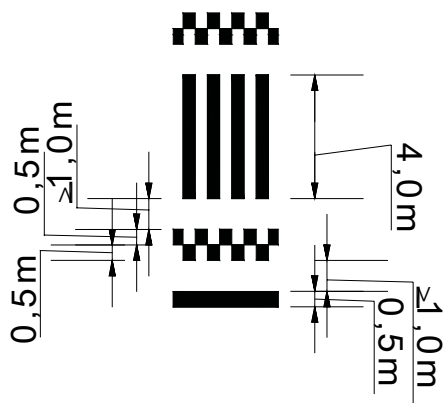
<p>Projecto</p> <p>Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito</p> <p>Largura do arruamento: 15,6 a 18,8m</p>		<p>Especialidade</p> <p>Infra-estrutura rodoviária</p>	
<p>Designação</p> <p>Medidas de acalmia de tráfego</p>		<p>Data</p>	
<p>Fase do projecto</p>		<p>Escala</p> <p>1/500</p>	
<p>Referências Externas</p>		<p>subst. o nº</p> <p>subst. p nº</p>	
<p>Programa</p> <p>Autocad 2002</p>		<p>Desenho nº.</p> <p>03</p>	
<p>Coordenador</p> <p>Rub.</p>			
<p>Projectista</p> <p>Rub.</p>			
<p>Colaborador</p> <p>Rub.</p>			
<p>Desenhador</p> <p>Rub.</p>			
<p>Verificou</p> <p>Rub.</p>			



		Projecto Vias com velocidade permitida de 50km/h com dois sentidos de trânsito Largura do arruamento: 15,6 a 18,8m		Especialidade Infra-estrutura rodoviária	
				Data	
				Escala 1/200	
				subst. o nº	subst. pl nº
				Desenho nº. <div style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">03a</div>	
Coordenador _____ <small>Raz.</small>		Designação Medidas de acalmia de tráfego Pormenor			
Projectista _____ <small>Raz.</small>		Fase do projecto			
Colaborador _____ <small>Raz.</small>		Referências Externas	Programa Autocad 2002	Processo nº	
Desenhador _____ <small>Raz.</small>					
Verificou _____ <small>Raz.</small>					

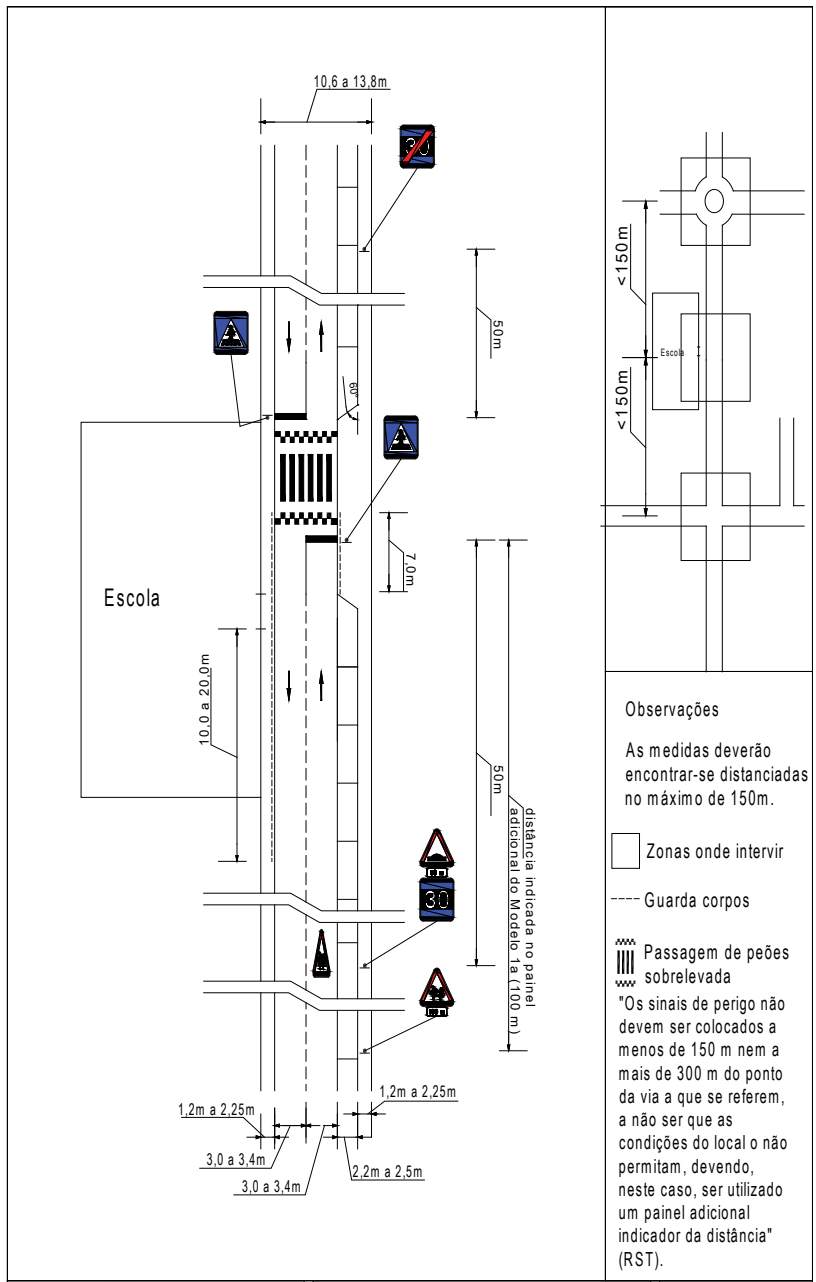
**ARRUAMENTOS COM VELOCIDADE LIMITE DE 30 km/h,
COM DOIS SENTIDOS E LARGURA ENTRE 8.1 E 12.0 m**



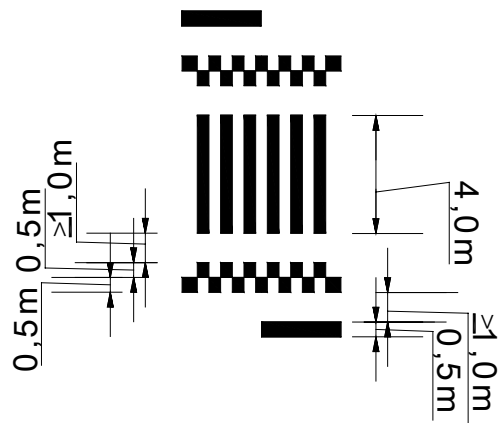


		Projecto Vias com velocidade permitida de 30km/h com dois sentidos de trânsito Largura do arruamento: 8,1 a 12,0m		Especialidade Infra-estrutura rodoviária	
				Data	
				Escala 1/200	
				subst. o nº	subst. p/ nº
				Desenho nº. 04a	
		Designação Medidas de acalmia de tráfego Pormenor			
		Fase do projecto			
		Referências Externas	Programa Autocad 2002	Processo nº	
Coordenador	Rubricado				
Projectista	Rubricado				
Colaborador	Rubricado				
Desenhador	Rubricado				
Verificou	Rubricado				

**ARRUAMENTOS COM VELOCIDADE LIMITE DE 30 KM/H,
COM DOIS SENTIDOS E LARGURA ENTRE 10.6 E 13.8 M**



		Projecto		Especialidade	
		Vias com velocidade permitida de 30km/h com dois sentidos de trânsito		Infra-estrutura rodoviária	
		Largura do aruamento: 10,6 a 13,8m		Data	
		Designação		Escala	
		Medidas de acalmia de tráfego		1/500	
Coordenador		Rat.		subst. o nº	
Projectista		Rat.		subst. pl nº	
Colaborador		Rat.		Desenho nº:	
Desenhador		Rat.		05	
Verificou		Rat.			
		Fase do projecto			
		Referências Externas		Programa	
				Autocad 2002	
				Processo nº	



		Projecto		Especialidade	
		Vias com velocidade permitida de 30km/h com dois sentidos de trânsito Largura do arruamento: 10,6 a 13,8m		Infra-estrutura rodoviária	
		Designação		Data	
		Medidas de acalmia de tráfego Pormenor		Escala	
Coordenador	Rubr.	Fase do projecto		1/200	
Projectista	Rubr.			subt. o nº	subt. pl nº
Colaborador	Rubr.	Referências Externas		Desenho nº.	
Desenhador	Rubr.			Programa	Processo nº
Verificou	Rubr.	Autocad 2002			

**ANEXO VI – Esquemas de Sinalização de Paragens
de Autocarro Com Gare**

PARAGENS DE AUTOCARRO EM ESTRADAS INTERURBANAS COM LIMITE DE VELOCIDADE SUPERIOR A 60 KM/H

