



**Pedro Ribeiro Manso
Tavares Rodrigues**

**POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE
ACALMIA DE TRÁFEGO NA TRANSFORMAÇÃO
DO AMBIENTE RODOVIÁRIO –
O CASO DO ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Planeamento do Território – Ordenamento da Cidade, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Maria César Bastos Silva, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

dedicatória

Aos meus avós, com saudade.

A todas as vítimas de sinistralidade rodoviária.

o júri

presidente

Prof. Doutor Jorge António Oliveira Afonso de Carvalho
Professor Associado Convidado da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutora Ana Maria César Bastos Silva
Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Carlos Manuel Rodrigues
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

agradecimentos

À Prof. Doutora Ana Bastos Silva, orientadora científica desta dissertação, agradeço a aprendizagem adquirida, as críticas construtivas e demais sugestões efectuadas, bem como o interesse, disponibilidade e acompanhamento permanentemente manifestados.

Aos docentes e colegas do Mestrado, àqueles com quem tenho vindo a trabalhar e aos meus amigos.

À minha família.

palavras-chave

Medidas de acalmia de tráfego, atravessamentos de localidades, moderação de velocidade, segurança em meio urbano.

resumo

O excesso de velocidade é considerado como a principal causa de morte na estrada. Corroborada pelos meios de comunicação social, a própria vivência urbana comprova que o número de acidentes, de mortos, de feridos graves e de feridos leves continua elevado e que Portugal ocupa um dos primeiros lugares europeus em matéria de sinistralidade rodoviária.

A maior parte dos acidentes ocorre dentro das localidades, sendo que uma parte significativa ocorre em estradas nacionais e municipais que as atravessam. De facto, os troços de estrada que atravessam espaços urbanos, para além de constituírem eixos rodoviários onde importa salvaguardar condições de fluidez no trânsito de passagem, representam, ainda e muitas das vezes, a rua principal do aglomerado, onde se centram as actividades locais. Estes tipos de situações são comuns a vários países onde no mesmo troço de estrada coexistem, de forma nem sempre pacífica, funções ligadas à mobilidade e à acessibilidade local. Por um lado, o carácter urbano que a via adquiriu, fruto do desenvolvimento territorial, requer boas condições de acessibilidade aos serviços e comércio que a ladeiam garantindo, ainda, níveis de segurança elevados para todos os utilizadores envolvidos. Porém, face aos níveis de procura de tráfego, que podem atingir valores significativos, revela-se fundamental para a economia regional salvaguardar níveis de fluidez elevados. Esta acumulação de funções está, maioritariamente, na base dos conflitos graves gerados entre a utilização do mesmo espaço pelos vários utilizadores envolvidos.

A acalmia de tráfego, na sua essência, procura atenuar a gravidade deste tipo de problemas, já que aposta na compatibilização das condições de circulação entre os diferentes modos de transporte que coexistem e partilham um determinado espaço “canal”.

Este trabalho aborda a aplicação de medidas de acalmia de tráfego em trechos de atravessamento de povoações, voltadas para a minimização dos impactos do tráfego automóvel no atravessamento desses espaços. O trabalho centra-se no desenvolvimento de um conjunto de soluções integradas que funcionem como soluções padrão, que procurem responder a diferentes características de base (ao nível da procura de tráfego, das condicionantes territoriais, características do aglomerado, etc.) e que cubram a generalidade dos problemas tipificáveis em atravessamento de localidades.

keywords

Traffic calming measures, through roads on urban space, speed moderation, urban safety.

abstract

Excessive speed is considered as the main cause of death on the road. Supported by the media, the very urban experience shows that the number of accidents, deaths, and serious and minor injuries remains high, and that Portugal occupies one of the top places in terms of the rate of road accidents.

Most accidents occur within localities, with a significant part happening in national and municipal roads that run through them. In fact, the road sections passing through urban spaces, in addition to being roads where it is important to maintain conditions to safeguard the free flow of traffic, are also often the main street of the agglomeration, where local activities are centralized. These types of situations are common to several countries where, in the same stretch of road coexist – not always peacefully – functions related to local mobility and accessibility. On one hand, the urban character that the route acquired, the result of territorial development, requires good accessibility to services and commerce that surround it, while ensuring high levels of safety for all users involved. However, given the levels of traffic demand, which can reach significant values, it is essential to the regional economy to safeguard high flow levels. This accumulation of functions is mainly on the basis of the serious conflicts generated between the usage of the same space by the various users involved.

Traffic calming, in essence, tries to mitigate the severity of such problems, since it trusts in the compatibility of the conditions of movement between different modes of transport that coexist and share a given space “channel”.

This paper addresses the implementation of traffic calming measures on sections crossing urban spaces, aimed at minimizing the impacts of car traffic on the crossing of those spaces. The work focuses on developing a set of integrated solutions that work as standard solutions and seeking to respond to different baseline characteristics (at the level of traffic demand, territorial constraints, agglomerate characteristics, etc.) and covering the generality of typable problems in crossing localities.

“Potencial de aplicação de medidas de acalmia de tráfego na transformação do ambiente rodoviário – o caso do atravessamento de localidades”

ERRATA

Na página 79 da dissertação supra referida, no 5.º parágrafo, onde se lê:

“Com esta solução, a percentagem de atropelamentos é reduzida significativamente e enquanto as lombas visam a redução da velocidade dos veículos para um intervalo entre 8 km/h e 16 km/h, as travessias pedonais elevadas reduzem-na para um intervalo entre 32 km/h e 40 km/h. Estas travessias permitem também a redução da velocidade dos veículos aproximadamente 30%, do volume de tráfego em cerca de 12% e do número de colisões em aproximadamente 45% (Almeida, 2004).”

Deve ler-se

“Com esta solução, a percentagem de atropelamentos é reduzida significativamente. Estas travessias permitem a redução da velocidade dos veículos aproximadamente 30%, do volume de tráfego em cerca de 12% e do número de colisões em aproximadamente 45% (Almeida, 2004).”

Aveiro, 01 de Junho de 2010

Pedro Ribeiro Manso Tavares Rodrigues

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE QUADROS	7
ACRÓNIMOS	8
1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Enquadramento do tema	9
1.2. Objectivos	11
1.3. Metodologia de trabalho	12
1.4. Estrutura de trabalho	13
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS TRECHOS DE ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES	15
2.1. Enquadramento	15
2.2. Evolução dos Planos Rodoviários Nacionais	16
2.3. Caracterização geral dos atravessamentos de localidades	20
2.3.1. Incompatibilidades das funções asseguradas pela estrada	20
2.3.2. Alguns aspectos de ordenamento do território e de gestão urbanística	23
2.3.3. Os conflitos mais relevantes	29
2.3.4. Sinistralidade rodoviária	31
2.3.4.1. <i>Por tipo de utilizadores</i>	35
2.4. Considerações finais	38
3. MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO A ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES	41
3.1. Definições de acalmia de tráfego	41
3.2. Desenvolvimento do conceito numa perspectiva internacional	44
3.2.1. Holanda	44
3.2.2. Dinamarca	45
3.2.3. Grã-Bretanha	46
3.2.4. Austrália	47
3.2.5. Estados Unidos da América	48
3.2.6. Portugal	48
3.3. Identificação das medidas de acalmia de tráfego – controlo do volume	50
3.3.1. Introdução	50
3.3.2. Encerramentos totais de via	50
3.3.3. Encerramentos parciais de via	51
3.3.4. Desvios de tráfego diagonais	52
3.3.5. Outras medidas	53
3.4. Identificação e caracterização das medidas de acalmia de tráfego – controlo da velocidade	54
3.4.1. Alterações aos alinhamentos horizontais	54
3.4.1.1. <i>Gincanas</i>	55
3.4.1.2. <i>Rotundas</i>	57
3.4.1.3. <i>Mini-rotundas</i>	62
3.4.1.4. <i>Estrangulamentos</i>	64
3.4.1.5. <i>Restrições de largura à entrada de intersecções</i>	66
3.4.1.6. <i>Separadores e ilhéus centrais</i>	68
3.4.2. Alterações aos alinhamentos verticais	70
3.4.2.1. <i>Pré-avisos</i>	70
3.4.2.2. <i>Lombas</i>	72
3.4.2.3. <i>Travessias pedonais elevadas</i>	78
3.4.2.4. <i>Intersecções elevadas</i>	80
3.4.2.5. <i>Vias ao nível do passeio</i>	81
3.5. Outras soluções com efeitos de acalmia de tráfego	82
3.5.1. Portões	82
3.5.2. Semáforos de controlo de velocidade	84
3.5.3. Intervenções paisagistas	87
3.6. Considerações finais	88
4. EXEMPLOS DE REFERÊNCIA – BOAS PRÁTICAS NA APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO A TRECHOS DE ATRAVESSAMENTOS DE LOCALIDADES	91
4.1. Introdução	91
4.2. O caso da Av. de Langres, Dijon	92
4.2.1. Enquadramento	92
4.2.2. Caracterização geral da localidade e diagnóstico	94
4.2.3. Objectivos	94
4.2.4. Descrição geral da solução adoptada	94

4.2.5.	Efeitos obtidos	96
4.3.	O caso de Rillaar	97
4.3.1.	Enquadramento	97
4.3.2.	Caracterização geral da localidade e diagnóstico.....	97
4.3.3.	Objectivos	98
4.3.4.	Descrição geral da solução aplicada	98
4.3.5.	Resultados.....	99
4.4.	Estudos de casos dinamarqueses	99
4.4.1.	Enquadramento geral	99
4.4.2.	O caso de Skaerbaek	100
4.4.2.1.	<i>Caracterização geral da localidade e diagnóstico.....</i>	100
4.4.2.2.	<i>Objectivos.....</i>	100
4.4.2.3.	<i>Caracterização da intervenção</i>	101
4.4.2.4.	<i>Efeitos obtidos</i>	102
4.4.3.	O caso de Tinglev.....	103
4.4.3.1.	<i>Caracterização geral da localidade e diagnóstico.....</i>	103
4.4.3.2.	<i>Objectivos.....</i>	103
4.4.3.3.	<i>Descrição geral da solução aplicada</i>	104
4.4.3.4.	<i>Efeitos obtidos</i>	105
4.5.	Estudos de caso nacionais	106
4.5.1.	O caso da Mealhada.....	106
4.5.1.1.	<i>Caracterização geral da localidade e diagnóstico.....</i>	107
4.5.1.2.	<i>Objectivos.....</i>	107
4.5.1.3.	<i>Descrição geral da solução aplicada</i>	108
4.5.1.4.	<i>Efeitos obtidos</i>	110
4.5.2.	O caso de Meirinhas.....	111
4.5.2.1.	<i>Caracterização geral da localidade e diagnóstico.....</i>	111
4.5.2.2.	<i>Objectivos.....</i>	112
4.5.2.3.	<i>Descrição geral da solução aplicada</i>	113
4.5.2.4.	<i>Efeitos obtidos</i>	115
4.5.3.	O caso do eixo Cantanhede – Mira	115
4.5.3.1.	<i>Caracterização geral e diagnóstico.....</i>	115
4.5.3.2.	<i>Objectivos.....</i>	116
4.5.3.3.	<i>Descrição geral das soluções aplicadas.....</i>	116
4.5.3.4.	<i>Efeitos obtidos</i>	118
4.6.	Considerações finais	119
5.	DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES PADRÃO APLICÁVEIS A TRECHOS DE ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES....	121
5.1.	Introdução.....	121
5.2.	Princípios gerais de aplicação	122
5.3.	Soluções gerais de aplicação	122
5.3.1.	Enquadramento	122
5.3.2.	Vias e tráfego automóvel	124
5.3.3.	Estrutura pedonal	125
5.3.4.	Estrutura ciclável	128
5.3.5.	Transformação do ambiente rodoviário	129
5.3.5.1.	<i>Iluminação pública.....</i>	130
5.3.5.2.	<i>Materiais – cores e texturas.....</i>	132
5.3.5.3.	<i>Plantio arbustivo/arbóreo.....</i>	132
5.3.5.4.	<i>Colocação de mobiliário urbano</i>	132
5.4.	Definição de soluções específicas padrão	134
5.4.1.	Introdução.....	134
5.4.2.	Critérios de classificação da tipologia de atravessamentos.....	134
5.4.3.	Identificação dos diferentes ambientes rodoviários	135
5.4.4.	Locais sujeitos a elevados níveis de procura de tráfego (15000 veículos < TMD _A < 20000 veículos)	136
5.4.4.1.	<i>Características de base e principais problemas de funcionamento.....</i>	137
5.4.4.2.	<i>Princípios de base.....</i>	138
5.4.4.3.	<i>Marcação da transição entre ambientes rodoviários</i>	138
5.4.4.4.	<i>Sem restrições de espaço</i>	140
5.4.4.5.	<i>Com restrições de espaço.....</i>	148
5.4.5.	Locais sujeitos a moderados níveis de procura de tráfego (3000 veículos < TMD _A < 15000 veículos)	152
5.4.5.1.	<i>Características de base e principais problemas de funcionamento.....</i>	152
5.4.5.2.	<i>Princípios de base.....</i>	153

5.4.5.3.	<i>Marcação da transição entre ambientes rodoviários</i>	153
5.4.5.4.	<i>Sem restrições de espaço</i>	153
5.4.5.5.	<i>Com restrições de espaço</i>	157
5.4.6.	Locais sujeitos a reduzidos níveis de procura de tráfego ($TMD_A < 3000$ veículos).....	159
5.4.6.1.	<i>Características de base e principais problemas de funcionamento</i>	159
5.4.6.2.	<i>Princípios de base</i>	159
5.4.6.3.	<i>Sem restrições de espaço</i>	160
5.4.6.4.	<i>Com restrições de espaço</i>	163
5.5.	Metodologia de implementação de medidas de acalmia de tráfego	164
5.6.	Considerações finais.....	166
6.	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	168
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
	SÍTIOS DA INTERNET.....	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Atravessamento de Brotas (Mora) – ER 2.....	24
Figura 2 – Atravessamento de Alfafar (Penela) – IC3.....	24
Figura 3 – Atravessamento da Chamusca – EN 118.....	24
Figura 4 – Atravessamento de localidade – EN 125.....	24
Figura 5 – Ocupações adjacentes, Vendas Novas – EN 4.....	25
Figura 6 – Ocupações adjacentes, Chamusca – EN 118.....	25
Figura 7 – Ocupações adjacentes e apropriações de berma – EN 125.....	25
Figura 8 – Ocupações adjacentes e apropriações de berma – EN 396.....	25
Figura 9 – Acessos a propriedades privadas – EN 1 – IC 2.....	25
Figura 10 – Acessos a propriedades privadas – EN 125.....	25
Figura 11 – IC 3 como rua principal em Alfafar (Penela).....	29
Figura 12 – EN 110 como rua principal em Torres do Mondego (Coimbra).....	29
Figura 13 – Ausência de estrutura pedonal – EN 396.....	29
Figura 14 – Ausência de estrutura pedonal, Chamusca – EN 118.....	29
Figura 15 – Evolução das vítimas mortais.....	31
Figura 16 – Evolução dos feridos graves.....	31
Figura 17 – Sinal N1b – Início de localidade.....	33
Figura 18 – Sinal N2b – Fim de localidade.....	33
Figura 19 – Atravessamento de Comporta (Grândola) por ciclistas – ER 253 – 1.....	36
Figura 20 – Atravessamento de Meirinhas (Pombal) por pessoa idosa – EN 1.....	36
Figura 21 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária em Portugal.....	39
Figura 22 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária em Portugal.....	39
Figura 23 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária na Grã-Bretanha.....	39
Figura 24 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária nos Estados Unidos da América.....	39
Figura 25 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária na Nova Zelândia.....	39
Figura 26 – Zona <i>woonerf</i> , Delft (Holanda).....	44
Figura 27 – Zona <i>woonerf</i>	44
Figura 28 – Encerramento total de via, Berkeley (Califórnia, Estados Unidos da América).....	51
Figura 29 – Encerramento total de via, Coimbra.....	51
Figura 30 – Encerramento parcial de via (Florida, Estados Unidos da América).....	52
Figura 31 – Encerramento parcial de via (Oregon, Estados Unidos da América).....	52
Figura 32 – Desvio de tráfego diagonal (Colorado, Estados Unidos da América).....	53
Figura 33 – Desvio de tráfego diagonal (Washington, Estados Unidos da América).....	53
Figura 34 – Separador central – EN 234.....	53
Figura 35 – Ilhéu separador direccional, Penela.....	53
Figura 36 – Gincana simples, Tróia (Grândola).....	55
Figura 37 – Gincana dupla.....	55
Figura 38 – Rotunda normal, Coimbra.....	58
Figura 39 – Rotunda semi-galgável, Coimbra.....	58
Figura 40 – Mini-rotunda materializada.....	62
Figura 41 – Mini-rotunda marcada no pavimento, Ançã (Cantanhede).....	62
Figura 42 – Estrangulamento por separador central (<i>staggering</i>), Tróia (Grândola).....	65
Figura 43 – Estrangulamento a partir dos lados (<i>narrowing</i>).....	65
Figura 44 – Restrições de largura à entrada de intersecção em T, Coimbra.....	67
Figura 45 – Restrições de largura à entrada de intersecção em X, Coimbra.....	67
Figura 46 – Separador central – EN 125.....	68
Figura 47 – Separador central com plantio de vegetação, Vilamoura (Loulé).....	68
Figura 48 – Ilhéu separador, Coimbra.....	69
Figura 49 – Ilhéu separador com refúgio de peões, Mealhada.....	69
Figura 50 – Pré-avisos do tipo bandas cromáticas com sinalização pintada na via, Coimbra.....	71
Figura 51 – Pré-avisos do tipo bandas cromáticas no acesso a Alfafar (Penela) – IC 3.....	71
Figura 52 – Lomba trapezoidal.....	73
Figura 53 – Lomba circular.....	73
Figura 54 – Lomba alta, Coimbra.....	73
Figura 55 – Pormenor de lomba alta, Coimbra.....	73
Figura 56 – Lomba adequada à passagem de transporte colectivo.....	73
Figura 57 – Lomba tipo <i>speed cushion</i>	73
Figura 58 – Exemplos de perfis de lombas.....	76
Figura 59 – Lomba/travessia circular, Vilamoura (Loulé).....	77
Figura 60 – Pormenores de dimensionamento de lomba/perfil circular.....	77
Figura 61 – Pormenores de dimensionamento de lomba/perfil trapezoidal.....	77
Figura 62 – Pormenor de lomba/perfil trapezoidal, Coimbra.....	77

Figura 63 – Dimensionamento de plataformas trapezoidais	77
Figura 64 – Travessia pedonal elevada, Setúbal	78
Figura 65 – Travessia pedonal elevada, Vilamoura (Loulé)	78
Figura 66 – Intersecção elevada, Tomar	80
Figura 67 – Intersecção elevada, Condeixa-a-Nova	80
Figura 68 – Via ao nível do passeio, Coimbra	82
Figura 69 – Via ao nível do passeio, Lagoa (Mira)	82
Figura 70 – Portão em Vilamoura (Loulé)	83
Figura 71 – Portão em Tróia (Grândola)	83
Figura 72 – Sinais de pré-aviso, Mealhada – EN 1 – IC2	84
Figura 73 – Sinais de pré-aviso em Pena (Cantanhede) – EN 234	84
Figura 74 – Semáforos controladores de velocidade, Comporta (Grândola) – ER 253 – 1	85
Figura 75 – Semáforos controladores de velocidade em Ceira (Coimbra) – EN 17	85
Figura 76 – Exemplos de plantio arbóreo e arbustivo, Vilamoura (Loulé)	87
Figura 77 – Exemplos de plantio arbóreo e arbustivo, Tróia (Grândola)	87
Figura 78 – Exemplo de estrangulamento visual – EN 114	87
Figura 79 – Exemplos de plantio arbóreo de forma regular, Vilamoura (Loulé)	87
Figura 80 – Atravessamento da Avenida de Langres, Dijon (França)	94
Figura 81 – Pormenor da av. de Langres, Dijon	95
Figura 82 – Pormenor da av. de Langres, Dijon	95
Figura 83 – Pormenor da av. de Langres, Dijon	95
Figura 84 – Pormenor da av. de Langres, Dijon	95
Figura 85 – Perfil da Av. de Langres, Dijon	96
Figura 86 – Atravessamento de Rillaar (Bélgica)	98
Figura 87 – Estrangulamento com ilhéu separador em Rillaar – 1.ª zona	99
Figura 88 – Estrangulamento com ilhéu separador em Rillaar – 5.ª zona	99
Figura 89 – Rillaar – 3.ª zona	99
Figura 90 – Estrangulamento a partir do centro em Rillaar	99
Figura 91 – Atravessamento de Skaerbaek (Dinamarca)	101
Figura 92 – Acesso norte a Skaerbaek	101
Figura 93 – Acesso sul a Skaerbaek	101
Figura 94 – Portão de Skaerbaek	102
Figura 95 – Zona central de Skaerbaek	102
Figura 96 – Via de atravessamento de Skaerbaek	102
Figura 97 – Secções transversais na zona central da travessia de Skaerbaek	102
Figura 98 – Atravessamento de Tinglev (Dinamarca)	103
Figura 99 – Entrada em Tinglev	104
Figura 100 – Entrada em Tinglev	104
Figura 101 – Aspecto do atravessamento de Tinglev	104
Figura 102 – Separador central marcado e efeito de gincana, Tinglev	104
Figura 103 – Ilhéus separadores, Tinglev	105
Figura 104 – Paragem de transportes, Tinglev	105
Figura 105 – Ciclovia, Tinglev	105
Figura 106 – Pormenor de intersecção em Tinglev	105
Figura 107 – Atravessamento da cidade da Mealhada pela EN 1 – IC2	107
Figura 108 – Trecho de atravessamento, Mealhada	108
Figura 109 – Trecho de atravessamento, Mealhada	108
Figura 110 – Separador central elevado, Mealhada	108
Figura 111 – Separador central galgável, Mealhada	108
Figura 112 – Segregação da estrutura pedonal da viária, Mealhada	109
Figura 113 – Segregação da estrutura pedonal e da ciclável da viária, Mealhada	109
Figura 114 – Travessia pedonal em ilhéu separador, Mealhada	109
Figura 115 – Travessia pedonal enviesada à direita, Mealhada	109
Figura 116 – Atravessamento de Meirinhas (Pombal) pela EN 1	111
Figura 117 – Meirinhas (Pombal)	112
Figura 118 – Meirinhas (Pombal)	112
Figura 119 – Extensão da intervenção/reestruturação da rede local de Meirinhas (Pombal)	113
Figura 120 – Perfil transversal tipo (secção com caminhos paralelos)	114
Figura 121 – Caminhos paralelos e plataformas	114
Figura 122 – Rotunda de entrada na localidade	114
Figura 123 – Rotunda furada semaforizada no interior da localidade	114
Figura 124 – Ligação de Cantanhede a Mira pela EN 234	115
Figura 125 – Ligação da EN 234 a caminhos florestais	116
Figura 126 – Ligação da EN 234 a caminhos florestais	116

Figura 127 – Atravessamento da parte sul de Fontinha (Cantanhede)	117
Figura 128 – Pormenor do atravessamento de Fontinha (Cantanhede).....	117
Figura 129 – Atravessamento de Fontinha (Cantanhede).....	117
Figura 130 – Atravessamento de Fontinha (Cantanhede).....	117
Figura 131 – Atravessamento de Leitões (Mira).....	118
Figura 132 – Atravessamento de Leitões (Mira).....	118
Figura 133 – Atravessamento de Leitões (Mira).....	118
Figura 134 – Atravessamento de Leitões (Mira).....	118
Figura 135 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha).....	133
Figura 136 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha).....	133
Figura 137 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha).....	133
Figura 138 – Subdivisão do trecho de atravessamento de localidade.....	135
Figura 139 – Redução da largura de berma, Penela – IC3	139
Figura 140 – Dentes de dragão.....	139
Figura 141 – Lomba virtual.....	139
Figura 142 – Perfil proposto para portão em trecho de atravessamento, independentemente de condicionalismos de espaço.....	140
Figura 143 – Perfil proposto para trecho sem condicionalismo de espaço e com procura de tráfego elevada	141
Figura 144 – Paralelo em calcário, Coimbra.....	143
Figura 145 – Paralelo em granito, Tróia (Grândola)	143
Figura 146 – Lajetas, Vilamoura (Loulé).....	143
Figura 147 – Espaço partilhado por peões e ciclistas, Setúbal	143
Figura 148 – Espaço partilhado por peões e ciclistas, Dublin (Irlanda)	143
Figura 149 – Betuminoso regularizado com coloração, Vilamoura (Loulé)	144
Figura 150 – Betuminoso, Vilamoura (Loulé)	144
Figura 151 – Travessia pedonal, Porto.....	147
Figura 152 – Travessia pedonal e semáforo com botoneira, Porto	147
Figura 153 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e com procura de tráfego elevada	149
Figura 154 – Corredor com plantio de vegetação, Vilamoura (Loulé)	150
Figura 155 – Corredores com plantio de vegetação e colocação de armaduras, Tróia (Grândola)	150
Figura 156 – Perfil proposto para trecho sem condicionalismo de espaço e com procura de tráfego moderada	154
Figura 157 – Paragem de autocarros contígua à estrutura viária, Ceira (Coimbra) – EN 17	155
Figura 158 – Paragem de autocarros segregada da estrutura viária – EN 1 – IC2, Coimbra.....	155
Figura 159 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e com procura de tráfego moderada	157
Figura 160 – Diferenciação de pavimento associado a paragem de transportes colectivos, Setúbal	158
Figura 161 – Perfil proposto para trecho sem condicionalismo de espaço e com procura de tráfego reduzida	161
Figura 162 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e com procura de tráfego reduzida	163

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Acidentes e vítimas de 2000 a 2008	32
Quadro 2 – Acidentes e vítimas segundo o tipo de via e localização	33
Quadro 3 – Vítimas segundo a categoria de utilizadores.....	35
Quadro 4 – Vítimas segundo a categoria de veículos.....	36
Quadro 5 – Efeito das medidas de acalmia de tráfego	89
Quadro 6 – Domínio de aplicação de algumas medidas de acalmia de tráfego ao atravessamento de localidades).....	90
Quadro 7 – Resultados antes e após a implementação das medidas de acalmia de tráfego.....	106
Quadro 8 – Largura mínima de passeios.....	127

ACRÓNIMOS

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
CE – Código da Estrada
CM – Câmara Municipal
DCI – Diâmetro do Círculo Inscrito
DGV – Direcção-Geral de Viação
DL – Decreto-Lei
EM – Estrada Municipal
EN – Estrada Nacional
ENSR – Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária
EP – Estradas de Portugal, SA
ER – Estradas Regionais
FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
GNR – Guarda Nacional Republicana
IC – Itinerário Complementar
InIR – Instituto Nacional de Infra-estruturas Rodoviárias, IP
IP – Itinerário Principal
JAE – Junta Autónoma de Estradas
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PDM – Plano Director Municipal
PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território
PRN – Plano Rodoviário Nacional
PSP – Polícia de Segurança Pública
PU – Plano de Urbanização
RST – Regulamento de Sinalização e Trânsito
TMD_A – Tráfego Médio Diário Anual

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do tema

Fruto da invenção do francês Nicolas-Joseph Cugnot em 1771, em pleno séc. XVIII, ninguém previa que um veículo de três rodas movido a vapor daria origem, no séc. XIX, ao que hoje se denomina de automóvel, nem que esse engenho seria considerado como uma das maiores invenções do Homem. A sociedade de então encontrava-se longe de imaginar de que essa ideia, inicialmente concebida para os detentores de maiores recursos económicos, tornar-se-ia acessível posteriormente a uma considerável percentagem da população, acarretando desenvolvimentos a diversos níveis como o científico, o económico, o do sector dos transportes e também ao nível do bem-estar dos seus proprietários e das populações em geral.

Através dos vários períodos da História, demonstrou-se que o Homem sempre teve necessidade de se adaptar à realidade do quotidiano e às inerentes transformações na sociedade, às quais o automóvel não constituiu excepção, tanto que essa realidade faz parte do dia-a-dia. O Homem aprendeu a lidar com esta inovação e, face à expansão desse sector, sentiu necessidade de adequar o aglomerado em que vivia, à presença do automóvel. As localidades foram sendo adaptadas e tal atitude acarretou significativas transformações, não só ao nível do desenho urbano como da própria arquitectura da cidade, transformações passíveis de comprovação no quotidiano.

As localidades têm vindo a ser alteradas de modo a adaptarem-se às realidades e às transformações da sociedade. Porém, são os habitantes que as fazem e em relação ao automóvel, são os seus principais beneficiários, seja por conseguirem satisfazer as suas necessidades de deslocação para diversos fins, seja por despendem menor tempo de deslocações, a par de um ganho em termos de qualidade de vida.

Não obstante as vantagens associadas ao automóvel, a sociedade também tem vindo a deparar-se com os efeitos adversos dessa invenção, como o aumento da procura e dependência dos combustíveis fósseis e conseqüentes questões de índole económica, o aumento dos níveis de poluição sonora e atmosférica, entre outros, que interferem com a vivência do quotidiano. Contudo, perante uma concepção antropocêntrica do ambiente, da dignidade e do valor da vida humana, será consensual afirmar que é aos níveis individual e social que ocorrem os danos mais nefastos, como os decorrentes da segurança rodoviária. Tendencialmente aponta-se para que os principais factores que influenciam a sinistralidade rodoviária sejam a prática de velocidades excessivas e também factores humanos, questões que, não pelos melhores motivos, se transformaram nas principais causas de morte.

Surgiu, então, a necessidade de controlar os efeitos nefastos da sinistralidade rodoviária, inicialmente associada às localidades de maiores dimensões, tendência verificada em alguns países europeus, em meados dos anos 60, como a Alemanha, Holanda e a Dinamarca. Esses

países começaram por desenvolver estudos e acções, visando conciliar a prática de velocidades com as necessidades de deslocação e com a vivência da população, através da implementação do que se denominou de medidas de acalmia de tráfego.

O sucesso de tais estudos e implementação de medidas foi, entretanto, aplicado a outros países, tais como a Grã-Bretanha, e extravasou continentes, a ponto de serem aplicados tanto na Austrália como nos Estados Unidos da América, constituindo actualmente uma prática de aplicação comum. Tal realidade pode ser comprovada pelo facto de as localidades apresentarem um diversificado leque de implementação dessas medidas, onde a prática de velocidades excessivas foi controlada através da sua implementação, maioritariamente associada a acções cívicas de sensibilização.

Por outro lado, atendendo à própria vivência urbana e através de alguns meios de comunicação social, a sociedade tem vindo a ser confrontada com um vasto leque de informação em matéria de sinistralidade rodoviária, seja pelo noticiar de acidentes, dos valores do número de vítimas ou por campanhas de combate a essa sinistralidade. Mediante uma leitura mais atenta desses acontecimentos, será observável a ocorrência de acidentes e existência de vítimas ao nível do atravessamento de localidades de pequena dimensão e, muitas das vezes, com características rurais, por vias com consideráveis níveis de procura, mas sem quaisquer intervenções em matéria de acalmia de tráfego. Ainda que a maior parte dos acidentes ocorra no interior de localidades de maior dimensão, os ocorridos nas de pequena dimensão apresentam igualmente valores elevados.

Será consensual afirmar a existência de problemas ao nível dos atravessamentos de localidades. De facto, é comum encontrar integrada na rede rodoviária nacional (constantes do Plano Rodoviário Nacional) vias de importância nacional ou regional, muitas vezes sujeitas a níveis de procura de tráfego significativos, que atravessam zonas urbanas consolidadas que acomodam diversas actividades nos espaços marginais e que, por sua vez, geram intensas movimentações pedonais. A coexistência do tráfego motorizado de passagem e do tráfego não motorizado, essencialmente em zonas onde se centralizam todas as actividades locais, gera níveis de conflitos consideráveis cujo impacto se faz sentir na segurança rodoviária, na mobilidade, na acessibilidade e também no meio ambiente.

Nessa óptica, no âmbito da presente dissertação, optou-se por tratar os casos de atravessamento de localidades, onde não se prevê a construção de variantes e onde o tratamento deverá responder, simultaneamente e de forma harmoniosa, às funções mobilidade e acessibilidade. Importa assim garantir a criação de ambientes rodoviários seguros, actuando-se ao nível operacional de acordo com os seguintes objectivos prioritários: salvaguarda de velocidades seguras, segurança dos utilizadores vulneráveis e existência de uma infra-estrutura rodoviária segura e auto-explicativa sem contudo pôr em causa a sustentabilidade económica dos espaços intervencionados.

É neste contexto que surgem as técnicas de acalmia de tráfego, as quais integram um conjunto alargado de medidas físicas que actuam sobre a infra-estrutura e procuram salvaguardar

a segurança ao longo do atravessamento urbano, apostando na redução da velocidade e dos volumes do tráfego automóvel e na compatibilização da utilização do espaço público pelos diferentes utilizadores. Nesta perspectiva, o tratamento dos trechos de atravessamento de localidades, pelos problemas característicos que apresentam e pelas diversas funções que têm de assegurar, afiguram-se como um dos domínios privilegiados de aplicação das técnicas de acalmia de tráfego

No entanto, a diversidade de problemas e de especificidades locais, faz com que cada trecho de atravessamento se apresente com uma identidade própria e justifique o desenvolvimento de uma solução única. Defende-se, contudo, ser possível identificar um conjunto de soluções que, embora flexíveis, possam constituir soluções de referência.

Nessa linha de acção, a presente dissertação centra-se na definição de um conjunto limitado de soluções padrão, procurando cobrir a generalidade dos problemas e condicionantes tipificáveis em atravessamento de localidades do nosso país. Centra-se também na identificação e na caracterização geral das diferentes medidas de acalmia de tráfego com potencial de aplicação em trechos de atravessamento de localidades, apontando-se ainda para alguns aspectos dimensionais relevantes e para os efeitos previsíveis, tendo por base algumas referências bibliográficas da especialidade. Complementarmente, serão descritos os problemas característicos destes ambientes rodoviários, assim como os princípios a que deverá atender o desenvolvimento deste tipo de soluções.

Finalmente é apresentado um conjunto de propostas de soluções tipo, aplicáveis a diferentes situações e facilmente adaptáveis a outros locais que apresentem problemas e características de base similares, procurando assim estabelecer as bases ao desenvolvimento de soluções tipificáveis que garantam a uniformidade de tratamentos. Para o efeito, são apresentados os princípios de base à definição das soluções propostas, os perfis transversais tipo, tipologias de intersecção, tratamentos a conferir aos atravessamentos pedonais, etc., e sugeridas medidas aplicáveis quer ao tratamento do espaço urbano central, quer das zonas de transição entre ambiente rural e urbano.

1.2. Objectivos

Os atravessamentos de localidades apresentam condicionantes e especificidades próprias que os diferenciam entre si e constituem situações únicas, justificando o desenvolvimento de soluções individuais. Apesar dessa premissa de base, parece ser possível e defensável a definição de um conjunto limitado de soluções tipificáveis que possam ser replicáveis a outros locais que evidenciem problemas de base semelhantes, constituindo desta forma linhas de base orientadoras aos projectos de intervenção nesse tipo de ambientes rodoviários.

Nesta linha de acção, o presente trabalho teve como finalidade desenvolver soluções integradas que constituam soluções padrão e que respondam às necessidades da maioria das

tipologias de trechos de atravessamento de localidades em Portugal, recorrendo à implantação de conjuntos combinados de medidas de acalmia de tráfego. O desenvolvimento dessas soluções deve responder às diferentes funções que importa assegurar no mesmo espaço canal e as características relevantes de base aos locais (baseadas em combinações de disponibilidade de espaço canal *versus* níveis de procura de tráfego envolvidos). Devem assim contribuir para, por um lado, diminuir os efeitos nefastos que o tráfego de atravessamento e, por vezes, as velocidades elevadas e os comportamentos inadequados, possam gerar no espaço urbano e na sustentabilidade económica e vivência local e, por outro, para a integração urbanística/paisagística do trecho de atravessamento e da sua envolvente.

Pensa-se que só a adopção deste tipo de medidas físicas, devidamente associadas e complementadas por outras medidas ou acções, designadamente de fiscalização e de sensibilização, deverá permitir reduzir seriamente os valores de sinistralidade associados a este domínio de intervenção, sem prejuízo dos níveis de fluidez das vias em causa e da normal vivência urbana, contribuindo ainda, de forma global, para uma melhoria da qualidade de vida de todos os utilizadores da via e dos espaços envolventes.

1.3. Metodologia de trabalho

A elaboração do presente trabalho foi dividida em três fases essenciais e complementares entre si. Numa primeira fase procurou-se desenvolver um enquadramento geral do tema baseado numa recolha alargada e detalhada de bibliografia e referências da especialidade estrangeiras e nacionais, incidindo sobre as temáticas de gestão de tráfego, medidas de acalmia de tráfego (compreendendo as de controlo de volume e as de velocidade), atravessamentos e vias urbanas, tendo sido ainda adoptada a bibliografia que serviu de suporte ao módulo de “Vias Urbanas” do presente Mestrado. Essa recolha bibliográfica permitiu, inicialmente, actualizar o estado da arte em assuntos envoltos às técnicas de acalmia de tráfego, abrangendo domínios incidentes sobre tipologias de medidas, suas características relevantes, domínio de aplicação, aspectos dimensionais, passando ainda pela avaliação dos efeitos previsíveis.

Foi ainda dada particular relevância à problemática dos atravessamentos de localidades (maioritariamente pequenas vilas e aldeias) por vias do tipo distribuidoras principais (para efeitos do presente trabalho designadas por estradas), correspondendo às estradas nacionais, regionais e municipais. Nesta fase, procurou-se também aferir os principais usos dos espaços contíguos às estradas e, atendendo à transversalidade de algumas matérias, procedeu-se não só à recolha de elementos bibliográficos de maior especificidade em termos de medidas de acalmia de tráfego, mas também sobre a sua aplicabilidade em Portugal e no estrangeiro.

Complementarmente, foram consultados diversos sítios da Internet relativos a entidades oficiais e aplicações práticas destes conceitos, tendo-se ainda recorrido a fotografias de exemplos reais considerados relevantes, registando-se *in loco* o maior número de situações e aplicações

possível. Em relação a esses registos, considerou-se ser de referir a situação que retratam bem como a respectiva localização, sendo referido entre parêntesis o Município onde se inserem quando essa situação se localizar fora da respectiva sede municipal (nos casos nacionais), ou apenas a sua localização e sempre que esta seja possível de determinar (nos casos estrangeiros). Entendeu-se, ainda, ser de incluir alguma da experiência e aprendizagem adquiridas ao longo do percurso profissional do autor, com exercício de funções técnicas em serviços de gestão territorial, compreendendo a gestão urbanística e o ordenamento do território, tanto nos níveis da Administração Pública Central como também da Local.

Numa segunda fase, a pesquisa incidiu fundamentalmente na procura de soluções já construídas e que pudessem servir como estudos de caso. Recorrendo, sempre que disponíveis, a avaliações do tipo “antes e depois”, procurou-se identificar os problemas de base que justificaram o desenvolvimento de cada solução, assim como perceber os princípios que regeram o seu desenvolvimento. A este nível recorreu-se quer a exemplos de referência nacionais quer estrangeiros.

A terceira fase da dissertação resultou da conjugação integrada das conclusões retiradas das duas fases anteriores, procurando, de forma empírica, estabelecer relações causa/efeito que permitissem propor, de forma sustentada, soluções padrão compatíveis com as exigências funcionais de uma via nacional em trechos de atravessamentos de localidades e particularmente voltadas para responderem a um conjunto de características de base relevantes. Para o efeito, e dadas as limitações temporais que envolvem um trabalho desta natureza, optou-se por considerar dois critérios fundamentais para selecção das situações a serem analisadas, os quais cobrem a maioria das situações nacionais: níveis de procura de tráfego e níveis de condicionamento físico em termos de espaço canal disponível, por se considerar que estes poderão representar as principais condicionantes à definição geral das soluções padrão.

1.4. Estrutura de trabalho

O presente trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos, correspondendo o presente à introdução, onde se procura enquadrar o tema proposto e apresentar as premissas inerentes à elaboração do mesmo.

No segundo capítulo efectua-se uma caracterização geral dos trechos de atravessamento de localidades, sendo feitas referências à evolução dos planos rodoviários nacionais em Portugal. Nesta última componente abordam-se as características típicas dos traçados rodoviários, referindo-se a caracterização hierárquica das vias, incluindo a tipologia das vias que se pretendem ser objecto de estudo. Acompanhadas de figuras e de quadros sempre que possível e justificável, seguem-se algumas considerações sobre ordenamento do território, onde se procura demonstrar alguns dos problemas associados a esta componente. São feitas referências em matéria de

sinistralidade rodoviária, destacando a importância dos utilizadores das vias, concretamente os considerados de maior vulnerabilidade.

No terceiro capítulo é efectuada uma abordagem extensiva às medidas de acalmia de tráfego, pretendendo-se destacar as medidas redutoras de velocidade e as passíveis de aplicação também com objectivos de controlo de volume de tráfego. São tecidas algumas considerações em relação ao conceito de acalmia de tráfego, percorrendo uma perspectiva histórica que engloba alguns países que, ao longo do tempo, foram recorrendo a estas medidas, bem como um breve ponto dessa situação em Portugal. São identificadas e caracterizadas as principais medidas de alteração aos alinhamentos horizontais e aos verticais, definindo-se as condições privilegiadas de aplicabilidade, efeitos e aspectos dimensionais, exemplificadas com o recurso a figuras demonstrativas e explicativas sempre que possível.

No capítulo quarto procura-se identificar alguns exemplos de referência, servindo como estudos de caso, enquanto exemplos de aplicação de medidas de acalmia de tráfego em soluções combinadas aplicadas a atravessamento de localidades sendo, para o efeito, apresentados e caracterizados exemplos nacionais e estrangeiros. Salienta-se antecipadamente uma maior pormenorização da descrição da aplicação destas medidas no nosso país, não só por se dispor de maiores suportes bibliográfico e fotográfico, como também pela procura de diferentes modelos de intervenção.

O capítulo quinto centra-se no desenvolvimento de um conjunto de soluções padrão que procuram responder a diferentes características de base (ao nível da procura de tráfego, das condicionantes territoriais, características da localidade, etc.) e através destas definir perfis transversais tipo com potencial de aplicação a outros locais com características de base semelhantes. São propostos perfis vocacionados para o tratamento de trechos de atravessamento de localidades por estradas, com e sem condicionalismos de espaço mediante níveis de procura intenso, moderado e reduzido. Procurou-se que tais perfis fossem sempre acompanhados de uma justificação e pressupostos de intervenção.

Finalmente, o capítulo sexto descreve as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido, abrindo ainda algumas perspectivas a desenvolvimentos futuros.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS TRECHOS DE ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES

2.1. Enquadramento

Seja isoladamente, em aldeias, vilas, cidades ou grandes metrópoles, o Homem sempre teve necessidade de procurar um lugar para se estabelecer.

Independentemente do processo de crescimento do lugar e escala entretanto adquirida, os aglomerados populacionais sempre se associaram a vários usos como o habitacional, o comercial e o de lazer, e ao evoluir dos tempos. A par do natural desenvolvimento de aglomerados urbanos preexistentes e dos entretanto edificados, a sociedade evoluiu no sentido de se adaptar a outras transformações, destacando-se o factor da comunicação, pois o Homem sentiu necessidade de se deslocar, comunicar e efectuar trocas comerciais e culturais com outras povoações (Djurhuus *et al*, 1991).

Com o passar do tempo, a maior parte das localidades foi sendo concebida ou adaptada às vias de comunicação, albergando, simultaneamente, transeuntes, peões e veículos movidos a tracção animal, onde o factor de velocidade não adquiria, à data, o relevo a que actualmente se lhe assiste.

Procurando satisfazer as necessidades decorrentes do surgimento do automóvel, para além de novos conceitos inerentes à vivência em sociedade, foram ocorrendo transformações ao nível do espaço urbano, visando a sua readaptação a essa realidade. Perante o crescimento e desenvolvimento da indústria automóvel, será consensual afirmar que, na maior parte dos casos, as preocupações associadas ao tráfego prevaleceram sobre as de vivência urbana. A título de exemplo, destacam-se as perdas ocorridas ao nível da habitação e do espaço público, incluindo a invasão do espaço pedonal para proceder a reformulações na urbe, bem como de parques verdes e de zonas de lazer para dar lugar à abertura de novas vias e à criação de parques de estacionamento, interferindo com a qualidade de vida das populações (Bastos Silva e Seco, 2008-a; Herrstedt *et al*, 1993; Djurhuus *et al*, 1991; Cullen, 1971).

Considerando que na urbe se concentram várias actividades, vivências e onde os valores de sinistralidade rodoviária são elevados, Djurhuus (*et al*, 1991) destaca que os problemas das localidades não são unicamente os provenientes da segurança rodoviária mas também os da qualidade de vida, recordando que as vias urbanas se encontram na base da vivência urbana. A título de exemplo e especificamente no âmbito do tratamento dos trechos de atravessamento de localidades, a estrada torna-se, na maior parte dos casos, uma fonte de ruído, de conflito e de insegurança, constituindo uma barreira física e potenciando a existência de espaços adjacentes sem qualidade e conforto. Essas infra-estruturas geram incómodos nas localidades, não só pelo aumento dos níveis de poluição sonora e atmosférica, como ao nível das perdas do espaço destinado a peões, crianças, ciclistas e idosos (Herrstedt *et al*, 1993). Nessa perspectiva e sobre

os atravessamentos de localidades, Hallmark (*et al*, 2007) refere que os condutores circulam com velocidades excessivas, mantendo-as durante o atravessamento e, independentemente dos problemas de segurança rodoviária, acrescenta que os condutores vêem então reduzidos a sua visibilidade e o tempo de reacção, originando, assim, acidentes e vítimas, nomeadamente com os peões e com os ciclistas.

O crescimento do sector automóvel e do tráfego vem assumindo repercussões graves, quer ao nível ambiental quer ao nível da qualidade do espaço e da vida urbana. Será, portanto, consensual afirmar que as localidades têm vindo a ser caracterizadas, em parte, pela utilização e dependência crescente do transporte individual e pela ineficiência do sistema de transportes colectivos. Tais opções traduzem-se em diversos impactes negativos para a sociedade em geral, destacando-se os de nível social, ambiental e económico. Independentemente das dimensões da localidade, seja um pequeno ou grande aglomerado, certo é que se vem assistindo à perda das funções de lazer e de convívio resultando, conseqüentemente, em alterações da vivência urbana (Bastos Silva e Seco, 2008-a; Hallmark *et al*, 2007; Herrstedt *et al*, 1993).

Nas últimas décadas, a construção de estradas focou-se na definição de soluções voltadas para a fluidez do tráfego, o que justificou, particularmente no caso das localidades de maiores dimensões e/ou face a volumes de tráfego significativos, à construção de variantes. Porém, subsiste ainda um considerável número de localidades de menores dimensões atravessadas por estradas e sem qualquer tipo de intervenção senão as tendentes a assegurar bons níveis de tráfego (Djurhuus *et al*, 1991), como as que se enquadram no âmbito do presente trabalho e que caracterizar-se-ão oportunamente. Assim, nessas localidades verifica-se um aumento do risco e da própria ocorrência de acidentes, a par de dificuldades em relação às movimentações e travessias de peões e demais utilizadores. Atendendo a que a maioria dos acidentes ocorre em meio urbano, encontram-se reunidas condições para uma crescente degradação da qualidade de vida neste tipo de povoações (Bastos Silva e Seco, 2008-a; Hallmark *et al*, 2007; Gambard *et al*, 1995; Djurhuus *et al*, 1991).

2.2. Evolução dos Planos Rodoviários Nacionais

Após o 5 de Outubro de 1910, as outrora Estradas Reais deram lugar às Estradas Nacionais (EN). Previamente à implantação da República e conforme o Plano Rodoviário Nacional (PRN) de 1889, para além dessas estradas, a rede rodoviária em Portugal incluía as Estradas Distritais, ao nível regional, e as Estradas Municipais (EM), ao nível dos então Concelhos.

Com o PRN de 1933 e após a criação da então Junta Autónoma de Estradas (JAE), actualmente EP – Estradas de Portugal, SA (EP)¹, foi proposta uma divisão das EN em dois

¹ Sociedade anónima de capitais públicos, detida na sua totalidade pelo Estado. Tem como missão global a prestação, em moldes empresariais, de um serviço público cujo objecto consiste, por um lado, no financiamento, conservação, exploração, requalificação e alargamento das vias que integram a rede

grupos: as de primeira e as de segunda classe. As primeiras constituíam a malha principal da rede rodoviária, ligando Lisboa às capitais de Distrito, bem como outros locais de importância nacional. Por sua vez, as estradas de segunda classe (basicamente as Estradas Distritais do PRN de 1889) ligavam as capitais de Distrito às sedes dos respectivos Concelhos e a outros locais de importância distrital (Pacheco, 2001).

Actualmente, as EN correspondem praticamente às do PRN de 1945. Contudo, esse plano reclassificou-as em três classes: as de primeira, numeradas de 1 a 125, as de segunda, de 201 a 270 (estas duas constituíam a então rede fundamental) e as de terceira, de 301 a 398. Nas estradas de primeira classe, os números de 1 a 18 encontravam-se reservados aos Itinerários Principais (IP), correspondendo às estradas que ligavam entre si as capitais de Distrito e a todas as que tivessem origem em Lisboa ou no Porto.

Na segunda metade da década de 70, época onde Portugal começava a voltar-se para o desafio da integração na então Comunidade Económica Europeia, tornava-se necessário o desenvolvimento de estratégias que permitissem uma aproximação progressiva à situação económica dos países membros dessa Comunidade (Pacheco, 2001; MPAT, 1989). À data, e segundo a JAE, a rede rodoviária nacional encontrava-se desajustada às necessidades da procura de tráfego, com traçados sinuosos a entrar em colapso, estreitos e com pavimentos degradados (Pacheco, 2001). Se comparada com outros países europeus, a rede rodoviária nacional era extensa, com uma percentagem reduzida a ser utilizada por um considerável volume de tráfego (Pereira e Miranda, 1999).²

Desse modo, desajustadas às necessidades de circulação e sob a protecção das ajudas comunitárias do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), com o Decreto-Lei (DL) n.º 380/85, de 26 de Setembro, foi aprovado um novo plano rodoviário, o PRN 1985. Este novo documento reduziu a extensão da rede de EN e reformulou-as, passando a rede rodoviária a desdobrar-se em duas: a fundamental e a complementar, sendo que a primeira era constituída pelos IP e a segunda pelos Itinerários Complementares (IC), situação que se manteve até à entrada em vigor do PRN 2000 (Pereira e Miranda, 1999), ao qual se fará referência posteriormente. No PRN 1985, a rede fundamental assume um papel estratégico na medida em que, representando 26% da extensão total, suporta cerca de 60% do total do volume de tráfego.

Nos termos desse PRN, a definição de rede nacional (que não referia em concreto as Estradas Regionais (ER), entendendo-se que estas tivessem enquadramento como “outras estradas”) obedeceu a critérios de operacionalidade, de desenvolvimento regional, de acessibilidade e de funcionalidade. Foram definidos como limites percursos com extensões

rodoviária nacional e, por outro, na concepção, projecto, construção, financiamento, conservação, exploração, requalificação e alargamento das vias que integram a rede rodoviária nacional futura. Fonte: <http://www.estradasdeportugal.pt/index.php/a-empresa>, acedido em 08.12.2009.

² Em 1978, a rede rodoviária era constituída por cerca de 14.000 km de EN e 27.000 km de vias municipais, subdivididos em 15.000 km de EM e 12.300 km de caminhos municipais (Pereira e Miranda, 1999).

superiores a 100 km e com valores de tráfego médio diário anual (TMD_A)³ superior a 2000 veículos ou de 1000 veículos a para as ligações às então sedes de Concelho. Em relação à segunda premissa, destacou-se a necessidade de assegurar o desenvolvimento dos centros urbanos, possibilitar o urbanismo menos concentrado e a proporcionar a melhoria do meio ambiente (Pacheco, 2001; Pereira e Miranda, 1999).

Actualmente vigora o PRN 2000, publicado no DL n.º 222/98, de 17 de Julho, com as alterações supervenientes.⁴ Segundo Pereira e Miranda (1999), a rede rodoviária em Portugal representa a principal infra-estrutura de transporte de pessoas e mercadorias sendo, então, um elemento essencial para o desenvolvimento socio-económico do nosso país.

No seguimento do PRN anterior, o actual mantém a classificação da rede rodoviária nacional em duas categorias: rede nacional fundamental e rede nacional complementar, tal como consta do seu artigo 1.º Na primeira, integram-se os IP, nove em Portugal, que são considerados vias de comunicação de maior interesse nacional, servindo de base de apoio a toda a rede rodoviária nacional e assegurando a ligação entre os centros urbanos com influência supra distrital e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras. Nos termos do artigo 4.º do mesmo diploma, a rede nacional complementar continua a ser formada pelos IC que, no contexto do PRN, estabelecem as ligações de maior interesse regional, bem como constituem as principais vias envolventes e de acesso nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto e, diferindo do PRN de 1985, também pelas EN. Essas estradas são as necessárias para assegurar a ligação entre a rede nacional fundamental e os centros urbanos de influência concelhia ou supra concelhia, mas infra distrital. Tal classificação compreende um número mais vasto de vias em relação à rede anterior.

No seguimento da rede nacional complementar, o PRN cria a figura das ER, definindo-as como comunicações públicas rodoviárias do Continente. O seu interesse é supra municipal e complementar à rede rodoviária nacional, apesar de não as enquadrar nem na rede nacional fundamental nem na rede nacional complementar. As ER asseguram o desenvolvimento e serventia das zonas fronteiriças, costeiras e outras de interesse turístico. Visam, também, a ligação entre agrupamentos dos actuais Municípios, constituindo unidades territoriais, e a continuidade de ER existentes, nas mesmas condições de circulação e segurança, tal como se pode verificar no artigo 12.º do PRN 2000.

Prevê-se que as estradas não incluídas no PRN 2000 integrem as redes municipais, mediante protocolos a celebrar entre a EP e os Municípios, após intervenções de conservação que as reponham em bom estado de utilização ou, em alternativa, mediante acordo equitativo com o respectivo Município. O PRN 2000 apresenta, então, dois níveis de rede rodoviária nacional, abordando as EN e as ER, mas sem inserir as últimas na rede anterior. Assim, todas as que não constem da rede rodoviária nacional passam a constituir atribuições dos Municípios.

³ Número médio de viaturas que atravessam um determinado ponto de estrada pelo período de 24 horas.

⁴ Alterações introduzidas pela Lei n.º 98/99, de 26 de Julho, pela Declaração de Rectificação n.º 19-D/98, publicada a 31 de Outubro, e pelo DL n.º 182/2003, de 16 de Agosto.

O PRN 2000 merece outras considerações no âmbito do presente trabalho. Começando pelo seu artigo 3.º, sob a epígrafe “restrições à circulação nos itinerários principais”, a circulação de peões, velocípedes e veículos de tracção animal é interdita nos IP e conforme o artigo 7.º, dos “acessos” aos IP, determina-se que estes sejam vedados em toda a sua extensão, proibindo-se o acesso a partir das propriedades marginais. Desse modo, considera-se que o PRN 2000 manifesta preocupações em relação à rede nacional fundamental, sendo, contudo, omissa quanto à rede nacional complementar (que compreende os IC e as EN), abrangendo o tipo de estradas onde ocorrem os mais elevados níveis de sinistralidade, tal como se verificará no subponto 2.3.4. Em relação à rede nacional fundamental, as condicionantes supra referidas são frequentemente apontadas como justificações dos valores baixos de sinistralidade rodoviária que lhe estão associados.

Ainda no artigo 3.º determina-se que, nas zonas onde não existam percursos alternativos para o tráfego de peões, velocípedes e veículos de tracção animal (caso muito comum no nosso país), deverão ser construídas vias próprias para esses utilizadores, embora segregadas do canal rodoviário. Independentemente de este artigo ter implícita uma referência de que não se encontram controladas as possibilidades de atravessamento, decorre daqui que a problemática do atravessamento de localidades é ainda uma matéria que requer maior atenção em Portugal.

Em relação ao artigo 8.º, das “circulares e variantes”, prevê-se que nas cidades médias cuja importância o justifique, devem ser previstas circulares e vias de penetração no tecido urbano, que integrarão a rede rodoviária nacional em condições a acordar, caso a caso, entre a EP e os Municípios. Também aí se antevê o dever de elaboração, a nível nacional, de um programa de construção de variantes à travessia de sedes de Município e outros centros urbanos, ponderando as características operacionais, o impacte ambiental e as condições de segurança, cujos traçados devam articular-se com os instrumentos de planeamento e de ordenamento do território, de âmbito regional e municipal.

Recorde-se que, segundo Pereira e Miranda (1999), uma reduzida parte da extensão do PRN 2000 foi transferida para os Municípios através da celebração de protocolos. Contudo, mesmo que a maior parte da rede, transferida e a transferir num futuro próximo, se encontre em boas condições de conservação, aos Municípios são entregues novas infra-estruturas, não se verificando, com cada vez mais atribuições e competências, que estes consigam disponibilizar recursos financeiros para responder a tais solicitações. A título de exemplo, perante uma beneficiação de um trecho contendo uma parte desclassificada do PRN 2000 e entregue a um Município, confluirão dois níveis da Administração: o Central (pela EP ou pelo Instituto Nacional de Infra-estruturas Rodoviárias, IP (InIR)⁵ e o Local, representado pela respectiva Câmara Municipal

⁵ O InIR é um instituto público integrado na administração indirecta do Estado. Tem como principal missão fiscalizar e supervisionar a gestão e exploração da rede rodoviária de modo a assegurar a realização do PRN e a garantir a eficiência, equidade, qualidade e segurança das infra-estruturas, assim como os direitos dos respectivos utentes. Fonte: <http://www.inir.pt/portal/QuemSomos/NaturezaMissão/tabid/91/language/pt-PT/Default.aspx>, acedido em 07.12.2009.

(CM). Tratando-se de dois níveis distintos da Administração e com diferentes atribuições, verbas e calendarizações, os trabalhos de reformulação e requalificação destes trechos envolvem-se de grande complexidade técnica e administrativa.

Perante o supra referido, apesar de o PRN 2000 ter desclassificado hierarquicamente um conjunto de trechos viários problemáticos sob a responsabilidade da Administração Central, permanece sob os Municípios um conjunto de atravessamentos de localidades onde não existem variantes e onde a estrada tem, simultaneamente, de assegurar importantes funções de circulação automóvel e de acessibilidade, originadas pelas actividades que se desenvolvem nos espaços adjacentes à estrada (Bastos Silva *et al*, 2007; 2004; Simard, 2000; Ribeiro, 1996).

2.3. Caracterização geral dos atravessamentos de localidades

As transformações ocorridas na sociedade reflectem-se também no aumento das necessidades de comunicação, sendo que as vias urbanas têm de responder a um conjunto alargado de funções. Das últimas, destacam-se a garantia de mobilidade a determinados espaços, passando pela acessibilidade local e pela salvaguarda de funções sociais que, presentemente, são consideradas partes inerentes da vivência urbana (Seco *et al*, 2006; Carvalho, 2002; Djurhuus *et al*, 1991).

É precisamente a conjugação dessas funções que origina a ocorrência de problemas nos atravessamentos, não só ao nível do desempenho da via, como da própria vivência urbana que se gera em seu redor. Assim, no presente subcapítulo serão apresentados, de forma resumida mas estruturada, os principais problemas característicos dos atravessamentos de localidades. São caracterizados, de um modo geral, a geometria do traçado rodoviário, alguns problemas fruto de questões de ordenamento do território e de gestão urbanística, efectuando-se, ainda e oportunamente, referências aos problemas de sinistralidade rodoviária.

2.3.1. Incompatibilidades das funções asseguradas pela estrada

As funções das vias podem ser agrupadas em dois níveis: a de circulação e a de acesso, ambas associadas aos veículos motorizados. Genericamente, o primeiro nível compreende as deslocações de médio e de longo curso, associando condições de fluidez, rapidez e segurança de deslocação, enquanto que, no segundo, se enquadram as necessidades de circulação em marcha com velocidade reduzida, as manobras de acesso, espaços de estacionamento motorizado e também outras deslocações, como a pedonal e a ciclista, bem como as funções relacionadas com a vivência urbana (Seco *et al*, 2006; Seco *et al*, 2001).

Nesse contexto, a organização eficiente de qualquer rede rodoviária passa por uma estruturação baseada numa especialização funcional e que abrange dois conjuntos de vias: as

estruturantes e as locais (Seco *et al*, 2006; Seco *et al*, 2001). As primeiras voltam-se essencialmente para o serviço de circulação, enquanto as segundas se vocacionam para as funções de acesso e vivência locais. Esta estruturação tende, naturalmente, a contribuir para boas condições de circulação associadas a ambientes urbanos com qualidade, se bem que, na esmagadora maioria dos casos, a definição de uma rede viária que se processe relativamente a redes urbanas preexistentes e que constitua infra-estruturas de espaços urbanos consolidados, não torna viável uma completa separação de funções (Seco *et al*, 2006). A bibliografia estrangeira da especialidade possibilita encontrar referências a diversas classificações hierárquicas de vias baseadas em diferentes critérios de classificação e número de classes, baseando-se alguns esquemas no princípio da hierarquização funcional, enquanto outros se baseiam noutros critérios de classificação, como os de base administrativa e geométrica que, ainda que com utilidade a outros níveis, tenderão a resultar em diferentes classificações.

A classificação viária básica mais simples e fundamental reconhece apenas três classes de vias: as arteriais, as colectoras e as locais. Tal modelo é o seguido nos Estados Unidos da América e encontra-se implícito na maioria dos seus manuais aplicáveis ao espaço rural ou urbano, como “*Arterials; Collectors e Locals*” (SMDT, 2004; NJDOT, 2002; FHWA, 2000; AASHTO, 1990), embora, por vezes, mantenham implícita a possível subdivisão das vias *arterials* nas subclasses *minor* e *major*. Por sua vez, a Austrália aponta, genericamente, para um modelo com quatro classes (Eppell *et al*, 2001; Austroads, 1998). Para efeitos do presente trabalho, considerou-se a classificação proposta por Seco (*et al*, 2006), baseada em quatro classes de vias, e no modelo original do Austroads (1998): as colectoras e as distribuidoras principais, ambas integrantes da classe de vias estruturantes, mas com diferentes pesos atribuídos à função circulação, e as distribuidoras locais e as de acesso local, particularmente vocacionadas para dar resposta às necessidades de deslocação locais e às actividades relacionadas com a vivência urbana, constituindo, assim, a rede viária local (Seco *et al*, 2006; NJDOT, 2002; AASHTO, 2001; FHWA, 2000; FHWA, 1989; Austroads, 1998).

Enquanto que as vias colectoras constituem as vias de respondem à circulação, sendo a função de acesso praticamente negligenciável, as vias de acesso local asseguram a acessibilidade, onde a mobilidade assume importância secundária. Por sua vez, as vias distribuidoras principais e as distribuidoras locais asseguram funções, sendo que na primeira tende a prevalecer a de circulação, enquanto que na segunda se destaca a de acesso (Seco *et al*, 2006; Austroads, 1998).

As vias urbanas acumulam várias funções. Começando pela função de circulação, estas vias são passíveis de acomodar vários utilizadores, como automobilistas, peões, ciclistas, e também acolher outros meios de transporte, como os transportes colectivos e os eléctricos. Por outro lado, estas infra-estruturas não só acomodam o estacionamento de veículos como servem de suporte a outras infra-estruturas urbanas, como as telecomunicações, redes de gás, entre outras, possibilitando ainda a implantação de árvores e de elementos arbustivos. As vias permitem também assegurar e caracterizar a imagem de uma localidade (independentemente da sua

dimensão), possibilitando a ocorrência de diversas funções urbanas de convívio, lazer e demais vivências (Carvalho, 2002; Gambard *et al*, 1995; Cullen, 1971).

Interessam essencialmente a este trabalho as vias classificadas como distribuidoras principais. Na sua essência, este tipo de vias apresenta-se sem a previsão de lugares de estacionamento, sendo habitual estes serem encaminhados para vias adjacentes ou mesmo para parques de estacionamento. Usualmente, os acessos directos a estas vias não se efectuam por outro modo senão por vias adjacentes, sendo habitual as paragens de transportes colectivos apresentarem-se numa via especificamente dirigida para o efeito. Uma outra característica reside no facto de as travessias pedonais se efectuarem, habitualmente, recorrendo a soluções semaforizadas, sendo ainda consensual que estas vias sejam atravessadas a uma velocidade de 50 km/h (Carvalho, 2002).

Específica e maioritariamente sobre a temática do presente trabalho, importa referir que os trechos de atravessamentos de localidades acumulam funções ligadas à circulação e ao acesso em vias que asseguram funções de distribuição principal, sejam IC, ER, EN ou EM, sejam ainda trechos que, pela construção de variantes ao aglomerado, passaram a integrar o domínio municipal (Seco *et al*, 2006; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Gambard *et al*, 1995; Djurhuus *et al*, 1991).

Seco (*et al*, 2006) considera que este tipo de vias constitui um desafio, na medida que aí competem várias funções por um espaço canal disponível, mas limitado, sendo esse desafio de maior intensidade e dificuldade de resolução. Carvalho (2002) considera que estas vias apresentam maiores dificuldades na sua gestão, se comparadas com outras vias urbanas. Tal como se verificará de seguida, nos trechos de atravessamento de localidades, ocorrem muitas das situações a que anteriormente se fez referência.

Os trechos de atravessamento de localidades correspondem maioritariamente a vias que asseguram uma associação em maior ou menor grau de funções mobilidade e acessibilidade. Habitualmente, os atravessamentos de localidades são caracterizados pela não existência de variantes e onde a infra-estrutura viária tem de assegurar, simultaneamente, importantes funções de circulação automóvel e de acessibilidade, originadas pelas actividades que se desenvolvem nos espaços adjacentes à via, às quais se fará referência no subponto seguinte. Por outro lado, o tratamento de eixos que, depois de hierarquicamente desclassificados (nomeadamente pela construção de uma variante), mantêm as características físicas típicas de uma infra-estrutura rodoviária (traçados rectilíneos e perfis transversais tipo alargados desprovidos de passeios) potencia e induz à prática de comportamentos inadequados por parte dos condutores. Assim, essas vias devem ser dimensionadas e geridas de modo a garantir bons níveis de segurança, salvaguardando razoáveis níveis de fluidez, e projectadas para a prática de velocidades base na ordem dos 50 km/h (Bastos Silva *et al*, 2007; Carvalho, 2002).

Na descrição das problemáticas associadas ao atravessamento de localidades por estradas no Quebeque, Simard (2000) refere a existência de queixas junto do Ministério canadiano da tutela cuja resposta, para além de não ser acompanhada de um diagnóstico, passa muita das vezes pelo alargamento de vias e respectiva ocupação do espaço canal, ou mesmo pela

construção de variantes. Djurhuus (*et al*, 1991) corrobora desta ideia, acrescentando que a construção de variantes não resolve o problema dos atravessamentos, mas pelo contrário, tende a agravá-los.

Pelos níveis de investimento que envolvem, o recurso a variantes é encarado como uma opção quando o tráfego da via se encontra no limite de saturação, decorrente das interferências com o tráfego local, portanto, quando as condições de fluidez da via estão comprometidas (Cupolillo, 2006; Simard, 2000; Gambard *et al*, 1995; Djurhuus *et al*, 1991), originando conflitos, ou sempre que o grau de conflituosidade entre o tráfego de passagem e as actividades locais se revele significativo. A construção de uma variante deve ser equacionada sempre que existam incompatibilidades funcionais da estrada com o ambiente urbano atravessado e sempre que os níveis de tráfego envolvidos o justifiquem. Todavia, nos atravessamentos de localidades, verifica-se a possibilidade de confronto frequente com níveis de tráfego mais moderados e onde a construção de variantes pode não se revelar economicamente justificável (Djurhuus *et al*, 1991).

Tal como se refere seguidamente, a problemática associada ao atravessamento de localidades decorre também por falhas ocorridas ao nível do ordenamento do território e de gestão urbanística, como a possibilidade de crescimento de localidades ao longo de estradas e também a legalização de edificações à sua margem (Gambard *et al*, 1995; Djurhuus *et al*, 1991).

2.3.2. Alguns aspectos de ordenamento do território e de gestão urbanística

Seja sob a forma de cidades, vilas ou aldeias, várias localidades foram sendo desenvolvidas em redor ou ao longo de trechos de estradas, atribuindo-lhes funções urbanas (Hallmark *et al*, 2007; Seco *et al*, 2006; Gambard *et al*, 1995; Herrstedt *et al*, 1993; Djurhuus *et al*, 1991; Cullen, 1971). Tendencialmente, essas localidades apresentam dimensões reduzidas, com características, envolventes e hábitos essencialmente rurais. Portugal não foge a esta regra e verifica-se frequentemente a existência de localidades ao longo de estradas que asseguram funções associadas ao tráfego de índole nacional.

Frequentemente, tanto os peões como os condutores, incluindo os de veículos ligeiros, pesados, tracção agrícola e os puxados por animais, não se apercebem que a via por onde circulam constitui um eixo partilhado, outrora planeado e projectado para responder à função circulação (Hallmark *et al*, 2007). As questões de mobilidade e de acessibilidade que aí ocorrem são inerentes a essas estradas, ainda que, por vezes, negligenciadas em prol da premissa de garantir bons níveis de fluidez (Djurhuus *et al*, 1991), tal como se pode verificar nas figuras 1 a 4.

A par de evidenciarem atravessamentos de localidades com diferentes dimensões, escala e envolvente, essas figuras retratam a existência de trechos de estrada concebidos para responder a funções essencialmente de circulação e que, posteriormente, se vêem confrontadas com a necessidade de responder cumulativamente a funções de mobilidade e de acesso. Consequentemente, evidencia-se a existência de conflitos e a redução do nível do desempenho

da estrada, seja ao nível da capacidade e fluidez, seja em termos de qualidade de vida urbana (Seco *et al*, 2006; Cupolillo, 2006; Simard, 2000; Gambard *et al*, 1995; Djurhuus *et al*, 1991).



Figura 1 – Atravessamento de Brotas (Mora) – ER 2



Figura 2 – Atravessamento de Alfafar (Penela) – IC3



Figura 3 – Atravessamento da Chamusca – EN 118



Figura 4 – Atravessamento de localidade – EN 125

Genericamente, os usos das localidades atravessadas por estradas são o habitacional e o comercial, não obstante essas vias atraírem a instalação de outras actividades e ocorrências (figuras 1 a 8) associadas a hábitos urbanos mas ocorridas em ambientes com características rurais.

As figuras 5 a 10 evidenciam uma realidade comum no nosso país, onde o trânsito local se conjuga com o de atravessamento. Verifica-se a ocorrência de outras situações igualmente comuns, como os acessos a propriedades privadas (figuras 9 e 10), estacionamento indevidos, a par das invasões das bermas anteriormente evidenciadas nessas figuras, frequentemente fruto de necessidades e intenções de estacionamento. Tais ocorrências são provocadas não só pela inexistência de barreiras físicas que as impeçam, como pela existência de construções implementadas de modo irregular e descontínuo ao longo da estrada e que, muitas das vezes, não possibilitam a edificação de passeios nem mesmo a previsão de lugares de estacionamentos.

Cupolillo (2006) considera que a ocupação de espaços canais e de bermas, para efectuar uma paragem ou estacionamento indevido de veículos, acarreta efeitos indesejáveis, como a geração de conflitos e a ocorrência de acidentes em estradas que se pretendem fluidas. Estas

situações ocorrem continuamente em zonas de forte actividade comercial e turística, sendo habitualmente motivadas pela necessidade de abrandamentos e de estacionamento de curta duração de veículos.



Figura 5 – Ocupações adjacentes, Vendas Novas – EN 4



Figura 6 – Ocupações adjacentes, Chamusca – EN 118



Figura 7 – Ocupações adjacentes e apropriações de berma – EN 125



Figura 8 – Ocupações adjacentes e apropriações de berma – EN 396



Figura 9 – Acessos a propriedades privadas – EN 1 – IC 2



Figura 10 – Acessos a propriedades privadas – EN 125

Apesar de ter sido planeada a rede de EN em Portugal, assiste-se à edificação contígua à margem de IC, ER, EN e EM (figuras 1 a 14), considerando-se também que esse tipo de

ocupações de solo e desenvolvimento urbano é permitido através dos instrumentos de gestão territorial e de normas vigentes, algo que se entende não ser de pacífica afirmação pelos motivos que seguidamente se expõem.

A maior parte dos planos de ordenamento do território em Portugal surgiu na década de 90, época em que, à semelhança do referido no subcapítulo anterior, os frutos da integração na então Comunidade Europeia impuseram a necessidade de os então Concelhos disporem de planos de ordenamento do territórios aprovados a fim de candidatarem alguns projectos de índole essencialmente urbanística a co-financiamento pelo FEDER.

Apesar de ainda vigorarem muitos dos planos municipais de ordenamento do território (PMOT) considerados de “primeira geração”, continuam a autorizar-se construções à margem de estradas e bastará consultar os regulamentos e as plantas de condicionantes de alguns PMOT para evidenciar que as estradas estão associadas a uma servidão *non aedificandi*, cujas disposições regulamentares vedam ou condicionam a ocorrência de novas construções remetendo, porventura, para a legislação em vigor. Ainda que se realce o facto de cada Município ter passado a dispor de planos para disciplinar o seu território, levantam-se dúvidas no sentido de aferir se algumas classificações de solo existentes terão sido previstas, porventura, com adequado suporte técnico. Concretamente sobre o tema e considerações em apreço, e tal como recorda Cupolillo (2006), potenciou-se, paradoxalmente, tanto a desvalorização (em termos estéticos e de qualidade de vida) como a valorização das zonas supra referidas (essencialmente em termos económicos). Quando essa ocupação ocorre de forma planeada, o impacto pode ser positivo e, neste caso, competirá aos Municípios assegurar os cuidados necessários para que esta ocupação se continuem a efectuar em conformidade com o modelo desejado de desenvolvimento do território.

Não obstante as figuras do planeamento de tráfego e de medidas de acalmia de tráfego carecerem de maior amadurecimento em Portugal, tanto que não se encontram previstas no DL n.º 380/99, de 22 de Setembro⁶, na redacção em vigor, o território nacional encontra-se praticamente coberto por planos directores municipais (PDM). Se bem que no âmbito dos PMOT e nos termos do artigo 85.º do DL n.º 380/99, a figura do PDM seja mais genérica ao definir um modelo de organização municipal do território, identificando, entre outros, as redes urbanas, viárias e de transporte, considera-se que a figura do plano de urbanização (PU), prevista no artigo 88.º do mesmo diploma, se assuma como a mais adequada para resolver as questões anteriormente referidas, uma vez que ao PU compete definir a rede viária estruturante, concretizando este plano mais operativo as estratégias definidas no âmbito do PDM.

Independentemente da classificação viária poder ser assegurada no âmbito do PDM e do PU, em matéria de gestão urbanística, a existência de infra-estrutura viária constitui um factor que potencia a construção, dado o confronto com arruamento público se tornar uma condição *sine qua*

⁶ Regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial, alterado pelos DL n.º 53/2000, de 7 de Abril, e n.º 310/2003, de 10 de Dezembro, Lei n.º 56/2007, de 31 de Agosto, DL n.º 316/2007, de 19 de Setembro, n.º 46/2009, de 20 de Fevereiro, e n.º 181/2009, de 7 de Agosto.

non em matéria de licenciamento de edificação por parte da CM, tal como figura no n.º 5 do artigo 24.º do DL n.º 555/99, de 16 de Dezembro, na redacção em vigor.⁷

Especificamente no âmbito deste trabalho, de entre as várias disposições desse diploma, exigem-se, em determinados casos, pareceres de entidades externas à CM, como a EP. A título de exemplo, no preâmbulo do DL n.º 13/71, de 23 de Janeiro⁸, diploma que visa a protecção das EN e no que aí se consideram as suas faixas limítrofes, prevê-se a salvaguarda das estradas através de zonas *non aedificandi*. Previamente a 2006, postulava-se no artigo 8.º desse diploma uma série de proibições para os terrenos limítrofes das estradas, exceptuando a localização de edificações ao longo de estradas nos trechos que constituíssem ruas de aglomerados populacionais com pelo menos 150 m de comprimento, mediante parecer favorável por parte da então Direcção-Geral dos Serviços de Urbanização (decorrente Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional).

A intenção do diploma era de que essa Entidade, de acompanhamento à dinâmica dos PMOT, assegurasse à EP que algumas intenções, como o alargamento de estradas, não fossem comprometidas com a construção de edifícios. Tal prerrogativa legal vigora nos dias de hoje, tendo a alteração do DL n.º 175/2006 transferido essa possibilidade para as CM. A argumentação empregue no preâmbulo de alteração à lei refere o facto de a maioria dos Municípios se encontrar dotado de PMOT e de lhes competir a salvaguarda de interesses, como a segurança e a fluidez rodoviárias, sendo que a segurança dos transeuntes decorre das regras estabelecidas quanto ao alinhamento das construções, aos limites de altura e da volumetria das edificações.

A redacção do DL n.º 13/71 transfere algumas competências para as CM, Entidades que, em caso de licenciamento e mediante parecer favorável por parte da EP, permitem assegurar e prever uma série de questões de índole técnica, entre as quais a inserção no espaço urbano, independentemente de continuarem as CM a dispor de competência na componente estética das edificações. Contudo, continuando a ocorrer pedidos de licenciamento de construções em localidades desenvolvidas junto de estradas, prevêem-se cedências para espaço público para assegurar a continuidade de uma estrutura pedonal ou eventuais necessidades de estacionamento. Porém, nem sempre se torna possível assegurar tais cedências (prevendo-se na lei a figura da compensação em género ou em espécie) para as questões a que a alteração ao DL n.º 13/71 faz referência, pois tal nem sempre é fisicamente exequível, não só pela escala da via urbana e pela edificações dispostas de modo aleatório, como também pela envolvente. Em alguns casos, principalmente aquando da existência de uma frente contínua, poderá até nem fazer sentido o recuo do alinhamento de uma construção em termos de enquadramento urbano, sob a argumentação de poder romper-se com o tecido urbano existente e cuja predefinição nem sempre é passível de ser comprometida. Aplicando as premissas anteriores, uma execução literal da lei

⁷ Regime jurídico da urbanização e da edificação, com as alterações conferidas pela Declaração n.º 5-B/2000, de 29 de Fevereiro, pelo DL n.º 177/2001, de 4 de Junho, pela Declaração n.º 13-T/2001, de 4 de Junho, pela Lei n.º 15/2002, de 22 de Outubro, pela Lei n.º 60/2007, de 4 de Setembro e pelo DL n.º 18/2008, de 29 de Janeiro.

⁸ Com a alteração conferida pelo DL n.º 175/2006, de 28 de Agosto.

acarretaria, forçosamente, algumas deficiências em termos de estrutura pedonal, pois se tal se verificasse, essa estrutura adquiriria provavelmente um carácter meramente pontual, em vez dos requisitos habituais do conforto, continuidade e visibilidade a que se encontra sujeita (Baptista e Vasconcelos, 2005; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005), à qual se farão considerações no capítulo quinto.

Presentemente, alguns PMOT prevêm e disciplinam as ocorrências anteriores, ainda que na geração anterior de planos não houvesse o cuidado de diferenciar o tipo de construção junto a um IC, ER, EN ou a uma EM. As alterações ao uso e ocupação do solo traduzem-se, ainda, na perda de operacionalidade, do nível de serviço e da segurança na estrada: destacam-se o número de cruzamentos e de acessos directos a propriedades, consequentes manobras de entrada e de saída da via, assim como problemas de atravessamento de peões.

Aquando da elaboração dos PMOT, um dos primeiros trabalhos a efectuar consiste no levantamento das situações existentes e na delimitação de aglomerados urbanos, pelo que não será de estranhar que, por motivos essencialmente de índole económica, ocorram algumas pressões para se verem aumentados os perímetros urbanos existentes, onde localidades situadas junto de estradas não constituem excepção.

Independentemente de o anteriormente referido ter sido também possibilitado pela ausência de instrumentos ou critérios de ordenamento do território, os espaços supra referidos primam, geralmente, pela falta de qualidade estética e funcional (Gambard *et al*, 1995). Segundo Gambard (*et al*, 1995) a entrada e o atravessamento de algumas localidades não sobressaem pela preeminência de qualidade visual, seja pela colocação de grandes painéis publicitários, estruturas edificatórias ou amovíveis, seja pela exposição de produtos para comercialização, situações que constituem, na prática, distrações para os condutores, tal como verificado em algumas figuras anteriores (7 e 10), originando a ocorrência de acidentes.

Em países como a Alemanha, Suíça e Holanda, as atitudes supra referidas não adquirem grande relevância pois aí verifica-se um rigoroso controlo por parte Administração, independentemente de as localidades serem urbanas ou rurais. Em contrapartida, em países como França, Espanha e Portugal, esse controlo não se torna tão eficaz e, como resultado, muitas das localidades tornam-se autênticos espaços comerciais, desprovidos de organização funcional e primando pela falta de qualidade estética (Cupolillo, 2006; Gambard *et al*, 1995).

Conclui-se, deste modo, que localidades atravessadas por estradas e às quais este trabalho se aplica, deverão merecer uma atenção especial por parte da Administração Central e também da Local, entre as quais as Entidades de tutela dos transportes. Nesse sentido, recorde-se Simard (2000) ao considerar que as estradas são, em primeiro lugar, um livro técnico, um objecto projectado para veículos em movimento e fruto da era da tecnologia e do motor: certamente, não foram concebidas para originar um aglomerado em seu redor.

2.3.3. Os conflitos mais relevantes

Quando atravessa uma área urbana, um trecho de estrada potencia um aumento da acessibilidade aos espaços marginais e, por sua vez, o desenvolvimento urbanístico e económico dos espaços adjacentes. As actividades estabelecidas nesses espaços originam interações e, conseqüentemente, propiciam atravessamentos e necessidades de estacionamento aleatórios. Muitas das vezes este tipo de vias constitui a rua principal do aglomerado (figuras 11, 12 e 14), onde se concentra a maioria do comércio, serviços e equipamentos.



Figura 11 – IC 3 como rua principal em Alfafar (Penela)



Figura 12 – EN 110 como rua principal em Torres do Mondego (Coimbra)



Figura 13 – Ausência de estrutura pedonal – EN 396



Figura 14 – Ausência de estrutura pedonal, Chamusca – EN 118

Segundo Bonanomi (1990), os trechos de atravessamento de localidades são geralmente ladeados por habitações e sujeitam-se a elevados níveis de procura automóvel, resultando em níveis elevados de emissões poluentes e ruído. Em Portugal e em zonas comerciais ou turísticas, torna-se comum assistir a estacionamentos de veículos em bermas, invadindo parte da via (situação frequente com transportes colectivos), para efeitos de largada de passageiros. Nesses casos, para prosseguir marcha, o condutor é, muitas vezes, forçado a desviar-se da via em que circula, invadindo a de sentido contrário, facto passível de originar colisões frontais com outros veículos e, desse modo, contribuir para o aumento dos níveis de conflito e de sinistralidade

rodoviária. Quando localizados na berma adjacente à via de circulação, esses estacionamentos poderão traduzir-se ainda numa concentração de peões em espaço não previsto para o efeito, podendo os peões daí adoptar diferentes trajectórias e atravessamentos.

Independentemente das consequências que acarretam para os condutores, as situações anteriores também se encontram na base de atravessamentos aleatórios e sem segurança por parte dos peões e dos utilizadores da via (aos quais se farão referências oportunamente) que, muitas das vezes, não dispõem de uma estrutura pedonal nem de passagens para peões que lhes permitam realizar os atravessamentos em segurança (figuras 11, 13 e 14). Os riscos desses atravessamentos são ainda agravados pelas altas velocidades praticadas pelos condutores, pela deficiência de visibilidade em certas zonas e pela ausência da sinalização (Bastos Silva *et al*, 2007; Hallmark *et al*, 2007; Cupolillo, 2006). A título de exemplo, registos de velocidade efectuados entre os quilómetros 137+300 e 141+300 do IC2 (Município de Pombal) apontam para a prática de velocidades máximas que chegam a atingir os 140 km/h (com percentil 85 das velocidades situados nos 75 km/h), valores muito acima dos 50 km/h legalmente admitidos para o local previstos no Código da Estrada⁹ (CE) (Bastos Silva *et al*, 2007).

Ainda que o recurso a este meio de transporte não se revista de grandes níveis de adesão em Portugal, também a presença de bicicletas, normalmente em regime de partilha da faixa de rodagem destinada aos veículos motorizados, encontra-se, por vezes, na base de algumas situações conflituosas (Bastos Silva e Silva, 2005). Nem sempre o eixo principal se torna no caminho mais curto para os ciclistas e peões mas o mais atractivo, pela vivência e dinamismo que proporciona. Também as paragens de transportes colectivos nem sempre se situam nos locais mais apropriados, seja em termos rodoviários, seja em relação à sua interligação com os restantes modos de transporte.

Todas estas situações são características da maioria dos trechos de atravessamento de localidades em Portugal, sendo o nível de conflituosidade e de gravidade dependentes da intensidade do tráfego envolvido, da densidade habitacional e da existência (ou não) de medidas de apoio ao peão e às actividades locais. Os trechos associados a espaços canais mais condicionados afiguram-se, em termos territoriais, como os mais exigentes e conflituosos. Na realidade, é neste tipo de situações em que ocorrem os maiores conflitos, devido à grande aproximação entre os espaços adjacentes (designadamente das soleiras das portas) e a faixa de rodagem, sendo ainda impossível dispor de espaço para acomodar de forma segregada as diferentes funções.

Finalmente, é de realçar a frequente desadequação dos traçados rodoviários às exigências e actividades locais. A concepção da estrada, numa época em que a ocupação marginal era pouco significativa ou mesmo inexistente, justificou a opção por soluções de traçado baseadas em velocidades de projecto elevadas e, portanto, desajustadas às exigências actuais. Essas soluções caracterizam-se por traçados maioritariamente rectilíneos e pela adopção de

⁹ Publicado pelo DL n.º 114/94, de 3 de Maio, pelos DL n.º 2/98, de 3 de Janeiro, e n.º 265-A/2001, de 28 de Setembro, Lei n.º 20/2002, de 21 de Agosto, e DL n.º 113/2008, de 1 de Julho.

perfis transversais extremamente alargados, caracterizados pela disponibilização de bermas pavimentadas de grande dimensão (figura 10) ou pelo contrário, pela ausência de espaço, retirando espaço outrora afecto a outros fins para a execução dessa infra-estrutura (figura 14).

Consequentemente, são impostas perturbações acentuadas ao normal funcionamento da via e, desse modo, estes trechos propiciam a prática de velocidades elevadas e comportamentos incompatíveis com as actividades que aí se desenvolvem, resultando frequentemente em conflitos e acidentes.

2.3.4. Sinistralidade rodoviária

Independentemente de esforços desenvolvidos para atingir uma redução cada vez mais significativa dos valores de sinistralidade rodoviária, continuam a justificar-se novos desenvolvimentos nesta matéria. Tendo por base os dados oficiais referentes ao ano de 2008 da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), as figuras 15 e 16 apresentam uma perspectiva genérica do panorama da sinistralidade rodoviária em Portugal ao longo dos últimos 10 anos.

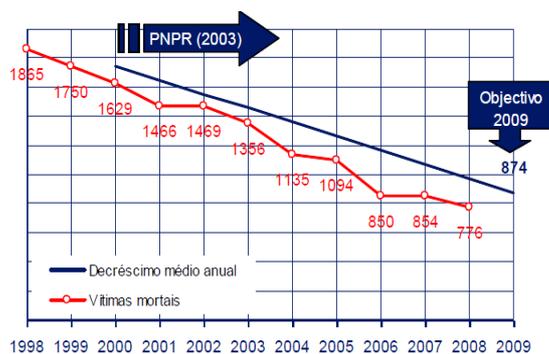


Figura 15 – Evolução das vítimas mortais (ANSR, 2008)

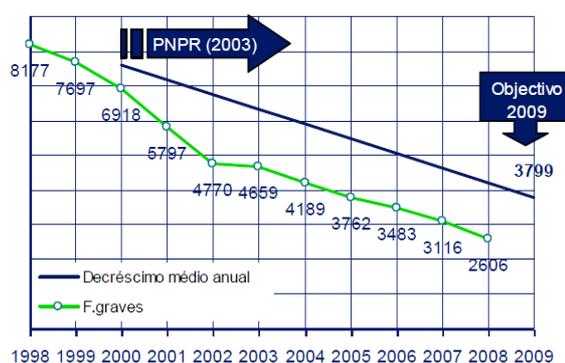


Figura 16 – Evolução dos feridos graves (ANSR, 2008)

Da análise das figuras anteriores conclui-se que em Portugal, e desde 1998, assiste-se a um decréscimo significativo em relação aos valores do número de mortos e do de feridos.

Para facilitar a análise dos dados apresentados, referem-se de seguida alguns conceitos para uma melhor interpretação dos quadros a apresentar. Segundo a ANSR (2008; 2007), entende-se por “acidente” uma ocorrência na via pública, ou que nela tenha origem, envolvendo pelo menos um veículo em movimento, do conhecimento das entidades fiscalizadoras, como a Guarda Nacional Republicana (GNR), GNR/Brigada de Trânsito e Polícia de Segurança Pública (PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais.¹⁰

¹⁰ Esta categoria pode dividir-se em quatro: “acidente com vítima”, do qual resulte pelo menos uma vítima; “acidente mortal”, do qual resulte pelo menos um morto; “acidente com feridos graves”, do qual resulte pelo menos um ferido grave e não tendo ocorrido qualquer morte; e “acidente com feridos leves”, do qual resulte

O conceito de “vítima” corresponde ao ser humano que, em consequência de acidente, sofre danos corporais. Este conceito pode ser dividido em três: “morto” ou “vítima mortal”, a vítima de acidente cujo óbito ocorra no local do evento ou no seu percurso até à unidade de saúde; “ferido grave”, a vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas, e “ferido leve”, a vítima de acidente que não seja considerada como ferido grave. Por “índice de gravidade” entende-se o número de mortos por 100 acidentes com vítimas (ANSR, 2008; ANSR, 2007).

No quadro 1 apresentam-se os valores dos acidentes e vítimas em Portugal em 2008, optando-se por inserir aqui os valores desde o ano 2000, visando uma melhor contextualização dos mesmos.

Quadro 1 – Acidentes e vítimas de 2000 a 2008
(adaptado de ANSR, 2008 e 2007;
MAI, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001 e 2000)

Ano	ACV	M	FG	FL	Total de vítimas	IG
2000	44159	1629	6918	53006	61553	3,7
2001	42521	1466	5797	51247	58510	3,4
2002	42219	1469	4770	51815	58054	3,5
2003	41495	1356	4659	50599	56614	3,3
2004	38930	1135	4190	47819	53144	2,9
2005	37066	1094	3762	45487	50343	3,0
2006	35680	850	3483	43654	47987	2,4
2007	35311	854	3116	43202	47172	2,4
2008	33613	776	2606	41327	44709	2,3

ACV – acidentes com vítimas; M – mortos; FG – feridos graves;
FL – feridos leves; IG – índice de gravidade

Perante o quadro anterior, verifica-se que todos os valores de 2008 são significativamente inferiores aos de 2000. Em Portugal, o número de acidentes com vítimas tem vindo a reduzir, o mesmo se aplicando aos valores do número de mortos, de feridos graves e de feridos leves. Também o número total de vítimas tem vindo a decrescer ano após ano, se bem que se destaque uma ligeira estagnação nos anos de 2001 e 2002, valores que contrastam com as descidas supervenientes.

O excesso de velocidade praticada, a intensidade de tráfego, as condições de visibilidade da via e as condições de entrada das localidades, constituem alguns dos principais problemas que justificam os valores da sinistralidade rodoviária (Simard, 2000). Também os peões e os ciclistas assumem um papel fundamental nesta matéria, por constituírem os utilizadores mais vulneráveis do sistema de transportes.

No quadro 2 apresenta-se uma síntese da ocorrência de acidentes, dentro e fora de localidades, com a relação de acidentes e vítimas segundo o tipo de via e a sua localização.

pelo menos um ferido leve e em que não se tenham registado mortos nem feridos graves (ANSR, 2008; ANSR 2007).

Considera-se preocupante verificar que, em 2008, cerca de 45% dos acidentes rodoviários com vítimas ocorreram dentro de localidades. Para o efeito, importa clarificar que, nos termos do Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro, que institui o Regulamento de Sinalização do Tráfego (RST), o conceito “dentro de localidade” se refere ao espaço compreendido entre os sinais de identificação de localidade, sinais N1 e N2 do RST, apresentados nas figuras 17 e 18.



Figura 17 – Sinal N1b – Início de localidade
(DR n.º 22-A/98, de 1 de Outubro)



Figura 18 – Sinal N2b – Fim de localidade
(DR n.º 22-A/98, de 1 de Outubro)

Quadro 2 – Acidentes e vítimas segundo o tipo de via e localização
(adaptado de ANSR, 2008)

Tipo de via	ACV	%	M	%	FG	%	FL	%	TOTAL DE VÍTIMAS	%	IG
Auto-Estrada	2501	7,5	84	10,8	197	7,6	3468	8,4	3749	8,4	3,4
Arruamentos	17792	52,9	181	23,3	1105	42,4	20701	50,0	21987	49,2	1,0
EN	8315	24,7	326	42,0	850	32,6	10810	26,2	11986	26,8	3,9
DL	4181	50,3	129	39,6	358	42,1	5406	50,0	5893	49,2	3,1
FLoc	4134	49,7	197	60,4	492	57,9	5404	50,0	6093	50,8	4,8
IP/IC	1063	3,2	46	5,9	89	3,4	1473	3,6	1608	3,6	4,3
DL	192	18,1	4	8,7	14	15,7	263	17,9	281	17,5	2,1
Floc	871	81,9	42	91,3	75	84,3	1210	82,1	1327	82,5	4,8
EM	2862	8,5	92	11,9	266	10,2	3559	8,6	3917	8,7	3,2
DL	1121	39,2	35	38,0	101	48,0	1381	38,8	1517	38,7	3,1
FLoc	1741	60,8	57	62,0	165	62,0	2178	61,3	2400	61,3	3,3
Outras⁽¹⁾	1080	3,2	47	6,1	99	3,8	1316	3,2	1462	3,3	4,4
DL	470	43,5	17	36,2	41	41,4	561	42,6	619	42,3	3,6
FLoc	610	56,5	30	63,8	58	58,6	755	57,4	843	57,7	4,9
TOTAL	33613		776		2606		41327		44709		2,3
DL	23756	70,7	366	47,2	1619	62,1	28312	68,5	30297	67,8	3,3
FLoc	9857	29,3	410	52,8	987	37,9	13015	31,5	14412	32,2	4,3

ACV – acidentes com vítimas; M – mortos; FG – feridos graves; FL – feridos leves;
IG – índice de gravidade; DL – dentro de localidades; FLoc – fora de localidades

⁽¹⁾ Inclui ER, estradas florestais, pontes e restantes vias

Perante o quadro anterior, destaca-se que dos 33613 acidentes com vítimas ocorridos no ano de 2008, 29,3% ocorreu fora das localidades, contra 70,7% dentro das mesmas.

Interessando para o presente trabalho o atravessamento de localidades (e fora os arruamentos, com 52,9%) e em relação ao número de acidentes com vítimas, é nas EN que se verifica o maior número, 24,7%, seguido das EM, com 8,5%, das outras estradas, com 3,2 %, e dos IP/IC, estes correspondendo a 3,2%. As EN poderão ser consideradas as de maior perigo, pois dentro dos acidentes aí ocorridos, igualmente elevadas são as percentagens do número de mortos, de feridos graves e de feridos leves com 42,0%, 32,6% e 26,2%, respectivamente. Somente nestas estradas e em relação ao número de acidentes com vítimas e ao número de

feridos leves, respectivamente 50,3% e 5.406, os valores de sinistralidade de dentro das localidades são superiores aos de fora das mesmas.

Os IP/IC são, igualmente, vias problemáticas. Ainda que aí ocorram 3,2% do total do número de acidentes com vítimas (o valor mais baixo do referido quadro), 81,9% desses acidentes ocorrem fora das localidades. De igual modo, é também fora das localidades que se verificam elevadas percentagens em relação ao número de mortos, de feridos graves e de feridos ligeiros, respectivamente, 91,3%, 84,3% e 82,1%. Entende-se, ainda, ser de realçar o índice de gravidade dos acidentes ocorridos fora das localidades, de 4,8, para os 2,1 ocorridos dentro das localidades atravessadas por IP/IC.

Correspondendo a 8,5% dos acidentes com vítimas e um pouco à semelhança do sucedido nas EN, 60,8% dos acidentes nas EM ocorre fora das localidades, ainda que com menores números de vítimas que nas EN. Em relação às outras estradas, com 3,2% de acidentes com vítimas, destaca-se o mais elevado valor do índice de gravidade, de 4,9, ocorrido também fora das localidades. Elevados são também os índices de gravidade nas restantes estradas, cujos níveis mais elevados ocorrem fora das localidades.

Verifica-se, então, que em 2008 foi dentro das localidades que ocorreu uma maior percentagem de acidentes com vítimas, cerca de 71%, bem como a maior percentagem do número de feridos graves e de feridos leves, respectivamente de 62,1% e 68,5%. Fora das localidades, a percentagem de mortos foi maior, com 52,8%. No geral, do total de número de vítimas, 67,8% ocorre dentro das localidades.

Não obstante a existência de outros factores¹¹, a velocidade afirma-se como uma das principais causas dos acidentes em Portugal e a maior responsável pelo número de mortos na estrada (ANSR, 2008). Para efeitos do presente trabalho, a velocidade é encarada como um factor inerente a qualquer deslocação, sem que aqui se compreenda a adopção de valores excessivos. Independentemente dos valores do quadro anterior, especificamente em relação ao número de vítimas, considera-se ser de agrupar as vítimas em dois grupos: os condutores e os restantes utilizadores, estes considerados vulneráveis, sobre os quais serão feitas referências de seguida.

¹¹ Em relação à ocorrência de acidentes, 70% ocorre no período diurno, 27% no nocturno e 3% na aurora ou crepúsculo. O número de mortos no período diurno é maior que no período nocturno, porém, dos acidentes ocorridos nesse último período, resulta um considerável número de mortos e de menores feridos graves e leves. O índice de gravidade dos acidentes no período diurno duplica para o nocturno e, em relação à aurora e ao crepúsculo, esse parâmetro desce ligeiramente. Quanto aos acidentes e vítimas, segundo factores atmosféricos, ainda que com bom tempo haja maiores condições de visibilidade e aderência na estrada, cerca de 80% dos acidentes com vítimas ocorre nesse período, valor cerca de quatro vezes maior que os 19% ocorridos com chuva e com outras condições climatéricas, estes correspondendo a 1%. O número de mortos e de feridos graves ou leves em períodos de bom tempo é superior aos ocorridos em períodos de chuva ou com outras condições climatéricas. A relação do índice de gravidade com bom tempo e chuva é menor que em relação aos parâmetros anteriores. Porém, o índice de gravidade aumenta substancialmente com a ocorrência de granizo, neve, nevoeiro, nuvem de fumo e vento forte (ANSR, 2008).

2.3.4.1. Por tipo de utilizadores

Enquanto que o conceito de utilizadores se torna genérico e compreende todos os que utilizam a via, para efeitos do presente trabalho englobam-se aqui os “utilizadores da via”, seja na qualidade de peão ou passageiro, exceptuando os condutores de veículos de duas rodas. Em relação aos peões, há a considerar a criança, o idoso e o cidadão de mobilidade condicionada, contudo, independentemente do modo como estes utilizam a via e a sua envolvente, todos os utilizadores se potenciam como vítimas de sinistralidade rodoviária.

O quadro 3, que seguidamente se apresenta, refere-se ao número de vítimas segundo a categoria de utilizadores no ano de 2008.

Quadro 3 – Vítimas segundo a categoria de utilizadores
(adaptado de ANSR, 2008)

Categoria de utilizadores	M	%	FG	%	FL	%	TOTAL	%	M e FG por 100 vítimas	
Condutores	492	63,4	1490	57,2	24155	58,4	26137	58,5	2	6
Passageiros	148	19,1	587	22,5	12025	29,1	12760	28,5	1	5
Peões	136	17,5	529	20,3	5147	12,5	5812	13,0	2	9
TOTAL	776		2606		41327		44709		2	6

M – mortos; FG – feridos graves; FL – feridos leves

Da análise do quadro anterior verifica-se que no ano de 2008 o maior número de vítimas, 58,5%, pertence à classe dos condutores, seguido dos passageiros, com 28,5%, e dos peões, correspondendo estes a 13% das vítimas. Em relação ao número de mortos, os condutores são as principais vítimas, com 63,4%, seguidos dos passageiros, com 19,1%, e dos peões, com 17,5%. No que concerne aos feridos graves, os condutores correspondem a 57,2%, os passageiros a 22,5% e os peões a 20,3%. Por sua vez, em termos de feridos leves, os condutores continuam a liderar a tabela, com 58,4%, seguido dos feridos graves, com 29,1% e dos peões, estes com 12,5%. Apesar da maioria das vítimas dos acidentes serem os condutores, é preocupante verificar que os peões representam 13% desse universo e mais de 17% das vítimas mortais.

Do quadro 4 consta a relação das vítimas com a categoria de veículos. Atendendo às considerações anteriores, optou-se por manter a classe dos peões, dado os condutores e passageiros aqui se associarem.

Com base nesse quadro, verifica-se que os condutores correspondem ao maior número de vítimas, com cerca de 87%, e os peões, com 13%. Os condutores de veículos ligeiros, correspondendo a 64,1% das vítimas, ocupam também as maiores percentagens de mortos, feridos graves e feridos leves, respectivamente com 50,7%, 48,5% e 65,3%. Por sua vez, os peões ocupam o segundo lugar em números de mortos, feridos graves e feridos leves, respectivamente com 17,5%, 20,3% e 12,5%.

Quadro 4 – Vítimas segundo a categoria de veículos
 (adaptado de ANSR, 2008)

Vítimas	M	%	FG	%	FL	%	TOTAL	%	M e FG por 100 vítimas
Peões	136	17,5	529	20,3	5147	12,5	5812	13,0	2 9
Veículos ligeiros ⁽¹⁾	393	50,7	1264	48,5	27000	65,3	28657	64,1	1 4
Veículos pesados ⁽¹⁾	17	2,2	41	1,6	802	1,9	860	1,9	2 5
Velocípedes ⁽¹⁾	37	4,8	105	4,0	1233	3,0	1375	3,1	3 8
Ciclomotores ⁽¹⁾	62	8,0	263	10,1	3581	8,7	3906	8,7	2 7
Motociclos ⁽¹⁾	102	13,1	371	14,2	3325	8,0	3798	8,5	3 10
Outros ⁽¹⁾	29	3,7	33	1,3	239	0,6	301	0,7	10 11
TOTAL	776		2606		41327		44709		2 6

M – mortos; FG – feridos graves; FL – feridos leves

⁽¹⁾ Condutores e passageiros

Atendendo ao conceito de utilizadores vulneráveis e perante os valores dos quadros anteriores, considera-se de seguidamente fazer referência aos ciclistas e aos peões, optando-se por agrupar os últimos em crianças, idosos e cidadãos com mobilidade condicionada.

A mobilidade pedonal e a ciclista não têm sido devidamente asseguradas nos espaços urbanos, tanto que o automóvel continua a ser a modalidade de transporte preferencial e que mais atrai os utilizadores da via (Bastos Silva e Silva, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005; Ewing, 1999; Gambard *et al*, 1995). Estudos americanos demonstram que os ciclistas aceitam percorrer até 15 km de extensão e que, em espaços urbanos, percorrem distâncias inferiores a 8 km, seja em deslocações pendulares (casa/trabalho), seja para transporte dos filhos para a escola ou para fazer compras (Bastos Silva e Silva, 2005; Ewing, 1999). Independentemente dos benefícios para a saúde, através do uso da bicicleta, e por ser um meio de transporte económico e não poluente, os autores supra mencionados (2005) referem que os ciclistas sentem alguma insegurança em termos de circulação, não só pela ausência de uma estrutura própria para o efeito (ver figura 19), como pela falta de aplicação de medidas de acalmia de tráfego que conciliem os diferentes utilizadores da via.



Figura 19 – Atravessamento de Comporta (Grândola) por ciclistas – ER 253 – 1



Figura 20 – Atravessamento de Meirinhas (Pombal) por pessoa idosa – EN 1 (Bastos Silva *et al*, 2007)

Quanto aos peões e associadas à sua pequena estatura em relação aos veículos e ao próprio mobiliário urbano, as crianças apresentam dificuldades em matéria de localização, de proveniência do som e também ao nível da visão periférica (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005). Tranter (1994) sugere que um sistema de transporte que contemple as crianças deva, entre outros, permitir novos espaços de recreio, prevendo as inerentes deslocações e estados de espírito, bem como tornar as vias mais seguras, possibilitando a ocorrência de actividades, tal como sucede nas *woonerf*.¹² Recomenda, também, a redução do volume de tráfego em zonas com fins residenciais, acompanhadas de medidas de sensibilização ambiental, alertando para um menor uso do automóvel.

Os idosos também constituem um segmento da população que deve merecer uma preocupação especial. Este grupo caracteriza-se por um rápido e acentuado declínio da visão e das capacidades cognitivas, com consequências ao nível da rapidez da percepção/reacção, e por uma crescente dificuldade de locomoção e aumento de alguns receios (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005; Stahl, 1992; Applied RTD Consultants, 1990).

A insegurança sentida pelos idosos deve-se à vivência de experiências físicas, como acidentes, quedas e esquecimentos que, conseqüentemente, afectam a segurança induzida nas pessoas relativamente aos percursos que têm de utilizar (Applied RTD Consultants, 1990). A figura 20, ainda que aplicável a todos os utilizadores e independentemente de serem vulneráveis ou não, é passível de duas leituras: a primeira reside no facto de se comprovar a inexistência de uma estrutura pedonal formal quer em termos de passeios quer de passagens de peões; a segunda prende-se com o facto de os idosos constituírem um grupo de risco especialmente vulnerável aos veículos motorizados, demonstrando a realidade a que se assiste em Portugal.

A gravidade das lesões de pessoas idosas decorrentes de acidentes torna-lhes as deslocações a pé penosas e receosas por eventuais quedas (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005), quedas essas provocadas também pela fraca manutenção da pavimentação da via (Pereira e Miranda, 1999; Stahl, 1992). Stahl (1992) refere que, na Suécia, um terço dos idosos encontra dificuldades de circulação, tanto na qualidade de peões como na de utentes de transportes colectivos. Face a problemas auditivos, comuns a este grupo, poderão também ocorrer confrontos com os ciclistas.

Merecendo também especial atenção, os cidadãos de mobilidade condicionada incluem os portadores de deficiência. Para efeitos do presente trabalho, não se considerou ser de especificar a temporalidade dessa situação, até porque toda a população é potencialmente deficiente, mesmo que esta se revista de carácter temporário. Este grupo apresenta características idênticas à da população idosa, contudo, necessita de deslocar-se com maior frequência (Applied RTD Consultants, 1990), encontrando também outro tipo de obstáculos, nomeadamente os constantes

¹² Ainda que abordadas no capítulo terceiro, com o aparecimento destas zonas surgiu um conceito importante relacionado com a acalmia de tráfego: o da partilha de uma zona por modos de transporte motorizados e não motorizados, com atribuição de prioridade legal de circulação aos últimos (Seco *et al*, 2008).

no preâmbulo do DL n.º 163/2006, de 8 de Agosto.¹³ Estudos promovidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) demonstram que pouco se sabe sobre este grupo, porém, adianta-se que os problemas habituais são os decorrentes das questões visuais, auditivas e mentais. A OCDE defende, ainda, que estes problemas são comuns a portadores de malas, a grávidas, a condutores de carrinhos de bebés e a pessoas com diversas patologias (Applied RTD Consultants, 1990).

Assim, tanto os idosos como outros cidadãos de mobilidade condicionada são susceptíveis de adoptar uma índole nervosa aquando do confronto com o tráfego automóvel (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005), sendo que se procurou que esta premissa, a par de preocupações com os restantes utilizadores, fosse assegurada nos perfis apresentados no capítulo quinto.

Entre os objectivos a abordar no capítulo seguinte, a adopção de medidas de acalmia de tráfego procura proteger todos os utilizadores da via, particularmente os utilizadores vulneráveis. A esses utilizadores, Taylor e Damen (2001) defendem, também, a inclusão dos motociclistas. Certo é que todos são vítimas de sinistralidade rodoviária. Por isso, visando eliminar o mais possível os elevados valores nessa matéria, apresentam-se, de seguida, alguns exemplos de campanhas de sensibilização, nacionais e estrangeiras, procurando sensibilizar a sociedade para esse problema, como se poderá verificar através dos exemplos das figuras 21 a 25.

2.4. Considerações finais

O crescimento das localidades associa-se às inerentes mutações da sociedade, entre as quais a revolução do automóvel, que adquiriu especial destaque. Procurando adaptar os aglomerados urbanos a essa invenção humana, ocorreram perdas de espaços outrora públicos para dar lugar ao automóvel e à construção de novas vias de circulação, atendendo à crescente expansão do sector automóvel e decorrente aumento dos níveis de tráfego.

Independentemente da existência de vantagens e inúmeros benefícios na sua utilização, o automóvel origina a ocorrência de acidentes e existência de vítimas, resultando em mortos, feridos graves e feridos leves e, à semelhança de outros países, Portugal não foge à regra nesta matéria. No nosso país foram planeados vários quilómetros de estradas ligando vários pontos sob a forma de IP, IC, ER, EN e EM. Concretamente nos IP e IC, definiu-se a necessidade de interdição a propriedades, bem como a peões, velocípedes e veículos de tracção animal (ainda que os valores constantes do quadro 2 demonstrem a existência de acidentes e vítimas nos IP e IC); contudo, e no que respeita a ER, EN e EM, vias que se pretendem fluidas, verificam-se acessos a propriedades, apropriações de espaço e estacionamento, apesar de serem também admissíveis todos os utilizadores, seja sob a forma de condutores, ciclistas ou de peões e mesmo todo o tipo

¹³ Diploma que aprova o regime da acessibilidade aos edifícios e estabelecimentos que recebem público, à via pública e aos edifícios habitacionais.

de veículos. Nessa medida e tal como consta do quadro 2, os valores de sinistralidade rodoviária são particularmente mais gravosos neste tipo de estradas, onde se integram diferentes tipos de utilizadores, por vezes com características e exigências incompatíveis.



Figura 21 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária em Portugal (www.ansr.pt)



Figura 22 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária em Portugal (www.gov-civil.coimbra.pt)

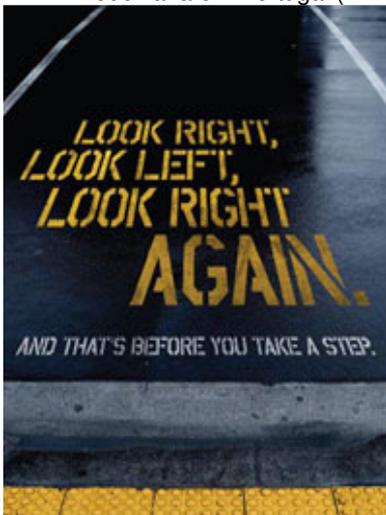


Figura 23 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária na Grã-Bretanha (www.gos.gov.uk)



Figura 24 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária nos Estados Unidos da América (www.iomtt.com)



Figura 25 – Cartaz de campanha de sinistralidade rodoviária na Nova Zelândia (www.aucklandcity.govt.nz)

Genericamente, o atravessamento de localidades ocorre em função das intervenções realizadas na estrada, do volume de tráfego, da consolidação do edificado urbano e envolvente, bem como dos conflitos existentes, aos quais anteriormente se fez referência (Djurhuus *et al*, 1991). Consequentemente, em vias distribuidoras principais, planeadas para prestação de níveis de fluidez e de circulação, ocorrem manobras, estacionamento, bem como travessias de peões, características associadas a vias de acesso local. Tais modificações originam, naturalmente, a perda das condições de fluidez e eficácia da estrada.

Embora registando uma melhoria significativa na última década e meia, os dados de sinistralidade rodoviária em Portugal permanecem elevados e ligeiramente superiores em relação à média europeia. Os dados apresentados permitem reconhecer que a maioria dos acidentes com vítimas ocorre dentro das localidades, cerca de 71%, o que deve ser encarado como fonte de preocupação face à limitada extensão que estes trechos representam relativamente a rede

nacional de estradas. Também os peões e os veículos de duas rodas representam um grupo muito fustigado merecendo, por isso, uma preocupação especial por parte das entidades responsáveis (ENSR, 2009).

Bastará consultar algumas publicações da ANSR (ANSR, 2008; ANSR, 2007) para se verificar que, apesar de o número de vítimas tender a diminuir, o combate aos valores de sinistralidade rodoviária é ainda uma matéria pela qual há muito a fazer, não obstante todo o trabalho já concretizado, incluindo as campanhas e acções de sensibilização ocorridas. Procurando combater elevados valores de sinistralidade, contemplando dez objectivos estratégicos para o período de 2008 a 2015, e 28 objectivos operacionais, a Estratégia Nacional para a Segurança Rodoviária (ENSR) (ENSR, 2009), publicada com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2009, de 26 de Junho, refere que Portugal tem vindo a diminuir a sinistralidade rodoviária e que se encontra sensivelmente ao nível da média europeia, registando a melhor evolução da União Europeia, de 54,5% para 23,8%.

A ENSR destaca, entre outros, a necessidade de envolvimento político ao nível de factores considerados prioritários, sendo que a aplicação de conceitos de acalmia de tráfego se afigura como uma frente promissora no controlo do comportamento dos condutores (ENSR, 2009). Por aí definir-se que a acalmia de tráfego visa o controlo da velocidade, permite corroborar a ideia que tem vindo a ser apresentada em relação ao longo caminho que ainda há a percorrer em Portugal, reforçado pelo facto de na ENSR assumir-se a existência de países cujos padrões de evolução e envolvente cultural se afastam dos padrões portugueses.

3. MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO A ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES

O presente capítulo centra-se na apresentação de medidas de acalmia de tráfego, que se destacam em duas grandes tipologias de controlo: as de volume de tráfego e as de velocidade. Mediante as considerações apresentadas no capítulo anterior, entende-se ser de realçar as medidas de controlo da velocidade, apresentadas de modo mais pormenorizado, enquanto que as medidas de controlo de volume serão abordadas de uma forma mais sucinta.

3.1. Definições de acalmia de tráfego

O conceito de acalmia de tráfego surgiu na Holanda, nos anos 60, país onde se desenvolveram aplicações práticas consideradas pioneiras nesta matéria. O objectivo destas medidas era a redução da velocidade dos veículos e do volume do tráfego de atravessamento em zonas residenciais.¹⁴ Na bibliografia da especialidade, torna-se possível encontrar inúmeros trabalhos científicos sobre esta temática pelo que, ainda que com um fio condutor, surgem diferentes definições sobre o conceito (Seco *et al*, 2008; Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993; Kjemtrup, e Herrstedt, 1992).

O tema confronta frequentemente com outras matérias, como a gestão de tráfego, a segurança rodoviária e os planos de circulação, entendendo-se ser de distingui-lo do da gestão de tráfego. Enquanto que na gestão de tráfego se assume como objectivo principal a gestão de forma eficaz do trânsito urbano e numa perspectiva ideológica de segregação modal, o objectivo da acalmia de tráfego difere do anterior, na medida em que aposta maioritariamente na compatibilização das condições de circulação dos diferentes modos de transporte, conciliando-os com outras actividades a desenvolver nos espaços adjacentes às vias, como as residenciais, as comerciais e as de lazer (Almeida, 2004; Ribeiro, 1996).

Desde a década de 70 que entre a comunidade técnico-científica têm surgido diferentes conceitos de acalmia de tráfego. A acalmia de tráfego não incorpora acções restritas relacionadas com alterações do sentido de circulação nem com a colocação de simples elementos de sinalização, pese embora este tipo de acções poder integrar uma intervenção global de acalmia de tráfego. Sublinha-se o facto de a acalmia de tráfego não depender de imposições legais, apesar de estarem subjacentes, mas da adopção de medidas físicas nas vias, que visam a redução dos efeitos nefastos dos veículos motorizados, a alteração do comportamento dos condutores e

¹⁴ Insatisfeitos com o comportamento dos condutores que atravessavam a população a grandes velocidades durante o período nocturno, os residentes foram para a via e criaram uma rota em serpentina com grandes pedras, verificando-se que os condutores circulavam a velocidades significativamente mais baixas (Almeida, 2004).

beneficiam os demais utilizadores da via (Ewing, 1999, citado por Hallmark *et al*, 2007). Também se procuram reduções ao nível da velocidade e da transformação do ambiente rodoviário e, quer por impossibilidade física quer por coação psicológica, essas medidas actuam sobre o condutor, induzindo-o a alterar o seu comportamento de forma natural (Seco *et al*, 2008; Ewing, 1999).

Segundo Ribeiro (1996), a acalmia de tráfego é encarada como um meio de reduzir a velocidade dos veículos para valores compatíveis com as funções que a via desempenha e também com a natureza das actividades que se realizam em seu redor. Importa destacar que a velocidade de circulação assume efeitos negativos a diferentes níveis: ao nível da segurança rodoviária, em particular dos utilizadores vulneráveis, e ao nível da degradação da qualidade ambiental, como o aumento do nível do ruído, da poluição atmosférica e sonora (Bastos Silva e Seco, 2008-a; Seco *et al*, 2008; Elvik e Vaa, 2004; Herrstedt *et al*, 1993).

Segundo o *Institute of Transportation Engineers*, a acalmia de tráfego envolve alterações aos alinhamentos dos arruamentos, como a instalação de barreiras e outras medidas físicas, com o intuito de reduzir a velocidade dos veículos e o volume de tráfego de atravessamento, por forma a aumentar a segurança dos diferentes utilizadores envolvidos (Trafficcalming@2008,). Por sua vez, *The Institution of Highways & Transportation* define a acalmia de tráfego como um conjunto de estratégias utilizadas pelos engenheiros de tráfego, urbanistas e especialistas da segurança rodoviária, com o objectivo de reduzir a velocidade e de cuidar da segurança dos peões e ciclistas, através de medidas físicas que influenciem a circulação do tráfego e o comportamento dos condutores nos arruamentos locais e nos bairros residenciais (IHT@2008).

Na perspectiva do novo urbanismo¹⁵, a adopção de medidas de acalmia de tráfego torna-se uma ferramenta importante para a alteração de hábitos e condutas que potenciem dotar os bairros, vilas e cidades, de condições de habitabilidade, hoje claramente reivindicados nas sociedades mais modernas, cientes dos seus valores e objectivos (Figueira, 1994). A acalmia de tráfego pode também ser entendida como uma estratégia e medida de planeamento usada pelas autoridades locais, em parceria com iniciativas de incentivo ao uso dos sistemas de transportes, à fiscalização e restrição ao estacionamento, à gestão da mobilidade e ordenamento do território, melhorando a segurança, o ambiente, a atracção e vivência nos centros da cidade e em áreas residenciais (Almeida, 2004).

Uma outra definição consiste na combinação de medidas físicas que reduzam os efeitos negativos do uso dos veículos automóveis, alterando o comportamento do condutor e melhorando os espaços desprovidos de veículos motorizados para os cidadãos (Ewing, 1999). Segundo Ewing

¹⁵ Movimento localizado nos Estados Unidos da América que se centra basicamente na problemática da cidade norte-americana nos fins do séc. XX. Essa cidade difere da europeia, porém, ambas apresentam graves problemas urbanos e encontram-se num momento conjuntural onde se devem fazer mudanças importantes e fixar estratégias de desenvolvimento diferentes que lhes possibilitem uma entrada saudável e vital no terceiro milénio (Figueira, 1994).

(1999), este tema deve ter origem na política dos três “EE”: *education* (educação), *enforcement* (cumprimento) e *engineering* (engenharia).¹⁶

Apesar de algumas diferenças nas definições supra referidas, todas se baseiam no princípio fundamental da procura de compatibilização da presença do tráfego automóvel com os restantes utilizadores locais, de uma maneira aceitável para o meio ambiente, e de modo a proporcionar as melhores condições de segurança e vivência para todos os utilizadores.

No entanto, o recurso a medidas de acalmia de tráfego nem sempre é bem aceite. Ao nível visual e ao do ruído, algumas medidas são passíveis de gerar impactes negativos sobre as localidades. Se estas forem atravessadas com velocidades excessivas, poderão surgir problemas de ruído e de vibração nas habitações, traduzindo-se em efeitos negativos para os residentes (Almeida, 2004; Kennedy, 2001; Ewing, 1999). Segundo Kennedy (2001), essas medidas são também susceptíveis de provocar desconforto na condução e frustração nos condutores, não só por estes verem aumentados os seus tempos de viagens, como por essas medidas surtirem, com o tempo, o desgaste e danos nos veículos. A sua implementação requer espaço que, na maior parte dos casos, pode provocar a perda de lugares de estacionamento. Tais medidas, essencialmente as de controlo de velocidade, são também susceptíveis de redireccionar o tráfego automóvel para outras vias que poderão não estar preparadas para receber um acréscimo de volume de tráfego. São, ainda, passíveis de criar problemas aos ciclistas, dificultar o sistema de drenagem de águas, impor demoras aos circuitos dos veículos de emergência e aos de veículos pesados (Almeida, 2004; Kennedy, 2001; Ewing, 1999).

Independentemente de a acalmia de tráfego ter sido inicialmente materializada em aplicações urbanas, a sua aplicação em trechos de atravessamentos de localidades tornou-se uma realidade em países como a Dinamarca. De facto, e desde o início dos anos 90, aí surgiram as *environmentally adapted through roads* (ver subponto 3.2.2), que levaram ao alargamento do campo de aplicação dessas medidas a vias que assegurassem funções de distribuidoras principais em localidades onde não existissem variantes (Rebelo, 2007; Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ribeiro e Seco, 1999; Bonanomi, 1990).

¹⁶ Através da educação, pretende-se sensibilizar não só os condutores mas os próprios moradores para a noção da velocidade a adoptar, e atender à hierarquização viária. Inserem-se aqui as campanhas de sensibilização para a sinistralidade rodoviária, seja através dos meios de comunicação social, seja pela divulgação em painéis publicitários e em transportes colectivos. Tal como decorre do nome, o cumprimento visa a verificação da execução dos limites legais de velocidade por parte das autoridades (em Portugal ao cuidado da GNR e da PSP, Entidades sob a tutela do Ministério da Administração Interna). Apesar de alguma sensibilização para a segurança, a fiscalização por parte das autoridades não é, de todo, de aceitação pacífica, não só pelo montante das coimas, como pelas consequências administrativas que estas acarretam para os condutores. Por último, a engenharia é encarada como meio permanente de investigação e execução de medidas de acalmia de tráfego (Ewing, 1999).

3.2. Desenvolvimento do conceito numa perspectiva internacional

São aqui tecidas considerações genéricas sobre a forma como foram introduzidos os conceitos de acalmia de tráfego em alguns países estrangeiros, considerados referência nesta matéria, designadamente a Holanda, Dinamarca, Reino Unido, Austrália e Estados Unidos da América. Este tipo de aplicações mantém-se ainda numa fase embrionária em Portugal, embora as Entidades responsáveis pela gestão das estradas, e a sociedade em geral, se encontrem cada vez mais sensibilizadas e despertas para a necessidade da sua implementação.

3.2.1. Holanda

Tal como referido anteriormente, o conceito de acalmia de tráfego surgiu na Holanda, na década de 60. De facto, anteriormente verificou-se um importante aumento da taxa de motorização, o que se reflectiu na existência de congestionamentos e de atrasos, por vezes considerados inaceitáveis. Consequentemente, os condutores optavam por invadir os bairros e procurar as vias de acesso local como opção de desvio ao trânsito (Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993; Kjemtrup, e Herrstedt, 1992, citado por Ribeiro, 1996).

Procurando contrariar este tipo de comportamentos, as primeiras intervenções incidiram na imposição de encerramentos totais ou parciais das vias. Apesar da efectiva remoção do tráfego de atravessamento, os resultados não se revelaram satisfatórios, visto não se evidenciar nenhuma melhoria a nível da segurança dos peões nem dos ciclistas (Rebelo, 2007; Seco e Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993; Kjemtrup e Herrstedt, 1992). Assim, na década de 70, surgiram os primeiros exemplos de aplicação de medidas de acalmia de tráfego com a criação de zonas de velocidade máxima de circulação de 30 km/h (Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). Esta imposição reduziu, consideravelmente, o número e a gravidade dos acidentes, o ruído e a poluição (Bonanomi, 1990).



Figura 26 – Zona *woonerf*, Delft (Holanda)
(Ewing, 1999)



Figura 27 – Zona *woonerf*
(<http://transportehumano.wordpress.com>)

Na cidade de Delft, ao longo dos arruamentos, os residentes redesenharam e organizaram áreas de lazer com recurso a elementos de mobiliário urbano, como mesas, bancos e caixas de areia, deixando espaço para a passagem de viaturas apenas à velocidade do peão. Esta solução para zonas residenciais, onde a circulação ocorre a uma velocidade aproximada de 15 km/h, é designada por *woonerf* (Kjemtrup e Herrstedt, 1992, citado por Seco e Ribeiro, 2005; Esteves, 2003; Ribeiro, 1996), tal como consta das figuras 26 e 27. As *woonerf* fomentaram o conceito de acalmia de tráfego e tiveram boa aceitação no norte da Europa, independentemente do impacte ocorrido neste país (Bastos Silva *et al*, 2004-a; Herrstedt *et al*, 1993).

3.2.2. Dinamarca

As experiências e erros inicialmente cometidos pelos holandeses estiveram na base de estratégias de acalmia de tráfego dinamarquesas (Ribeiro, 1996). Apesar de o conceito e as primeiras aplicações de medida de acalmia de tráfego terem surgido na Holanda, foi na Dinamarca que se desenvolveram estratégias e acções mais significativas nesta matéria, concretamente durante a década de 70 (Bastos Silva *et al*, 2004-a).

Através da cláusula n.º 40 do *Danish Road Traffic Act*, documento de 1976, em zonas residenciais permitiu-se, inicialmente, o desenvolvimento de vias onde o espaço público e o de lazer se assumiam como prioritários. Nestes espaços, também conhecidos como *shared areas*, a velocidade recomendável era de 15 km/h e o peão adquiria carácter prioritário perante o condutor (Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).

Posteriormente, à semelhança do sucedido na Holanda, a Dinamarca primou pela protecção dos utilizadores mais vulneráveis, fixando a velocidade limite de 30 km/h em zonas residenciais, independentemente de nem sempre a prioridade ser dada ao peão (Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). Surgiram, então, zonas com lombas alongadas e de estacionamento, alternadas com elementos arbustivos e arbóreos, constituindo o que se apelidaram de *silent roads*. Nestas, e apesar de vigorarem as mesmas preocupações de protecção ao peão, privilegiaram-se a igualdade de prioridades entre os diversos modos de transporte, sendo menos restritivas as técnicas utilizadas (Rebelo, 2007; Bastos Silva *et al*, 2007; Seco e Ribeiro, 2005; Herrstedt *et al*, 1993). Aos poucos, a velocidade limite de 30 km/h passou a ser aplicada também às zonas comerciais, a centros urbanos e às entradas de escolas (Ribeiro, 1996).

Na década de 90 aplicaram-se medidas de acalmia de tráfego ao atravessamento de povoações. Tal resultou na verificação de menores inconvenientes causados pelo tráfego nesses atravessamentos, em maiores níveis de protecção dos utilizadores mais vulneráveis sendo que, à data, as soluções adoptadas não passavam pela adopção de uma variante (Ribeiro, 1996). Até princípios dos anos 90, foram emanados diversos documentos oficiais, como o *Danish Municipal Planning Act*, em 1982, e o *Environment and Traffic in Municipal Planning*, em 1992, que, após ratificados os planos do Governo dinamarquês em matéria de transportes e segurança rodoviária,

abordaram o planeamento de tráfego e as medidas de acalmia como uma estratégia de segurança e de eficiência energética e analisaram as consequências ambientais dessas matérias (Herrstedt *et al*, 1993).

Nessa mesma altura, surgiu o conceito das *environmentally adapted through roads*, que levou ao alargamento do campo de aplicação das medidas de acalmia de tráfego a vias que asseguravam funções de distribuidoras principais em localidades onde não existissem variantes (Rebello, 2007; Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ribeiro e Seco, 1999; Herrstedt *et al*, 1993; Bonanomi, 1990). Evidenciam-se, aí, as secções de entrada nas povoações e tratadas as zonas de transição entre ambientes rodoviários. Desse modo, os trechos de atravessamento de localidades adaptaram-se às características das actividades e movimentos que se desenvolvem à sua margem. Inseriram-se novos perfis transversais, incluindo a colocação de uma estrutura pedonal ao nível da via, outros tipos de pavimento, lugares de estacionamento, redefinição de passeadeiras, reforço de iluminação e algumas medidas físicas, como a instalação de mini-rotundas.

As equipas responsáveis pela realização dos planos municipais dinamarqueses inventariaram problemas enquadrados na política nacional mas respeitantes à política municipal de tráfego, consoante as especificidades locais. Previamente às soluções a implementar, foram realizados estudos determinando a classe da via, análise dos fluxos e composição de tráfego, sinistralidade e necessidades de atravessamento. Presentemente, a Dinamarca dispõe de um leque de legislação e de normas técnicas alargado e completo, baseando-se na avaliação e análise dos resultados de sucessivas implementações e respectiva monitorização (Almeida, 2004; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).

3.2.3. Grã-Bretanha

De um modo geral, o caso britânico resulta das experiências da Holanda e da Dinamarca. Neste país, as estratégias de acalmia de tráfego começaram pela criação de zonas de velocidade limite de 30 km/h, procurando a redução do número de acidentes, com a criação de fronteiras definidas por portões e pela aplicação de lombas redutoras de velocidade (Ribeiro, 1996).

Traffic in Towns foi um documento emanado pelo Governo britânico, em 1963, considerado como a primeira manifestação oficial a favor da acalmia de tráfego, referindo as consequências nefastas do tráfego automóvel em áreas urbanas, caso este não fosse controlado. Colin Buchanan, o seu autor, é apelidado por muitos como o pai da acalmia de tráfego. Também conhecido por Relatório Buchanan, esse documento foi o primeiro suporte oficial a reconhecer que o crescimento do volume de tráfego na Grã-Bretanha ameaçava a qualidade de vida dos meios urbanos. Contudo, em comparação com o quotidiano, as medidas aí propostas eram de curto alcance (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996).

Através do encerramento de vias, várias zonas urbanas foram reabilitadas para se adaptarem à presença dos veículos automóveis, tendo a circulação rodoviária de alguns bairros sido reformulada e originando novos sentidos de circulação. As medidas de Buchanan, implementadas entre 1969 e 1977, e outros projectos lançados pelo Governo, tiveram um impacto relativamente modesto quando comparado com casos como o dinamarquês. De facto, em 1989, os esforços britânicos foram considerados praticamente imperceptíveis, aleatórios e desprovidos de estratégias de implementação (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996). Tais críticas resultaram em alterações jurídicas, na revisão de manuais de desenho urbano e, mediante as experiências de outros países, entre os quais a Dinamarca, a Grã-Bretanha catapultou, então, para níveis de vanguarda na matéria. Entre 1986 e 1990, surgiram novas regras e começaram a desenvolver-se alterações aos alinhamentos verticais para além das lombas, como passadeiras e intersecções sobrelevadas (Ewing, 1999).

Nesse último ano foi lançada uma campanha de promoção de segurança rodoviária, *Children and Road Safety*, e começaram a surgir zonas de velocidade moderada, limitadas aos 30 km/h, seguindo o exemplo dinamarquês. Certo é que, nos anos de 1992 e 1993, respectivamente através de declarações e regulamentos de acalmia de tráfego (*Traffic Calming Act* e *Traffic Calming Regulations*), ocorreram significativos avanços nestas matérias, sensivelmente para o panorama de que presentemente se dispõe (Ewing, 1999).

3.2.4. Austrália

Fruto das críticas ao Relatório Buchanan e pelas consequências negativas do tráfego na vida das cidades (Ribeiro, 1996), a acalmia de tráfego começou aqui de uma forma modesta através do encerramento de vias e das alterações aos sentidos de circulação.

Porém, no princípio dos anos 80, adoptaram-se técnicas de redução de velocidade e de aumento da qualidade do espaço urbano. Em 1988, surge o projecto *Local Area Traffic Management* para reduzir velocidades e desviar o tráfego de atravessamento, recorrendo a lombas, gincanas e mini-rotundas (Ribeiro, 1996). Esse projecto aplicou-se um pouco por toda a Austrália e algumas cidades, como Adelaide e Sydney, implementaram programas e medidas de acalmia de tráfego em larga escala, aplicados a ruas residenciais. Desde essa época que na área metropolitana de Sydney se contavam centenas de mecanismos de controlo de velocidade (Austroads, 1998).

Foi nos anos 80 que surgiram grandes pressões para a utilização e aplicação de medidas de acalmia de tráfego a nível nacional. Através do *Australian Road Research Board* (grupo australiano que lidera a investigação, consultoria e tecnologia em matéria de transportes) desenvolveu-se um conjunto de medidas de redução de velocidade, cuja implementação foi enquadrada em mecanismos complexos de participação pública (ARRB@2009). Independentemente do sucesso das medidas aplicadas, foi em 1989 que o grupo *Committee*

Against Route Twenty desenvolveu um plano de acalmia de tráfego em prol de grandes projectos de auto-estradas. Tal plano e respectiva publicidade focaram as atenções para os problemas decorrentes dessas infra-estruturas (Ewing, 1999).

Actualmente, a Austrália dispõe de variadas medidas de acalmia de tráfego. Este país é conhecido por dispor de um considerável número de rotundas, não sendo de admirar que também seja tido em conta como uma referência nessa matéria, assim como em cruzamentos, intersecções e também intervenções em espaço público (Ewing, 1999; Austroads, 1998; Austroads 1995).

3.2.5. Estados Unidos da América

O encerramento de vias e o desvio do tráfego automóvel dos centros urbanos constituíam prática corrente neste país, tendo as medidas de acalmia de tráfego sido aqui abordadas sob a égide do controlo do volume de circulação. Algumas cidades, como Berkeley, no Estado da Califórnia, foram pioneiras nos programas de acalmia de tráfego, programas existentes em 1975. Em matéria de acalmia de tráfego, a cidade de Seattle, no Estado de Washington, afirma-se como a de maior importância nos Estados Unidos, considerando-se ter sido a primeira cidade a desenvolver programas nessa área, no início dos anos 70 (Ewing, 1999).

O sucesso do caso de Seattle deveu-se, em parte, à capacidade de financiamento obtida, pois só em 1968 foram financiados doze milhões de dólares para melhorar as infra-estruturas rodoviárias da cidade e da sua envolvente. Tal facto proveio de estudos efectuados e executados após comprovado o seu sucesso, assim como pela divulgação e informação pública, estudos antes/depois, e concertações com serviços de emergência.

Os casos de Berkeley e Seattle constituíram exemplos passíveis de aplicação e rapidamente foram adaptados noutros Estados. Contudo, a acalmia de tráfego foi legalizada e normalizada apenas em 1999 (Ewing, 1999) e, após consolidadas as medidas de controlo de volume, os Estados Unidos da América debruçaram-se, então, para as medidas redutoras de velocidade.

3.2.6. Portugal

Independentemente de ser consensual afirmar-se que Portugal já dispõe de algum leque de aplicação de medidas de acalmia de tráfego redutoras de velocidade, localizadas essencialmente em espaços urbanos, há ainda um longo caminho a percorrer. A situação anterior é, também, aplicável em relação a atravessamento de localidades (Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

As aplicações de medidas de acalmia de tráfego no nosso país passam pela norma de Marcas Rodoviárias da JAE (JAE, 1995), dos únicos documentos que integra esta temática, prevendo o uso de barras transversais (bandas cromáticas) e de lombas em locais onde se procura enfatizar a aproximação de zona de conflito. Posteriormente, o Despacho n.º 109/2004, da Direcção-Geral de Viação (DGV), estabeleceu quer as condições de aplicabilidade quer alguns aspectos dimensionais relativos a lombas redutoras de velocidade (DGV, 2004). A sua aplicação, ao longo dos últimos cinco anos, veio evidenciar as debilidades do documento, sublinhando-se a necessidade do mesmo ser revisto e complementado.

Citando Almeida (2004) “são vários os casos de vias de atravessamento de povoações que necessitam de estudo. Alguns são atravessados por níveis elevados de tráfego de atravessamento e local, associado a um intenso movimento pedonal em consequência do seu desenvolvimento urbanístico ao longo do eixo canal da estrada. São situações de difícil compatibilização entre tráfego motorizado e vivência urbana. Ao contrário de outros países, em que a acalmia de tráfego é parte constituinte das técnicas de gestão de tráfego, em Portugal, devido à falta de documentação técnica e legislativa referente à acalmia de tráfego, é ainda prática corrente dar prioridade absoluta ao veículo automóvel, relegando a importância do peão para segundo plano.”

O exemplo dinamarquês, pioneiro da acalmia de tráfego, pode constituir um exemplo com potencialidade de aplicação em Portugal, visto que em muitas das travessias de localidades o veículo automóvel continua a apresentar-se como o utilizador preferencial, relegando para segundo plano a defesa dos utilizadores vulneráveis, designadamente dos peões e ciclistas.

Embora essas medidas não sejam aplicadas de forma corrente e sistemática, é de referir que quer os decisores políticos, a comunidade técnica e a população em geral, todos estão conscientes da necessidade de arranjar formas de controlar fisicamente o comportamento do condutor. Nesse sentido, torna-se possível encontrar na rede local aplicações deste tipo de medidas, assistindo-se desde a década de 90 a algumas aplicações na rede rodoviária nacional. O tratamento levado a cabo na cidade da Mealhada, na década de 90 (ao qual se fará referência no capítulo quarto), ou a reformulação prevista para a EN 125, mediante a inserção de um conjunto sequencial de rotundas, são alguns exemplos de aplicações deste tipo de medidas.

Em suma, a acalmia de tráfego distingue a redução do volume de tráfego da redução da velocidade de circulação, cuja aplicabilidade se torna diferente (Seco *et al*, 2008; Ewing, 1999; Schemers e Theyse, 1998). Atendendo às considerações do capítulo anterior, considera-se necessário aprofundar mais pormenorizadamente as medidas de acalmia respeitantes à redução de velocidade e, seguidamente, referir as medidas de redução de volume.

3.3. Identificação das medidas de acalmia de tráfego – controlo do volume

3.3.1. Introdução

As medidas de controlo de volume destinam-se, essencialmente, a diminuir o volume do tráfego relativamente a um determinado movimento e também aos impactes que o mesmo acarreta. Habitualmente, estas medidas aplicam-se em zonas centrais e residenciais, que se encontram expostas a elevados volumes de tráfego de atravessamento por veículos, muitas vezes como o reflexo da procura de circuitos alternativos aos constrangimentos das vias distribuidoras principais. Estas medidas devem ocorrer exclusivamente na via distribuidora principal e quando esta detiver capacidade para o efeito (Ewing, 1999; Schemers e Theyse, 1998).

Para além da sinalização vertical de regulação, surgem como principais medidas os encerramentos totais e parciais de vias, bem como os desvios de tráfego diagonais. Schemers e Theyse (1998) acrescentam as lombas e Ewing (1999), por sua vez, refere os separadores e ilhéus centrais, medidas cuja caracterização se entende de referir aquando das medidas reductoras da velocidade, uma vez serem comuns a ambas. Sobre as medidas de controlo de velocidade verificar-se-ão alguns casos cuja aplicação também permite garantir a redução do volume de tráfego.

3.3.2. Encerramentos totais de via

Caracterização geral

Também conhecidas por *cul-de-sac* ou *dead ends*, estas medidas consistem na colocação de barreiras físicas sobre a largura total da via, de modo a encerrá-la ao tráfego de atravessamento, permitindo apenas o acesso por parte dos peões e dos ciclistas (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993), situação usual em países como a Holanda. Tais barreiras podem ser materializadas através de ilhéus separadores, habitualmente associados ao plantio de vegetação, muros, portões ou outras obstruções que impeçam o acesso pelo automóvel, como se verifica nas figuras 28 e 29.

Em relação à área ou bairro que se pretende vir a ser beneficiada com a aplicação destas medidas, o procedimento consiste no encerramento de um ou mais acessos a essa área, desviando o tráfego para outras vias locais passíveis de recebê-lo criando, assim, um efeito de bolsa que protege essa área ou bairro.

Apesar de se tornar a medida mais comum para fins de controlo do volume, esta é simultaneamente, a medida que gera maior controvérsia. Baseando-se num estudo americano, Ewing (1999) refere que esta solução é encarada como último recurso ou mesmo aquando da ineficácia de outras medidas. Tal deve-se ao facto de a mesma resultar, geralmente, num

acréscimo de tempos adicionais no acesso dos veículos de emergência, independentemente do conseqüente transtorno, bem como por direccionar o tráfego para circuitos alternativos sem que, porventura, estes se encontrem preparados para acomodar tais volumes de tráfego.



Figura 28 – Encerramento total de via, Berkeley (Califórnia, Estados Unidos da América) (Ewing, 1999)



Figura 29 – Encerramento total de via, Coimbra

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Segundo Almeida (2004), os encerramentos totais de vias são passíveis de aplicação em locais que apresentem problemas associados aos volumes de tráfego de atravessamento e em zonas com TMD_A igual ou superior a 3000 veículos.

Estas medidas não devem ser aplicadas em vias que sirvam de acesso a equipamentos em bairros, como igrejas, escolas, parques de estacionamento, centros comerciais e outros. A explicação prende-se com o facto de esses equipamentos serem usufruídos por uma grande parte cidadãos e deverem prever-se, inevitavelmente, as respectivas necessidades de acesso automóvel. A aplicabilidade dessas medidas nesses espaços, não obstante os inconvenientes em relação à circulação de veículos de emergência e serviços municipais de higiene, surtiria níveis de congestionamento em horário de ponta e em vias não previstas para o efeito.

3.3.3. Encerramentos parciais de via

Caracterização geral

Também conhecidas como *partial closures*, estas medidas consistem na colocação de barreiras num sentido da via (Ewing, 1999). São o segundo tipo de medidas mais utilizadas no controlo de volume de tráfego, podendo as barreiras de acesso ser conseguidas através da imposição de obstáculos físicos. Geralmente e para o efeito, são prolongadas as estruturas pedonais, tal como se poderá verificar nas figuras 30 e 31.



Figura 30 – Encerramento parcial de via (Florida, Estados Unidos da América) (Ewing, 1999)



Figura 31 – Encerramento parcial de via (Oregon, Estados Unidos da América) (Ewing, 1999)

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Estas medidas aplicam-se quando se pretende que o acesso a uma via de acesso local se efectue através das vias principais de um determinado bairro, acedendo-se ao local pretendido de uma forma indirecta. Habitualmente localizados em intersecções, os encerramentos parciais de vias permitem definir fronteiras entre zonas residenciais, zonas comerciais e de serviços, possibilitando que os residentes sejam afastados dos níveis de ruído e de outros problemas de tráfego (Almeida, 2004; Ewing, 1999).

Tal como os encerramentos totais de via, estas medidas também não devem ser implementadas em vias de acesso a equipamentos pelos motivos supra descritos. Os encerramentos parciais de vias podem ser de aplicação temporária, funcionando em períodos do dia ou quando as condições assim o justificarem (Almeida, 2004), mediante a colocação de barreiras amovíveis. Porém, tornam-se susceptíveis de direccionar o tráfego de atravessamento para outras vias, podendo constituir alguns atrasos na resposta por parte de veículos de emergência.

3.3.4. Desvios de tráfego diagonais

Considerações gerais

Os desvios de tráfego diagonais consistem na colocação de barreiras em diagonal numa intersecção, impedindo a continuidade de alguns movimentos direccionais (normalmente os de ida em frente e de viragem à esquerda), obrigando os condutores a alterar a sua trajectória (Ewing, 1999). Tal como se poderá verificar nas figuras 32 e 33, a solução mantém, por vezes, a continuidade visual da via como forma de reforçar que a quebra é imposta propositadamente.



Figura 32 – Desvio de tráfego diagonal (Colorado, Estados Unidos da América) (Ewing, 1999)



Figura 33 – Desvio de tráfego diagonal (Washington, Estados Unidos da América) (Ewing, 1999)

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Recomenda-se a sua aplicação em vias locais e em vias com volume TMD_A entre 500 a 5000 veículos. Estas medidas são passíveis de estabelecer a ligação de vias distribuidoras locais a distribuidoras principais em que o tráfego de atravessamento naquelas seja incerto. Podem ser aplicadas em vias distribuidoras principais, onde as viragens à esquerda ou o atravessamento da via principal sejam problemáticos (Almeida, 2004).

3.3.5. Outras medidas

Ainda que posteriormente se efectuem referências mais pormenorizadas às lombas, aos separadores centrais e aos ilhéus separadores, os mesmos podem ter um efeito controlador de volume de tráfego, uma vez que impedem determinados movimentos nas intersecções (Ewing, 1999). Sobre as duas últimas medidas, apresentam-se alguns exemplos de formas que podem vir a adquirir para o efeito, como consta das figuras 34 e 35.



Figura 34 – Separador central – EN 234



Figura 35 – Ilhéu separador direccional, Penela

Para além de permitirem reduzir não só os volumes de tráfego como os valores de velocidade, as medidas anteriores caracterizam-se por acarretarem aumentos significativos do sentimento de segurança. Por sua vez, um dos principais problemas associados às medidas de controlo de volume reside no facto de o tráfego poder ser desviado para outros circuitos alternativos, por vezes sem que estejam preparados para acomodarem o volume de tráfego (Ewing, 1999). Segundo Ewing (1999), as medidas mais suaves surtem maiores efeitos que as mais restritivas. Porém, incorrem no risco de serem desrespeitadas pelos condutores, principalmente os encerramentos parciais das vias e algumas tipologias de ilhéus separadores direccionais, principalmente os pintados na via.

3.4. Identificação e caracterização das medidas de acalmia de tráfego – controlo da velocidade

Nesta matéria conta-se com uma gama de soluções bastante alargada, sendo habitual a subdivisão em dois grupos principais: as alterações aos alinhamentos horizontais e as alterações aos alinhamentos verticais, tal como se referirá de seguida.

3.4.1. Alterações aos alinhamentos horizontais

Consideram-se alterações aos alinhamentos horizontais as medidas que introduzem modificações do perfil transversal da via ou do traçado, de modo a impor deflexões aos movimentos e induzir o condutor a reduzir a velocidade (Hallmark *et al*, 2007; Seco *et al*, 2008; Elvik e Vaa, 2004; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).

Este tipo de alterações inclui habitualmente dois tipos de medidas: a primeira engloba as medidas que obrigam o condutor a deflectir a sua trajectória, recorrendo à colocação de elementos na faixa de rodagem que possam constituir obstáculos, forçando-o a reduzir a velocidade de circulação para poder contorná-los em segurança, como as rotundas, as mini-rotundas e as gincanas. A segunda compreende as acções que diminuem a largura efectiva e/ou o número de vias, inculcando os condutores a reduzir a velocidade, de modo a manterem o mesmo nível de conforto e segurança, como os estrangulamentos (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996). Tais alterações implicam modificações da geometria convencional das vias e forçam os veículos automóveis a desvios forçados na sua trajectória (Seco *et al*, 2008; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

De acordo com Seco (*et al*, 2006), a redução da velocidade depende essencialmente do aspecto que a via adquire. Exerce-se, assim, uma pressão psicológica sobre os condutores, levando-os, natural e inconscientemente, a reduzir a velocidade. Estas medidas adquirem um impacto significativo se associadas a elementos complementares que as reforcem, como o

mobiliário urbano e também o plantio de vegetação (Seco *et al*, 2008; Hallmark *et al*, 2007; Barrosa dos Santos, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Gambard *et al*, 1995; Herrstedt *et al*, 1993).

Ocorrem, então, restrições pontuais ou contínuas ao nível da largura da faixa de rodagem, através da criação de medidas como as gincanas, os estrangulamentos e os ilhéus separadores (Ribeiro, 1996). Para além das referidas pela autora, acrescentam-se os estreitamentos das entradas das intersecções, as rotundas e as mini-rotundas.

3.4.1.1. Gincanas

Caracterização geral

As gincanas consistem na imposição de uma série de deflexões que formam curvas em “S” (conjunto de curvas e contra curvas), resultando em percursos sinuosos (Esteves, 2003; Tangherlini, 2002). Hallmark (*et al*, 2007) define-as como pequenas alterações à geometria da via que criam percursos curvilíneos e que fomentam a prática de velocidades reduzidas (ver figuras 36 e 37). Uma outra definição, de gincana simples, consiste na repetição de obstáculos laterais de um lado da via, e se essa repetição ocorrer de ambos os lados designa-se de gincana dupla (Ribeiro, 1996).



Figura 36 – Gincana simples, Tróia (Grândola)

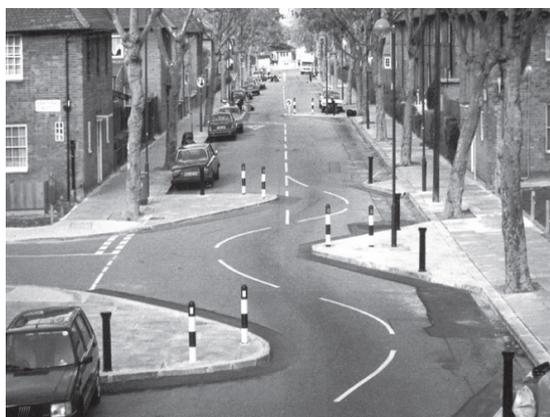


Figura 37 – Gincana dupla (Seco *et al*, 2008)

As gincanas podem ser conseguidas através da colocação alternada de obstáculos nas bermas das vias, impondo deflexões acentuadas às trajectórias dos veículos e permitem, conseqüentemente, uma diminuição da velocidade de circulação (Hallmark *et al*, 2007; Rebelo, 2007; Seco e Ribeiro, 2005; Elvik e Vaa, 2004; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro e Seco, 1999). Esse efeito pode também ser obtido recorrendo ao uso alternado de estacionamento de ambos os lados da via (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

Aquando de gincanas não materializadas, Hallmark (*et al*, 2007) recomenda o recurso a ilhéus separadores, de forma a evitar a adopção de trajectórias que não respeitem as marcas dos

pavimentos. Tal situação pode tornar-se possível em vias de atravessamento de localidades com poucos níveis de tráfego e com espaço canal que possibilite a criação de passeios.

Condições privilegiadas de aplicabilidade

As gincanas assumem como domínio privilegiado de aplicação as vias cuja prática de velocidades seja igual ou inferior a 60 km/h, bem como vias de atravessamento de localidades (Ribeiro, 1996). Se possuírem um ângulo de desvio pronunciado, podem ser aplicadas em vias distribuidoras locais e de acesso local, com TMD_A inferior a 5000 veículos, sendo nestes últimos compatíveis com áreas residenciais e centrais (Almeida, 2004).

A localização destas medidas é influenciada pelas condições locais, como os acessos às habitações ou a locais de carga e descarga de mercadorias. Não devem ser aplicadas em locais com grande procura de estacionamento nem com volume de tráfego de pesados significativo. Deve também evitar-se a sua utilização junto a intersecções, sob pena de ocorrerem situações passíveis de gerar confusão aos condutores (Seco *et al*, 2008; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996).

Pode reduzir-se a largura da faixa de rodagem, transformando um perfil transversal de duas vias em via única, traduzindo-se esta medida na necessidade de perda de prioridade de um dos movimentos. Aquando da sua aplicação em vias com dois sentidos de circulação, o tráfego deve ser de intensidade semelhante em ambos os sentidos, sob pena de a gincana perder eficácia pela tendência do condutor em evitar o obstáculo, invadindo a via de sentido contrário (Seco *et al*, 2008). A restrição da faixa de rodagem a uma só via em pontos específicos só deve ser prevista em zonas com velocidade inferior ou igual a 40 km/h, associada a um esquema de sinalização que defina devidamente as prioridades (Ribeiro, 1996).

O ângulo imposto pela gincana produz um efeito de estreitamento de via, impondo a redução da velocidade dos veículos (Ewing, 1999). Sempre que seja necessário permitir a passagem de veículos de serviços de emergência ou de transportes colectivos em áreas com gincanas, sugere-se a realização de um estudo em relação aos ângulos adoptados uma vez que ângulos pouco pronunciados podem tornar esta medida relativamente ineficaz em relação aos veículos ligeiros.

Efeitos

Se bem executada, a gincana não permite ao condutor ver toda a extensão do arruamento, provocando a ilusão (errónea) de encerramento ou estreitamento de via. Outras vantagens traduzem-se nas reduções da distância de atravessamento de peões, no volume de tráfego e no número de colisões (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999; Ribeiro e Seco, 1999). Em função da geometria adoptada, estas soluções permitem reduzir a velocidade dos veículos até 25 km/h, sendo que o volume de tráfego e o número de colisões podem atingir reduções na ordem dos 30% (Almeida, 2004). Uma outra vantagem reside na diminuição da poluição sonora, devido à redução de volume de tráfego e de velocidade de circulação dos veículos.

Porém, através do recurso a gincanas, o tráfego pode divergir para arruamentos adjacentes e criar entraves em matéria de veículos de emergência. Estas soluções são passíveis de constituir perturbações à circulação de veículos pesados e a sua manutenção pode tornar-se dispendiosa, dependendo do número, dimensões e do tipo de materiais empregues (Ewing, 1999). Podem também originar perdas de lugares de estacionamento e possibilitar uma condução perigosa, especialmente para os ciclistas quando o raio da curva for reduzido (Almeida, 2004; Ribeiro, 1996). São, ainda, susceptíveis de criar colisões frontais e problemas ao nível da drenagem de águas pluviais (Hallmark *et al*, 2007).

No geral, e segundo Hallmark (*et al*, 2007), o recurso a gincanas não é muito comum em alguns países já que estas medidas podem envolver um elevado custo de execução. Porém, permitem que o condutor reduza a sua velocidade e podem constituir soluções esteticamente agradáveis. O uso de elementos arbóreos contribui para conferir uma maior visibilidade, reforçando a noção da existência de um impedimento sobre a faixa de rodagem (figura 36). Assim, a vegetação e o recurso a sinalização complementar desempenham um papel fundamental no sucesso de aplicabilidade destas soluções (Ewing, 1999).

Aspectos dimensionais

No caso de gincanas duplas, a largura da faixa destinada à passagem de um veículo deve ser, no mínimo, de 4,50 m, e no caso de sentido único, entre 2,75 m a 3,20 m, sendo 3,00 m o mínimo desejável (Almeida, 2004). Para vias de atravessamento de localidades, segundo o mesmo autor, o ângulo de desvio a suportar deve ser de 1:40 para delimitações em lancil, e de 1:20 para delimitações em tinta. Em relação às vias distribuidoras locais e às de acesso locais recomenda-se o ângulo de 1:10.

Quanto maior for o raio da curva oferecido pela gincana, maiores são as velocidades possíveis de adoptar e, conseqüentemente, maior o seu domínio de aplicação (Rebelo, 2007; Seco e Ribeiro, 2005; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Ribeiro e Seco, 1999).

3.4.1.2. *Rotundas*

Caracterização geral

As rotundas são intersecções giratórias caracterizadas pela convergência de diversos ramos de sentido único (ou duplo) numa praça central, geralmente circular e intransponível, em torno da qual se estabelece um sentido único de circulação, na direcção inversa à dos ponteiros do relógio na maioria dos países, sentido esse considerado prioritário em relação aos fluxos de entrada (Bastos Silva *et al*, 2004, Bastos Silva *et al*, 2004-a; Bastos Silva e Seco, 2001).

Essas soluções podem dividir-se em várias categorias, entre as quais as normais, desniveladas, semaforizadas e outras rotundas (duplas e de disposição em anel) (Seco *et al*, 2006; Bastos Silva e Seco, 2004; Bastos Silva *et al*, 2001). Porém, no âmbito do presente

trabalho, é dada particular relevância à apresentação das rotundas normais e também das semi-galgáveis (ver figuras 38 e 39, respectivamente) por constituírem as tipologias de aplicação mais recorrentes no atravessamento de localidades.



Figura 38 – Rotunda normal, Coimbra



Figura 39 – Rotunda semi-galgável, Coimbra

Os atravessamentos podem ainda justificar o recurso a rotundas semaforizadas. Estas poderão aplicar-se face a desequilíbrios dos fluxos afluentes nos diversos ramos, a crescimentos imprevisíveis de um movimento direccional, ou sempre que se pretenda defender atravessamentos pedonais/cicláveis. Este sistema controla alguns (ou mesmo todos) os ramos afluentes e pode ser activado permanentemente ou em apenas em alguns períodos do dia (Bastos Silva e Seco, 2004).

Bastos Silva e Seco (2004; Bastos Silva e Seco, 2001) consideram que estas soluções se caracterizam por um aumento significativo da capacidade e da melhoria das condições de fluidez. Durante a entrada e respectivo atravessamento, a prática de velocidades reduzidas resulta geralmente na aceitação de intervalos críticos de menor redução, obtendo-se um aumento directo da capacidade e na diminuição dos tempos de espera. Segundo os autores (2004; 2001), o tipo de regulamentação vigente induz à prática de conduções cordiais e harmoniosas, às quais se associam menores taxas de sinistralidade e drásticas reduções da gravidade dos acidentes. A natural tendência de redução de velocidade, aquando da entrada e respectivo atravessamento, resulta numa nítida diminuição da gravidade dos danos em caso de embate.

As rotundas foram concebidas para responder a princípios de acalmia de tráfego e devem, no geral, ser de dimensão compacta e apostar na minimização do número de vias de circulação na entrada, saída e anel de circulação. Também o princípio de dificultar as entradas e facilitar as saídas é de aplicação consensual, resultando na adopção de medidas que penalizem as velocidades de circulação à entrada e garantam uma fácil e rápida saída dos veículos do interior da rotunda (Bastos Silva e Seco, 2004 e 2001).

Condições privilegiadas de aplicabilidade

A aplicação de rotundas deve limitar-se a locais que assegurem boas condições de visibilidade e com pouca inclinação longitudinal. De modo a limitar o número de vias de circulação, é ainda recomendável limitar o TMD_A para valores iguais ou inferiores a 20000 veículos, revelando-se as rotundas particularmente benéficas no tratamento de cruzamentos com historial de acidentes, designadamente quando estejam em causa os movimentos de ida em frente ou de viragem à esquerda.

Tal como referem Bastos Silva e Seco (2004; 2001), a sua instalação, como medida de promoção da segurança ou da acalmia do tráfego, pode justificar-se em locais onde se verifiquem elevados níveis de sinistralidade ou insegurança, como aqueles onde ocorram registos de comportamentos inadequados por parte dos condutores.

Bastos Silva e Seco (2001) justificam a sua implementação como forma dissuasora à utilização de determinado itinerário, bem como em locais onde se registem elevados índices de sinistralidade, envolvendo conflitos que, tendencialmente, serão resolvidos com a sua implantação (movimentos de ida em frente, viragens à esquerda, inversão de marcha ou outras manobras perigosas). Adequados à sua implementação são também os locais com intersecções complexas, procurando simplificar a canalização dos movimentos (Bastos Silva e Seco, 2001).

Estas soluções podem ser aplicadas em espaços onde se pretenda promover a amenidade de circulação como princípio promotor de actividades de lazer e vivência, e de melhoria da segurança de outros utilizadores, como o peão ou o ciclista (Bastos Silva e Seco, 2004; 2001). Estas medidas possibilitam as travessias de peões, num sentido de tráfego de cada vez, através de ilhéus separadores à sua entrada.

Recomenda-se a aplicação de rotundas para a resolução de problemas de intersecções de vias com geometria de aproximação irregular e complexa, aquando da existência de ramos elevados. Nalguns casos, em termos de forma, opta-se pelo recurso a elipses ou à conciliação de formas geométricas para definir a ilha central que determinará a restante parte do desenho (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva e Seco, 2004).

Qualquer das soluções resulta em geometrias extremamente compactas e em velocidades de atravessamento inevitavelmente reduzidas, o que justifica a sua eventual adopção como medidas de promoção da amenidade de circulação. No entanto, torna-se indispensável garantir a prática de velocidades moderadas de aproximação, recomendando-se a sua associação a outras medidas de acalmia de tráfego que fisicamente imponham a prática de velocidades inferiores a 40 ou 50 km/h nas respectivas vias de acesso (Bastos Silva e Seco, 2001).

O domínio de aplicabilidade destas soluções é consideravelmente vasto, verificando-se a sua aplicação em diversos locais e por variadas razões. As rotundas são frequentemente utilizadas como forma de regulação de uma intersecção em X, como medida de segurança e acalmia e também como instrumentos da arquitectura e urbanismo nos projectos de revalorização de um espaço urbano (Bastos Silva e Seco, 2004; 2001).

Detentoras de inquestionáveis vantagens ao nível da fluidez e da moderação das velocidades, as rotundas têm-se revelado extremamente eficientes também na marcação da alteração do ambiente rodoviário, nomeadamente na entrada de localidades (Bastos Silva *et al*, 2004-a).

Efeitos

A eficácia de uma rotunda depende consideravelmente da qualidade do seu desenho, da garantia das devidas condições de deflexão, assumindo ainda, um papel fundamental a eventual adopção de medidas de acalmia de tráfego complementares que obriguem fisicamente os condutores a optar por trajectórias menos directas e, conseqüentemente, reduzir a velocidade de circulação (Bastos Silva *et al*, 2004-a; Bastos Silva e Seco, 2001).

Estas soluções permitem a diminuição significativa dos acidentes entre 40% a 60% (dependendo dos países) e da respectiva gravidade, com reduções entre 40% a 80% de acidentes com feridos (FHWA, 2000, citado por Bastos Silva e Seco, 2004). O recurso a estas soluções resulta na redução da velocidade dos veículos em cerca de 20%, e do volume de tráfego em aproximadamente 5% (Almeida, 2004).

Habitualmente, quando comparadas com outros tipos de cruzamentos tradicionais de nível, as rotundas apresentam características e tipos de funcionamento diferentes, sendo que a obrigatoriedade de cedência de prioridade à entrada e de contorno da ilha central resulta numa acentuada redução e homogeneização dos espectros de velocidade (Bastos Silva e Seco, 2004). Quando comparadas com outras soluções de nível e se correctamente dimensionadas, simplificados os pontos de conflito, a prática de velocidades reduzidas, durante a entrada e o atravessamento das rotundas, traduz-se num aumento directo da sua capacidade, na diminuição dos tempos de espera e, conseqüentemente, na redução dos valores de sinistralidade (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva e Seco, 2004; Bastos Silva e Seco, 2001).

O arranjo paisagístico da rotunda deve ter em atenção as exigências de visibilidade entre condutores e entre estes e os peões, contribuindo para enfatizar a sua presença e valorizar a qualidade paisagística do espaço (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993).

Contudo, tal aplicação também pode traduzir-se na ocorrência de problemas. Para além de exigirem uma área ligeiramente superior as outras soluções de nível, a sua implantação pode obrigar à eliminação de alguns lugares de estacionamento na via (Bastos Silva e Seco, 2004). Independentemente das despesas associadas à execução de uma rotunda (entre trinta mil euros a cem mil euros, dependendo dos materiais empregues, das dimensões e das condições de implantação) e à sua manutenção, as rotundas não permitem estabelecer hierarquias viárias e podem aumentar o tempo de resposta de veículos de emergência (Almeida, 2004; Ewing, 1999).

Algumas referências defendem que em zonas com consideráveis fluxos pedonais estas soluções não sejam recomendáveis por aumentarem a extensão dos circuitos. A iluminação pública deve ser aqui sempre considerada obrigatória, de forma a reduzir a sinistralidade nocturna (National Roads Authority, 2005; Almeida, 2004; Egebjerg *et al*, 2002; Cullen, 1971).

Aspectos dimensionais

A concepção geométrica de uma rotunda depende dos princípios de dimensionamento considerados, assim como das exigências e especificidades locais. Nesse sentido optou-se por apontar aqui apenas alguns aspectos centrais ao seu dimensionamento, remetendo aspectos dimensionais complementares para a bibliografia da especialidade (Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004; Bastos Silva e Seco, 2004; Bastos Silva e Seco, 2001; FHWA, 2000; Ewing, 1999).

Recomendam Bastos Silva e Seco (2004; 2001) que o centro da ilha central deva ser localizado na intersecção das diferentes directrizes dos ramos afluentes. Esta localização resulta em geometrias uniformes às quais se associam as menores velocidades diferenciais entre os diferentes elementos do traçado, contribuindo ainda para a notoriedade da ilha central. Cuidados especiais devem ser ainda tomados de forma a evitar que a continuidade de traçados entre as entradas e saídas possam provocar uma sensação errónea de continuidade do itinerário.

O traçado de aproximação assume, igualmente, um papel fundamental, principalmente quando a rotunda é antecedida de extensos trechos rectos convidativos à prática de velocidades elevadas, ente os 80 km/h e os 90 km/h. A adopção de restrições físicas que imponham condições variáveis de traçado torna-se aí indispensável, porém, a utilização de sinalização complementar não se considera eficaz (Bastos Silva e Seco, 2004; 2001).

Em espaços consolidados, as condicionantes podem dificultar (ou impossibilitar) o restabelecimento dos ramos afluentes. Todavia, o ambiente urbano tende por si a induzir à prática de velocidades mais moderadas (Herrstedt *et al*, 1993; Cullen, 1971), pelo que a adopção deste tipo de medidas pode ser dispensada. Contudo, recomenda-se que a velocidade imediatamente a montante do raio de entrada seja inferior a 60 km/h, e que, ao nível da entrada, esta não ultrapasse os 30 km/h ou 40 km/h numa rotunda de dimensões compactas (Bastos Silva e Seco, 2004, referenciando FHWA, 2000).

Quando adoptada uma única via de entrada, a sua largura deve estar compreendida entre os 4 m e os 5 m, embora na presença de veículos de dimensões excepcionais esses valores possam ser alterados. O diâmetro do círculo inscrito (DCI) corresponde ao maior círculo que se consegue inscrever no interior da rotunda, que passa tangencialmente à entrada, equivalendo, aproximadamente, à soma do diâmetro da ilha central e duas vezes a largura do anel (Bastos Silva e Seco, 2001). Geralmente, são os condicionalismos relacionados com a operacionalidade dos veículos de maiores dimensões que determinam a largura mínima da ilha central, devendo ser salvaguardada a deflexão mínima, de forma a garantir a prática de baixas velocidades de circulação por parte dos veículos ligeiros. Independentemente das situações, a largura do anel deve ser constante e igual ou superior à adoptada na maior das entradas afluentes.

Sempre que se vise salvaguardar a circulação de veículos pesados, Bastos Silva e Seco (2004; 2001) recomendam a adopção de DCI superiores a 28 m, podendo assumir-se valores inferiores em locais onde a circulação desses veículos não seja muito significativa. Normalmente,

a adopção de DCI reduzidos resulta em soluções mais favoráveis à segurança, contribuindo para a prática de velocidades moderadas. Todavia, para além de permitirem uma mais cómoda adaptação do traçado de aproximação, as soluções de grande dimensão asseguram maiores ângulos e distâncias inter-ramos, aos quais estão associadas menores taxas de acidentes por conflito entre os veículos que entram e circulam no anel. Desse modo, é recomendável que em zonas urbanas se adoptem DCI máximos de 40 m, apontando-se, idealmente, para 30 m.

Na óptica de Bastos Silva e Seco (2004; 2001), o recurso a soluções semi-galgáveis (figura 39), com DCI entre 28 e 36 a 40 m, pode revelar-se bastante eficaz, garantindo maiores deflexões para os veículos ligeiros e sempre que o volume de veículos de grandes dimensões seja pouco significativo. Assim, a ilha central pode ser contornada por uma faixa constituída por material de cor contrastante e de textura irregular (seixo rolado, cubos de granito, entre outros) destinada à circulação dos veículos pesados, devendo ser suficientemente incómoda e não incentivadora à sua transposição por parte dos veículos ligeiros.

3.4.1.3. *Mini-rotundas*

Caracterização geral

As mini-rotundas diferem das rotundas a vários níveis, designadamente ao nível da escala, da sua formalização física, da dimensão da ilha central e da geometria dos ramos de entrada.

Estas soluções são constituídas por ilhas centrais geralmente circulares e galgáveis, colocadas no centro das intersecções e com DCI com dimensões de diâmetro reduzido, entre os 14 e os 28 m (Bastos Silva e Seco, 2004), como consta das figuras 40 e 41. A ilha central pode ser materializada em relação ao anel, ou marcada no pavimento, totalmente coberta por tinta branca reflectora (figura 41), ou ainda pela marcação de anéis concêntricos (Bastos Silva e Seco, 2001; Ewing, 1999).



Figura 40 – Mini-rotunda materializada
(www.mini-roundabout.com)



Figura 41 – Mini-rotunda marcada no pavimento, Ançã
(Cantanhede)

Condições privilegiadas de aplicabilidade

As mini-rotundas permitem que os condutores reduzam a velocidade de forma a cederem a prioridade de passagem à entrada da ilha central e a manobrar em seu redor.

A sua implementação em vias de atravessamento de localidades deve ser encarada com muita precaução, não sendo, de forma geral, aplicável (Bastos Silva *et al*, 2004-a). É, no entanto, aceite e até recomendável a sua integração em tratamentos de arruamentos ou áreas marginais ao corredor principal, quando integrados em áreas centrais e/ou residenciais, desde que a prática de velocidades seja inferior a 50 km/h (Ribeiro, 1996). Frequentemente utilizadas como formas de transição entre diferentes tipos de vias, por exemplo, das distribuidoras locais às de acesso local (Bastos Silva *et al*, 2004-a), as mini-rotundas surgem com alguma frequência à entrada de espaços centrais ou residenciais.

As mini-rotundas são soluções que podem substituir semáforos e a colocação de sinalização vertical de paragem obrigatória em intersecções (Bastos Silva e Seco, 2004), e permitem facilitar os movimentos de viragens à esquerda, de inversão de marcha e a diminuição dos conflitos entre veículos e peões. A implementação destas soluções determina que a faixa de circulação seja capaz de acomodar as necessidades de manobra dos veículos ligeiros, assumindo-se que os pesados tenham de galgá-la ou transpor a ilha central (Bastos Silva e Seco, 2004). Devem, ainda, ser limitadas a locais onde o volume de veículos pesados seja pouco significativo, resultando em excelentes soluções de regulação do tráfego face a limitações sérias de espaço, bem como em vias com TMD_A inferior a 5000 veículos e onde os volumes de viragens à esquerda e de inversão de marcha sejam, também, pouco significativos (Bastos Silva e Seco, 2001).

Estas soluções não são, em geral, aplicáveis em vias onde se privilegie a função de circulação. Se correctamente implementadas, as mini-rotundas podem revelar-se excelentes soluções de segurança (Ewing, 1999). Porém, Bastos Silva (*et al*, 2001) não recomenda qualquer dispositivo no seu interior, como sinalização, postes de iluminação pública ou mobiliário urbano.

Efeitos

Se comparadas com cruzamentos prioritários, estas medidas permitem reduzir os valores de sinistralidade rodoviária em 90%, a velocidade dos veículos em cerca de 40% e o volume de tráfego em 5%. O mesmo se verifica em relação aos pontos de conflito e às colisões, que se vêem reduzidos em cerca de 80% (Almeida, 2004).

As mini-rotundas exigem uma manutenção muito menos dispendiosa que as rotundas e que a colocação de sinalização rodoviária. São compatíveis com razoáveis fluxos de tráfego, mantendo a sua capacidade e permitindo reduzir a velocidade de circulação (Hallmark *et al*, 2007). Também resolvem pontos de conflito em intersecções em X em zonas de procura de tráfego não muito acentuada e onde as velocidades de circulação sejam reduzidas (Bastos Silva e Seco, 2004).

Contudo, acarretam algum sentimento de insegurança inicial por parte dos condutores, concretamente os dos veículos pesados que, de início, manifestam alguma dificuldade na sua utilização (Hallmark *et al*, 2007), o mesmo acontecendo com os ciclistas. Do ponto de vista visual, a pouca notoriedade das mini-rotundas reforça a importância à sua adequação, em termos de concepção geométrica, no sentido de as tornar devidamente perceptíveis pelo condutor aquando da sua aproximação (Bastos Silva e Seco, 2001). Independentemente do sucesso da sua implementação em países como Inglaterra e Austrália, são ainda muito poucos os exemplos de aplicação de mini-rotundas em Portugal.

Aspectos dimensionais

Nos casos com ilha central materializada, recomendam-se DCI entre 18 m e 28 m. A ilha central deve assumir dimensões inferiores a 4 m e apresentar uma altura máxima entre 10 cm e 15 cm, radialmente disfarçada até atingir um mini-degrau com o anel, de 0,6 cm a 1,5 cm (Bastos Silva e Seco, 2001).

Às soluções simplesmente marcadas no pavimento são recomendáveis DCI entre 14 m e 18 m, baseando-se no princípio de que, em função dos movimentos direccionais, os veículos ligeiros possam ter de galgar a ilha central, sendo esta inevitavelmente transposta pelos veículos pesados (Bastos Silva e Seco, 2004; Bastos Silva e Seco, 2001). Ambos os casos devem ser obrigatoriamente contornados por setas de mini-rotunda, tal como consta das figuras 40 e 41.

3.4.1.4. *Estrangulamentos*

Caracterização geral

Os estrangulamentos consistem na redução da largura das vias. Podem ocorrer através do alargamento de passeios, da introdução de faixas destinadas ao estacionamento, da construção de um separador no centro da faixa de rodagem ou da construção de canteiros laterais (figura 42) (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).

Os estrangulamentos mais comuns são os decorrentes a partir do centro da via (*staggerings*), com separadores centrais ou ilhéus separadores, ou a partir das margens (*narrowings*) com a construção de canteiros para plantação de vegetação, estacionamento, travessias de peões e alargamento de passeios (ver figuras 42 e 43). O último exemplo constitui o efeito de gincana (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Os estrangulamentos podem ser aplicados em vias com velocidade limite inferior a 50 km/h. Dependendo das suas características geométricas de base, podem ainda ser aplicados em

vias de atravessamento de localidades. Porém, não devem ser aplicados em determinadas curvas ou em zonas com elevadas necessidades de estacionamento (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993).



Figura 42 – Estrangulamento por separador central (*staggering*), Tróia (Grândola)



Figura 43 – Estrangulamento a partir dos lados (*narrowing*) (Seco *et al*, 2008)

São soluções que podem ser empregues junto de passagens pedonais, diminuindo simultaneamente o comprimento da travessia por parte dos peões e o aumento do seu campo de visibilidade (Seco *et al*, 2008). Esta solução aplica-se, geralmente, em vias distribuidoras locais e vias de acesso local situadas em zonas centrais e residenciais. Uma outra combinação possível reside na construção de separadores centrais na faixa de rodagem, possibilitando a redução da velocidade ao diminuir o espaço de circulação, servindo também como refúgio para os peões e possibilitando um atravessamento pedonal em duas fases (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999). Os estrangulamentos são também passíveis de aplicação para reduzir a velocidade dos veículos motorizados em determinado local ou, em alternativa, para uma paragem de transportes públicos, protegendo, assim, os peões (Seco *et al*, 2008; Ewing, 1999).

Sempre que se pretenda impor uma maior redução da velocidade, considera Seco (*et al*, 2008) que os estrangulamentos se associem à redução do número de vias pela passagem de duas para uma (figura 43). Neste tipo de situações, deve ser atribuída a prioridade a um dos movimentos em detrimento do outro, devendo ser dado particular cuidado à sinalização das prioridades. Esta solução só deve ser utilizada em zonas onde se pretenda uma velocidade inferior a 40 km/h (Ribeiro, 1996). Ribeiro (1996) refere que a utilização de uma paragem de transportes públicos na via pode constituir o efeito de um estrangulamento, aquando do estacionamento e paragem desse transporte, contribuindo, também, para parar momentaneamente o tráfego e permitir travessias pedonais.

Geralmente, o espaço adicional originado pelos estrangulamentos pode ser utilizado para criar algumas zonas de estacionamento e de serviço aos peões, para o alargamento dos passeios ou para aumentar a área arborizada (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999). Refira-se, ainda, ser esta solução recomendável para todos os tipos de zona.

A eficácia destas situações é tanto maior se combinados com outras medidas de acalmia de tráfego, como lombas, plataformas elevadas, separadores centrais, como também texturas e colorações diferenciadas de pavimentos (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999). Se se recorrer a um ilhéu separador, permitir-se-á facilitar a travessia de peões em pontos específicos, funcionando como um refúgio central para o peão. Quando associado a uma travessia de peões, o estrangulamento adquire um efeito semelhante ao das lombas, sendo esta solução recomendável para zonas residenciais (Ribeiro, 1996).

Efeitos

Com estas medidas, Almeida (2004) refere a existência de reduções de velocidade entre 4% e 14% e no volume de tráfego entre 15% a 30%, assim como desencorajar a entrada de veículos pesados em determinadas vias.

Em contrapartida, a sua adopção pode resultar na eliminação de lugares de estacionamento, na imposição de restrições ao nível do acesso a propriedades e da circulação de veículos pesados. Se a via permitir apenas um sentido de circulação de cada vez, os estrangulamentos podem originar conflitos entre veículos que circulem em sentidos opostos, afectar a circulação e segurança de ciclistas, provocar congestionamentos de tráfego (mesmo que pontuais) e, numa perspectiva construtiva, acartar problemas ao nível da drenagem (Almeida, 2004).

Aspectos dimensionais

A adequação de um estrangulamento a diferentes tipos de via e ambientes rodoviários depende fundamentalmente da sua geometria e, em particular, dos ângulos de desvio adoptados. O estrangulamento pode ser imposto de forma assimétrica ou simétrica. A largura da via destinada à passagem de um veículo deverá situar-se entre 2,75 m e 3,20 m (Almeida, 2004).

3.4.1.5. *Restrições de largura à entrada de intersecções*

Caracterização geral

Estas medidas consistem na criação de estrangulamentos ao nível da entrada da intersecção, induzindo o condutor a reduzir a velocidade de circulação (Seco *et al*, 2008; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999). Por sua vez, Seco (*et al*, 2008) considera-os extensões dos passeios que diminuem a largura da faixa de rodagem, como se verifica nas figuras 44 e 45.

Condições privilegiadas de aplicação

Recomenda-se a sua aplicação em vias locais e no atravessamento de localidades, particularmente quando associadas a travessias de peões. Podem também ser aplicadas em zonas rurais, centrais e residenciais, com velocidades máximas de circulação entre 40 km/h e 50

km/h e com grande fluxo de peões. São, igualmente, adequadas para zonas com TMD_A inferior ou igual a 20000 veículos (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999).



Figura 44 – Restrições de largura à entrada de intersecção em T, Coimbra



Figura 45 – Restrições de largura à entrada de intersecção em X, Coimbra

Habitualmente, estas medidas são combinadas com outras, como as lombas, plataformas e travessias de peões elevadas (Hallmark *et al*, 2007, Ewing, 1999). O recurso a estas soluções permite defender o peão, diminuindo a sua exposição ao risco durante os movimentos de atravessamento, pelo que a sua aplicação se justifica em locais onde a sua presença seja significativa. De igual modo, estas restrições possibilitam a criação de estacionamento protegido e previnem o estacionamento ilegal junto da respectiva intersecção (figura 45) (Almeida, 2004; Ewing, 1999).

Os estrangulamentos são ainda medidas que podem ser complementadas recorrendo ao plantio de vegetação ou a elementos de mobiliário urbano, procurando melhorar a aparência da intersecção e criar no condutor a sensação de que vai entrar numa zona diferente da que circula (Seco *et al*, 2008; Barrosa dos Santos, 2007; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993).

Efeitos

O recurso a estas soluções permite a redução do volume de tráfego e do tráfego de atravessamento, além de aumentar a visibilidade dos condutores e dos peões. Em termos estéticos, estas restrições constituem uma oportunidade de requalificação paisagística (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999). Permitem, também, reduzir a velocidade dos veículos em 5 km/h e substituir medidas mais restritivas, designadamente com alteração de cota, em zonas onde estas não são admitidas.

Por outro lado, estas medidas são susceptíveis de diminuir alguns lugares de estacionamento ao longo da via, podendo estar na origem de problemas aquando de manobras por parte de veículos pesados e de emergência, e transferir o tráfego para circuitos alternativos (Ewing, 1999).

Aspectos dimensionais

Recomenda-se especial cuidado com as necessidades de operacionalidade dos veículos, principalmente dos longos (Seco *et al*, 2008). Quando a circulação de bicicletas for frequente, deve evitar-se que a via seja afectada, pois se estas restrições se sobrepuserem na estrutura ciclável, ocorrerão estreitamentos na sua trajectória, provocando deflexões susceptíveis de colidir com veículos automóveis (Almeida, 2004).

3.4.1.6. Separadores e ilhéus centrais

Caracterização geral

Sendo também medidas de controlo de volume, estas medidas são estruturas materializadas de cota ligeiramente elevada em relação à faixa de rodagem e localizadas no centro da mesma (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999) (figuras 46 e 47). Quando de pequena dimensão, estes elementos são habitualmente designados de ilhéus separadores (figura 48).



Figura 46 – Separador central – EN 125



Figura 47 – Separador central com plantio de vegetação, Vilamoura (Loulé)

Hallmark (*et al*, 2007) considera possível que os separadores e ilhéus centrais possam ser simplesmente pintados na via, porém, a ausência de materialização física resulta numa menor eficácia, dada a possibilidade de os condutores os transporem. Associados a travessias de peões, estas medidas permitem que os atravessamentos pedonais se efectuem em duas fases, sendo essa situação frequentemente empregue (figura 49) (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993).

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Estas medidas aplicam-se em locais onde se pretenda proteger as travessias de peões ou reduzir a largura das vias disponíveis, constituindo um efeito semelhante ao dos estrangulamentos

(Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993). Podem, ainda, ser utilizadas como elementos de apoio à materialização de deflexões, apoiando o efeito de gincana.



Figura 48 – Ilhéu separador, Coimbra



Figura 49 – Ilhéu separador com refúgio de peões, Mealhada

Tanto os separadores como os ilhéus centrais permitem separar as vias de tráfego e evitar as respectivas invasões, bem como evitar viragens à esquerda (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993). Quando implementados em vias distribuidoras locais, apesar de deverem permitir o acesso e atravessamento de bicicletas, os ilhéus separadores evitam entradas em zonas residenciais, por viragens à esquerda, e a passagem de uma zona residencial para outra, obrigando à entrada na via distribuidora local.

São medidas que podem também ser implementadas na ligação de vias distribuidoras locais e vias distribuidoras principais, onde o tráfego de atravessamento seja problemático e em que as mudanças de direcção sejam igualmente inseguras (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999). Podem ser implementados também em curvas, de forma a evitar que o veículo que circular a alta velocidade invada a via de sentido contrário. Recomenda-se o recurso a esta solução em zonas com TMD_A inferior a 20000 veículos e também em vias de difícil atravessamento para os peões (Almeida, 2004).

Efeitos

Segundo Ewing (1999), a eliminação de alguns movimentos direccionais resulta na melhoria dos níveis de segurança quer para os movimentos veiculares, quer para os peões e ciclistas. A sua implementação possibilita uma redução do volume de tráfego dos veículos e da velocidade em cerca de 10 km/h. Se aplicados ao atravessamento de localidades, o volume de tráfego pode ser reduzido entre 20% e 70% (Almeida, 2004).

Para além de direccionar os sentidos de tráfego e contribuir para evitar colisões frontais, quando bem estudadas e implementadas, o recurso a estas soluções apresenta um agradável carácter estético, essencialmente fruto da ocupação com elementos arbustivos (ver figura 47) (Hallmark *et al*, 2007; Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993).

Contudo, se os separadores forem muito extensos podem dificultar o acesso a determinadas propriedades por parte dos serviços de emergência e aumentar a extensão dos circuitos associados à inversão de marcha. O recurso a estas soluções pode ainda divergir tráfego para arruamentos alternativos e resultar na perda de lugares de estacionamento (Elvik e Vaa, 2004; Ewing, 1999). De igual modo, podem assumir consideráveis encargos de manutenção, nomeadamente quando prevendo o respectivo plantio de vegetação (Hallmark *et al*, 2007).

3.4.2. Alterações aos alinhamentos verticais

Este tipo de medidas consiste na imposição de elevações no pavimento que forçam o condutor a reduzir a velocidade, sob pena de danificar os respectivos veículos ou sentir um nível elevado de desconforto por acção da variação brusca da aceleração vertical do movimento (Hallmark *et al*, 2007; Seco *et al*, 2008; Elvik e Vaa, 2004; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). As alterações aos alinhamentos verticais compreendem também as medidas que implicam a criação de rugosidades.

Em regra, estas soluções não são indicadas para vias de atravessamento de localidades, onde a velocidade desejada se situa entre os 40 km/h e os 50 km/h (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996). Para vias distribuidoras locais ou acessos locais são indicadas diversas soluções e neste grupo de medidas destacam-se os pré-avisos, as lombas, as plataformas e as travessias pedonais elevadas, as intersecções elevadas e as vias ao nível do passeio.

3.4.2.1. *Pré-avisos*

Caracterização geral

Provavelmente os pré-avisos são o tipo de medidas de acalmia de tráfego mais simples e mais utilizadas em Portugal (Ribeiro, 1996). Estas soluções consistem na aplicação de uma série de bandas transversais sobre a faixa de rodagem, repetidas em pares, e com distâncias que vão diminuindo progressivamente à medida que se aproxima a zona de perigo que se quer destacar, como consta das figuras 50 e 51, a última localizada no IC3, aquando da aproximação da localidade de Alfafar, no Município de Penela.

Os pré-avisos têm como principal função alertar os condutores, através do ruído e da vibração que produzem à passagem do veículo e através do efeito visual, de situações para as quais deve estar atento (Seco *et al*, 2008; Seco *et al*, 2006; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). Habitualmente, os pré-avisos podem ser sonoros e cromáticos, cuja diferença depende da altura da lomba (Bastos Silva *et al*, 2004-a). Avisados da existência de perigo potencial através da cadência de impactos dos pneus nas barras transversais, os veículos são induzidos a reduzir a velocidade de circulação (Herrstedt *et al*, 1993).



Figura 50 – Pré-avisos do tipo bandas cromáticas com sinalização pintada na via, Coimbra



Figura 51 – Pré-avisos do tipo bandas cromáticas no acesso a Alfafar (Penela) – IC 3

Condições privilegiadas de aplicabilidade

É recomendável a aplicação de pré-avisos na aproximação de curvas muito pronunciadas, em cruzamentos em que se solicita uma paragem ou uma cedência de prioridade por parte do condutor, e no surgimento de intersecções, rotundas, passadeiras (Almeida, 2004; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). É também aconselhada a sua aplicação em zonas centrais, residenciais, na proximidade de escolas (situação muito frequente em Portugal), estrangulamentos, entradas em localidades ou outras situações para as quais o condutor deve estar atento.

Tais soluções podem ser complementadas com a pintura na via de sinalização horizontal (ver figura 50), seja pela proibição de viragens, sinais de perigo ou de outra informação (Hallmark *et al*, 2007). Seco (*et al*, 2008) sugere o uso de bandas cromáticas em detrimento das sonoras, dado as últimas serem motivo de forte contestação por parte dos condutores e residentes pois, para além de poderem danificar os veículos, podem provocar excesso de ruído se transpostas a velocidades elevadas, sendo esse um comportamento habitual nos condutores. Por sua vez, as bandas sonoras conduzem a uma redução efectiva da velocidade dos veículos, mas apenas nos primeiros tempos após a sua implementação.

Efeitos

Estas soluções permitem uma redução ligeira da velocidade e a sua implementação é significativamente pouco onerosa e simples. Na eventualidade de ocorrência de intempéries, estas medidas não perdem visibilidade nem aderência, no entanto, torna-se elevada a sua necessidade de manutenção (Almeida, 2004; Ribeiro, 1996).

Aspectos dimensionais

No que respeita às bandas sonoras, recomenda-se que a altura das mesmas seja inferior ou igual a 1 cm (Ribeiro, 1996), podendo essa espessura chegar aos 3 cm (Bastos Silva *et al*,

2004-a). As bandas cromáticas, as únicas integradas na norma da JAE, são executadas em conjuntos de duas unidades paralelas de cor branca, com a largura de 50 cm, afastadas 30 cm uma da outra, e a 20 cm das guias ou passeios e/ou linhas axiais (JAE, 2005). Em altura, as mesmas vão dos 0,7 cm aos 2,5 cm, valor último que já provoca incómodo (Bastos Silva *et al*, 2004; Ribeiro, 1996).

3.4.2.2. Lombas

As lombas são, possivelmente, as medidas de acalmia de tráfego mais utilizadas em todo o mundo, pois garantem uma redução significativa da velocidade dos veículos (Seco *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

A sua implementação tem vindo a tornar-se uma prática corrente em Portugal pela eficiência demonstrada na redução da velocidade dos veículos automóveis, o que justificou em 2004 a publicação do Despacho da DGV n.º 109/2004 para regulamentar quer as suas condições preferenciais de aplicabilidade, quer os aspectos dimensionais e esquemas de sinalização (DGV, 2004).

Caracterização geral

As lombas são as medidas de redução de velocidade que melhor combinam a redução física da velocidade com a fluidez do tráfego (Bastos Silva e Seco, 2006; Herrstedt *et al*, 1993). Por definição, consistem na elevação da cota da faixa de rodagem construída em toda a largura desta, com carácter não temporário, dimensionadas com o objectivo de causar desconforto crescente nos ocupantes dos veículos durante o seu atravessamento com o aumento da velocidade. Também conhecidas como lombas redutoras de velocidade, estas soluções caracterizam-se pela subida da cota da rasante ao longo de um segmento da via de comprimento limitado, abrangendo geralmente toda a largura da faixa de rodagem (Bastos Silva *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999).

Quanto à funcionalidade e em função do seu comprimento, identificam-se em dois grupos de soluções: no primeiro caso, designadas nas fontes anglo-saxónicas de *speed hump* (figuras 52 e 53), uma lomba alongada pode transformar-se numa plataforma de topo plano (Bastos Silva e Seco, 2006; Ribeiro, 1996;) e normalmente com forma trapezoidal. As rampas de acesso à plataforma podem ter forma parabólica, sinusoidal ou circular (Seco *et al*, 2008; Ewing, 1999). No segundo caso, as lombas curtas e altas (*bumps* ou *speed bumps*), a surgir com uma altura de cerca de 10 cm por comprimentos inferiores a 1 m (Seco *et al*, 2008), são frequentemente utilizadas em Portugal, em trechos em obras e em estradas. Ewing (1999) alerta que o uso das lombas *bump* impõe um desconforto mais acentuado que as do tipo *hump*, provocando níveis de

ruído e risco de provocar danos graves nos veículos quando transpostas a velocidades elevadas (ver figuras 54 e 55).¹⁷



Figura 52 – Lomba trapezoidal (Ewing, 1999)



Figura 53 – Lomba circular (Ewing, 1999)



Figura 54 – Lomba alta, Coimbra



Figura 55 – Pormenor de lomba alta, Coimbra



Figura 56 – Lomba adequada à passagem de transporte colectivo (Seco et al, 2008)



Figura 57 – Lomba tipo *speed cushion* (Bastos Silva et al, 2008)

¹⁷ As lombas de borracha consistem num sistema modular formado por elementos centrais e de topo, fabricados em borracha natural de cor preta com reflectores de cor amarela. Essa borracha permite uma maior longevidade do produto e as inserções amarelas são de elevada capacidade retro-reflectora e anti-deslizamento, proporcionando uma excelente visibilidade nocturna e em condições de mau tempo (Almeida, 2004).

Existe, ainda, outro tipo de lombas, mais compridas, que podem chegar aos 9 m e facilitar a passagem dos veículos pesados, principalmente dos transportes colectivos (figura 56). Bastos Silva e Seco (*et al*, 2006) referem que essa medida pode ser obtida através de soluções combinadas para que a preocupação com os veículos pesados não venha a facilitar exageradamente as condições de circulação dos veículos ligeiros.

Bastos Silva e Seco (2006) recordam ser habitual que a introdução das lombas dirigidas aos veículos motorizados seja formalizada apenas em parte do perfil transversal da via, remanescendo espaço lateral para acomodar as necessidades de outros modos de transporte, tais como as bicicletas ou os transportes colectivos, sendo essas soluções internacionalmente designadas por *speed cushion* (figura 57).

Condições privilegiadas de aplicabilidade

O Despacho da DGV n.º 109/2004, assinado a 22 de Junho de 2004, assume que as vias públicas têm sido, entre outros, as causas do aumento do número e da gravidade dos conflitos entre os veículos e os peões. Desse modo, procurando minimizar esses efeitos, aí se estabelecem as condições de aplicabilidade de lombas redutoras de velocidade, incluindo aspectos dimensionais (DGV, 2004).

As lombas podem ter várias formas e apresentar um domínio vasto de aplicação, adaptando-se a traçados novos e à melhoria de situações existentes, em estradas de um ou dois sentidos (Bastos Silva *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999). A sua utilização, implicando uma alteração mais profunda das vias, associa-se à redução da velocidade e pode, ainda, procurar contribuir para a redução dos volumes de tráfego ou para a defesa dos utilizadores mais vulneráveis (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996).

Os locais mais adequados à sua colocação são as vias distribuidoras locais e as de acesso local, em zonas residenciais e comerciais (Seco *et al*, 2008; Bastos Silva *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006). Bastos Silva e Seco (2006; Seco *et al*, 2008) não as recomendam em vias distribuidoras principais, salvo casos de centros urbanos antigos, onde se verifiquem problemas graves de segurança para os peões, nem em trechos de atravessamento de localidades. Hallmark (*et al*, 2007) e Seco (*et al*, 2008) desaconselham a sua aplicação próximo de intersecções, devendo ser afastadas de uma distância de pelo menos 50 m, de modo a não perturbarem o seu funcionamento.

A sua aplicação deve ser limitada a trechos sujeitos a TMD_A inferior a 3000 veículos e as vias inerentes à sua aplicação serem providas de sistema de iluminação pública ou ser necessariamente prevista a instalação de um sistema pontual de iluminação (Bastos Silva e Seco 2006). Bastos Silva (*et al*, 2008; Seco *et al*, 2008) considera que as lombas sejam passíveis de aplicação em zonas com velocidade máxima permitida de 40 km/h, excepcionalmente 50 km/h, com percentagem de veículos longos inferior a 5% e desde que a via não se insira numa rota de emergência ou de transportes colectivos.

Quando associadas a portões, as lombas permitem efectuar uma transição suave para uma zona de velocidade mais baixa e uniforme (Ribeiro, 1996). Interessará, então, garantir que a geometria da via localizada a montante da lomba induza, natural e progressivamente, à moderação de velocidade para valores compatíveis com os da sua travessia, evitando-se assim efeitos surpresa no condutor (Bastos Silva e Seco, 2006).

A sua implementação na aproximação de curvas ou noutros locais de visibilidade limitada, ou ainda em locais desprovidos de sistemas de iluminação pública, tem vindo a tornar-se prática corrente em Portugal. Uma das situações mais habituais consiste na sua aplicação em vias integradas na rede estruturante urbana, seja nas circulares urbanas, seja nas radiais de ligação ao tecido urbano, impondo sérias perturbações e demoras à normal circulação rodoviária (Bastos Silva *et al*, 2008). A sua aplicação começa a expandir-se aos trechos de atravessamento de localidades designadamente a IC, ER, EN e EM, e é tanto ou mais grave quando internacionalmente se reconhece que a sua aplicação deve ser condicionada a vias de velocidade inferior a 50 km/h e sujeitas a volumes de tráfego moderados. Bastos Silva (*et al*, 2008) destaca também a aplicabilidade de lombas em vias que servem zonas industriais, rotas de autocarros ou até veículos de emergência, sem que nenhuma medida de apoio a este tipo de veículo seja tomada.

É reconhecido o seu domínio privilegiado de aplicação em espaços residenciais e centrais sujeitos a reduzidos níveis de procura de veículos pesados. Refira-se que o documento regulamentar em vigor em Portugal (DGV, 2004) é omissivo a este nível, abrindo perspectivas à sua integração em locais inadequados.

Efeitos

O recurso a lombas permite uma redução da velocidade dos veículos em cerca de 25%, do volume de tráfego em aproximadamente 20% e das colisões em cerca de 40% (Almeida, 2004). As lombas também contribuem para reforçar a ideia de que o espaço onde são colocadas é partilhado por diferentes utilizadores e que o veículo automóvel deverá, então, condicionar a sua marcha (Bastos Silva *et al*, 2008).

Podendo contribuir para a redução dos volumes de tráfego, através do desvio do tráfego de atravessamento para outros percursos (Seco *et al*, 2008), as lombas são soluções de relativamente baixo custo e não implicam uma redução significativa de lugares de estacionamento podendo ser adaptadas para não impor perturbações aos ciclistas (Almeida, 2004). O recurso a estas soluções permite encontrar formas combinadas que associam diferentes inclinações de rampas aos diferentes utilizadores, bem como um perfil mais alongado e, por sua vez mais suave, dirigido aos veículos longos, e ainda outro mais agressivo, voltado para os veículos ligeiros (Bastos Silva *et al*, 2008).

Segundo Hallmark (*et al*, 2007), para além de não constituírem soluções esteticamente interessantes, as lombas são susceptíveis de aumentar os níveis de poluição atmosférica e

sonora, essencialmente em vias com grande afluência de veículos pesados. Podem, também, apresentar problemas de drenagem e transferir tráfego para arruamentos alternativos.

Estas medidas não discriminam as classes dos veículos em algumas das tipologias, podendo tornar-se impopulares junto dos operadores de transportes colectivos. À excepção das lombas adaptadas à passagem de veículos de transporte colectivo (figura 56), as lombas tendem a dificultar a operação de veículos de emergência, podendo provocar atrasos de 5 s numa ambulância e de 10 s num veículo de bombeiros, assim como causar incómodos em pessoas com problemas de saúde ou em estado de gravidez (Almeida, 2004).

Os veículos pesados são os que mais sofrem com o efeito de transposição de lombas de comprimento reduzido, pelo que, em circuitos procurados por este tipo de veículos (como os transportes colectivos), deve ser avaliada a possibilidade de alongar as lombas ou de se optar por soluções combinadas (Bastos Silva *et al*, 2008).

Aspectos dimensionais

O princípio de dimensionamento do projecto de uma lomba (ou de uma plataforma sobrelevada) consiste na salvaguarda da sua transposição, de forma confortável, pelos veículos que adoptam velocidades inferiores às predefinidas e em causar desconforto quando transpostas a velocidades superiores. Os parâmetros básicos de dimensionamento são o comprimento, a altura e o espaçamento entre lombas, devendo, em complemento, ser definidas as características base das rampas de transição (Bastos Silva e Seco, 2006).

As lombas podem ter uma largura igual à da via onde se inserem ou terminar ligeiramente antes da berma ou do passeio, de forma a possibilitar a passagem de ciclistas ou facilitar a inserção de um sistema de drenagem de águas pluviais. Em termos globais, a inclinação associada representa o indicador que melhor quantifica o grau de desconforto imposto pela lomba, que deve ser definida em função da velocidade desejada para o local (Bastos Silva *et al*, 2008). O grau de conforto e a velocidade desejável dependem das suas dimensões e do tipo de materiais utilizados, sendo que a suavidade da sua transposição (consequentemente a velocidade de projecto) depende directamente do seu comprimento. Os perfis mais habituais são circulares, parabólicos, sinusoidais ou trapezoidais com superfície superior plana (ver figura 58).



Figura 58 – Exemplos de perfis de lombas
(Ewing, 1999)

Seguem-se os aspectos dimensionais dos perfis circulares e trapezoidais por serem os mais utilizados a nível internacional (Bastos Silva *et al*, 2008; Bastos Silva *et al*, 2006; Ewing, 1999). Para outros perfis de lombas recomenda-se a leitura de bibliografia específica para o efeito (Bastos Silva *et al*, 2008; Seco *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006; Ewing; 1999).

As lombas de formato circular (figuras 59 e 60) são compatíveis com velocidades entre 20 km/h e 50 km/h e provocam níveis de desconforto moderados se transpostas a essas velocidades. Devem ter 3,7 m de comprimento e alturas entre 7,5 cm e 10 cm no seu ponto central, como consta da figura 60 (Bastos Silva e Seco, 2006, citando Ewing, 1999).

O sucesso da implementação de uma lomba trapezoidal reside na sua altura, devendo esta situar-se entre 7,5 cm e 10 cm na superfície plana (Bastos Silva *et al*, 2008; DGV, 2004). As plataformas trapezoidais devem ser dimensionadas em função da velocidade (ver figuras 61 a 63).



Figura 59 – Lomba/travessia circular, Vilamoura (Loulé)

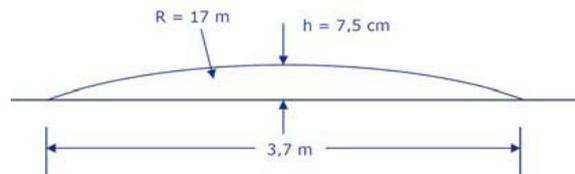


Figura 60 – Pormenores de dimensionamento de lomba/perfil circular (DGV, 2004)

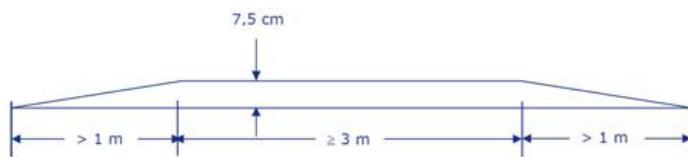


Figura 61 – Pormenores de dimensionamento de lomba/perfil trapezoidal (DGV, 2004)



Figura 62 – Pormenor de lomba/perfil trapezoidal, Coimbra

Velocidade base (km/h)	Altura (cm)	L1 (m)	L2 (m)	Base da rampa L3 (m)	Espaçamento (m)
48	7,5	6,7	3	1,8	130-150
40	7,5	6,1	3	1,5	115-130
32	7,5	5,5	3	1,2	85-100
32	10	6,1	3	1,5	85-100
24	10	5,5	3	1,2	75-90
16	10	4,9	3	0,9	75-90

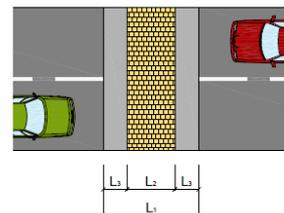


Figura 63 – Dimensionamento de plataformas trapezoidais (Bastos Silva e Seco, 2006, adaptado de Ewing, 1999)

As lombas podem ser aplicadas isoladamente ou em grupo, devendo ser espaçadas entre si e com uma distância variável em função da velocidade pretendida no local. As distâncias podem variar entre os 35 m e os 85 m, procurando obter um perfil de velocidades razoavelmente uniforme e evitar acelerações exageradas após a sua transposição (Seco *et al*, 2008).

Apesar do sucesso da sua aplicação, as lombas encontram-se ainda em estudo, sendo ainda pouco regulamentadas e experimentadas, tanto aos níveis nacional como internacional. O seu domínio de aplicação depende da função hierárquica assegurada pela via, em particular do nível de desempenho a assegurar, e do tipo de utilizador (Bastos Silva *et al*, 2008).

3.4.2.3. Travessias pedonais elevadas

Considerações gerais

Ainda que associadas às lombas, optou-se por aqui se fazer referência às travessias pedonais elevadas, pois representam uma tipologia particular de lombas, associando-se a um elemento formal de regulação de uma travessia pedonal (Bastos Silva *et al*, 2008).

Se a parte plana da plataforma elevada for utilizada como travessia pedonal, esta medida designa-se de travessia pedonal elevada (Hallmark *et al*, 2007; Bastos Silva e Seco, 2006). Estas soluções devem ter um tratamento superficial do pavimento da secção plano, de modo a melhorar a sua aparência e serem facilmente visíveis pelos condutores (figuras 64 e 65).



Figura 64 – Travessia pedonal elevada, Setúbal



Figura 65 – Travessia pedonal elevada, Vilamoura (Loulé)

A altura das plataformas tende a aproximar-se da existente ao nível da estrutura pedonal (até a um máximo de 15 cm), garantindo a continuidade das respectivas travessias. Estas soluções reforçam a ideia de que o peão é o utilizador preferencial e prioritário no espaço associado à plataforma, devendo o veículo adaptar-se às suas necessidades e aos seus comportamentos (Bastos Silva e Seco, 2006).

O condutor deve ter a sensação de que está a invadir um trajecto que não o seu. Aliás, a imposição destas soluções, ao serem galgadas pela elevação da faixa de rodagem, representa uma vantagem adicional, traduzindo-se numa alteração física e actuando no sentido de provocar uma redução de velocidade (Almeida, 2004). Saliente-se o facto de, em Portugal, os passeios assumirem muitas vezes alturas superiores a 10 cm, o que obrigará à construção de rampas entre a passadeira elevada e os passeios (Bastos Silva *et al*, 2008), tal como também previsto no DL n.º 163/2008.

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Estas soluções são recomendadas para locais onde exista um significativo número de atravessamentos pedonais e, simultaneamente, o risco de velocidades excessivas (Bastos Silva *et al*, 2008; Seco *et al*, 2008). É aceitável que sejam construídas em vias distribuidoras locais ou de acesso local, sujeitas a TMD_A inferior a 3000 veículos (Bastos Silva e Seco, 2006).

Independentemente da tipologia da solução, os Bastos Silva e Seco (2006) referem que a adopção de plataformas deve ser evitada ou encarada com muita precaução, sempre que a via seja utilizada com frequência por veículos de emergência. Nas zonas onde sejam implementadas, devem ser utilizadas superfícies específicas que permitam a sua identificação por invisuais e que facilitem o seu atravessamento por parte de cidadãos de mobilidade condicionada (Ribeiro, 1996). Recomenda-se a sua utilização em conjugação com estrangulamentos a partir dos lados para reduzir o comprimento da travessia pedonal (Seco *et al*, 2008).

Estas plataformas tornam-se prática corrente em locais onde assumem a função de lombas. Facilmente se encontram travessias pedonais elevadas em trechos de estrada onde, à partida, não se verifica um fluxo de peões que justifique a sua formalização. Torna-se comum encontrar estas travessias em trechos de estrada sem passeios formalizados, independentemente do Despacho da DGV anteriormente referido estabelecer essa exigência (Bastos Silva *et al*, 2008).

Efeitos

Com esta solução, a percentagem de atropelamentos é reduzida significativamente e enquanto as lombas visam a redução da velocidade dos veículos para um intervalo entre 8 km/h e 16 km/h, as travessias pedonais elevadas reduzem-na para um intervalo entre 32 km/h e 40 km/h. Estas travessias permitem também a redução da velocidade dos veículos aproximadamente 30%, do volume de tráfego em cerca de 12% e do número de colisões em aproximadamente 45% (Almeida, 2004).

Aspectos dimensionais

A forma trapezoidal é a que tem sido utilizada extensivamente em Portugal, maioritariamente associada a uma travessia pedonal, pelo que se recomenda a leitura de bibliografia da especialidade na matéria (Bastos Silva *et al*, 2008; Bastos Silva e Seco, 2006).

3.4.2.4. *Intersecções elevadas*

Tal como a solução anterior, optou-se por aqui fazer-se referência às intersecções elevadas, por representarem uma tipologia particular de lombas, associando-se a um elemento formal de regulação de uma travessia pedonal (Bastos Silva *et al*, 2008).

Através da simples visualização (ou mesmo da sua transposição) as intersecções elevadas alertam o condutor e destacam a presença dos peões que as utilizam (Huang e Cynecki, 2001). Estas soluções são, usualmente, utilizadas nas zonas de passagens de peões e em zonas de tráfego misto, como praças e zonas centrais, para reforçar a noção de que deve ser prestada especial atenção a utilizadores mais vulneráveis (Ribeiro, 1996).

Tal como decorre do nome, as intersecções elevadas resultam da criação de intersecções em “X” ou em “T” elevadas em relação à usual cota da via, tratando-se de uma plataforma que abrange todo o interior e zonas limítrofes de uma intersecção formalizada a um nível muito próximo do dos passeios (Ewing, 1999; Ribeiro, 1996). A zona elevada pode limitar-se ao espaço circunscrito pela intersecção ou alargar-se ligeiramente aos trechos de aproximação (Bastos Silva e Seco, 2006), como consta das figuras (66 e 67).



Figura 66 – Intersecção elevada, Tomar



Figura 67 – Intersecção elevada, Condeixa-a-Nova

Seco (*et al*, 2008; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996) defende que o acesso ao interior dessas intersecções se efectue através de rampas localizadas nas proximidades das entradas, devendo as travessias de peões localizar-se na zona elevada para que o atravessamento pedonal saia beneficiado. Hallmark (*et al*, 2007) acrescenta que essas rampas devem ser suaves, de modo que o condutor abrande a sua velocidade e evite desconforto ao galgá-las.

Condições privilegiadas de aplicabilidade

A adopção destas intersecções é recomendável, única e exclusivamente, aquando da existência de intersecções que integrem zonas pedonais com forte afluência e elevado nível de travessias (Hallmark *et al*, 2007).

Estas situações possibilitam o uso das vias em segurança por parte de todos os utilizadores, incluindo os utilizadores vulneráveis, e onde haja risco de prática de velocidades excessivas (Bastos Silva e Seco, 2006; Ewing, 1999; Ribeiro, 1996). Não são apropriadas em vias arteriais ou em vias utilizadas frequentemente por transportes colectivos e por veículos de emergência (Ewing, 1999).

Efeitos

As intersecções elevadas permitem reduzir a velocidade de circulação, funcionam como um alerta para os condutores e, se bem conjugadas com pavimentação, podem constituir uma aprazível solução estética (Hallmark *et al*, 2007). Servem, ainda, como indicação de uma zona preferencial de atravessamento para os peões, evidenciando-os, e permitindo alargar o tratamento a todos os ramos de aproximação. Apresentam uma elevada flexibilidade de uso em várias situações de tráfego e maior suavidade em relação às lombas, especialmente em relação aos veículos pesados (Ewing, 1999).

Por outro lado, acarretam custos em relação à sua manutenção, suscitam problemas ao nível da drenagem de águas pluviais e implicam a necessidade de aviso da sua existência (Hallmark *et al*, 2007). O recurso a estas soluções pode resultar na perda de lugares de estacionamento, no aumento das dificuldades de mudança de direcção e de operação de veículos de emergência, podendo estes registar atrasos entre 1 s a 10 s (Almeida, 2004).

Aspectos dimensionais

As dimensões e o perfil das deflexões verticais dependem da velocidade alvo máxima e devem ser escolhidos de acordo com a velocidade desejada. Para uma determinada velocidade alvo, a eficácia depende da altura do dispositivo, do gradiente da rampa e da distância entre medidas (Ewing, 1999).

Deve recorrer-se a um material diferente do utilizado nas restantes secções das vias contíguas às intersecções para que, por contraste, os condutores sejam alertados para a sua existência (Seco *et al*, 2008).

3.4.2.5. *Vias ao nível do passeio*

Estas medidas pouco acrescentam aos pontos anteriores, residindo a diferença no facto de estas se estenderem por trechos mais extensos dos arruamentos, chegando a ocupar vias inteiras. Este tipo de alteração do perfil transversal das vias, quando bastante extensa, acaba por consubstanciar um desenho urbano diferente do usual e, regra geral, mais aprazível (Seco *et al*, 2008), como consta das figuras 68 e 69.



Figura 68 – Via ao nível do passeio, Coimbra



Figura 69 – Via ao nível do passeio, Lagoa (Mira)

Considera Ribeiro (1996) que, tratando-se de zonas centrais e no que respeita ao trânsito automóvel, torna-se frequente que estas zonas sejam apenas acessíveis a comerciantes, fornecedores, cargas e descargas, bem como a transportes colectivos e a veículos de emergência.

O recurso a estas soluções permite criar superfícies de tráfego misto em zonas centrais ou residenciais, induzindo nos condutores a sensação de que se encontram numa zona onde a prioridade deve ser dada aos peões ou onde essas prioridades e as dos veículos sejam equivalentes. Para tal, anula-se a distinção entre passeios e faixa de rodagem, deixando de haver segregação entre peões e veículos (Seco *et al*, 2008).

3.5. Outras soluções com efeitos de acalmia de tráfego

Complementarmente às alterações aos alinhamentos horizontais e aos alinhamentos verticais, torna-se possível identificar um conjunto alargado de medidas que, de forma isolada ou combinada, podem contribuir para complementar o efeito de outras medidas. Enunciar-se-ão as que se entende poderem ser aplicáveis em relação ao atravessamento de localidades, como os portões, os semáforos de controlo de velocidade e as intervenções paisagistas.

3.5.1. Portões

Considerações gerais

Também conhecidos por *community gates*, os portões consistem em estruturas que avisam o condutor de que entra numa localidade ou numa zona onde se pretende que se circule com velocidade moderada, como se poderá verificar nas figuras 70 e 71.

Durante vários séculos, as fronteiras dos espaços urbanos para os rurais foram demarcadas através de portões (em Portugal com o termo “portas” e aplicados à entrada de muitas cidades). Actualmente, essa fronteira não é tão demarcada, traduzindo-se no facto de os

condutores não respeitarem a sinalização vertical imposta à entrada nas localidades (Herrstedt *et al*, 1993).



Figura 70 – Portão em Vilamoura (Loulé)



Figura 71 – Portão em Tróia (Grândola)

Bastos Silva (*et al*, 2004-a; Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999) considera que o recurso a portões permite enfatizar a transição entre ambientes rodoviários, recomendando ao condutor a adopção de comportamentos adequados, como a escolha de uma velocidade apropriada. Ainda que colocados também sob a égide da promoção turística, estas estruturas podem também marcar a entrada no espaço urbano ou em zonas a proteger. No caso da entrada em zonas residenciais ou em localidades, o portão poderá também ser constituído por um cruzamento elevado, com ou sem prolongamento da estrutura pedonal, que provoque um efeito de estrangulamento, podendo ser complementado com mobiliário urbano ou com o plantio de vegetação (Seco *et al*, 2008; Bastos Silva *et al*, 2004-a; Ewing, 1999; Herrstedt *et al*, 1993).

O recurso a estas soluções torna-se frequente em países como a Dinamarca, onde se observam vários exemplos da sua aplicação, assim como nos Estados Unidos da América (Seco *et al*, 2008, Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999).

Condições privilegiadas de aplicabilidade

Os portões são indicados para vias distribuidoras principais e distribuidoras locais (Ewing, 1999). Podem ser complementados com um conjunto variado de elementos, como pré-avisos, estrangulamento progressivo da faixa de rodagem por alteração da localização da guia delimitadora da berma, introdução de estrutura pedonal ou pela colocação de elementos verdes (Bastos Silva *et al*, 2004-a; Herrstedt *et al*, 1993).

Efeitos

O efeito redutor na velocidade, entre 5 km/h a 20 km/h, depende da sua concepção, da sua componente estética e é tanto maior se associado a uma forte componente visual em conjugação com outras medidas de acalmia de tráfego (Hallmark *et al* 2007; Herrstedt *et al*, 1993).

Os portões possibilitam a criação de uma identidade de bairro, potenciam áreas para intervenções paisagistas, para implementação de monumentos e desencorajam a entrada de veículos pesados (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999). Não apresentam impactos negativos nos veículos de emergência e permitem reduzir os níveis de poluição sonora, exceptuando-se os casos dos pavimentos texturados (Ewing, 1999).

Contudo, podendo constituir obstáculos na via, possibilitam restrições de acesso a determinadas propriedades, perda de lugares de estacionamento, possibilidade de criação de barreiras visuais e de gerar más condições de visibilidade. Refira-se, ainda, que se a sua estrutura for complexa, poderá exigir dispendiosos trabalhos de manutenção (Hallmark *et al*, 2007; Ewing, 1999).

Aspectos dimensionais

O portão deve ser saliente da zona de transição e situar-se no fim desta (National Roads Authority, 2005). Quando a localização tiver sido fixada, as zonas existentes de velocidade limitada devem ser revistas e, se necessário, alteradas para que a localização da zona de velocidade mais baixa corresponda à prevista com o efeito da colocação do portão (Ewing, 1999). A iluminação pública deve ser associada a esta medida, prevendo-se ser implementada pelo menos 10 m antes e depois da colocação do portão.

3.5.2. Semáforos de controlo de velocidade

Não impondo qualquer alteração física à infra-estrutura viária, e apesar de estes sistemas não serem considerados medidas de acalmia de tráfego pela maioria dos autores (Fonseca, 2008; Ribeiro e Seco, 1999; Ribeiro, 1996), segundo Craveiro (1999), são medidas frequentemente adoptadas por alguns Municípios responsáveis pela gestão das estradas (figuras 72 e 73) com o objectivo de controlarem a velocidade.



Figura 72 – Sinais de pré-aviso, Mealhada – EN 1 – IC2



Figura 73 – Sinais de pré-aviso em Pena (Cantanhede) – EN 234

Considerações gerais

Segundo Bastos Silva (*et al*, 2004; Craveiro, 2009), os semáforos controladores de velocidade consistem num sistema que detecta a velocidade dos veículos, accionando o sinal vermelho quando o valor medido excede o valor limite programado. Podem ser aproveitados para incluir uma passadeira com funcionamento actuado.

Craveiro (2009) refere que estes sistemas permitem controlar a velocidade dos veículos, penalizando os que circulam a uma velocidade superior à estabelecida pelo sistema de controlo.¹⁸ A estrutura do sistema consiste em dois sinais de pré-aviso (figuras 72 e 73), distanciados de 50 m, um bloco de espiras electromagnéticas para controlo de velocidade e um semáforo com lâmpadas vermelha, amarela e verde (Almeida, 2004) (figuras 74 e 75).



Figura 74 – Semáforos controladores de velocidade, Comporta (Grândola) – ER 253 – 1



Figura 75 – Semáforos controladores de velocidade em Ceira (Coimbra) – EN 17

Estas soluções procuram controlar a velocidade de operação dos veículos, podendo ser actuados com sensores do tipo radar ou embebidos no pavimento. Sempre que o veículo for detectado a 300 m e a circular a uma velocidade superior à preestabelecida, essa informação é transmitida ao microprocessador do sistema semafórico que, de imediato, acciona um tempo de amarelo fixo, seguido de um tempo de vermelho (Craveiro, 2009; Almeida, 2004). À passagem pelos sensores, o equipamento efectua uma comparação dinâmica entre a velocidade instantânea da viatura e a velocidade especificada para o trecho em causa. O tempo de amarelo e de vermelho deve ser calculado de modo a obrigar o veículo a reduzir a velocidade, ou até mesmo a parar, sempre que este opte por velocidades superiores à fixada pelo sistema.

¹⁸ Almeida (2004) questiona o facto de reter-se quem passa no sensor a uma velocidade igual ou inferior à estipulada, pois um veículo que circule a velocidade superior à permitida e que venha atrás de um veículo dentro do limite, fecha o semáforo, retendo o primeiro veículo. Os veículos respeitadores da velocidade pretendida acabam por ser penalizados, pois, na maioria das vezes, os outros passam a uma velocidade que ainda conseguem passar o semáforo no amarelo, ou então no vermelho, constituindo um incentivo ao não cumprimento da velocidade imposta.

Todo o processo de funcionamento pressupõe que o condutor, ao deparar-se com a luz vermelha do semáforo, cumpra as regras estabelecidas pela lei em vigor, designadamente no CE e pare (Craveiro, 2009). O tempo que o semáforo permanece vermelho equivale ao que o veículo teria de utilizar para percorrer a distância da zona de intervenção à velocidade autorizada ou outra que se programe. Passado o tempo de vermelho, o semáforo passará de novo ao estado de verde (Almeida, 2004).

Com efeito, sendo o seu custo reduzido quando comparado com algumas medidas de acalmia de tráfego e associado à eficácia que se lhe associa em termos de redução de velocidade, estes sistemas também têm vindo a ter grande aplicação em IC, ER, EN, EM e à entrada de localidades (Craveiro, 2009). Desse modo, à entrada de algumas localidades, torna-se frequente encontrar-se o sinal de pré-aviso de que a velocidade é controlada por radar, uma vez que a velocidade para os veículos ligeiros deverá passar de 90 km/h para 50 km/h dentro das mesmas.

Condições privilegiadas de aplicação

Estas soluções não são aconselháveis em vias colectoras, onde se verifica haver necessidade de garantir bons níveis de fluidez ao tráfego e onde os atravessamentos pedonais devem ser desnivelados (Craveiro, 2009).

A realidade demonstra que estes sistemas são eficazes em reduzir localmente a velocidade (Bastos Silva *et al*, 2004), assumindo como domínio privilegiado a transição de ambientes rodoviários ou como forma de marcar uma descontinuidade.

Efeitos

Este sistema revela-se eficaz em reduzir localmente a velocidade e o tráfego de atravessamento, pese embora a existência de uma percentagem de condutores que, tendencialmente, não respeita os sinais (Craveiro, 2009; Almeida, 2004).

De acordo com Almeida (2004), esta solução permite a um veículo diminuir a sua velocidade na altura dos sensores (geralmente visíveis no pavimento) e começar acelerar e passar os semáforos a uma velocidade muito superior à permitida para o local, uma vez que o semáforo não foi accionado e permanece verde ou amarelo intermitente.

A manutenção destas soluções torna-se dispendiosa e Almeida (2004) destaca a pouca eficácia no apoio ao funcionamento de passadeiras simples localizadas nas proximidades. Tal sucede se a localização não corresponder à exacta do sistema semafórico, uma vez existir uma tendência para o aumento repentino da velocidade logo após a paragem do veículo pelos sinais. Aquando da sua aplicação em vias distribuidoras principais e caso o fluxo de peões seja significativo, é recomendável o recurso a uma travessia semaforizada.

3.5.3. Intervenções paisagistas

As intervenções paisagistas, utilizadas em conjunto com outras medidas de acalmia de tráfego, como travessias pedonais, separadores centrais e ilhéus separadores, estrangulamentos, rotundas e gincanas, têm o duplo objectivo de alertar o condutor para adoptar velocidades mais moderadas e tornar a acalmia de tráfego esteticamente mais aprazível (Hallmark *et al*, 2007; Barrosa dos Santos, 2007; Gambard *et al*, 1995) (figuras 76 a 79).



Figura 76 – Exemplos de plantio arbóreo e arbustivo, Vilamoura (Loulé)



Figura 77 – Exemplos de plantio arbóreo e arbustivo, Tróia (Grândola)



Figura 78 – Exemplo de estrangulamento visual – EN 114



Figura 79 – Exemplos de plantio arbóreo de forma regular, Vilamoura (Loulé)

Embora e de forma isolada não constituam medidas de acalmia de tráfego, verifica-se que este tipo de medidas assume um contributo significativo no reforço do poder obstrutivo das medidas de acalmia (Hallmark *et al*, 2007, Barrosa dos Santos dos Santos, 2007). Tal decorre de duas teorias: a primeira, pelo plantio de vegetação ao longo da via poder constituir um estrangulamento visual ao condutor (efeito de túnel; figura 78), obrigando-o a reduzir a velocidade de circulação. A segunda, pelo contributo que assumem na transformação do ambiente rodoviário.

A título de exemplo, em espaços rurais as árvores encontram-se plantadas em parcelas, enquanto que nos urbanos são, habitualmente, plantadas de modo rectilíneo e regularmente intervaladas ao longo da via (Hallmark *et al*, 2007; Gambard *et al*, 1995) (figura 79).

Não obstante a consonância com as teorias de Hallmark (*et al*, 2007; Egebjerg *et al*, 2002; Gambard *et al*, 1995) sobre o efeito tranquilizador, agradável e estético que conferem, não só no atravessamento como também nas próprias localidades, as intervenções paisagistas não impedem fisicamente a prática de velocidades mais moderadas, não sendo consideradas, então, medidas de acalmia de tráfego.

3.6. Considerações finais

Os exemplos anteriormente referidos permitiram contextualizar a questão da acalmia de tráfego num panorama histórico internacional, com breves referências a medidas específicas. Foi com base nesses estudos, conjugado com alguma sensibilização política nessa matéria e outras acções complementares, que actualmente alguns dos países anteriormente referidos, como a Dinamarca e a Grã-Bretanha, atingiram taxas de sinistralidade rodoviárias extremamente reduzidas sendo mesmo consideradas como *benchmarking* nestas matérias.

Atendendo às considerações efectuadas ao longo deste capítulo, e de modo muito sucinto, verificou-se que a implantação de acalmia de tráfego visa reduzir não só o volume de tráfego como a prática de velocidades elevadas, através da colocação de medidas físicas que obrigam o condutor a alterar o seu comportamento. Dado o âmbito do presente trabalho, foi dada aqui maior ênfase às medidas redutoras de velocidade, se bem que algumas sejam, simultaneamente, medidas de controlo de volume de tráfego.

Sobre as medidas redutoras de velocidade, com as alterações aos alinhamentos horizontais introduzem-se modificações ao perfil transversal da via ou do traçado, de modo a impor deflexões aos movimentos e induzir o condutor a reduzir a velocidade. Estas medidas implicam modificações da geometria das vias e forçam os veículos automóveis a desvios forçados na sua trajectória, exercendo uma espécie de pressão psicológica sobre os condutores, levando-os natural e instintivamente, a reduzir a velocidade. Por sua vez, as alterações aos alinhamentos verticais consistem nas elevações no pavimento que levam o condutor a reduzir a velocidade, sob pena de danificar os veículos ou de sentir um nível elevado de desconforto por acção da variação brusca da aceleração vertical do movimento, implicando essencialmente uma elevação da cota do pavimento.

Em suma, e através do quadro 5, pretende-se uma abordagem genérica da relação e efeito de algumas medidas de acalmia de tráfego em relação a algumas componentes. Desse quadro verifica-se que as medidas de acalmia de tráfego apresentam efeitos simultaneamente aos níveis da redução da velocidade e do volume de tráfego, da redução dos conflitos e do tempo de resposta dos serviços de emergência.

Quadro 5 – Efeito das medidas de acalmia de tráfego
 (Seco *et al*, 2008)

Medidas	Redução na velocidade	Redução do volume	Redução dos conflitos	Tempo de resposta dos serviços de emergência
Alteração aos alinhamentos horizontais				
Estrangulamentos	√√	√√	√	√√
Gincanas	√√	√√	√	√√
Estreitamento das entradas das intersecções	√√	√	√√	√
Mini-rotundas	√√	√√	√√√	√√√
Rotundas	√√	√√	√√√	√√√
Alteração aos alinhamentos verticais				
Pré-avisos	√√	√	√	√
Lombas	√√√	√√	√√	√√√
Plataformas elevadas	√√√	√√	√√	√√√
Travessias pedonais elevadas	√√√	√√	√√	√√√
Intersecções elevadas	√√	√	√√	√√√

√ – Mínimo/nenhum; √√ – Moderado; √√√ - Significativo

Começando pela redução da velocidade, são as alterações aos alinhamentos verticais (lombas e suas variações) que surtem maiores efeitos e, em relação à redução do volume de tráfego, ambas alterações surtem efeitos, sendo os estreitamentos à entrada das intersecções, os pré-avisos e as intersecções elevadas os menos recomendáveis. Na redução dos conflitos, as mini-rotundas e rotundas obtêm os maiores resultados para os estrangulamentos e gincanas, enquanto que nos tempos de resposta dos serviços de emergência são os estreitamentos à entrada das intersecções e os pré-avisos que permitem maiores compensações.

O quadro 6 refere-se ao domínio de aplicação de algumas medidas de acalmia de tráfego ao atravessamento de localidades.

Da leitura do quadro supra referido, verifica-se que a aplicação de medidas de acalmia de tráfego surte efeitos praticamente a todos os níveis, sendo maior o seu domínio de aplicabilidade em arruamentos sujeitos a valores de TMD_A inferiores a 3500 veículos, recomendando-se uma velocidade entre 30 km/h e 40 km/h.

Mediante esses valores, salvo os estrangulamentos e gincanas com estrangulamento para uma só via, todas as medidas aí constantes poderão ser aplicadas. Porém, é menor o leque de aplicabilidade destas medidas aquando de valores de TMD_A superiores a 3500 veículos, sendo que velocidades entre 40 km/h e 50 km/h não permitem adoptar algumas medidas, como lombas, incluindo a sua vertente de plataformas elevadas, sendo que os estrangulamentos e as gincanas aqui poderão ter enquadramento.

Quadro 6 – Domínio de aplicação de algumas medidas de acalmia de tráfego ao atravessamento de localidades (Bastos Silva *et al*, 2004-a)

Velocidade desejada (km/h)	40 < V < 50	30 < V < 40
TMD_A (veículos)	> 3500	< 3500
Pré-avisos	√	√
Portões	√	√
Plataformas sobrelevadas (nas duas vias de circulação)		√
Lombas		√
Gincanas	√	√
Gincanas com plataformas sobrelevadas		√
Estrangulamentos a partir do centro ou dos lados	√	√
Estrangulamentos numa só via		(x)
Estrangulamentos numa só via (com plataforma sobrelevada)		(x)
Gincanas com estrangulamento para uma só via		(x)

√ – aplicáveis

(x) – eventualmente aplicáveis

Independentemente dos efeitos assegurados, as medidas de acalmia de tráfego apresentam alguns aspectos menos positivos, como a onerosidade, não só da sua implementação como da sua manutenção, interessando também realçar o entrave que podem constituir ao bom funcionamento dos veículos e serviços de emergência. A aplicação de algumas destas medidas torna-se susceptível de direccionar o tráfego para outras vias, criando ruído e vibração nas habitações circundantes, bem como resultar em eventuais perdas de lugares de estacionamento, o que também originará impactos de nível pessoal nas zonas onde são implementadas.

Ao nível dos condutores, a aplicação de medidas de acalmia de tráfego pode provocar-lhes efeitos de frustração (ainda que de curta duração), aumentar os tempos de viagem, criar impactos visuais e mesmo algumas situações de desconforto. Outros utilizadores também podem ser afectados pela sua implementação, como os ciclistas e pessoas portadoras de deficiência e de mobilidade condicionada.

Independentemente das alterações aos respectivos alinhamentos, a implementação de medidas de acalmia de tráfego contribui para reduzir os valores de sinistralidade rodoviária e conferir melhor qualidade de vida a todos os utilizadores das vias onde se implementam, o que se considera francamente positivo.

4. EXEMPLOS DE REFERÊNCIA – BOAS PRÁTICAS NA APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO A TRECHOS DE ATRAVESSAMENTOS DE LOCALIDADES

4.1. Introdução

Tal como referido anteriormente, um dos objectivos centrais da implementação de medidas de acalmia de tráfego prende-se com a redução do volume de tráfego e com a moderação da velocidade de circulação dos veículos, remetendo-a para valores compatíveis com as funções da via a desempenhar e com a natureza das actividades que se realizam em seu redor. Concretamente com a redução da velocidade, pretende-se aumentar a segurança e a qualidade de vida dos utilizadores da via e melhorar a qualidade da envolvente.

Baseando-se na teoria da compensação do risco de Van Toorembourg, na qual o automobilista se comporta mediante o risco que considera aceitável, Bellalite (2000) defende que se existirem obstáculos e restrições físicas na via, o condutor tende a adoptar uma velocidade moderada. Independentemente das razões inerentes à implementação de medidas de acalmia de tráfego, Seco (*et al* 2008) recomenda a sua aplicação apenas quando as zonas passíveis de as receberem se encontrarem enquadradas com a restante estruturação viária. De igual modo, acrescenta que essas medidas são vocacionadas essencialmente para zonas onde as características das actividades urbanas não se coadunem com a velocidade de atravessamento e intensidade de tráfego.

As vias mais propícias para a implementação dessas medidas acabam por ser as vias distribuidoras locais e as de acesso local. Especificamente no âmbito deste trabalho, recorda-se interessarem as estradas, onde se recomenda a adopção de soluções integradas sem criar indesejáveis limitações à fluidez do tráfego automóvel.

As medidas de acalmia de tráfego podem ser aplicadas pontualmente para resolver uma determinada situação localizada, como um cruzamento ou um atravessamento pedonal problemático. Todavia, a sua aplicação pode incidir ao longo de toda uma rua ou de uma zona, abrangendo uma área mais alargada, de modo a evitar fenómenos de migração dos problemas. Estas medidas devem também limitar a velocidade de circulação para níveis compatíveis de vivência urbana de qualidade e permitir níveis de segurança pedonal no atravessamento dessas vias (Seco *et al*, 2008).

Pretende-se, então, a compatibilidade entre as funções de circulação rodoviária, derivadas do tráfego de atravessamento, e os diferentes tipos de mobilidade e actividade locais, decorrentes das actividades que se desenvolvem nos espaços adjacentes à via. Essas actividades passam pelas entradas e saídas de estacionamento, movimentos e travessias pedonais, minimizando e reduzindo o perigo de conflitos entre peões e veículos, garantindo a sua segurança através da

criação de corredores de circulação e pontos de atravessamento em condições de capacidade e de segurança para cada um dos modos de transporte envolvidos (Bastos Silva *et al*, 2004).

Para a prossecução desses objectivos, Bastos Silva (*et al*, 2004-a) considera ser necessário retirar alguma importância à função de circulação do tráfego motorizado forçando a redução da velocidade de circulação. Sempre que possível, no âmbito deste tipo de intervenções, o conjunto de medidas a aplicar deve basear-se na segregação modal de infra-estruturas, separando a faixa de rodagem da estrutura pedonal e da rede ciclável. De igual modo, há que impor algumas reduções ao nível da velocidade e do espaço reservado à circulação do tráfego motorizado, e definir soluções que diminuam o risco associado à execução de manobras, que criem espaços de circulação destinados aos peões e velocípedes e que introduzam travessias pedonais mais seguras.

O tratamento de trechos de atravessamento de localidades, por recurso a medidas de acalmia de tráfego, deverá exigir a definição de soluções integradas e devidamente adaptadas às exigências relevantes de base.

Este capítulo debruça-se sobre a selecção, descrição e análise de um conjunto de estudos de caso estrangeiros e nacionais, relativos ao tratamento de trechos de atravessamentos de localidades por parte de estradas com importância nacional ou regional. São apresentadas as soluções combinadas adoptadas nos casos de Dijon (França), Rillaar (Bélgica), Skaerbaek e Tinglev (Dinamarca). Ao nível nacional, é feita a referência a três estudos de caso, como o atravessamento da cidade da Mealhada, o centro de Meirinhas (no Município de Pombal) e a ligação da cidade de Cantanhede à vila de Mira.

4.2. O caso da Av. de Langres, Dijon

4.2.1. Enquadramento

A França encontra-se sensibilizada para a necessidade de melhorar a qualidade de vida dos centros urbanos, quando atravessados por ER e EN, de modo a atenuar o efeito de barreira física e psicológica provocada por estas estradas (Bellalite, 2000; Gambard *et al*, 1995). Bellalite (2000) refere que as intervenções ocorridas neste país assentam sobre as premissas da segurança, da redução da velocidade e da melhoria das travessias pedonais. Os franceses fomentam também a vivência local, procurando reduzir a presença do automóvel nos seus aglomerados urbanos, não descurando as necessidades de circulação (Djurhuus *et al*, 1991).

Em França têm vindo a ser desenvolvidas uma variedade de soluções de acalmia de tráfego que não só obedeceram aos pressupostos supra referidos como também à qualificação da imagem da localidade, transpondo para os condutores a necessidade de respeitarem os utilizadores existentes e as actividades que se desenvolvem localmente. Para tal, apesar de soluções integradas de acalmia de tráfego, recorreu-se também a vários elementos

complementares, entre os quais o mobiliário urbano, elementos arbustivos e arbóreos, à aplicação de diferentes materiais ao nível da pavimentação, à iluminação e ao destacar de edifícios urbanos (Djurhuus *et al*, 1991). Esta atitude resulta dos avultados investimentos disponibilizados para o efeito, à data (1984) de sessenta milhões de francos, acrescidos de um montante de oitenta milhões fornecidos pelos Municípios e sob a égide do programa “cidade segura, bairros sem acidentes”, *ville plus sûre, quartiers sans accidents*.¹⁹

No geral, nas intervenções francesas verifica-se a introdução de uma série de obstáculos ao longo dos trechos de atravessamento em intervalos regulares, de modo a despertar a atenção do condutor e inculcar-lhe a necessidade de redução da velocidade. Realce-se que a protecção e a atenção dada à paisagem também são tidas em conta, não só por razões de ordem estética mas para criar quebras e roturas visuais a longas distâncias (Bellalite, 2000; Djurhuus *et al*, 1991). Releva-se, ainda, a importância dada ao peão, permitindo-se assegurar a maior visibilidade possível em relação às travessias e aos seus percursos nessas localidades.

As intervenções francesas recorreram, essencialmente, a alterações aos alinhamentos horizontais (como separadores e ilhéus centrais). Essas intervenções assumem, também, a marcação das vias, sinalização vertical, uma estrutura pedonal contínua à via, e o tratamento da envolvente ocorre ao nível do edificado e do ambiente (Dhurhuus *et al*, 1991). Ocasionalmente, recorreram-se a alterações aos alinhamentos verticais, como travessias pedonais elevadas e também a *speed cushions* (Bellalite, 2000).

No geral, estas intervenções são caracterizadas por as medidas serem empregues independentemente do tipo e escala do aglomerado, o mesmo se aplicando em relação à classificação da via (seja ER ou EN), ou mesmo do volume de tráfego que aí circula. Por último, refira-se que, em 1987, procedeu-se à monitorização do programa supra referido sob a égide do fim desse financiamento e proposta de alargamento a todos os projectos de intervenção congéneres, sendo essa atitude recomendável em qualquer intervenção (Herrstedt *et al*, 1993; Dhurhuus *et al*, 1991).

Considera-se de interesse a apresentação do estudo da Av. de Langres, integrada na cidade de Dijon.

¹⁹ Programa patrocinado pelo Estado francês, que se tornou no primeiro a desenvolver projectos sobre espaço partilhado em vias com elevados volumes de tráfego. Este programa faseou-se em dois: entre 1984 e 1988 e entre 1987 e 1991. O primeiro compreendeu 43 projectos em estradas com elevados volumes de tráfego, bairros, subúrbios e pequenas localidades, e o segunda consistiu numa avaliação e divulgação de resultados – <http://velobuc.free.fr/villeplussure.html>, aceso em 28.10.2009.

4.2.2. Caracterização geral da localidade e diagnóstico

Dijon é a capital da região francesa da Borgonha. Esta cidade, com cerca de 150000 habitantes, é atravessada pela *route nationale* 74, numa extensão de cerca de 3,50 km e com um TMD_A de cerca de 20000 veículos.

Esta estrada é considerada um exemplo das transformações ocorridas na urbe (figura 80), essencialmente durante os anos 80, a ponto de as então características de estrada interurbana se terem transformado numa avenida com características urbanas (Gambard *et al*, 1995), constituindo o exemplo de *urban boulevard*.²⁰



Figura 80 – Atravessamento da Avenida de Langres, Dijon (França) (Google Earth)

4.2.3. Objectivos

Atendendo a que não foi prevista a execução de uma variante à povoação, a solução passou por integrar a estrada 74 no espaço urbano na cidade de Dijon (Gambard *et al*, 1995).

4.2.4. Descrição geral da solução adoptada

Face ao elevado TMD_A, a reformulação do trecho objecto de intervenção teve subjacente preocupações de fluidez e de segurança, através da definição de soluções com elevado nível de desempenho.

²⁰ Conceito que compreende as vias colectoras com TMD_A até 100000 veículos, porém, atravessadas a velocidades mais reduzidas. Diferindo das colectoras, estas avenidas tornam-se parte da urbe e a si adjacentes encontram-se vários usos, como o habitacional, comercial, serviços e actividades culturais, destacando-se a presença de peões e demais utilizadores. Nestas avenidas entroncam e demarcam-se os acessos às vias locais. Aqui, o desenho urbano, a arquitectura, o plantio de vegetação e colocação de mobiliário urbano tornam-se de aplicabilidade comum (Gambard *et al*, 1995).

Apesar da Av. de Langres apresentar uma extensão de 3,50 km, a mesma encontra-se dividida em dois trechos: um previamente existente, com cerca de 2,20 km e acompanhado de edificação, e um planeado, com cerca de 1,30 km, ladeado por uma estrutura verde.

No trecho preexistente foi prevista a construção de um separador central materializado, ocupando mais de metade da referida extensão, prevendo duas faixas de rodagem, uma via em cada sentido, com cerca de 3,30 m/via, ladeadas por estruturas pedonais e por estacionamento adjacentes (figura 81). Previamente à intervenção mais recente e atendendo às vias adjacentes, o separador central é, por vezes, substituído por uma via que permite efectuar viragens à esquerda (figura 82). O separador anterior não permite efectuar viragens à esquerda, tendo sido adoptados semáforos noutros cruzamentos. De igual modo, outros cruzamentos foram simplificados e transformados em entradas e saídas na mão associadas a separadores centrais para controlo dos acessos



Figura 81 – Pormenor da av. de Langres, Dijon (Google Earth)



Figura 82 – Pormenor da av. de Langres, Dijon (Google Earth)

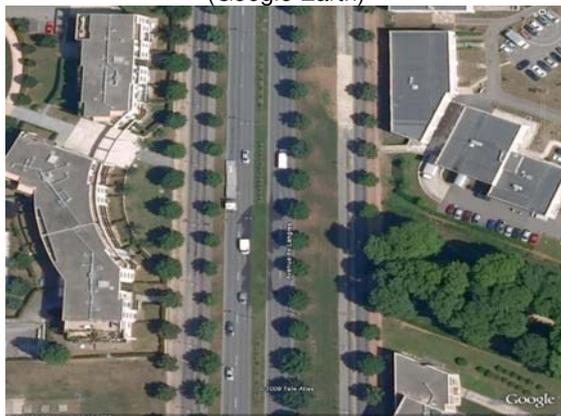


Figura 83 – Pormenor da av. de Langres, Dijon (Google Earth)



Figura 84 – Pormenor da av. de Langres, Dijon (Google Earth)

O início dos cerca de 1,30 km mais recentes encontra-se assinalado com uma rotunda de grandes dimensões, com um DCI de 95 m, funcionando como portão de entrada. Procurando conciliar os diferentes tipos de tráfego com os usos adjacentes, o perfil da estrada foi redesenhado, passando de 15 m iniciais para cerca de 55 m, prevendo, agora, espaços

destinados à estrutura pedonal e à ciclável, bem como vias de acesso local destinadas a transportes colectivos (Gambard *et al*, 1995) (figuras 83 e 84).

Como se poderá verificar na figura 85, a faixa de rodagem disponibiliza duas vias em cada sentido (7 m), separadas por um separador central (4 m), no qual se colocaram as armaduras de iluminação e se recorreu ao plantio de vegetação arbustiva e arbórea. Esse separador central impede que se efectuem manobras de viragem à esquerda, manobras essas possíveis através da colocação de duas outras rotundas de grandes dimensões.

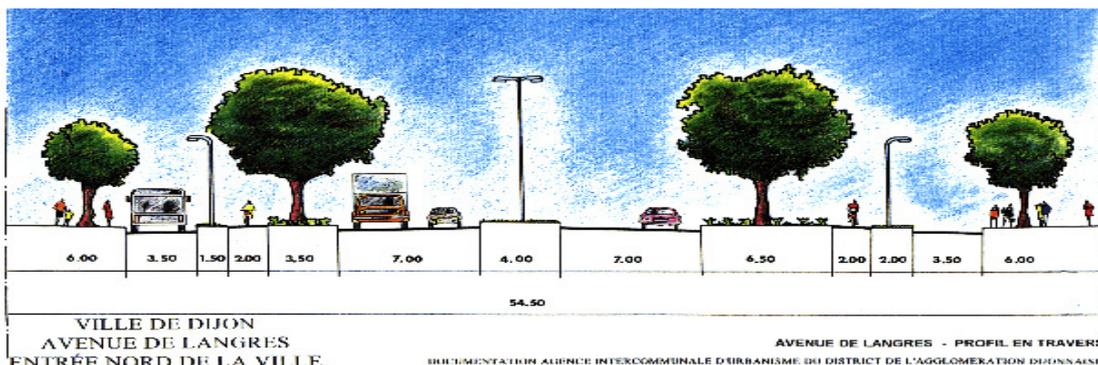


Figura 85 – Perfil da Av. de Langres, Dijon (Gambard *et al*, 1995)

As estruturas pedonais e cicláveis (superiores a 6 m e com 2 m, respectivamente), bem como as vias locais (3,50 m), nas quais circulam os transportes colectivos, encontram-se separadas da via principal através de separadores centrais também com o plantio de vegetação e elementos arbóreos (6,50 m) (Gambard *et al*, 1995).

Apesar de a estrutura pedonal apresentar dimensões confortáveis, as travessias de peões deste novo trecho só se efectuem à entrada/saída das rotundas e aquando de outras intersecções. O perfil desta solução prevê cerca de 60% do espaço destinado aos peões, ciclistas e demais utilizadores da via.

4.2.5. Efeitos obtidos

No trecho preexistente, a colocação de separadores centrais permitiu uma nova organização da via, separando os sentidos de circulação e possibilitando a definição, em alguns trechos, de vias de acesso local, e fornecendo, ainda, atravessamentos mais seguros e faseados para os peões. De igual modo, para além de se ter permitido evitar, grosso modo, manobras de viragem à esquerda, a solução permitiu a definição de novas bolsas de estacionamento.

Através da segregação da estrutura viária, da pedonal e da ciclável (que praticamente não interferem entre si), pelo recurso a separadores centrais com o plantio de vegetação arbórea e arbustiva, a intervenção mais recente conseguiu conferir à Av. de Langres as características de

uma *urban boulevard*. Em seu redor, são desenvolvidos vários usos do solo e definidas vias de acesso local permitindo, desse modo, identificar e tornar perceptível a rede viária.

4.3. O caso de Rillaar

4.3.1. Enquadramento

Um considerável número de localidades belgas é atravessado por estradas, afectando a qualidade de vida dos seus habitantes. Independentemente da sinalização de entrada de localidade e do respectivo acompanhamento de indicação de velocidade, a prática de velocidades elevadas é considerável, muitas vezes associada ao próprio desenho da estrada, que impossibilita que essa transição se efectue de modo suave. O recurso a variantes nem sempre se torna viável, pois a Bélgica apresenta elevados níveis de densidade populacional (Djurhuus *et al*, 1991).

Em 1986, a Administração flamenga seleccionou quinze localidades para um projecto-piloto considerado inovador. Tal incorreu necessariamente com o contacto com as populações, fomentando-se a participação cívica, e com os Municípios, sendo a estrutura de implementação supervisionada por um membro municipal (Djurhuus *et al*, 1991). Estudadas essas localidades, demonstrou-se que não se tornaria possível definir directrizes concretas, atendendo à especificidade de cada situação. Contudo, definiram-se premissas de implementação, entre as quais o assegurar de bons níveis de fluidez de tráfego, prevendo atravessamentos com velocidades moderadas e evitando, subitamente, a criação de estrangulamentos e a aplicação de lombas como medidas redutoras “imediatas” de velocidade. De igual modo, manteve-se a continuidade da estrada e atendeu-se às necessidades dos transportes colectivos, veículos de emergência e de veículos pesados. Foi também condição *sine quan non* a respectiva aprovação dessa estratégia por parte da comunidade (Djurhuus *et al*, 1991).

Para efeitos do presente trabalho, considera-se de apresentar o estudo do atravessamento de Rillaar.

4.3.2. Caracterização geral da localidade e diagnóstico

Rillaar é uma localidade localizada na Lovaina, Flandres, com 5.000 habitantes e atravessada pela estrada N10. Previamente à execução da auto-estrada A2, este aglomerado apresentava valores de TMD_A entre 9000 veículos e 10000 veículos (Djurhuus *et al*, 1991) (figura 86). Todo o trecho intervencionado apresentava elevados níveis de tráfego, o mesmo se aplicando às velocidades praticadas. Verificava-se, também, a existência de um estrangulamento súbito de três para duas vias que urgia ser resolvido.

4.3.3. Objectivos

A intervenção pretendia diminuir o volume de tráfego em toda a extensão do atravessamento bem como controlar as velocidades praticadas, essencialmente nas zonas de entrada na localidade (Djurhuus *et al*, 1991).



Figura 86 – Atravessamento de Rillaar (Bélgica) (Google Earth)

4.3.4. Descrição geral da solução aplicada

A intervenção em Rillaar começou pelo levantamento dos usos e demais funções urbanas adjacentes à estrada, bem como das principais travessias pedonais existentes e habitualmente utilizadas (Djurhuus *et al*, 1991).

Na base dessas informações estava patente uma divisão do trecho de atravessamento em cinco partes. A primeira e a quinta partes foram definidas procurando marcar a transição entre o ambiente rural e a entrada no ambiente urbano, facto conseguido através da criação de separadores centrais com o plantio de vegetação arbórea e arbustiva. Criou-se, assim, um estrangulamento com separador central de três para duas vias, o que permitiu constituir também um efeito de portão e a criação de uma estrutura ciclável (figuras 87 e 88).

A terceira zona corresponde à parte central de Rillaar e, atendendo às preexistências, não foi possível efectuar transições físicas para as zonas anteriores, bem como outra solução que não passasse por uma faixa de rodagem com duas vias ladeadas pelo edificado. Desse modo, foram criadas outras duas zonas consideradas intermédias, a segunda e a quarta, que permitiram que esse estrangulamento fosse previamente anunciado (Djurhuus *et al*, 1991) (figura 89).

As intersecções confinantes com a estrada intervencionada foram assinaladas através da marcação no pavimento, sendo as viragens à esquerda nalguns casos possíveis através da criação de ilhéus separadores não materializados, criando bolsas de refúgio (figura 90). Em relação à estrutura ciclável, esta foi segregada da via (figuras 87 e 88). Atendendo a que as preexistências da terceira zona não a permitiam comportar, na segunda e na quarta zona essa

estrutura foi marcada na via, mas na terceira não foi fisicamente materializada (Djurhuus *et al*, 1991).



Figura 87 – Estrangulamento com ilhéu separador em Rillaar – 1.ª zona (Google Earth)



Figura 88 – Estrangulamento com ilhéu separador em Rillaar – 5.ª zona (Google Earth)



Figura 89 – Rillaar – 3.ª zona (Google Earth)



Figura 90 – Estrangulamento a partir do centro em Rillaar (Google Earth)

4.3.5. Resultados

À data da publicação consultada (Djurhuus *et al*, 1991), as considerações supra referidas encontravam-se ainda em fase de estudo.

4.4. Estudos de casos dinamarqueses

4.4.1. Enquadramento geral

Na década de 90, a Dinamarca ficou marcada pelo desenvolvimento do conceito de *environmentaly adapted through roads* (tal como referido no capítulo segundo), sendo as situações mais recorrentes associadas a pequenas localidades (Bellalite, 2000).

A implementação e a concepção de medidas de acalmia de tráfego neste país é definida após um estudo pormenorizado da localidade a intervir, sendo que os dinamarqueses recorrem a planos de regeneração de tráfego. Esses planos, apesar da função de circulação, também prevêm cuidados inerentes aos peões e aos ciclistas, antevendo o funcionamento de ambas estruturas em separado e na direcção da faixa de rodagem, porém, desviando-as para outras vias e partes mais tranquilas da localidade (Djurhuus *et al*, 1991).

Diferindo do modelo francês, na Dinamarca a localidade é estudada individualmente e as intenções de diminuição dos níveis de sinistralidade são algo secundarizadas em prol das melhorias ao nível do ambiente urbano e ecológico (Bellalite, 2000). Procurando reduzir a velocidade, na Dinamarca recorre-se a soluções combinadas, como os portões, pré-avisos, ilhéus centrais e estrangulamentos, a par de uma associação de elementos de mobiliário urbano (Djurhuus *et al*, 1991). Para efeitos do presente trabalho, serão estudadas as localidades de Skaerbaek e de Tinglev.

4.4.2. O caso de Skaerbaek

4.4.2.1. *Caracterização geral da localidade e diagnóstico*

Skaerbaek é uma cidade ferroviária com 4000 habitantes, localizada a cerca de 30 km da fronteira com a Alemanha. O núcleo central desenvolveu-se ao longo da linha ferroviária, caracterizando-se por uma forte actividade comercial e pela presença de equipamentos desportivos. Nestas zonas o fluxo de peões e de ciclistas era também considerável (Djurhuus *et al*, 1991).

A via de atravessamento apresenta um TMD_A superior a 4000 veículos, podendo chegar aos 7000 veículos em época turística. Como se pode verificar através da figura 91, o traçado é extremamente rectilíneo induzindo, conseqüentemente, à prática de velocidades elevadas.

4.4.2.2. *Objectivos*

O atravessamento de Skaerbaek efectua-se por uma estrada com traçado rectilíneo e onde a prática de velocidades excessivas se tornava comum, pelo que a moderação da velocidade foi eleita como o objectivo principal da intervenção (Djurhuus *et al*, 1991).



Figura 91 – Atravessamento de Skaerbaek (Dinamarca) (Google Earth)

4.4.2.3. Caracterização da intervenção

Como princípio base de intervenção, a solução assentou no estabelecimento de uma velocidade base de 50 km/h, correspondendo ao limite legal geralmente imposto em meio urbano. Ainda por princípio, a intervenção assentou na necessidade de se segregar a faixa de rodagem dos passeios e ciclovias, assumindo contudo que a faixa de rodagem serve quer o tráfego de atravessamento quer o de acesso local (Djurhuus *et al*, 1991).

Em termos de solução física, as entradas em Skaerbaek foram previamente assinaladas com uma rotunda, a norte, e um estrangulamento a partir do centro da via, a sul, criando efeitos de gincana e funcionando como portões de entrada na localidade (ver figuras 92 e 93).

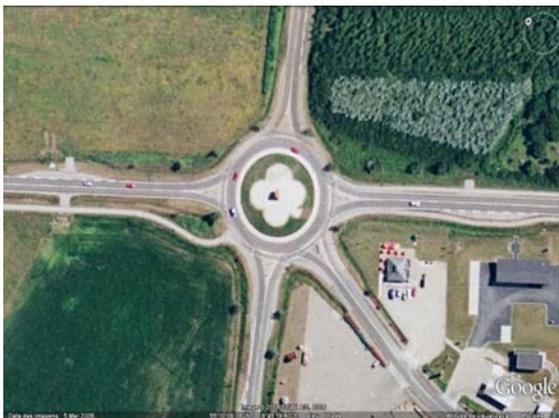


Figura 92 – Acesso norte a Skaerbaek (Google Earth)



Figura 93 – Acesso sul a Skaerbaek (Google Earth)

O plantio de vegetação arbórea e arbustiva (figura 94) permitiu criar o efeito de portão e reforçar a alteração do ambiente rodoviário, sendo esse efeito sublinhado pela pista ciclável segregada, com 1,70 m de largura, que atravessa longitudinalmente a povoação. Para destacar o

espaço urbano e em particular a presença de utilizadores vulneráveis, foram colocados pontos de iluminação ao longo da travessia.

Para além dos portões, foram criados estrangulamentos a partir do centro da via, recorrendo a separadores centrais marcados ou materializados, permitindo que as vias sofressem uma diminuição de largura para 3,25 m (figuras 96 e 97) (Djurhuus *et al*, 1991). Estes estrangulamentos integraram frequentemente zonas de viragens à esquerda, bem como refúgios para peões com travessias pedonais enviesadas (figura 95). Os cruzamentos são todos de nível e do tipo prioritário com canalização marcada ou fisicamente materializada, consoante a disponibilidade de espaço canal.



Figura 94 – Portão de Skaerbaek (Google Earth)



Figura 95 – Zona central de Skaerbaek (Google Earth)



Figura 96 – Via de atravessamento de Skaerbaek (Google Earth)

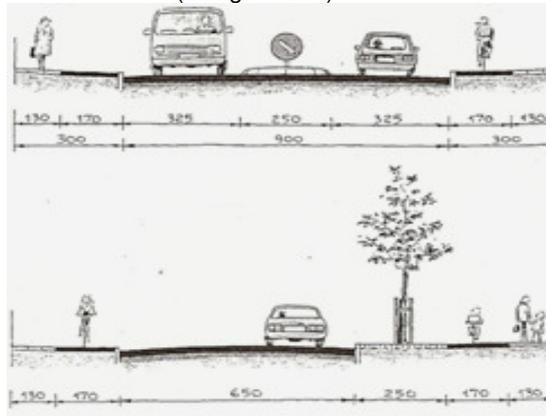


Figura 97 – Secções transversais na zona central da travessia de Skaerbaek (Djurhuus *et al*, 1991)

4.4.2.4. Efeitos obtidos

O resultado foi positivo, tendo-se registado a redução da velocidade média em 7 km/h, o que permitiu a diminuição de valores ao nível da sinistralidade rodoviária (Djurhuus *et al*, 1991).

Complementarmente, foram totalmente eliminadas as velocidades muito elevadas, bem como os acidentes com danos corporais.

4.4.3. O caso de Tinglev

4.4.3.1. *Caracterização geral da localidade e diagnóstico*

Tinglev é uma vila com cerca de 2.700 habitantes, atravessada por uma estrada que representa a rua principal do aglomerado, a partir da qual se desenvolve a maioria das actividades comerciais e onde se encontra uma escola (figura 98) (Herrstedt *et al*, 1993).



Figura 98 – Atravessamento de Tinglev (Dinamarca) (Google Earth)

Em 1982, o Município tinha procurado, sem êxito, tornar-se num dos três a promover projectos-piloto na área das *environmentally adapted through roads*. Em 1985, este trecho de estrada foi incluído na lista das prioridades nacionais com base nas propostas de estabelecimento de uma via para ciclistas em ambos os lados da estrada (Herrstedt *et al*, 1993).

A estrada apresentava duas vias largas, cada uma com 4,50 m de largura, ladeadas por passeios com dimensões entre 2,10 m e 2,35 m de ambos os lados. Apenas um pequeno trecho, entre Gyden e Ngrreengvej, apresenta um perfil transversal com 12 m de largura.

4.4.3.2. *Objectivos*

Para além da redução da velocidade de circulação, pretendeu-se desenvolver um plano para integração de uma rede ciclável. Como base à efectivação do projecto, foi desenvolvido um estudo de tráfego para apoio à definição do perfil transversal tipo mais adequado ao trecho de atravessamento (Herrstedt *et al*, 1993).

4.4.3.3. Descrição geral da solução aplicada

As entradas da localidade foram materializadas pela colocação de portões físicos ornamentais, sob a forma de estruturas em aço, realçados por plantações associados a estreitamento de vias (Herrstedt *et al*, 1993). Os estrangulamentos são a partir do centro da via, materializados ou não, possibilitando efeitos de gincana, como se verifica nas figuras 99 a 102.

A faixa da rodagem sofreu uma redução da largura reafectando-se algum espaço às faixas laterais com 3 m para a partilha do peão e do ciclista. As vias sofreram um estreitamento para 3,25 m de largura e para 3,50 m nos locais onde foram implementados ilhéus separadores centrais. Ao longo de todo o atravessamento optou-se pela canalização de movimentos de viragem à esquerda junto às intersecções. Junto destas, projectaram-se ilhéus separadores centrais para garantir atravessamentos pedonais em duas fases, como ilustra a figura 103 (Herrstedt *et al*, 1993).

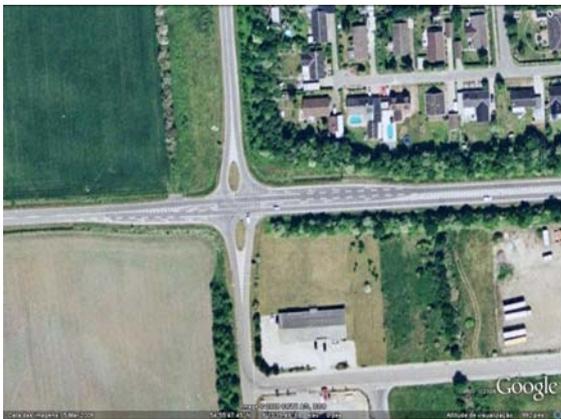


Figura 99 – Entrada em Tinglev (Google Earth)



Figura 100 – Entrada em Tinglev (Google Earth)



Figura 101 – Aspecto do atravessamento de Tinglev (Google Earth)



Figura 102 – Separador central marcado e efeito de gincana, Tinglev (Google Earth)

A integração da via mereceu o estudo do reordenamento do trânsito nos arruamentos locais envolventes ao trecho, de modo a eliminar a maioria dos acessos directos ou a criação de intersecções do tipo entrada e saída na mão. As intersecções mais relevantes foram sempre

munidas de uma via segregada de apoio à viragem à esquerda, sendo a canalização simplesmente marcada ou fisicamente materializada.

Em certos locais foram adaptados bairns para estacionamento com 2 m de largura, segregados da ciclovia por um pequeno separador e as paragens de transportes foram formalizadas com cerca de 2,75 m de largura (ver figura 104).

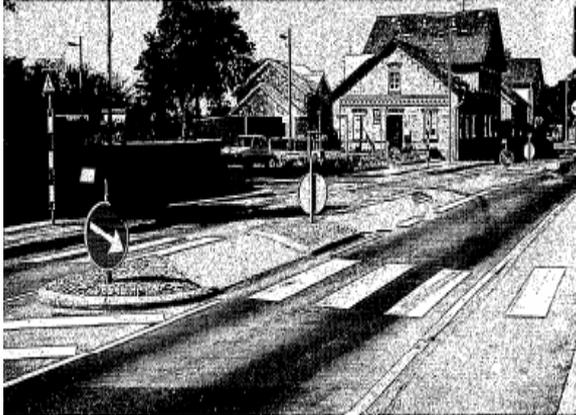


Figura 103 – Ilhéus separadores, Tinglev
(Herrstedt *et al*, 1993)



Figura 104 – Paragem de transportes, Tinglev
(Google Earth)



Figura 105 – Ciclovia, Tinglev
(Google Earth)

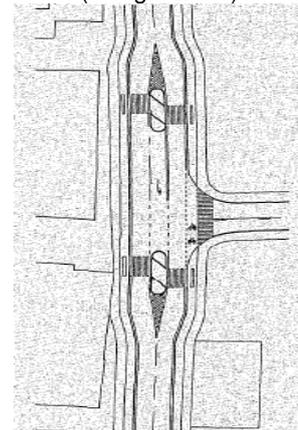


Figura 106 – Pormenor de intersecção em Tinglev
(Herrstedt *et al*, 1993)

Nas intersecções das vias distribuidoras locais com a via principal, paralelamente às passagens de peões, foi criada uma ciclovia de modo a apresentar continuidade para os ciclistas (figuras 105 e 106). Complementarmente, recorreu-se ao plantio de vegetação e arbóreo nessas vias, permitindo-se a criação de um novo ambiente urbano. Foram também plantadas árvores em alguns ilhéus separadores e colocadas armaduras de iluminação ao longo do atravessamento (Herrstedt *et al*, 1993).

4.4.3.4. *Efeitos obtidos*

Os resultados obtidos, visíveis no quadro 7 (tendo por base estudos do tipo “antes e depois”), demonstram que a aplicação de medidas de acalmia de tráfego resultou na diminuição

da intensidade de tráfego e das velocidades praticadas. Antes da alteração, pelo menos 92% dos condutores conduziam acima dos 60 km/h (sendo esta a velocidade máxima permitida no trecho) e cerca de 14% conduziam a mais de 80 km/h.

Quadro 7 – Resultados antes e após a implementação das medidas de acalmia de tráfego (adaptado de Herrstedt *et al*, 1993)

	Antes (1986)	Depois (1991)
TMD _A (veículos)	3700	3900
Velocidade prevista (km/h)	60	50
Velocidade média praticada em ambos sentidos (km/h)	37 (92% - 1988)	58 (80% - 1990)
Acidentes	(1985 a 1989)	(1990 a 1991)
total (ano)	4,2	3,5
com mortos e feridos (ano)	2,0	2,0

Após a implementação da solução global, o limite de velocidade máxima imposto foi reduzido para 50 km/h e a velocidade média de circulação motorizada baixou em 16 km/h. Todavia, 80% excederam os 50 km/h permitidos, 27% conduziam a mais de 60km/h e apenas 3% circulavam acima dos 80 km/h (Herrstedt *et al*, 1993).

4.5. Exemplos de estudos de caso nacionais

Diferindo dos países a que anteriormente se fez referência, Portugal começa a dar alguns passos paulatinos em matéria de intervenções em vias de atravessamento de localidades. Apesar de tudo, ainda não se torna possível afirmar que as características das intervenções nacionais obedecem a determinadas premissas e requisitos típicos.

Para efeitos do presente trabalho, considera-se interessante, pelas diferentes características de base e da solução global, apresentar as soluções adoptadas no atravessamento da cidade da Mealhada, da vila de Meirinhas (Município de Pombal) e na ligação de Cantanhede a Mira.

4.5.1. O caso da Mealhada

O atravessamento da cidade da Mealhada pelo IC2/EN 1 foi estudado em 1993 e constitui um caso piloto pioneiro em matéria de aplicabilidade de medidas de acalmia de tráfego no nosso país.

4.5.1.1. Caracterização geral da localidade e diagnóstico

A cidade da Mealhada tem cerca de 4000 habitantes. O seu núcleo central cresceu entre duas barreiras físicas: a EN 1 e a Linha do Norte dos caminhos-de-ferro, não obstante ter-se expandido para as zonas nascente e norte, sempre na direcção da EN, tal como se pode verificar na figura 107.



Figura 107 – Atravessamento da cidade da Mealhada pela EN 1 – IC2 (Google Earth)

Os cerca de 4 km de trecho intervencionado, sujeitos a um TMD_A sensivelmente de 22000 veículos (Bastos Silva *et al*, 2004), atravessam a zona urbana da cidade e separam o seu núcleo central de outros equipamentos, como o quartel dos bombeiros, as instalações da GNR, a igreja de Sant'Ana, o Cine-Teatro e, a norte, a Escola Secundária.

O trecho apresenta uma forte ocupação nos seus espaços adjacentes, essencialmente a norte, caracterizado pelos restaurantes típicos que continuam a gerar elevados níveis de procura, quer ao nível do tráfego automóvel, quer ao dos fluxos pedonais, bem como estacionamentos marginais. Deste modo, os seus principais problemas de funcionamento provinham dos conflitos gerados entre o tráfego de atravessamento rodoviário e as necessidades de acesso locais, concretamente com as travessias pedonais, pela falta de uma estrutura pedonal, pelos acessos directos a propriedades, espaços marginais e estacionamentos adjacentes à estrada (Bastos Silva *et al*, 2004).

O presente trecho está sujeito a um elevado grau de exposição dos utentes ao risco, servindo cerca de 22000 veículos. Desses veículos, 15% são pesados, beneficiando da significativa largura da faixa de rodagem de um trecho rectilíneo, no qual se atingiam velocidades elevadas.

4.5.1.2. Objectivos

Foram privilegiados a noção de travessia urbana e a definição e segregação dos espaços destinados ao automóvel e ao peão. Com o primeiro objectivo pretendeu-se conferir

características de arruamento à estrada (retirando-lhe essa conotação), tanto mais que hoje se denomina de Alameda da Cidade. Considerou-se necessário ter em conta a função regional dessa EN em prol da nacional (a última assegurada pela Auto-Estrada 1, Lisboa – Porto), pelo que a solução encontrada pretendeu promover a segurança e amenidade de circulação em detrimento da fluidez e da capacidade.

No que concerne ao segundo objectivo, foram procuradas medidas físicas para moderação de velocidades de circulação, que também se pretendia prudente. De igual modo, atendeu-se à manutenção de elementos afectos à estrutura ecológica, como os plátanos de grande porte marginais à via e característicos da zona (Bastos Silva *et al*, 2004).

4.5.1.3. Descrição geral da solução aplicada

A solução adoptada passou pela necessidade de impedir fisicamente as ultrapassagens ao longo da área de estudo e centrar as mudanças de direcção em pontos bem definidos, tal como se poderá verificar nas figuras 108 a 111.



Figura 108 – Trecho de atravessamento, Mealhada



Figura 109 – Trecho de atravessamento, Mealhada



Figura 110 – Separador central elevado, Mealhada



Figura 111 – Separador central galgável, Mealhada

A moderação das velocidades praticadas foi conseguida através de uma sequência de rotundas estrategicamente localizadas, procurando responder às necessidades de acessibilidade local e aos vários movimentos urbanos, bem como por ilhéus separadores materializados fisicamente, criando um efeito de gincana (figura 109).

Sempre que o espaço disponível o permitiu, as rotundas interligaram-se por um separador fisicamente materializado, por vezes ligeiramente elevado (Bastos Silva *et al*, 2004), como consta das figuras 110, 111 e 115.



Figura 112 – Segregação da estrutura pedonal da viária, Mealhada



Figura 113 – Segregação da estrutura pedonal e da ciclável da viária, Mealhada



Figura 114 – Travessia pedonal em ilhéu separador, Mealhada



Figura 115 – Travessia pedonal enviesada à direita, Mealhada

Decorrendo das figuras 112 e 113 e prosseguindo o objectivo da segurança pedonal, conseguiu-se, nalguns trechos sem preexistências, a definição de uma estrutura contínua e marginal à EN. As travessias de peões encontram-se associadas aos ramos afluentes às rotundas, bem como em pontos com elevados fluxos pedonais (figuras 114 e 115). No entanto, junto à Escola Secundária previu-se um atravessamento semaforizado com botoneira, que salvaguarda as condições de segurança dos peões, constituindo, assim, um dispositivo adicional no controlo de velocidades.

A estrutura pedonal foi executada com materiais diferenciados ao nível da pavimentação (Bastos Silva *et al*, 2004) e foram desenhados novos percursos urbanos à margem da EN, aos

quais se acrescentou uma estrutura ciclável, em betuminoso regularizado colorido, sempre que o espaço disponível assim o permitiu (figura 113).

4.5.1.4. *Efeitos obtidos*

As soluções anteriores permitiram resolver áreas de conflito relacionadas com as mudanças de direcção, bem como viabilizar a prática de inversões de marcha. A escolha de um separador fisicamente materializado tornou possível estabelecer a continuidade com os refúgios centrais materializados das travessias de peões. O espaço marginal à via foi tratado de modo a conseguir passar a ideia de um ambiente rodoviário adequado ao meio urbano envolvente (Bastos Silva *et al*, 2004).

Em matéria de sinistralidade rodoviária, no ano de 2006 registaram-se acidentes que resultaram em quatro feridos graves, essencialmente por atropelamento de peões e colisões com outros veículos por obstáculos na via (DGV, 2006). No ano de 2007, os acidentes traduziram-se em sete feridos graves e em dois mortos, por colisões, despiste atropelamento (ANSR, 2007) e no ano de 2008 (ANSR, 2008) registaram-se três feridos graves e um morto, por despiste.

Com base em opiniões recolhidas no local e mediante o testemunho de alguns residentes, inevitavelmente são efectuadas comparações com a situação anterior, assumindo-se que a situação actual melhorou significativamente. Destaca-se a ocorrência de menores níveis de congestionamentos de tráfego fruto da implementação de rotundas em zonas consideradas problemáticas, como os acessos ao centro da cidade, a Viseu, ao Luso e ao Bussaco. Entre uma das reacções obtidas junto de moradores contíguos ao trecho, foi referida a existência de menores níveis de ruído e um menor número de veículos a circular com velocidade excessiva.

Evidenciam-se as travessias pedonais faseadas que garantem ao peão um maior conforto e confiança no atravessamento. Previamente à presente intervenção, nem sempre o trecho de atravessamento dispunha de uma estrutura pedonal contínua, incluindo as imediações da Escola Secundária, o que se traduzia no facto de se ter de ocupar a estrutura viária para efectuar deslocações pedonais, situação resolvida pela edificação de passeios contínuos. Para agrado dos ciclistas, a pista ciclável reúne alguns adeptos mas que gostariam de vê-la extensiva a todo o trecho de atravessamento (e também ao centro da cidade), pois esta apenas se assume numa parte.

Segundo opiniões colhidas junto à Escola Secundária, quanto mais não seja pelo facto da existência de anteriores atropelamentos (um dos quais originando uma vítima mortal, facto que originou manifestações públicas para a resolução do problema), o recurso ao semáforo com botoneira parece ser bem acolhido, pese embora esse mecanismo nem sempre ser accionado. Aí, não pôde deixar de ser recordada a situação prévia à presente intervenção, na qual não havia qualquer passeio ou mecanismo de controlo de velocidades numa estrada rectilínea e com elevados fluxos de tráfego.

Numa outra perspectiva, alguns dos inquiridos manifestaram o seu desagrado em relação à manutenção do separador central em frente ao Quartel dos Bombeiros e a respectiva ausência de gradeamentos de protecção (inicialmente existentes, facto inerentes à inclusão das figuras 110 e 115). Efectivamente, não se pode deixar de fazer referência ao facto de o presente trecho continuar a ser atravessado com velocidades superiores a 50 km/h, facto comprovado nas deslocações efectuadas ao local.

4.5.2. O caso de Meirinhas

4.5.2.1. *Caracterização geral da localidade e diagnóstico*

Meirinhas constitui outro exemplo pioneiro de aplicação de medidas de acalmia de tráfego em Portugal. Ainda que não se trate de uma localidade contínua e consolidada, o trecho intervencionado da EN 1 (entre os km 137+300 e 141+300) constitui uma barreira física e social para a respectiva população (ver figura 116).



Figura 116 – Atravessamento de Meirinhas (Pombal) pela EN 1 (Google Earth)

Os problemas de funcionamento deste trecho provêm dos conflitos gerados entre o tráfego de atravessamento e as necessidades de acessos locais. Acrescem os estacionamento marginais à via e as travessias pedonais inseguras, não se encontrando ambos materializados ao longo de todo o trecho. A última ocorrência agrava-se pela falta de medidas a apoiar as interligações pedonais entre as duas partes da localidade. A título de exemplo, alguns equipamentos urbanos, como a Escola Primária, a farmácia e o hipermercado, localizam-se em lados opostos da via (Bastos Silva *et al*, 2004).

Decorrendo das figuras 117 e 118, o trecho em causa caracteriza-se por deficientes condições de segurança, associadas não só aos movimentos automóveis mas também aos pedonais, que assumem particular relevância face ao elevado grau de exposição dos utentes ao risco. Os últimos provêm dos volumes e características gerais do tráfego automóvel, destacando-

se uma elevada influência do tráfego pesado de mercadorias, assim como o alargado perfil transversal que, pelas suas características físicas, motiva a adopção de velocidades de circulação pouco moderadas. Tal prática decorre do regime livre de circulação²¹ e durante o período nocturno, pela inexistência de elementos formais de canalização, e ainda pelo condicionamento dos variados movimentos de mudança de direcção e acesso aos espaços confinantes possíveis (Bastos Silva *et al*, 2004).



Figura 117 – Meirinhas (Pombal)



Figura 118 – Meirinhas (Pombal)

Em matéria de sinistralidade, não se verificam aqui pontos negros concentrados já que os acidentes se distribuem ao longo de todo o trecho. No período de 1992 a 1994, registaram-se 65 acidentes, com 4 mortos, 3 feridos graves e 15 feridos ligeiros, permitindo referir que 75% dos acidentes resultaram em danos materiais, 20% em feridos e 5% em mortos. A maioria dos acidentes ocorreu no período das 14 às 17h e verificaram-se 12% durante a noite (0 h às 6 h). Assim, essa maioria atribui-se à existência de acessos locais, com um peso de 40% na sinistralidade, como manobras de mudança de direcção e de inversão de marcha (Bastos Silva *et al*, 2004).

4.5.2.2. Objectivos

A intervenção visou dois objectivos específicos: a necessidade de compatibilização de funções e a moderação de velocidades de circulação. O primeiro passou pela compatibilização de funções de atravessamento rodoviário com as acessibilidades e vivências locais, mediante a segregação física da infra-estrutura que responde a cada uma dessas funções e quanto à moderação de velocidades, seriam aplicadas medidas de acalmia de tráfego que impedissem essas práticas, nomeadamente nos períodos de menor procura de tráfego (Bastos Silva *et al*, 2007).

²¹ Velocidades não condicionadas quando o veículo circula sozinho e não é condicionado pela presença de nenhum outro.

4.5.2.3. Descrição geral da solução aplicada

Por razões económicas esta solução ainda não foi concretizada, embora o projecto de execução tenha sido promovido pela EP e concluído. Bastos Silva (*et al*, 2004) refere que a infraestrutura seria dotada de características capazes de conferir, e também aos espaços adjacentes, um ambiente de carácter urbano, com compatibilização dos subsistemas relativos à circulação (tráfego de atravessamento e circulação local), estacionamento e movimentações pedonais. Face à importância desta via, as soluções desenvolvidas procuravam salvaguardar as condições de fluidez, assegurando os movimentos secundários e locais nas devidas condições de segurança, e garantindo uma vivência urbana local com qualidade (Bastos Silva *et al*, 2007). A autora considera que a solução procuraria a eliminação dos acessos directos ao trecho e a desclassificação de alguns cruzamentos e entroncamentos.

A figura 119 mostra que essa solução originaria, então, uma reestruturação da rede local envolvente, de forma a centrar os movimentos de penetração no tecido urbano num número limitado de intersecções (quatro), interligadas com caminhos paralelos. Por sua vez, esses caminhos assegurariam a acessibilidade local, o estacionamento e canalizar-se-iam aí as paragens de transportes colectivos.



Figura 119 – Extensão da intervenção/reestruturação da rede local de Meirinhas (Pombal) (Bastos Silva *et al*, 2007)

Face às deficientes condições de inserção de alguns arruamentos locais, essa reestruturação assentava, essencialmente, na criação de sentidos únicos de circulação nos eixos locais e na proposta de criação de um número limitado de novas ligações capazes de conferir coerência hierárquica e eficiência à estrutura viária local (Bastos Silva *et al*, 2007).

O perfil transversal que se pretendia adoptar assentava em duas faixas de rodagem com 5 m de largura útil, com um separador fisicamente materializado com 2 m de largura que, em grande parte do trecho, se adaptaria ao espaço disponível. Esse separador assumiria uma função fundamental no controlo dos comportamentos, pois tornaria possível disciplinar os movimentos de mudança de direcção em cruzamentos e acessos locais, impedindo, ainda, a prática de manobras perigosas, tais como ultrapassagens indevidas (Bastos Silva *et al*, 2007) (figuras 120 e 121). Além

disso, possibilitaria canalizar todos os movimentos de mudança de direcção para estas intersecções e defender o peão nos movimentos de atravessamento da faixa de rodagem, viabilizando os movimentos em duas fases, e conferindo um aumento da segurança pedonal mesmo em locais onde as travessias não se encontram formalizadas. Este separador serviria também para interligar as quatro intersecções principais razoavelmente equidistantes entre si (entre 600 m a 800 m) e reordenadas geometricamente, salvaguardando a prática dos movimentos de inversão de marcha. As restantes intersecções seriam eliminadas ou transformadas em entroncamentos do tipo entradas e saídas na mão (Bastos Silva *et al*, 2007).



Figura 120 – Perfil transversal tipo (secção com caminhos paralelos) (Bastos Silva *et al*, 2007)



Figura 121 – Caminhos paralelos e plataformas (Bastos Silva *et al*, 2007)



Figura 122 – Rotunda de entrada na localidade (Bastos Silva *et al*, 2007)



Figura 123 – Rotunda furada semaforizada no interior da localidade (Bastos Silva *et al*, 2007)

Tal como referido aquando das intersecções, das quatro contempladas no estudo, duas situar-se-iam nos extremos e seriam transformadas em rotundas normais como forma de marcação da transição (figura 122). As outras duas, situadas no interior da povoação, visariam ser transformadas em rotundas furadas semaforizadas (figura 123) onde, para além das limitações de espaço, se impunham necessidades relacionadas com acessos locais e pedonais. Todas as travessias pedonais formalizadas seriam semaforizadas (Bastos Silva *et al*, 2007).

Nalguns sub-trechos seriam previstos caminhos paralelos onde as necessidades de acessibilidade local ou de estacionamento o exigissem tendo, por vezes, a sua extensão limitada aos espaços disponíveis ou a disponibilizar (noutros locais havia necessidade de recorrer à aquisição de terrenos). Os caminhos paralelos seriam fisicamente separados da faixa de rodagem através de um separador central com dimensão que permitisse a plantação de uma cortina de vegetação e que proteja as travessias pedonais (Bastos Silva *et al*, 2007).

Para promover a moderação da velocidade nos caminhos paralelos seriam adoptadas medidas especiais de apoio ao peão, como passadeiras ou plataformas elevadas, que o ajudariam a identificar os espaços onde representaria o utilizador preferencial.

4.5.2.4. *Efeitos obtidos*

O estudo apresentado traduz uma situação relativamente frequente em vários países onde, no mesmo trecho de estrada, coexistem funções ligadas à mobilidade e à acessibilidade local. Nesse sentido é expectável que, com a sua concretização, o carácter urbano que a via adquiriria tendesse a conferir boas condições de acessibilidade aos serviços e comércio que a ladeiam, garantindo ainda níveis de segurança elevados para todos os utilizadores envolvidos. Do mesmo modo, e face aos elevados níveis de procura de tráfego, revelar-se-ia fundamental para a economia regional salvaguardar níveis de fluidez elevados (Bastos Silva *et al*, 2007).

4.5.3. O caso do eixo Cantanhede – Mira

4.5.3.1. *Caracterização geral e diagnóstico*

A EN 234, no seu trecho que liga a cidade de Cantanhede à vila de Mira, corresponde a uma extensão de 15 km e com um TMD_A superior a 6000 veículos (figura 124). O crescimento urbano de Cantanhede é em parte limitado pela EN 234-1.

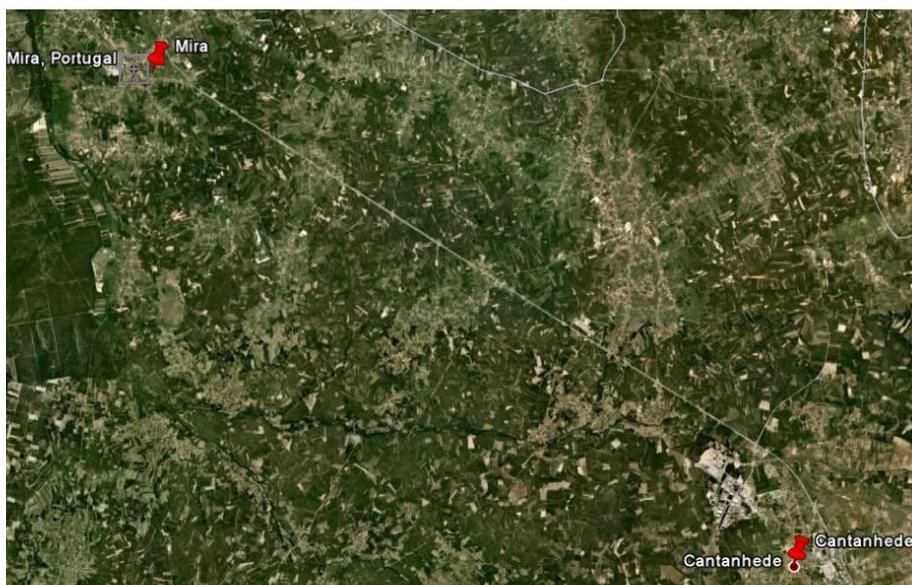


Figura 124 – Ligação de Cantanhede a Mira pela EN 234 (Google Earth)

O traçado geométrico do trecho, antes da intervenção, apresentava-se rectilíneo (recta com mais de 10 km de extensão) e associado a um perfil transversal alargado (faixa de rodagem e bermas largas), características que incitavam à prática de velocidades elevadas. O trecho atravessa um conjunto alargado de localidades, traduzindo-se na criação de diversos conflitos.

4.5.3.2. Objectivos

Com esta intervenção procurou reduzir-se a velocidade de circulação na EN e nos acessos às localidades, bem como estabelecer ligação com os caminhos florestais preexistentes.

4.5.3.3. Descrição geral das soluções aplicadas

Atendendo ao traçado rectilíneo da faixa de rodagem foram implementadas oito rotundas e dez soluções integradas. Foi previsto o recurso a rotundas adjacentes à faixa de rodagem e ilhéus materializados com elementos arbustivos, geralmente alternados a cada quilómetro. Os espaços com rotundas e ilhéus procuram também possibilitar o acesso a caminhos florestais adjacentes à estrada, bem como viragens à esquerda, tal como se poderá verificar nas figuras 125 e 126.

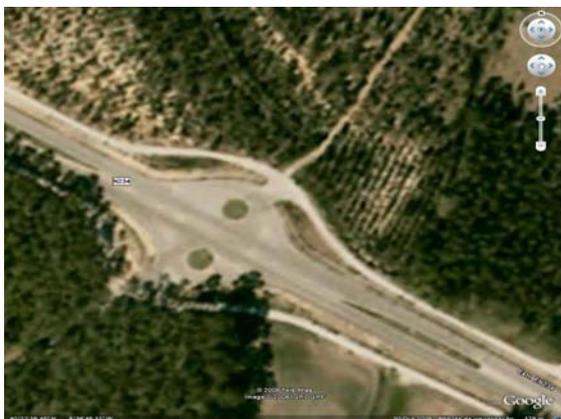


Figura 125 – Ligação da EN 234 a caminhos florestais (Google Earth)



Figura 126 – Ligação da EN 234 a caminhos florestais (Google Earth)

De referir, ainda, que as velocidades de atravessamento de localidades consideradas são de 50 km/h. Fora destas, prevêem-se velocidades de 70 km/h e de 90 km/h, todas devidamente delimitadas por sinalização vertical. No atravessamento de localidades, como Fontinha e Leitões, foram previstas estruturas pedonais adjacentes à estrada.

Várias localidades são atravessadas por esta EN. Ainda que por vezes não se trate de um atravessamento completo (como Fontinha²², no Município de Cantanhede, um pequeno aglomerado desenvolvido ao longo da EM 585, que por sua vez o liga a Febres, no mesmo Município; figuras 127 e 128), as entradas das localidades tornam-se visíveis com recurso a rotundas, criando um efeito de portão, e com sinalização vertical impondo o limite de 50 km/h.



Figura 127 – Atravessamento da parte sul de Fontinha (Cantanhede) (Google Earth)



Figura 128 – Pormenor do atravessamento de Fontinha (Cantanhede) (Google Earth)

Através das figuras 129 e 130 torna-se possível visualizar a colocação de um separador central, um deles com elementos verdes rasteiros e pré-avisos cromáticos, previamente à entrada na rotunda. Assim, possibilita-se aceder a outras vias, bem como os acessos directos a propriedades. As figuras 127 e 128 demonstram, ainda, a possibilidade de entrada na localidade através de via segregada da EN 234, recorrendo a um ilhéu materializado e com vegetação. De igual modo, também se prevê uma entrada de desaceleração à EN. Por fim, o atravessamento da localidade termina com outra rotunda semelhante à da entrada, da qual se poderá aceder também a outros caminhos e propriedades.



Figura 129 – Atravessamento de Fontinha (Cantanhede)



Figura 130 – Atravessamento de Fontinha (Cantanhede)

²² A parte contígua de Fontinha com a EN 234 corresponde à sua parte sul, daí anteriormente ter-se referido não tratar-se de um atravessamento completo.

As figuras 131 a 134 referem-se ao atravessamento da localidade de Leitões (Município de Mira). A entrada na localidade (independentemente da proveniência de Cantanhede ou de Mira), encontra-se assinalada com um separador central, uma rotunda e pré-avisos cromáticos, à semelhança do caso de Fontinha. As rotundas possibilitam o acesso a outras vias e acessos directos a propriedades. No sentido de Cantanhede, a localidade é também assinalada pela colocação de elementos arbóreos de médio porte acompanhando a estrutura pedonal (figura 132).



Figura 131 – Atravessamento de Leitões (Mira)
(Google Earth)



Figura 132 – Atravessamento de Leitões (Mira)



Figura 133 – Atravessamento de Leitões (Mira)



Figura 134 – Atravessamento de Leitões (Mira)

A solução encontrada baseia-se na criação de duas zonas distintas: a de transição e a central. A primeira, com práticas de velocidade na ordem dos 70 km/h, assenta no tratamento de cruzamentos com canalização, sendo que a criação da via de viragem a esquerda impõe o efeito de gincana. O trecho central é balizado por rotundas, interligadas através de separador central, permitindo defender o peão e dando permeabilidade transversal ao trecho.

4.5.3.4. *Efeitos obtidos*

O assegurar de velocidades de atravessamento mais moderadas permitiu reduzir os níveis de sinistralidade rodoviária bem como conseguir um atravessamento com maior segurança nas

localidades. Em matéria de sinistralidade rodoviária, segundo o Ministério da Administração Interna (MAI, 2006), os acidentes registados resultaram em dois feridos graves e um morto, fruto de despistes e de uma colisão frontal. No ano de 2007 (ANSR, 2007), registou-se um morto por colisão, e em 2008, registaram-se dois feridos graves por colisão (ANSR, 2008), previsivelmente fruto de uma manobra de ultrapassagem mal sucedida.

Mediante contactos com a população e opiniões recolhidas directamente no local, parece ser consensual afirmar que a intervenção proposta agrada à população, não só por haver um maior “cuidado” na condução, verificando-se muito menos acelerações de veículos, como por transmitir-se alguma segurança aos condutores e aos residentes. Por outro lado, há quem preferisse o traçado extremamente rectilíneo anterior, referindo a existência de demasiadas rotundas neste trecho.

4.6. Considerações finais

Como se pode ver com os exemplos anteriores, as medidas de acalmia de tráfego procuram reduzir a velocidade de circulação dos veículos para valores compatíveis com as actividades que se desenvolvem nos espaços que ladeiam a estrada. São as distribuidoras principais e as locais as vias mais propícias à sua implementação. De igual modo, pretende-se a compatibilização entre as funções de circulação rodoviária do tráfego de atravessamento com os diferentes tipos de mobilidade e actividades locais.

Assim, com esses exemplos, procurou-se demonstrar que tanto as alterações aos alinhamentos horizontais como aos verticais acabam por, numa perspectiva de integração, desempenhar importantes funções em termos de redução de velocidade de circulação, do volume de tráfego e dos conflitos.

Atendendo às premissas inerentes aos casos estrangeiros, verificaram-se diferentes abordagens na implementação de uma estratégia de acalmia de tráfego. Genericamente, a redução da velocidade e dos valores de sinistralidade parece estar inerente a todos os países, e os casos apresentados procuram demonstrá-lo, se bem que em França e na Bélgica se destaque a importância do aglomerado e na Dinamarca sobressaiam as questões de qualidade de vida e de integração na envolvente, especialmente na sua vertente ecológica.

Com efeito, no nosso país, os três casos apresentados procuraram essencialmente resolver questões de sinistralidade rodoviária, não obstante a componente estética ter sido igualmente assegurada. Quanto a Meirinhas, por motivos de índole económica, a intervenção poderá não vir a concretizar-se, não deixando de constituir um exemplo interessante de referência.

Deste modo, a implementação de soluções integradas de acalmia de tráfego permite a obtenção de resultados satisfatórios em matéria de combate à sinistralidade rodoviária.

Apesar de tudo, Portugal ainda se encontra numa fase embrionária nesta matéria, sendo contudo essencial apostar-se desde já na sensibilização e regulamentação técnica deste tipo de técnicas e medidas.

O capítulo seguinte procura contribuir nesse sentido, identificando princípios e medidas integradas diferenciadas capazes de responder a diferentes graus de exigência de tráfego e de espaço disponível.

5. DEFINIÇÃO DE SOLUÇÕES PADRÃO APLICÁVEIS A TRECHOS DE ATRAVESSAMENTO DE LOCALIDADES

5.1. Introdução

As medidas de acalmia de tráfego aplicadas ao tratamento de localidades remontam à década de 90, especificamente à Dinamarca, traduzindo-se, entre outros aspectos, na redução dos níveis de sinistralidade rodoviária e no aumento do sentimento de segurança real e induzido. Não obstante o leque de aplicação dessas medidas ser mais vasto em espaços urbanos, torna-se possível identificar um conjunto alargado de medidas no tratamento de trechos de atravessamento de localidades com características tendencialmente rurais e atravessadas por estradas que asseguram funções de distribuição (Hallmark *et al*, 2007; National Roads Authority, 2005; The Highways Agency, 2004; Bastos Silva *et al*, 2007; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

Alguns estudos demonstram que, nesse tipo de aplicações, o estabelecimento de medidas de acalmia de tráfego resultou na diminuição dos níveis de sinistralidade em cerca de 25% e na diminuição do número de vítimas, incluindo mortos e feridos, entre 20% e 35% (The Highways Agency, 2004). Ainda que referindo-se à prática de velocidades e a níveis de segurança rodoviária, segundo um estudo britânico efectuado entre 1992 e 1997 em cinquenta e seis aldeias ao longo de uma EN britânica, a implementação de medidas de acalmia de tráfego permitiu reduzir o número de acidentes entre 5% e 10%. Mais se verificou que quanto maior fosse a velocidade praticada no respectivo trecho e previamente à implementação dessas medidas, maior seria a probabilidade de redução da velocidade (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004).

Tendo por base os objectivos gerais enunciados em termos de segurança e de promoção da vivência urbana, importa encontrar soluções integradas que tanto convidem os condutores a controlar os seus comportamentos, numa perspectiva de respeito pelos diferentes utilizadores que partilham o mesmo espaço, como contribuir para a uniformização das soluções adaptadas a diferentes ambientes rodoviários. Nessa linha de acção, o presente capítulo centra-se na definição de um conjunto de soluções padrão, devidamente adaptadas a diferentes tipos de atravessamentos de localidades, classificados com base num conjunto limitado de critérios a expor oportunamente. A apresentação e caracterização das soluções globais propostas subdivide-se em duas partes fundamentais: as soluções gerais, que representam as preocupações, princípios e técnicas aplicáveis ao tratamento destes eixos, independentemente da sua tipologia (ver subcapítulo 5.3), e soluções específicas padrão devidamente adaptadas às exigências de cada situação (ver subcapítulo 5.4).

5.2. Princípios gerais de aplicação

Para os diferentes utilizadores da via pública torna-se indispensável a criação de circuitos naturais e de fácil leitura (Seco *et al*, 2006). Uma vez que o sucesso de implementação de uma estratégia de medidas de acalmia de tráfego passa, entre outros, pela redução dos valores de sinistralidade rodoviária, dos quais a velocidade tende a ser a causa dominante (ANSR, 2008), há que assegurar essencialmente a prática de velocidades moderadas nos trechos de atravessamento. Será, então, importante a definição de limites de velocidade nas várias zonas ou eixos em conformidade com o tipo de utilização desejada ao longo do itinerário.

A imposição de limites legais adequados, associados a medidas de acalmia de tráfego, poderá ser reforçada pela adopção consistente de zonas que ofereçam uma utilização segregada por modo de deslocação ou, por oposição, a criação de zonas partilhadas. As primeiras zonas exigem maior disponibilidade de espaço, porém, associam-se a níveis elevados de segurança por eliminação de conflitos entre os diferentes subsistemas de transportes. A título de exemplo, a qualidade de serviço associada à estrutura ciclável depende, em primeira análise, de esta ser totalmente segregada (Seco *et al*, 2006; Bastos Silva e Silva, 2005). Por outro lado, nos eixos sujeitos a níveis de procura de tráfego moderados a baixos com níveis de ocupação lateral e de actividades urbanas elevadas, quando associadas a sérias restrições de espaço, a adopção de zonas partilhadas poderá constituir uma boa solução de compromisso por fornecer e destacar prioridades ao peão e ao ciclista, relegando o veículo automóvel para um segundo plano.

Neste contexto, a partilha de uma via com o tráfego automóvel só deve ser aceitável quando esse tráfego for moderado em volume e em velocidades praticadas. Aí, a qualidade do serviço, tanto para os veículos como para os ciclistas, dependerá necessariamente da largura da via (Seco *et al*, 2006), tal como se verificará posteriormente.

Independentemente da via ser segregada ou partilhada, a abordagem final deve procurar atingir a redução de acidentes e atenuar a sua gravidade sem, contudo, resultar em níveis de congestionamento acentuados. Nos trechos sujeitos a este tipo de intervenção, importa encontrar formas que, particularmente no caso de partilha de espaço, contribuam para a compatibilização de comportamentos entre diferentes utilizadores.

5.3. Soluções gerais de aplicação

5.3.1. Enquadramento

Os perfis que se apresentam no subcapítulo 5.4, independentemente dos princípios anteriormente referidos, tiveram em consideração as disposições técnico-científicas relatadas expressas na bibliografia nacional e estrangeira da especialidade (Seco *et al*, 2006; National Roads Authority, 2005; Elvik e Vaa, 2004; Carvalho, 2002; AASHTO, 2001; Austroads, 1998, 1995,

1988; Puig-Pey e Arroyo, 1992). De igual modo, procurou-se que esses perfis cumprissem com as disposições legais em vigor em Portugal, designadamente a Portaria n.º 216-B/2008, de 3 de Março, e a Norma da Ex-JAE P3/93.

A Portaria n.º 216-B/2008 apresenta valores mínimos aplicáveis para operações de loteamento e a sua aplicação depende do facto de um PMOT não prever áreas destinadas à implantação de espaços verdes e de utilização colectiva, infra-estruturas viárias e equipamentos.²³ Partilha-se da opinião consensual de que este normativo tende a abordar o território praticamente do mesmo modo e não atende às especificidades regionais e/ou locais.

Em relação às vias, mediante as dimensões das faixas de rodagem, essa Portaria prevê a adopção de valores de, respectivamente, 6,50 m, 7,50 m e 9 m para zonas com área de construção para habitação superior a 80%, zonas com área de construção para habitação inferior a 80%, comércio e serviços e zonas industriais ou de armazéns, porém, sem referir níveis de volume de tráfego, seja em termos de TMD_A ou em unidades de veículos ligeiros equivalentes. No que concerne à estrutura pedonal, se bem que esta norma seja também omissa em relação aos fluxos pedonais, adopta-se como valor mínimo desejável os 2,25 m previstos para zonas com área de construção para habitação inferior a 80%, comércio e serviços, entendendo-se ser essa medida consensual e adequada para o efeito. De igual modo, quando aplicável, adopta-se a dimensão de 1 m para as caldeiras das árvores (Baptista e Vasconcelos, 2005; Carvalho, 2002). Considera-se, então, que uma aplicação estrita dos valores da Portaria poderá, na matéria em apreço, conduzir à adopção de perfis não adequados aos níveis de atravessamento.

Outra norma tida em conta foi a Norma da Ex-JAE P3/93, aplicável às estradas integradas no PRN 2000. Essa norma foi definida tendo por base os ambientes rurais, centrando-se na definição de valores de referência para elementos que constituem um perfil tipo transversal de estradas onde a faixa de rodagem é ladeada por bermas. Os critérios básicos de selecção das características geométricas dos vários elementos do perfil transversal encontram-se ligados a aspectos de índole económica, de segurança e de capacidade, os quais, por um lado, estão ligados às funções que atribuídas à estrada e, por outro, às velocidades máximas admitidas e aos volumes de tráfego esperados. Estes três critérios interligam-se, já que as velocidades máximas admissíveis são em parte definidas atendendo às funções que as estradas irão desempenhar e tendem a ter implicações relativamente aos volumes de tráfego expectáveis (Seco *et al*, 2006).

As vias e o tráfego automóvel, a sinistralidade e a segurança rodoviária constituem soluções às quais se deve conferir particular destaque, contudo, qualquer solução global deve necessariamente acautelar em simultâneo o peão e o ciclista (Seco *et al*, 2006; The Highways

²³ A experiência profissional adquirida permite referir que a maior parte dos PMOT em vigor não prevê considerações sobre os valores mínimos aplicados a operações de loteamento, relegando-os muitas das vezes para a legislação aplicável, quando as últimas alterações ao DL n.º 380/99, de 22 de Setembro (diploma que institui o regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial e referido no capítulo segundo), reforçam as competências dos Municípios em sede de PMOT. De igual modo, aquando da execução das infra-estruturas de operações de loteamento, verifica-se serem comumente aplicáveis os valores da presente Portaria e, natural e previamente, também os da anterior, a Portaria n.º 1136/2001, de 25 de Setembro.

Agency, 2004; Bellallite, 2000; Schemers e Theyse, 1998; The Scottish Government, 1997; Herrstedt *et al*, 1993).

Segundo Seco (*et al*, 2006), diferentes modos constitutivos de qualquer sistema de transportes apresentam diferentes características ao nível do seu grau de vulnerabilidade e compatibilidade mútua. Naturalmente, essas diferenças levam a que o seu potencial, campos e condições de aplicação sejam também distintos. Tais modos devem ser coordenados, procurando reforçar o potencial do sistema global através da utilização integrada de vários modos no serviço de algumas das necessidades de mobilidade e acessibilidade. Ao nível da organização espacial e física dos vários sistemas de transportes, as consequências da aplicação destes princípios levam à segregação física/temporal das infra-estruturas dos diferentes modos, particularmente daqueles com maiores níveis de incompatibilidade funcional, bem como destes face à generalidade das outras actividades inerentes à vivência urbana.

Seco (*et al*, 2006) defende que cada uma das preocupações anteriores tende a sugerir diferentes estratégias e soluções de ordenamento dos espaços canais nem sempre compatíveis entre si. Recorde-se ainda Bellallite (2002), ao defender que a implementação de cada medida de acalmia de tráfego deve corresponder a um objectivo e ser associada às especificidades da localidade, seja pelos problemas aí existentes ou pelas condições de circulação.

De seguida apresentam-se alguns princípios, estratégias e regras gerais que devem ser tidas em consideração em qualquer solução integrada a desenvolver, em função dos diferentes subsistemas de transportes ou de preocupações de base fundamentais.

5.3.2. Vias e tráfego automóvel

De forma geral e no que respeita a circulação automóvel, duas situações podem ocorrer em função da importância do tráfego automóvel envolvido no trecho.

A intervenção ou se volta para a defesa da circulação automóvel em detrimento das actividades locais (situação defensável sempre que o volume de tráfego envolvido é elevado), ou a solução global procura acomodar de forma harmoniosa os diferentes utilizadores (situação aceitável face a volumes de tráfego baixos a moderados). Neste último tipo de situações, dever-se-á alertar o condutor para a existência de alterações ao nível da via, recordar-lhe que a via em que circula responde, igualmente, às necessidades de outros utilizadores, como peões e ciclistas, e que a velocidade de circulação deve ser moderada, a par de dever adoptar um outro tipo de comportamento (Seco *et al*, 2006; The Highways Agency, 2004; Bellallite, 2002; Kennedy, 2001).

Por outro lado, no que respeita a primeira tipologia de situações, importa identificar e resolver os principais pontos e áreas de conflito entre as vias estruturantes e as funcionalidades urbanas existentes nos espaços atravessados, pois tais problemas tendem a ser relevantes em vias estruturantes de atravessamento de localidades e respectivas zonas centrais (Seco *et al*, 2006). Nestes casos, devem ser avaliados o grau de conflito expectável e identificadas as

soluções mais adequadas a cada caso (recorrendo a medidas de acalmia de tráfego), sendo que, face a situações conflituosas, dever-se-á defender a segregação de funções.

Perante aos diferentes ambientes rodoviários que estes trechos atravessam, as zonas de transição deverão merecer um cuidado especial em termos de tratamento. A transição do espaço rural para o urbano deverá efectuar-se de forma suave, devendo as medidas de acalmia de tráfego a implementar ser gradualmente restritivas à medida que se aproxima o espaço urbano consolidado e central. Em determinadas situações, uma possível solução reside nas rotundas, contudo, frequentemente ocorrem estrangulamentos a partir do centro da via, obtidos com a implantação de um separador contínuo ou de pequenos ilhéus separadores (Seco *et al*, 2008; Hallmark *et al*, 2007; Seco *et al*, 2006; National Roads Authority, 2005; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Bastos Silva *et al*, 2004-a).

Especial ênfase deve também ser atribuído à necessidade de circulação por parte de veículos pesados, sendo de atender e prever o ruído associado, bem como vibrações, mecanismos de contorno e de inversão de marcha inerentes à sua circulação (Hallmark *et al*, 2007; Almeida, 2004).

Segundo Seco (*et al*, 2006), a qualidade de serviço associada à circulação rodoviária depende também das características específicas de cada um dos elementos que constituem os perfis transversais dos seus eixos, concretamente a faixa de rodagem e respectivas vias de tráfego, as bermas e o separador central, quando existir. A este nível, o número das vias a disponibilizar deve ser estabelecido em função da importância dos fluxos de tráfego envolvidos, sendo que, por razões de segurança, importa minimizar esse número.

Ainda na óptica de Seco (*et al*, 2006), a largura das vias e a ponderação de colocação de um separador central dependem de outros factores associados, genericamente, à segurança em geral e dos peões em particular. Sobre o separador central e dimensões que este possa vir a adquirir, recomenda-se a sua implementação em prol de uma análise custo-benefício entre os níveis de segurança a adquirir e o custo marginal associado. Esta medida constitui um elemento essencial para controlar a prática de velocidades, pois quanto maior for a largura das vias, maior a indução à prática de velocidades elevadas, conferindo uma maior permeabilidade transversal aos atravessamentos pedonais, viabilizando a sua concretização em duas fases.

5.3.3. Estrutura pedonal

As deslocações pedonais, principalmente as de curta distância, constituem uma parte não desprezável do total de viagens em meio urbano e devem ser asseguradas através de uma estrutura pedonal. Há, ainda, que garantir a existência de um espaço vital mínimo que permita a realização de todo um conjunto de actividades sociais e de lazer e que não implicam deslocações (Seco *et al*, 2006; Baptista e Vasconcelos, 2005; Austroads, 1995).

Ainda que revestida de alguma complexidade, a estrutura pedonal é comumente associada aos passeios e aos atravessamentos pedonais, sugerindo-se a leitura de alguma bibliografia da especialidade (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005; Austroads, 1995). Como princípios gerais, importa que a estrutura pedonal seja contínua, coerente, confortável, segura e passível de transmitir confiança a quem a utiliza (Bastos Silva e Seco, 2008; Seco *et al*, 2006; Cullen, 1971).

Esta estrutura deve assegurar uma interligação coerente com a hierarquização viária e também com a tipologia das intersecções. Devem ser evitadas soluções que conduzam a percursos pedonais extensos, na medida em que a distância de percurso se torna num factor que condiciona a obtenção de bons níveis de comodidade e de rapidez (Baptista e Vasconcelos, 2005; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005). Baptista e Vasconcelos (2005) consideram que a concepção da estrutura pedonal obriga ao conhecimento das características físicas, de mobilidade e de comportamento do peão enquanto ser humano. Nas soluções a projectar, deverá ser dada importância às necessidades próprias dos utilizadores, especificamente os idosos, as crianças, à circulação de carrinhos de bebés e também às necessidades de locomoção por parte dos cidadãos de mobilidade condicionada (Seco *et al*, 2006; Baptista e Vasconcelos, 2005; Tranter, 1994; Stahl, 1992; Applied RTD Consultants, 1990).

Procurando caracterizar a qualidade do serviço oferecido ao peão (independentemente de este se encontrar, ou não, em circulação), torna-se necessário definir uma classificação por níveis de serviço. Os critérios gerais de avaliação aplicáveis, atendendo à movimentação de peões, passam pela liberdade de escolha da velocidade de circulação, pela facilidade de ultrapassar e pelo possível grau de ocorrência de conflitos com outros peões. Em relação aos peões sem movimento, identifica-se um conjunto de níveis de conforto/qualidade de serviço que dependem principalmente do espaço disponível por peão (Baptista e Vasconcelos, 2005; Austroads, 1995). A definição de níveis de serviço será subjectiva particularmente no que diz respeito aos valores dos fluxos que definem as diversas fronteiras. Tais níveis dependem da dimensão transversal básica a adoptar, não só em prol dos seus utilizadores como também pelas dimensões mínimas necessárias para a definição do espaço vital do peão. Essa dimensão torna-se relevante ao nível da colocação de mobiliário urbano e do plantio de elementos arbustivos ou arbóreos (Seco *et al*, 2006; Baptista e Vasconcelos, 2005; Austroads, 1995).

Nos passeios, bem como noutros espaços pedonais, verifica-se ser de comum aplicação a existência de diversos obstáculos relacionados com a colocação de mobiliário urbano ou de sinalética que impedem a utilização da largura total do trajecto por parte dos peões. De acordo com Baptista e Vasconcelos (2005), os peões tendem a evitar caminhar próximos da berma do passeio ou das paredes de edifícios, particularmente se aí existirem montras que os levem a parar para apreciar o exposto ou a reduzir a sua velocidade de circulação.²⁴ Concretamente sobre os

²⁴ Os peões tendem a evitar caminhar muito próximo da berma do passeio ou das paredes dos edifícios, particularmente se nestes existirem montras onde as pessoas param para apreciar o que se encontra

perfis a apresentar posteriormente, são sugeridos valores recomendáveis também para as dimensões dos passeios, considerando-se de atender às dimensões do quadro 8.

Quadro 8 – Largura mínima de passeios
(Baptista e Vasconcelos, 2005)

Tipo de passeio	largura desejável (m)	largura aceitável (m)
Passeio sem mobiliário urbano, árvores ou montras	2	1,50
Passeio com fila de árvores ou montras	3	2,50
Passeio com árvores e montras	4	3,50

Tal como previsto no DL n.º 163/2006, de 8 de Agosto, não é permitida a construção de passeios com larguras inferiores a 1,50 m, podendo justificar-se a utilização de valores inferiores em espaços consolidados (tal como referido no capítulo segundo) quando se pretender defender a segurança do peão em zonas particularmente perigosas ou quando for significativa a competição pelo espaço entre peões e veículos estacionados e a fiscalização não se mostrar eficaz (Baptista e Vasconcelos, 2005). Contudo, considera-se que esses 1,50 m se afiguram insuficientes sempre que o fluxo pedonal seja significativo ou sempre que o mesmo responda a actividades urbanas.

Dado as travessias constituírem pontos de conflito do peão com o veículo, devem ser apresentados pontos de atravessamento limitados, forçando o peão a aí atravessar (National Roads Authority, 2005; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005). Mediante o nível de tráfego de atravessamento, essas travessias devem ser constituídas por passagens de peões formalizadas (semaforizadas ou não, e com ou sem botoneira) (Seco *et al*, 2006; Baptista e Vasconcelos, 2005). Recomenda-se também que a estrutura pedonal e as travessias pedonais sejam sempre iluminadas durante os períodos nocturnos e/ou sempre que as condições climáticas o justifiquem (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005; Egebjerg *et al*, 2002; The Scottish Government, 1997; Cullen, 1971).

A escolha do local para a formalização de travessias de peões não deve resultar de um movimentos de contestação, de interesses pessoais nem do factor memória de uma travessia anterior, pelo contrário, deve ser correctamente ponderada, tendo por base princípios de segurança rodoviária e a sua integração na rede pedonal local (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; The Highways Agency, 2004). Essa escolha deve resultar da análise do caminho mais curto e natural sem descurar os aspectos relativos à segurança, devendo recorrer-se, sempre que justificável, a elementos físicos de protecção. Tal decorre do facto de o peão tender a efectuar percursos aleatórios e sem qualquer padrão tipificado, seguindo, quase sempre e sem excepções, o percurso menos extenso (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005). A escolha e execução de uma travessia implicarão um comportamento idêntico ao que o peão adopta numa via com tráfego motorizado, comportamento este progressivamente

exposto. De um modo geral, o conceito de largura útil dos passeios, corresponde ao espaço disponível para responder às deslocações e actividades por parte dos peões (Baptista e Vasconcelos, 2005).

condicionado à auto-disciplina e à maior ou menor racionalidade a que o peão a si se incute, independentemente da sua formação cívica.

Procurando o local propício para o efeito, considera-se de atender à velocidade de aproximação dos veículos, à distância de visibilidade²⁵ que o local proporciona ao condutor e à distância de travagem²⁶ conseguida no local em função do estado. Há a considerar também o tipo de pavimento existente, a pendente da via e a distância de visibilidade proporcionadas ao peão (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; The Highways Agency, 2004).

5.3.4. Estrutura ciclável

Estudos demonstram que andar de bicicleta se reflecte em inúmeros benefícios para o ambiente, designadamente ao nível dos transportes limpos, e para a saúde (Bastos Silva e Silva, 2005). Baseando-se em estudos americanos, os autores referem que os ciclistas se deslocam a uma velocidade média de cerca de 8 km/h, essencialmente em espaços urbanos, aceitando percorrer distâncias inferiores a 15 km, sendo que na Europa cerca de 30% das viagens de automóvel compreendem distâncias inferiores a 3 km e 50% dessas viagens referem-se a percursos inferiores a 5 km.

Genericamente, a estrutura ciclável caracteriza-se pelo assegurar de coerência e acessibilidade, minimização da extensão dos percursos, continuidade, atractividade, conforto e pela segurança, importando aqui destacar a última componente (Bastos Silva e Silva, 2005). Segundo Seco (*et al*, 2006), a qualidade de serviço associada à estrutura ciclável depende da sua segregação ou partilha com o tráfego motorizado (ao qual se tornará adiante) ou, ainda, com o tráfego da estrutura pedonal. À semelhança do sucedido na estrutura pedonal, também a estrutura ciclável compreende níveis de serviço do espaço considerado vital para o efeito.

Efectivamente, o uso da bicicleta como meio de transporte ainda não se encontra suficientemente fomentado no nosso país, contribuindo para tal diversos factores, sejam eles ligados a questões orográficas, à falta de segurança ou mesmo motivos de índole social (Bastos Silva e Silva, 2005). Seco (*et al*, 2006) e Bastos Silva e Silva (2005) consideram que o sentimento de insegurança associado a este tipo de deslocações resulta da ausência de uma infra-estrutura própria para o efeito e, em particular, da falta de aplicação de medidas de acalmia de tráfego que promovam a compatibilização da utilização de espaços urbanos (e também rurais) por diferentes

²⁵ Considera-se distância de visibilidade a extensão de estrada ou rua que é visível à frente do condutor e depende do próprio condutor e da sua prática (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005).

²⁶ Depende de vários factores difíceis de quantificar, contudo, adiantam-se os seguintes: veículo e do seu estado de conservação, do sistema existente nos órgãos de travagem, do estado de funcionamento, da massa acelerada e do estado dos pneus da viatura. Igualmente depende do condutor, dos seus tempos de reacção, de dificuldades físicas e mentais do mesmo no momento. Por outro lado, também depende do pavimento, do tipo e do seu estado de conservação, se se trata de uma rampa se de um declive, das próprias condições meteorológicas, pois a água constitui atrito, interferindo, assim, com a aderência do veículo à estrada (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005).

utilizadores. Este aspecto afigura-se como uma das principais causas que justificam o baixo nível de utilização deste modo de transporte em vários países, entre os quais Portugal. Em países como a Holanda as deslocações em bicicleta respondem a diferentes motivos de viagem, sejam essas pendulares (casa/trabalho ou casa/escola) ou esporádicas (compras, lazer, desporto, etc.).

Em relação à estrutura pedonal e à ciclável, ambas não têm sido devidamente protegidas nos espaços urbanos, tanto que o automóvel continua a constituir a modalidade de transporte que mais atrai os utilizadores (Bastos Silva e Silva, 2005). Desse modo, os autores (2005) alertam para a necessidade de serem estabelecidas medidas que passem não só pela adaptação de ambas infra-estruturas mas pela definição de estratégias globais integrantes do planeamento dos centros urbanos

5.3.5. Transformação do ambiente rodoviário

Aquando da circulação em ambientes rurais, mediante uma fraca presença humana e associado a planícies e vias com dimensões confortáveis, a velocidade de circulação tende a ser mais elevada que em ambiente urbano (Egebjerg *et al*, 2002). Contudo, perante um ambiente edificado, o estrangulamento visual provocado pelos edifícios e a presença de movimentação pedonal tendem a resultar na redução da velocidade.

Procurando definir espaço urbano de qualidade, Herrstedt (*et al*, 1993) entende que tal não passa necessariamente pela retirada do automóvel. Ainda que a segurança rodoviária deva constituir um factor de primazia inerente a uma intervenção de medidas de acalmia de tráfego, o ambiente local não deve ser descuidado ²⁷ (Hallmak *et al*, 2007; Egebjerg *et al*, 2002; Kennedy, 2001; The Scottish Government, 1997; Cullen, 1971).

O tratamento da envolvente permite obter reduções ao nível das velocidades praticadas e, aquando da implementação de uma estratégia de acalmia de tráfego, a localidade ou o trecho de atravessamento e a sua envolvente serão necessariamente afectados (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004; Ewing, 1999; The Scottish Government, 1997; Herrstedt *et al*, 1993). Tais alterações poderão compreender diversos elementos ligados ao ambiente urbano, como a criação de ilhéus separadores, de bainhas de estacionamento, de espaços para a instalação de mobiliário urbano, entre outros. Por outro lado, associada à vertente ecológica, poder-se-á recorrer ao plantio arbóreo, à repetição de caixas de vegetação de uma forma alternada dos dois lados da estrada, à utilização de pavimentos permeáveis, bem como por intervenções de carácter paisagista que favorecerão toda a qualidade estética e ecológica da localidade ou do trecho a beneficiar (Hallmark *et al*, 2007; Barrosa dos Santos, 2007; Caldeira Cabral e Ribeiro Telles, 2007; National Roads Authority, 2005).

²⁷ Associado à imagem da localidade, Cullen (1971) refere duas consequências da invasão geral do automóvel, como o desaparecimento da diversidade e da identidade das superfícies pavimentadas e a invasão de zonas reservadas a peões.

Quando ocorrem vários usos em espaços adjacentes à estrada, a relação da via com o espaço urbano deve ser prevista, principalmente ao nível dos acessos. As actividades humanas inerentes interagem entre si e as redes de transporte e comunicações facilitam-nas. Desse modo, deve prever-se o estabelecimento de uma estrutura urbana que contemple vários usos no espaço adjacente às vias, admitindo as funções de acesso e a movimentação de pessoas e bens (Cupolillo, 2006), sempre que justificáveis. Herrstedt (*et al*, 1993) considera que uma correcta adequação dessas premissas na intervenção a realizar resultará numa solução harmoniosa, sempre se conciliada com elementos de mobiliário urbano.

Independentemente de os resultados a adquirir visarem atingir determinadas metas a vários níveis, torna-se possível o conflito entre as premissas inerentes à redução da velocidade com o respectivo enquadramento na envolvente (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004; Seco *et al*, 2006; Herrstedt *et al*, 1993). Usualmente, tal decorre do facto da concepção de medidas de acalmia de tráfego nem sempre se adequar ao ambiente urbano e originar conflitos de ordem estética, sendo consensual afirmar que se esta prevalecer tornará as soluções empregues certamente tendentes a um menor grau de eficácia (The Highways Agency, 2004).

Apresentam-se de seguida algumas medidas e técnicas consideradas essenciais à transformação do ambiente rodoviário em ambiente urbano, apresentando-se aqui a iluminação pública, a diversidade de pavimentos, o plantio de vegetação e a colocação de elementos mobiliário urbano como medidas complementares, mas indispensáveis.

5.3.5.1. Iluminação pública

A iluminação desempenha um importante papel em termos de segurança pessoal e rodoviária e, especificamente, no âmbito do presente trabalho, considera-se como parte integrante do ambiente envolvente à estrada (Barrosa dos Santos, 2007; Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005; Egebjerg *et al*, 2002; Carvalho, 2002; The Scottish Government, 1997; Cullen, 1971). Ainda que dirigindo a sua atenção para o impacto causado pela iluminação pública, concretamente em relação à via, Cullen (1971) refere que não deverão existir zonas não iluminadas, devendo a via possuir uma iluminação uniforme e as fontes de luz serem colocadas alternada e rigorosamente em relação às outras, bem como adquirir uma altura adequada e proporcional ao meio onde se inserem²⁸ (National Roads Authority, 2005).

²⁸ Cullen (1971) defende que devem ser adoptadas conforme a unidade de escala, unidade cinética e rigor. Em relação à primeira, a rede deve ser prevista em conformidade com as escalas da via e da localidade, caso contrário destacar-se-ia a própria rede de iluminação em vez da localidade e da envolvente, que assumir-se-ia, então, como relegada para segundo plano. No que concerne à unidade cinética, esta prende-se com a unidade do movimento urbano. A maioria das armaduras encontra-se nas vias que, no geral, transmitem um movimento linear. Porém, deve atender-se a outros recintos urbanos, como praças, espaços delimitados, ou mesmo rotundas, que representam espaços estáticos, onde se torna importante que as armaduras não interfiram nem destruam essa qualidade estática, devendo, também, não descuidar a componente patrimonial da localidade.

É, assim, recomendável que as dimensões das armaduras sejam harmonizadas em conformidade com a escala do local e o foco de iluminação não ser arbitrário mas iluminar concretamente o que se pretende destacar, tanto para os condutores como os peões e demais utilizadores (Barrosa dos Santos, 2007; Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005; Egebjerg *et al*, 2002; Simard, 2000; Cullen, 1971). Simard (2000) considera que a iluminação de intersecções problemáticas, frequentemente com pouca iluminação, pode muitas das vezes evitar a ocorrência de acidentes. Também o reforço da iluminação ou a adopção de intensidades de luz mais intensas relativamente à aproximação se tem revelado como prática comum na enfatização dos atravessamentos pedonais, designadamente nos países nórdicos europeus e nos Estados Unidos da América. Egebjerg (*et al*, 2002) refere que, na Dinamarca, as estradas rurais são pouco iluminadas sendo a iluminação limitada aos trechos críticos com risco elevado de conflitos, como pontes e intersecções, ou zonas que envolvem automóveis, bicicletas e peões. Em estradas de menor dimensão, verifica-se uma tendência para seguir as aplicações anteriores, porém, com a aplicação de armaduras de menor capacidade, reduzindo a escala da via e conferindo-lhe um ambiente com características urbanas.

Segundo parâmetros de 1999, na Dinamarca existem dois tipos de armaduras nos meios urbanos: as pregadas nas paredes e as suspensas entre edifícios. A utilização das fachadas para colocação de iluminação pública permite libertar a via pública para a circulação resultando ainda em soluções esteticamente mais atractivas (Egebjerg *et al*, 2002). Em Portugal verifica-se a possibilidade de recorrer a essa solução, contudo, as fachadas são reguladas por normas de direito privado, pelo que qualquer intervenção nas mesmas necessitará de autorização por parte do respectivo proprietário.

Cullen (1971) considera que a envolvente torna-se mais atractiva quando adoptadas armaduras uniformes e ritmadas que harmonizam a escala da estrada. Desse modo, recomenda-se que a envolvente à estrada seja iluminada em consonância com as especificidades locais, devendo ser dada atenção aos períodos nocturnos, ao risco de brilho em excesso, à cor aplicada, entre outros (Egebjerg *et al*, 2002). Torna-se, também, necessário integrar a iluminação pública no tecido e na identidade de cada localidade, tanto de dia como de noite, manipulando a intensidade de luz e as suas fontes com inteiro conhecimento e dedicação a esses mesmos aglomerados (National Roads Authority, 2005; Cullen, 1971).

Nem sempre se torna pacífica a conciliação da localidade com a questão da iluminação (The Highways Agency, 2004; Egebjerg *et al*, 2002; Cullen, 1971), sendo que a adopção de uma linguagem de maior contemporaneidade poderá surtir efeitos nem sempre passíveis de beneficiar a imagem da localidade.

Numa outra perspectiva, a principal limitação da iluminação pública associa-se à inerência de custos de instalação e de manutenção dessa infra-estrutura, verificando-se, em ambientes suburbanos, problemas associados aos custos das ligações às respectivas fontes de alimentação. Ao longo das últimas décadas tal limitação tem estado na base da procura de formas alternativas

de alimentação onde o sistema solar tem assumido uma posição central (Barrosa dos Santos, 2007).

5.3.5.2. *Materiais – cores e texturas*

O pavimento das estruturas viária, pedonal e ciclável deverá contribuir para ajudar a clarificar as fronteiras dos espaços destinados a cada subsistema (Cullen, 1971). A utilização de texturas e cores distintas das aplicadas na faixa de rodagem permite ainda realçar a existência de espaços de uso particular, como sejam as lombas, plataformas e passagens de peões elevadas. Desse modo, o utilizador poderá adaptar o seu comportamento em função da via em que circula (Herrstedt *et al*, 1993).

A escolha dos pavimentos pode resultar em diferentes formas, padrões, transições e texturas (Cupolillo, 2006; Institut Cerdà, 2004; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1998). Por razões de índole económica e prática, devem ser escolhidos materiais sólidos, considerados esteticamente e acusticamente adequados e que apresentem uma patine interessante com o desgastar do tempo, até porque, aquando da sua substituição ou manutenção, devem manter a memória do previamente existente. Importa ainda que a selecção dos materiais tenha em consideração as exigências em termos de coeficientes de atrito mínimos, particularmente quando associadas à circulação automóvel e à bicicleta (Pereira e Miranda, 1999).

5.3.5.3. *Plantio arbustivo/arbóreo*

Considera-se que o plantio de vegetação, seja sob as formas arbustivas ou arbóreas, faz parte do sucesso da implementação de medidas de acalmia de tráfego, sendo que fazem parte dos perfis a apresentar de seguida e integram a solução global.

Tal como referido anteriormente, estas soluções, para além de surtirem efeitos ao nível do condutor, alertando-o para adoptar velocidades mais moderadas, tornam as soluções de acalmia de tráfego mais aprazíveis e, conseqüentemente, a localidade a intervir é susceptível de adquirir maior interesse em termos estéticos. A utilização de elementos de vegetação é porventura a medida complementar que mais contribui para a transformação de uma estrada numa rua urbana (Barrosa dos Santos, 2007).

5.3.5.4. *Colocação de mobiliário urbano*

Também a colocação de elementos de mobiliário urbano se considera indispensável no sucesso da implementação de medidas de acalmia de tráfego. A valorização do espaço público

pressupõe um elevado grau de pormenorização ao nível do projecto, dependendo a o resultado final de uma correcta articulação e compatibilização dos diversos elementos intervenientes (Carvalho, 2002; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1996; Cullen, 1971).

Independentemente da importância do desenho e dos materiais a aplicar, os elementos de mobiliário urbano, se correctamente implementados, contribuirão para o sucesso de qualquer intervenção nessa matéria. A par da vivência urbana, tanto o lazer como o bem-estar vêm adquirindo cada vez maior importância, dado o aumento do número de horas livres e uma maior sensibilização da sociedade para essas questões. De igual modo, novas formas de recreio são procuradas, essencialmente pelas camadas mais jovens da população, como a ligação à natureza e a prática de actividades desportivas ao ar livre (FAUP, 2000).

A título de exemplo, os principais elementos de mobiliário urbano e que habitualmente se localizam junto das vias urbanas associam-se a diversas funções como a circulação, o convívio, a prática de actividades desportivas e o próprio lazer, entre outras. As soluções frequentemente empregues passam pela colocação de bancos de jardim, sombreados, caixotes do lixo e ecopontos, encaixes para bicicletas, cabines telefónicas, grelhas e tampas de pavimento, bocas ou marcos de incêndio, painéis informativos e publicitários, paragens de autocarro e algumas barreiras físicas (esferas e pinos), entre outros. Esses elementos permitem contribuir para delimitar as estruturas pedonais e cicláveis da viária, assumindo um claro contributo, quer em termos de qualidade do espaço urbano quer da sua funcionalidade e bem-estar de todos os utilizadores, associados ao plantio de vegetação arbórea e/ou arbustiva (figuras 135 a 137) (Institut Cerdà, 2004; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1998; Ajuntament de Barcelona, 1996; Cullen, 1971).



Figura 135 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha)

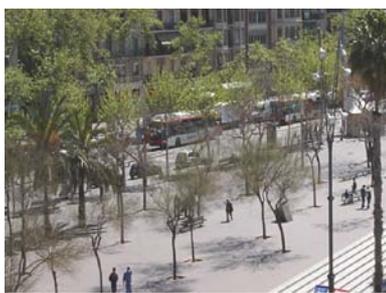


Figura 136 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha)



Figura 137 – Intervenções em espaços adjacentes a vias urbanas, Barcelona (Espanha)

Nestas situações, o mobiliário urbano é integrado nas vias de modo a salientar um ambiente que se pretende aprazível, quer seja fruto de passagem ou de estar e permanência, e sublinhar a presença preferencial dada aos peões e aos ciclistas (Barrosa dos Santos, 2007; Institut Cerdà, 2004; FAUP, 2000). Dever-se-á atender a uma correcta e adequada localização dos elementos de mobiliário urbano, dada a tendência para a sua proliferação descontrolada e diversificação formal injustificada e dispersão aleatória no nosso país (FAUP, 2000).

5.4. Definição de soluções específicas padrão

5.4.1. Introdução

Este subcapítulo centra-se na definição de algumas soluções padrão, pretendendo-se que a sua aplicação possa ser empregue em trechos de atravessamento de localidades que apresentem problemas e semelhantes características físicas espaciais.

Qualquer uma das soluções propostas procura contribuir para a compatibilização do comportamento dos vários utilizadores envolvidos, assentando, consoante as diferentes situações, em princípios de segregação modal ou de partilha do mesmo espaço. Encontra-se subjacente a necessidade de moderar a velocidade de circulação dos veículos dentro dos espaços urbanos e através de diferentes graus de restrição aos comportamentos, não só pela aplicação de medidas físicas restritivas como pela salvaguarda da manutenção de níveis mínimos de fluidez e de capacidade (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004; Herrstedt *et al*, 1993).

Cientes de que cada atravessamento apresenta características e especificidades distintas e que cada situação deva ser analisada individual e pormenorizadamente, considera-se ser possível a definição de um conjunto de soluções padrão facilmente adaptáveis e generalizáveis a locais que apresentem características de base e problemas similares. A apresentação das soluções subdivide-se consoante o nível de tráfego em causa e em duas subcategorias: sem e com restrições de espaço. Basicamente, na primeira procura-se apresentar soluções ideais adaptadas às exigências de base caso não existissem condicionantes de espaço, considerando-se que a segunda solução possa ser a mais ajustada à realidade em Portugal. Entende-se de referir que os perfis a apresentar neste subcapítulo iniciar-se-ão pelas situações de ausência de condicionalismos de espaço, considerando-se que as soluções em termos de condicionalismos de espaço manterão algumas das premissas anteriores, referindo-se apenas os aspectos que merecerão alterações específicas.

Foi também tida em conta uma regra básica da engenharia de tráfego onde o desempenho de qualquer infra-estrutura rodoviária pode ser tão negativa a existência de espaço a mais como a menos, relativamente ao estritamente necessário, sendo que, no segundo caso haverá um *deficit* de desempenho, e no primeiro a liberdade dada aos condutores pode tornar-se subaproveitada ou mesmo insegura (Seco *et al*, 2006).

5.4.2. Critérios de classificação da tipologia de atravessamentos

Para efeitos do presente trabalho foram adoptados dois critérios para a classificação da tipologia de atravessamentos: os níveis de procura e o espaço canal disponível ou possível.

O primeiro critério classifica os atravessamentos relativamente ao nível de tráfego que atravessa a localidade, considerando-se que este indicador representa uma das principais condicionantes à definição das soluções padrão.

Foram então considerados três níveis de procura nas categorias de elevado ($15000 < TMD_A < 20000$ veículos), moderado ($3000 < TMD_A \leq 15000$ veículos) e reduzido ($TMD_A \leq 3000$ veículos). O nível elevado de tráfego procura integrar as soluções particularmente voltadas para a valorização de princípios de fluidez e capacidade, portanto, trechos onde a circulação automóvel deverá revelar-se preferencial em relação a preocupações de vivência urbana. Este nível constitui, ainda, o domínio que deverá justificar o equacionar da construção de variantes ao atravessamento. O nível moderado representa o tipo de atravessamentos onde as preocupações ligadas à preservação da vivência urbana devem estar a par das preocupações de fluidez. O tratamento deverá procurar formas que contribuam para a compatibilização dessas duas preocupações, podendo essa ponderação valorizar cada uma de forma diferenciada, em função das condições e exigências locais. O nível baixo de tráfego representa trechos sujeitos a níveis pouco relevantes e onde as preocupações se centram maioritariamente na valorização das condições de vivência urbana e de qualidade de vida local.

O segundo critério procura integrar as condicionantes ligadas à disponibilização de espaço. Para as mesmas circunstâncias e exigências de base, considera-se que a existência de um espaço canal (in)condicionado influencia, determinantemente, a solução a adoptar.

5.4.3. Identificação dos diferentes ambientes rodoviários

A definição de cada proposta tipo integra três trechos de intervenção: trecho de aproximação, trecho de transição e trecho urbano (figura 138).

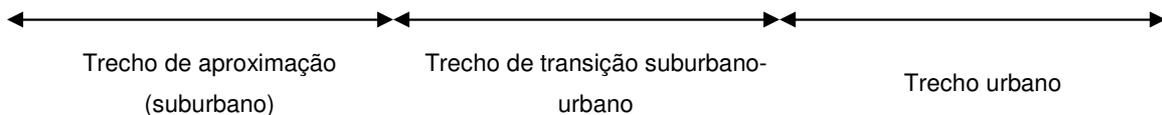


Figura 138 – Subdivisão do trecho de atravessamento de localidade

Segundo Cupolillo (2006), o trecho de aproximação procura alertar o condutor para a aproximação de um espaço urbano e, conseqüentemente, para a necessidade de alterar a sua condução. A sua materialização poderá exigir a imposição de alterações físicas à infra-estrutura, a simples aplicação de um portão de entrada, efeito também conseguido pelo recurso ao plantio de vegetação arbustiva e/ou arbórea.

Em relação à transição suburbano-urbano, localizada entre os trechos de aproximação e urbano, devem ocorrer modificações ao nível da geometria da via assim como na própria

envolvente da localidade, de modo a incutir alterações naturais ao comportamento dos condutores.

Por último, no trecho urbano os condutores serão deparados com outras tipologias de utilizadores da via (aludidos no capítulo segundo) e de outros veículos motorizados associados a movimentos locais. Desse modo, será aqui onde tendencialmente se irão operar maiores níveis de conflito, coexistir manobras diferenciadas associadas aos veículos motorizados (maior nível de intersecções e serventias) e interação com veículos estacionados e/ou outros utilizadores das vias.

Os trechos anteriores procuram efectuar uma transição gradual nos ambientes viários de acordo com a largura óptica²⁹ (Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005). Considera-se que o sucesso dos perfis resultará também do seu acompanhamento por sinalização vertical a alertar das intervenções materializadas. De um modo geral, os perfis sugeridos apresentam a dimensão considerada recomendável, prevendo valores mínimos desejáveis e os absolutos de modo a permitir a sua adaptação a locais sujeitos a elevados graus de condicionamento de espaço disponível (Seco *et al*, 2006).

Considera-se ainda de referir que a via de atravessamento (e que se propõe intervir) normalmente detém prioridade em relação às vias urbanas consigo confinantes. Os perfis a apresentar referem-se ao trecho urbano e procuram conciliar todos esses princípios (bem como os do subcapítulo anterior), sendo definidos em relação às suas características base, à tipologia de intersecções, aos atravessamentos pedonais, à marcação da transição entre ambientes rodoviários e integração no conjunto.

5.4.4. Locais sujeitos a elevados níveis de procura de tráfego (15000 veículos < TMD_A < 20000 veículos)

Integram-se neste ponto as soluções consideradas como as mais exigentes em termos de resposta às necessidades do tráfego rodoviário. Estas soluções representam atravessamentos de localidades sujeitos a níveis de procura situados nos limites máximos de compatibilidade com a adopção de medidas de acalmia de tráfego (até um TMD_A de 20000 veículos apontados pelo Ministry of Transport, 1993).

O tipo de tratamento a adoptar deverá ser compatível com velocidades base de 90 km/h no trecho de aproximação, de 70 km/h no trecho de transição (tal como consta do capítulo anterior, aplicado ao trecho de Cantanhede – Mira, subponto 4.5.3), limitando a imposição dos 50 km/h aos trechos urbanos onde a densidade de ocupação marginal e as actividades que se desenvolvem nos espaços laterais o justifiquem. Como regra base, não se deverá justificar, em

²⁹ Relação entre a largura da via e a altura de um elemento vertical que limita o campo de visão do condutor. Essa largura influencia a percepção do condutor e da velocidade apropriada, sendo mais baixa a velocidade quando a altura do elemento vertical for maior que a largura da via (Cupolillo, 2006).

qualquer circunstância, a redução da velocidade a 30 km/h (mesmo que pontualmente), devendo tal situação justificar a construção urgente de uma variante ao trecho urbano.

5.4.4.1. *Características de base e principais problemas de funcionamento*

Habitualmente, estes trechos de estrada caracterizam-se por oferecerem uma ou duas faixas de rodagem, com uma ou duas vias de largura mínima de 3,50 m, ladeadas por bermas de largura considerável, entre 1,50 e 2,50 m (Seco *et al*, 2006). Este tipo de perfil transversal, comumente associado a traçados gerais extremamente rectilíneos e à falta de elementos de canalização, convida à prática de velocidades elevadas, principalmente nos períodos fora de horas de ponta ou sempre que se proporcione a circulação dos veículos em regime livre de circulação.

Associados a uma tendência quase que generalizada de infracção dos limites legais de velocidade em espaço urbano, a adopção de velocidades excessivas expõe todos os utilizadores a um elevado grau de risco. Esta situação assume contornos particularmente graves sempre que as características supra referidas do traçado se mantenham no trecho de atravessamento da localidade. Tal decorre do facto de a localidade ser ladeada por um conjunto de edificações (com usos habitacionais, comerciais, serviços, entre outros), por espaços passíveis de gerar múltiplas actividades e, conseqüentemente, outras necessidades, como os estacionamento e os atravessamentos pedonais, factos totalmente incompatíveis com esse tipo de comportamentos (como referido no capítulo segundo).

A pressão feita pelos utilizadores locais tem levado as Autoridades a intervir localmente, seja mediante a marcação de simples passagens de peões (que muitas das vezes se materializam de forma desintegrada em relação à estrutura pedonal), pela colocação de semáforos de controlo de velocidade ou ainda pela adopção de outras medidas (como aplicação de sinais de regulação, referido no capítulo terceiro) cuja eficácia se torna questionável, particularmente se avaliada numa óptica de conjunto e de integração urbana. Esse tipo de intervenções localizadas assume, ainda, reflexos acentuados na perda do nível de serviço dos eixos viários, traduzindo-se também numa diminuição significativa da velocidade média de circulação, bem como na criação de pelotões e perda da qualidade do serviço da estrada.

Também o espaço canal disponível, sem qualquer elemento de canalização, tende a incitar à prática de estacionamento indisciplinados nos espaços marginais às vias. De igual modo, tal ocorrência possibilita a prática de movimentos indisciplinados de mudança de direcção, acessos aos espaços confinantes e parques de estacionamento, situações agravadas, frequentemente, por condições deficientes de visibilidade.³⁰ Também a circulação longitudinal dos peões é feita de forma desordenada pelas bermas, sendo frequente encontrar trechos de atravessamentos desprovidos de qualquer passeio marginal.

³⁰ Considerações mais pormenorizadas em ANSR (2009).

Em períodos fora das horas de ponta, onde o tráfego tende a funcionar próximo do regime livre de circulação, estes trechos são convidativos à prática de velocidades elevadas e à adopção de comportamentos de risco, como ultrapassagens perigosas, inversões de marcha, marcha em contra-mão, entre outros. Pelo contrário, em horário de ponta, face à existência de movimentos de tráfego motorizado e pedonal, as condições de serviço degradam-se e acentuam os conflitos entre o fluxo de veículos e os restantes utilizadores locais.

5.4.4.2. *Princípios de base*

Neste tipo de trechos e atendendo aos níveis elevados de procura que importa acomodar, a definição de qualquer solução deverá procurar minimizar os pontos de conflito e a sua gravidade, factores decorrentes da necessidade de assegurar a mobilidade relacionada com o tráfego de atravessamento e os movimentos resultantes da normal vivência local.

Complementarmente, mediante os volumes de tráfego e velocidades praticadas, as soluções a adoptar deverão procurar defender os utilizadores mais vulneráveis, como os peões (principalmente os idosos e as crianças) e os ciclistas, dando particular atenção quer à circulação longitudinal (ao longo das vias) quer às travessias da via. Nessa perspectiva, o princípio de segregação modal deverá ser seguido, afectando infra-estruturas próprias a cada um dos subsistemas.

Por último, qualquer solução a adoptar deverá ter subjacente preocupações de desenvolvimento ao nível local e de sustentabilidade económica dos espaços marginais, pelo que importa que as soluções adoptadas respeitem as actividades de vivência urbana, as condições de habitabilidade dos edifícios que se desenvolvem ao longo da via, bem como o bem-estar das populações.

5.4.4.3. *Marcação da transição entre ambientes rodoviários*

A marcação da transição entre o espaço rural e o espaço suburbano assume um papel fundamental na adaptação dos comportamentos dos condutores. A este nível, podem ser identificadas soluções que marquem a transição entre ambientes (zona de transição) e medidas que marcam a entrada no espaço urbano, como as plantações de cortinas de árvores (como no caso de Skaerbaek, no subponto 4.4.2) e o surgimento de iluminação pública, podendo esta surgir com diferentes graus de intensidade, bem como com elementos de mobiliário urbano (Barrosa dos Santos, 2007; Cullen, 1971).

De igual modo, o efeito pretendido pode passar pela redução e/ou eliminação da largura das bermas (figura 139, assinalando a entrada na vila de Penela, pelo IC 3), da faixa de rodagem e através da colocação de bandas sonoras. Sugere-se também para o efeito, embora sem

enquadramento legal em Portugal, a utilização de dentes de dragão e de lombas virtuais (figuras 140 e 141, respectivamente) que assumem uma aplicação frequente em países como a Holanda.



Figura 139 – Redução da largura de berma, Penela – IC3



Figura 140 – Dentes de dragão (Hallmark *et al*, 2007)



Figura 141 – Lomba virtual (The Highways Agency, 2004)

Conhecidos internacionalmente por *dragons teeth*, os dentes de dragão são marcas desenhadas no pavimento da via e apenas visíveis pelos condutores quando deles se aproximam. Tal como consta da figura 140, estas medidas consistem na marcação de triângulos associados as guias e ao eixo da via, criando o efeito de estreitamento da mesma, podendo variar de dimensão aquando da aproximação de algo para o qual se pretenda alertar o condutor (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004). Por sua vez, as lombas virtuais (figura 141) são soluções que produzem um efeito óptico no condutor através da aparente colocação de uma plataforma elevada. Contudo, a sua implementação adquire um efeito temporário e pode revelar-se ineficaz pois o condutor, após a primeira transposição, tenderá a ignorá-la no futuro. Assim, assumem-se como domínio privilegiado de aplicação as estradas turísticas (The Highways Agency, 2004; Kennedy, 2001), porém, a sua aplicação em Portugal, bem como dos dentes de dragão, deverá exigir a sua integração no RST.

Também o recurso a uma intersecção pode marcar o início do espaço urbano, funcionando como um portão de entrada (ou de saída) na localidade (geralmente o aproveitamento de intersecções entre vias existentes), seja pela sua transformação em cruzamento prioritário com elementos de canalização, efeito de gincana ou rotunda. Tal permitirá alertar visualmente o condutor para a mudança do ambiente rodoviário, tal como nos casos da Mealhada e de Meirinhas, apresentados no capítulo quarto. Esse efeito de portão deverá, ainda, assegurar a transição entre perfis transversais, sendo recomendável a criação de um estrangulamento a partir dos lados, designadamente através da diminuição/eliminação das correspondentes bermas, e eventual redução da largura da faixa de rodagem. Essa transição poderá ser, também, materializada através da criação de um portão ornamental (Hallmark *et al*, 2007; Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005) tal como apresentado na figura 142.

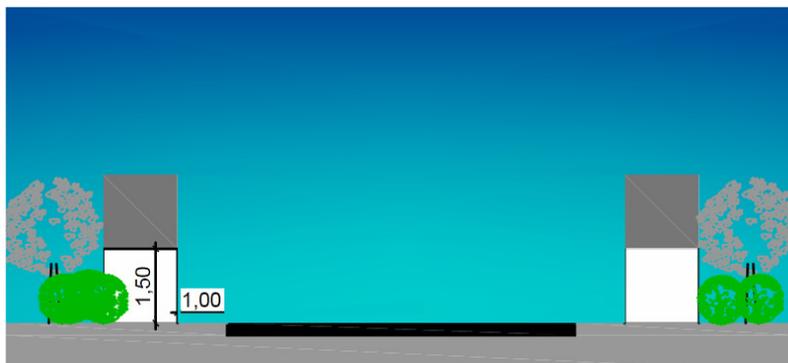


Figura 142 – Perfil proposto para portão em trecho de travessia, independentemente de condicionalismos de espaço (adaptado de National Roads Authority, 2005)

Acrescente-se, ainda, o efeito obtido através da colocação de mobiliário urbano e iluminação pública, efeito igualmente passível de ser conseguido pela presença do edificado e pelo carácter urbano iminente da vida local, bem como pelo plantio de vegetação arbustiva/arbórea, tal como aplicado no atravessamento de Skaerbaek (Barrosa dos Santos, 2007; Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005; Ribeiro, 1999; Cullen, 1971). À medida que o condutor se aproxima do centro, o recurso a pavimentos que imponham um grau de desconforto (quer em termos de trepidação quer de ruído) pode revelar-se extremamente eficaz a este nível.

A entrada na zona urbana pode ser assinalada através do aparecimento de vias laterais de acessos, podendo ser complementada quer pela presença de passeios quer de ciclovias, idealmente segregadas por uma cortina de vegetação.

Ainda que segregada da via distribuidora principal, a utilização de pistas para ciclistas deve ser encarada com precaução pelo facto de a mudança de direcção se revelar difícil e perigosa para esses utilizadores (Bastos Silva e Silva, 2005; National Roads Authority, 2005). Desse modo, especial cuidado deve ser dado à transição do final dessa estrutura e respectiva confluência na via.

5.4.4.4. *Sem restrições de espaço*

Definição do perfil transversal tipo

A solução proposta procura apostar na segregação modal de funções, considerando-se ideal essa separação em diferentes espaços canais.

Afigura-se como a solução mais adequada a definição de um corredor central, voltado para responder às necessidades de fluidez do tráfego de travessamento, ladeado por vias locais dirigidas aos movimentos locais urbanos. De facto, por definição de subsistemas dirigidos aos diferentes utilizadores do espaço, apenas a separação de funções se apresenta capaz de responder às múltiplas funções urbanas com segurança, comodidade e eficiência. Este princípio

A solução proposta procura salvaguardar as situações mais exigentes através da disponibilização de duas faixas de rodagem com duas vias em cada sentido (perfil 2 x 2), embora nas situações limite do TMD_A próximo dos 15000 veículos o recurso a uma só via em cada sentido possa considerar-se adequado.

As faixas de rodagem devem ser segregadas por um separador central fisicamente materializado e contínuo, com 3 m de largura, admitindo-se um valor mínimo desejável de 2,50 m e um mínimo absoluto de 1,50 m, pois para este nível de tráfego não se considera razoável eliminá-lo (Seco *et al*, 2006; Puig-Pey e Arroyo, 1992). Esse separador poderá admitir o plantio de vegetação arbustiva, resultando numa solução esteticamente mais agradável, e servir de refúgio para as travessias de peões, permitindo o atravessamento pedonal em duas fases. De igual modo, esta solução representa a melhor medida para gerir os acessos directos a propriedades sem impor qualquer condicionante de acessibilidade, assim como verificado na Av. de Langres, em Dijon (subponto 4.2).

Mediante perfis de 2 x 2, cada faixa de rodagem principal de circulação poderá assumir a dimensão de 7 m de largura, podendo baixar para 6,50 m como dimensão igualmente desejável ou mesmo para o mínimo absoluto de 6,00 m, consoante a disponibilidade de espaço (Seco *et al*, 2006). Sugere-se que o material empregue neste corredor seja o betuminoso, material que se considera passível de conferir condições de regularidade, conforto e segurança ao tráfego rodoviário.

Paralelamente, de ambos os lados do corredor central, surgem as vias de acesso local, admitindo-se que as mesmas sejam revestidas por materiais que ofereçam maiores níveis de rugosidade, como a calçada à portuguesa em calcário, paralelos de granito, embora se aceite que, por razões económicas, se opte por manter o revestimento de base betuminosa. Nesta última situação, poderá justificar-se a adopção de outras medidas de acalmia complementares, como as lombas, as gincanas, etc..

Essas vias devem ainda ser segregadas do corredor central através de um separador fisicamente materializado, com 2 m de largura recomendável, admitindo-se que este apresente uma dimensão mínima de 1,50 m. À semelhança do separador anterior, também aqui poderá ocorrer o plantio de vegetação arbustiva e a colocação de armaduras de um braço para iluminar essencialmente a estrutura viária, considerando-se que as mesmas sejam de materiais resistentes e devidamente enquadradas no local.

As vias de acesso local devem assumir larguras recomendáveis de 3,50 m, embora estas possam diminuir até 3,25 m tanto desejáveis como absolutos (Seco *et al*, 2006; Carvalho, 2002). Tal decorre do facto de se pretender que a circulação de transportes colectivos aí se efectue, bem como as respectivas paragens, devendo as últimas localizar-se em sítios específicos que respondam, simultaneamente, às exigências dos utilizadores locais e integrarem-se nos circuitos pedonais formalizados. Recomenda-se que para responder a condições climáticas adversas, essas paragens sejam do tipo abrigo com cobertura e providas de assentos.

Ainda sobre as vias de acesso local, os estacionamento longitudinais deverão possuir uma largura recomendável de 2,25 m, podendo esse valor ir até aos 2 m absolutos em locais onde se façam sentir maiores restrições de espaço. Os estacionamento poderão também efectuar-se de modo perpendicular à via ou em espinha, contudo, tal solução, se bem que apresente um maior número de lugares, necessitará de uma maior disponibilidade de espaço (Seco *et al*, 2006; Carvalho, 2002), tornando mais dispendiosa a solução final. Deverão ser também previstos lugares para estacionamento de veículos para cidadãos de mobilidade condicionada e também para efectuar cargas e descargas, essencialmente junto de zonas comerciais e de serviços. Os materiais a aplicar para estas situações, apesar de o betuminoso poder ser também aplicável, deverão permitir alguma permeabilidade para infiltração das águas pluviais, recomendando-se pavimentos em paralelo (calcário, granito, basalto, etc.), em lajetas ou mesmo com outros revestimentos, tal como consta das figuras 144 a 146.

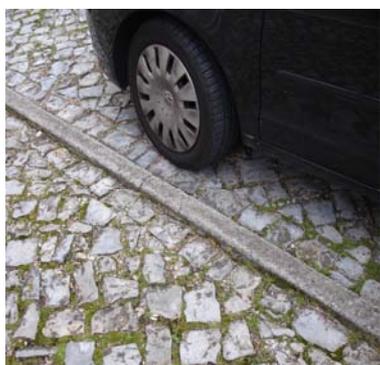


Figura 144 – Paralelo em calcário, Coimbra

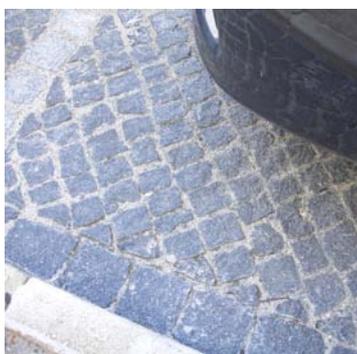


Figura 145 – Paralelo em granito, Tróia (Grândola)



Figura 146 – Lajetas, Vilamoura (Loulé)



Figura 147 – Espaço partilhado por peões e ciclistas, Setúbal



Figura 148 – Espaço partilhado por peões e ciclistas, Dublin (Irlanda)

Como consta das figuras 147 e 148, assiste-se à situação de partilha do mesmo espaço por peões e por ciclistas, podendo estes serem separados (figura 147) ou indissociados (figura 148). A estrutura ciclável nos perfis propostos encontra-se segregada da pedonal com a uma diferenciação nos materiais (designadamente ao nível da cor), tal como aplicado no

atravessamento da Mealhada. Concretamente sobre a estrutura ciclável, prevê-se que nas vias de acesso local funcione uma pista unidireccional, com 1,50 m recomendáveis, podendo esta apresentar em situações limite 1 m de largura mínima absoluta (Bastos Silva e Silva, 2005). No caso de vias com elevado volume de tráfego ciclista ou face a inclinações longitudinais acentuadas, admite-se que a pista ciclável possa assumir a largura de 1,80 m.

Os materiais a aplicar para o efeito e que possibilitam a segregação de funções, podem ser o betuminoso regularizado com coloração ou mesmo o betuminoso tradicional, desde que se faça referência à sua utilização específica para a estrutura ciclável, seja de forma embutida ou pintada no próprio pavimento, como consta das figuras 149 e 150.



Figura 149 – Betuminoso regularizado com coloração, Vilamoura (Loulé)



Figura 150 – Betuminoso, Vilamoura (Loulé)

Quanto à estrutura pedonal, estabelece-se um valor de referência de 4 m para os passeios (Baptista e Vasconcelos, 2005), prevendo-se um valor desejável de 3 m e um absoluto de 2,25 m, nos termos da Portaria n.º 216-B/2008, contemplando o valor de 1,50 m estabelecido pelo DL n.º 163/2006, de 8 de Agosto. Admite-se que este valor (4 m) permita garantir as deslocações dos transeuntes, espaços de permanência, previsão de montras, necessidades de deslocação e todo o bem-estar dos peões, tendo em conta os usos adjacentes (Seco *et al*, 2006; Baptista e Vasconcelos, 2005; Institut Cerdà, 2004; FAUP, 2000; Piug-Pey e Arroyo, 1992).

Ainda sobre a estrutura pedonal, admite-se a criação de uma faixa de ocupação mista com 1 m que apresenta várias funções, como a separação da estrutura viária da ciclável (e, conseqüentemente, da pedonal), a colocação de armaduras, que aí se recomenda serem de menor escala que a anterior, e iluminar a estrutura pedonal e a ciclável. Por outro lado, essa faixa possibilita ainda a colocação de parquímetros para estacionamento, bem como admite o plantio de vegetação e a colocação de eventuais obras de arte ou de animação de rua pois, usualmente, a colocação de elementos de mobiliário urbano retira algum espaço à circulação de peões (Baptista e Vasconcelos, 2005; Carvalho, 2002; FAUP, 2000). Não se recomenda que a separação das estruturas ciclável e pedonal da viária se efectue através de um corredor com o plantio de

vegetação, a menos que se opte por um relvado, uma vez que, se implementado com outros elementos arbustivos, poderia ser danificado pelos condutores no acesso do estacionamento os passeios ou mesmo à própria pista ciclável.

Poderão ser vários os materiais a empregar na estrutura pedonal, dispendo-se, actualmente, de uma diversificada gama de pavimentos para o efeito. No nosso país tornam-se de aplicabilidade praticamente comum, consoante a localização, alguns materiais tradicionalmente empregues nos passeios e em cubos, como o calcário, granito, o mármore e o basalto. Os materiais anteriores podem também ser aplicados sob a forma de placas, sendo também consensual a sua aplicação, bem como o recurso a pavimentos cerâmicos, lajetas de betão, betuminoso regularizado (com ou sem coloração) e mesmo o recurso a pavimentos sintéticos. Verifica-se também a colocação de pavimentos em madeira essencialmente próximos de zonas verdes, de estar (como esplanadas) ou na presença do elemento água.

A conjugação dos vários materiais pode resultar em soluções interessantes do ponto de vista do desenho, criando percursos, ritmos e texturas, conferindo aos passeios um ambiente de maior qualidade estética e de bem-estar (Cullen, 1971). Aí, competirá aos autores do estudo de integração na envolvente a identificação da solução mais adequada. Contudo, recomenda-se algum cuidado na selecção dos materiais a aplicar pois alguns materiais de menor porosidade ou com maior polimento podem originar, com o tempo e uso, superfícies sem a aderência mínima desejável e, conseqüentemente, provocar quedas por parte dos peões, concretamente dos idosos.

Ainda que a colocação de elementos arbóreos aqui se preveja associada e intercalada com os lugares de estacionamento, os valores previstos para os passeios possibilitam a sua plantação na eventualidade de a localidade exigir necessidades avultadas de estacionamento.

Todas as recomendações supra referidas traduzem-se na definição de um perfil transversal tipo ideal que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 45,50 m. Por motivos de sustentabilidade económica, considera-se possível e aceitável a diminuição dessa largura através da adopção dos valores mínimos absolutos de cada elemento, sem que tais soluções sejam passíveis de eliminar qualquer espaço ou funcionalidade. Desse modo, ainda que a adopção do presente perfil vise, essencialmente, assegurar bons níveis de fluidez de tráfego, a percentagem de mobilidade motorizada ocupa cerca de 37% do perfil, sendo os restantes 63% do espaço afecto às demais necessidades de acessibilidade local (motorizada e não motorizada).

Assim, importa enfatizar que apesar da importância assumida pela mobilidade, a componente do perfil para responder às necessidades de acessibilidade assume uma proporção considerável, essencialmente como forma de minimização dos efeitos globais e de concentração das actividades locais em espaços marginais ao corredor central onde, face as exigências de fluidez, deverá imperar o veículo automóvel.

Tipologia das intersecções

A tipologia das intersecções deve ser definida em função das especificidades da via no local a intervir, dos utilizadores envolvidos e dos níveis de fluidez que se pretendem assegurar.

As soluções semaforizadas e as rotundas com múltiplas vias apresentam-se, à partida, como as soluções compatíveis com os níveis de tráfego elevado podendo, em função da importância assumida pelas vias intersectadas, optar-se eventualmente pelo recurso ao desnivelamento de algumas intersecções. Independentemente da solução a adoptar, qualquer uma permitirá assegurar capacidades superiores a 1.500 veíc/hora e por entrada.

Face aos elevados níveis de procura envolvidos, a adopção de rotundas de nível recai, necessariamente, sobre soluções com múltiplas vias (entradas alargadas) que poderão constituir uma solução pouco amigável e defensora do peão em espaços centrais. Assim, manobras de inversão de marcha e de viragens à esquerda deverão ser possibilitadas pela rotunda ou através de rotundas furadas semaforizadas, tal como previsto no caso do atravessamento de Meirinhas. Sublinha-se o facto de essas rotundas exigirem a adopção de soluções de grandes dimensões (geralmente com DCI superiores a 45 m), traduzindo-se na imposição de extensões consideráveis aos percursos pedonais que, então, se vêem agravados pelo aumento do grau de insegurança decorrentes da prática de velocidades elevadas por parte dos veículos. Nessas situações, as soluções semaforizadas (incluindo as rotundas semaforizadas) podem constituir alternativas eficazes na defesa do peão, contribuindo ainda para a moderação da velocidade. Destaque-se que a solução da rotunda (seja semaforizada ou não), se aplicada de forma sistemática (cadências ideais entre os 500 m e os 1.000 m), permite aos condutores efectuar o movimento de inversão de marcha.

Atravessamentos pedonais

Nos termos do artigo 27.^o do CE, qualquer atravessamento de localidade, principalmente o seu espaço central, encontra-se sujeito à imposição da velocidade de 50 km/h, considerando-se que este ambiente se afigura compatível com a adopção de atravessamentos pedonais de nível.

Perante locais sujeitos a elevados níveis de tráfego, na presença significativa de veículos pesados e associados a traçados rectilíneos, a semaforização dos atravessamentos pode revelar-se como a solução que melhor permite defender os utilizadores mais vulneráveis. Tal situação potenciará o efeito de medida de acalmia de tráfego pela aleatoriedade de actuação do sistema. Considera-se que os sistemas devem ser actuados (sistema de botoneira) e temporizados por fases, de forma a minimizar a interferência dos peões na fluidez do tráfego.

Particularmente, pela sua importância ou integração no ambiente urbano onde os movimentos pedonais o justifiquem, poderá recorrer-se a passagens desniveladas no corredor central de circulação. Perante os elevados custos económicos inerentes à sua implementação, a adopção desta solução deve ser devidamente ponderada e ser o seu local criteriosamente escolhido. Importa, ainda, salvaguardar a atractividade do sistema, onde assume particular relevância a sua integração funcional e nos espaços envolventes, de modo a tornar os desníveis

naturais e confortáveis. Sempre que possível, deverá ser o veículo a sofrer o desnível, mantendo-se o peão a cotas próximas da superfície.³¹

Recomenda-se que as travessias pedonais, quer as localizadas no corredor central ou na via local, sejam materializadas num material diferente do da estrutura viária, não só para reforçar a diferença em relação a ambas estruturas como, no caso de atravessamentos futuros, o condutor, pela visualização, atrito e vibração na transposição, se alerte para a sua existência. Um exemplo da aplicação destas soluções encontra-se patente nalgumas das travessias confinantes com a rotunda da Boavista, no Porto (figuras 151 e 152). Repare-se que o pavimento granítico da travessia corresponde ao da estrutura pedonal (figura 151), o que reforça a ideia de continuidade dessa estrutura.



Figura 151 – Travessia pedonal, Porto



Figura 152 – Travessia pedonal e semáforo com botoneira, Porto

Por sua vez, nas vias de acesso local o atravessamento de peões deverá processar-se através de passadeiras formais, sendo ainda admissível a utilização de travessias pedonais elevadas ao nível do passeio, procurando dar preferência à vivência urbana e, assim, contribuir para a moderação da velocidade dos veículos.

Integração no conjunto

Qualquer ordenamento geométrico em travessias urbanas deverá ter sempre patente preocupações de integração ao nível da sua inserção no conjunto, da valorização e da harmonização, tanto do ambiente urbano quanto do ambiente rodoviário. Para tal, dever-se-á atender a conceitos de arquitectura, de desenho urbano e de intervenções paisagistas que contribuam para a requalificação do espaço público, tendo ainda por base objectivos de segurança e de funcionalidade, aplicados em conjunto com as medidas de acalmia de tráfego, onde o arquitecto e o paisagista adquirirão especial destaque (Cupolillo, 2006; National Roads Authority,

³¹ Como critério de utilização desta medida, recomenda-se a avaliação do grau de risco imposto pelo volume de veículos (V)/volume de peões (P) envolvidos no atravessamento (PV^2) relativas à media das 4 horas de ponta, optando-se pelo desnivelamento sempre que o $PV^2 > 108$ (Department of Transport, 1987).

2005; Institut Cerdà, 2004; Carvalho, 2002; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1998; Ajuntament de Barcelona, 1996).

Atendendo a que a via de acesso local se encontra segregada do corredor central e do tráfego motorizado que aí circula, considera-se que aí devam ocorrer algumas intervenções. Para além de reforçar a imagem da localidade e destacar a intervenção de acalmia de tráfego, a iluminação pública assume um significativo contributo nesta matéria, através de diferentes intensidades, cores, ou, concretamente sobre a iluminação, sobre o formato das armaduras (Barrosa dos Santos, 2007; FAUP, 2000; Cullen, 1971). Também a iluminação de intersecções, rotundas e locais de visibilidade deficiente, travessias de peões e passeios, se torna fundamental na diminuição dos valores de sinistralidade, principalmente no período nocturno, revelando-se essencial para a melhoria da visibilidade dos utilizadores mais vulneráveis (Barrosa dos Santos, 2007; Egebjerg *et al*, 2002; FAUP, 2000; Ribeiro, 1996; Cullen, 1971) marcando, ainda, a presença de espaços particularmente conflituosos e contribuindo para uma solução esteticamente aprazível.

A requalificação dos percursos pedonais e de zonas de permanência pode sublinhar a multiplicidade de relações entre o edificado e permitir o prolongamento para o exterior dos usos adjacentes. Em termos de concepção do espaço urbano, o pavimento aplicado torna-se de grande importância na caracterização do espaço e da sua envolvente. A cor, a textura, o material utilizado, independentemente da sua implementação e das sensações criadas, envolvem efeitos visuais e auditivos (Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Institut Cerdà, 2004; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1998; Cullen, 1971) que, naturalmente, podem contribuir para o bem-estar no local e também interferir positivamente no comportamento humano.

Por último, considera-se ser essencial recordar aos utilizadores da via, independentemente se serem condutores, peões ou ciclistas, que a via onde circulam é partilhada, sendo que o reforço da toponímia deve ser encarado como uma medida de reforço da dimensão da via em causa.

5.4.4.5. *Com restrições de espaço*

Esta solução mantém a aposta anterior de segregação modal de funções, considerando-se ideal essa separação em diferentes espaços canais. A definição de um corredor central, procurando responder às necessidades de fluidez do tráfego de atravessamento afigura-se, também, como a solução mais adequada para o efeito e, nestas condições, mantém-se um corredor central, embora sem as vias de acesso local laterais. Aqui segrega-se a estrutura viária das restantes, mas de um modo mais simples, considerando-se que a função mobilidade e de acessibilidade partilham o mesmo espaço. Ainda que segregados por diferentes materiais, a solução proposta pode ainda recair sobre a partilha de espaço entre os peões e os ciclistas.

O perfil proposto consta da figura 153.

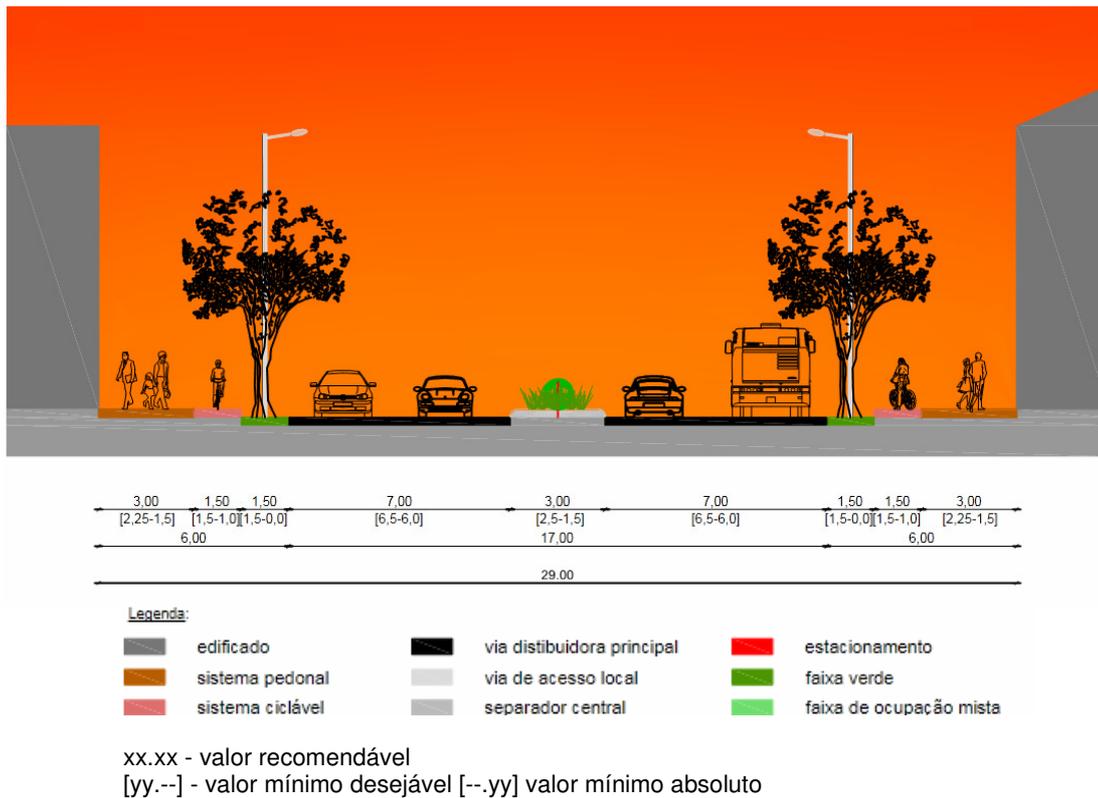


Figura 153 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e com procura de tráfego elevada

A solução apresentada mantém as duas faixas de rodagem de duas vias em cada sentido (perfil 2 x 2) embora se admita que o mesmo se justifique em situações extremas próximas dos 20000 veículos de TMD_A , nas secções de aproximação às intersecções. O corredor central deverá ser dimensionado para responder às necessidades do tráfego automóvel existente e estimado para o ano horizonte de projecto.

Tal como consta do subponto anterior, a integração de um separador central deve ser encarada como indispensável, quer como forma de segregação dos dois sentidos de circulação quer como meio de conceder alguma permeabilidade transversal, designadamente aos peões. Esse separador central deve ser fisicamente materializado e contínuo, com 3 m de largura, mantendo-se um valor mínimo desejável de 2,50 m e um mínimo de 1,50 m (Seco *et al*, 2006; Puig-Pey e Arroyo, 1992). Esse separador pode acomodar o plantio de vegetação arbustiva, podendo servir de refúgio para os peões e permitir o atravessamento pedonal em duas fases. Refira-se que, nesses termos, a solução final contribui para melhorar em termos estéticos a envolvente à estrada, e em particular na sua transformação em “rua”.

Perante trechos com TMD_A próximos dos 15000 veículos, com uma só via de circulação em cada sentido e de modo a diminuir a largura a disponibilizar na faixa de rodagem, à semelhança no adoptado no trecho de atravessamento da Mealhada, admite-se que o separador

central possa ser galgável a ponto de permitir a sua transposição por parte de veículos em situações de emergência ou de acidente (figura 111).

Cada faixa de rodagem principal de circulação poderá assumir 7 m de largura, admitindo-se que a mesma varie entre 6,50 m desejáveis e 6 m absolutos, consoante o espaço disponível para o efeito.

Procurando segregar as estruturas viária da ciclável e da pedonal, procurou-se a implementação de uma faixa verde, cuja dimensão poderá ir até 1,50 m, destinado ao plantio de vegetação arbustiva e/ou arbórea e também ao acolhimento de águas pluviais (figuras 154 e 155), sugerindo-se que aí se coloquem as armaduras com um braço para iluminação das estruturas em causa (Barrosa dos Santos, 2007; Caldeira Cabral e Ribeiro Telles, 2007; National Roads Authority, 2005; Egebjerg *et al*, 2002).



Figura 154 – Corredor com plantio de vegetação, Vilamoura (Loulé)



Figura 155 – Corredores com plantio de vegetação e colocação de armaduras, Tróia (Grândola)

Mantêm-se as considerações do subponto anterior em relação à estrutura ciclável. Se bem que o anterior valor de referência de 4 m para os passeios haja sido entendido como desejável, há que considerar que nem sempre essa disponibilização do espaço se torna possível, pelo que, no perfil apresentado considera-se de adoptar um valor recomendável de 3 m, o mínimo desejável de 2,25 m da Portaria n.º 216-B/2008, cumprindo ainda com o valor mínimo absoluto de 1,50 m de largura útil imposto pelo DL n.º 163/2006.

A eliminação das vias laterais de acesso traduz-se também na eliminação dos lugares de estacionamento e das paragens de transportes colectivos, devendo esses transportes circular no corredor central e efectuar as correspondentes paragens na rede secundária local. Poderá, contudo, ser avaliado, particularmente em trechos sujeitos a uma grande pressão de estacionamento (existência de espaços comerciais e ou de serviços), a limitação do perfil 2 x 2 à aproximação das intersecções (pontos críticos em termos de fluidez) e a afectação do espaço sobrance à definição formal de lugares de estacionamento, sem que tal se revele numa perda significativa dos níveis de fluidez e de capacidade.

Estas recomendações traduzem-se na definição de um perfil transversal que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 29,00 m. À semelhança da situação anterior, por motivos de sustentabilidade económica, considera-se possível e aceitável a diminuição dessa largura através da adopção dos valores mínimos absolutos de cada elemento, sem que tais soluções sejam passíveis de eliminar qualquer espaço ou retirar funcionalidade.

Ainda que a adopção do presente perfil vise, essencialmente, assegurar bons níveis de fluidez de tráfego, a percentagem de mobilidade ocupa 59% do mesmo, afectando-se os restantes 41% de acessibilidade aos utilizadores vulneráveis o que, em consequência, se traduz numa perda considerável de qualidade e vivência urbana, particularmente quando comparada em relação à solução anterior. Desse modo, reforça-se a ideia de que a acessibilidade aqui se relega para um plano de menor destaque em relação à mobilidade.

Quanto à tipologia das intersecções, considerando-se passíveis de aplicação as considerações do subponto anterior, as restrições de espaço poderão condicionar decisivamente a selecção da tipologia mais adequada, designadamente o recurso a rotundas com múltiplas vias de circulação. As intersecções semaforizadas afiguram-se aqui como a solução de referência. Apesar da existência de condicionalismos de espaço poder inviabilizar o recurso a soluções mais exigentes, em termos de ocupação de espaço para atravessamentos pedonais a solução de travessia semaforizada deverá aqui assumir-se como a de referência, eventualmente associada a passagens de peões integradas em rotundas normais.

As preocupações com o desenho urbano e com os materiais assumem igualmente importância, embora centradas maioritariamente num espaço que aqui se torna de menor dimensão. Desse modo, as dimensões da estrutura pedonal não permitirão comportar alguns dos elementos de mobiliário urbano sugerido no subponto anterior, pelo que se recomenda alguma cautela na sua previsão e na sua colocação. Sugere-se que o reforço do carácter do espaço público na envolvente atenda às vias adjacentes, à eventual existência de largos (situação muito comum em Portugal e também nas localidades de menores dimensões), praças e espaços verdes. Admite-se, por outro lado, que a existência de condicionalismos de espaço permita identificar áreas e oportunidades para a instalação de pequenos equipamentos urbanos e de mobiliário urbano, no sentido da obtenção do máximo conforto e bem-estar na localidade considerando-se, contudo, a existência de locais e situações especialmente vocacionadas para a instalação e colocação de mobiliário urbano, de enquadramento de obras de arte e de expressão pública e de escala urbana, desde que se verifique espaço disponível para o efeito (FAUP, 2000).

Os condicionalismos existentes podem, ainda, ser passíveis de consolidar o estudo de elementos essenciais à construção e ao reforço da expressividade da imagem da localidade, como a iluminação do espaço público e dos edifícios adjacentes, eventuais monumentos e elementos de interesse, o mesmo se aplicando a situações singulares, marcantes e emblemáticas. Tal como anteriormente referido, recomenda-se um reforço da toponímia, recordando aos utilizadores da via o espaço e ambiente por onde circulam.

A segurança, tanto dos peões como dos ciclistas, é também conferida através da estrutura verde anteriormente mencionada, que comporta as armaduras de um braço, e que aqui assume um papel central, contribuindo para a caracterização da paisagem através das suas texturas, cores e variação de volume (Barrosa dos Santos, 2007; Caldeira Cabral e Ribeiro Telles, 2007; Seco *et al*, 2006; Egebjerg *et al*, 2002).

5.4.5. Locais sujeitos a moderados níveis de procura de tráfego (3000 veículos < TMD_A < 15000 veículos)

Em termos de fluidez de tráfego, integram-se aqui soluções de menor exigência, representando atravessamentos de localidades sujeitos a níveis de procura situados em limites moderados de compatibilidade, com a adopção de medidas de acalmia de tráfego (Ministry of Transport, 1993).

O tipo de tratamento a adoptar deve ser compatível com uma velocidade base de 50 km/h no espaço urbano central e com 70 km/h no trecho de transição. O recurso a trechos onde se imponha a velocidade limite de 30 km/h deve ser evitado, sob pena de impor demoras acentuadas na corrente de tráfego.

5.4.5.1. *Características de base e principais problemas de funcionamento*

Os trechos de estrada sujeitos a estes níveis caracterizam-se por oferecerem uma faixa de rodagem maioritariamente com 7 m, ladeada por bermas de largura igualmente considerável (1,50 m a 2,50 m) (JAE, 1995). Usualmente associado a traçados gerais extremamente rectilíneos e à falta de elementos de canalização, este tipo de perfil transversal convida também à prática de velocidades elevadas, principalmente nos períodos fora das horas de ponta ou sempre que se proporcione a circulação dos veículos em regime livre de circulação.

A presença de níveis de tráfego moderados traduz-se na formação de alguns conflitos rodoviários, sendo propícia a criação de condições de circulação próximas do regime livre de circulação e, conseqüentemente, comportamentos inadequados as actividades que se desenvolvem à sua margem. Nesse contexto, e embora os conflitos visem ser em número mais reduzido do que nos atravessamentos sujeitos a níveis elevados de tráfego, quando ocorrem, tendem a ser graves. Também a circulação longitudinal dos peões é feita de forma desordenada pelas bermas, sendo habitual encontrar trechos de atravessamentos desprovidos de qualquer passeio marginal.

5.4.5.2. *Princípios de base*

Ainda que neste tipo de trechos se considerem passíveis de aplicação as considerações apresentadas no subponto 5.4.4.2, admite-se que a segregação modal continue a apresentar-se como o princípio de base a seguir, particularmente em termos de partilha de funções ligadas ao tráfego rodoviário. Desse modo, não se colocarão, à partida nem de modo tão enfático, as necessidades de salvaguardar um nível de serviço adequado aos elevados fluxos de tráfego e a acentuação de conflitos fruto dos horários de ponta, o que resultará em propostas de perfis diferentes das anteriores. Porém, as necessidades de partilha de espaço mantêm-se ao nível da estrutura pedonal e da ciclável.

Nas localidades atravessadas por estes trechos não se justificará a implementação de uma rede com características das colectoras de tráfego, por os volumes de atravessamento e os problemas relativos aos principais eixos de ligação internos tenderem a ser moderados, não sendo necessários os custos de investimento e ambientais aí envolvidos. Nestes casos, transferem-se para a rede distribuidora principal as funções normalmente atribuídas à rede colectora e, segundo Seco (*et al*, 2006), há que dar especial atenção aos problemas de compatibilização dos tráfegos com características do local (Egebjerg *et al*, 2002; FAUP, 2000; Cullen, 1971).

5.4.5.3. *Marcação da transição entre ambientes rodoviários*

De forma geral, a construção de uma rotunda normal compacta ou o simples tratamento de um cruzamento com canalização e imposição de efeito de gincana, revela-se como a solução de referência na marcação da transição entre ambientes suburbano e urbano podendo, porém, ser aplicadas as considerações efectuadas no subponto 5.4.4.3.

5.4.5.4. *Sem restrições de espaço*

Definição do perfil transversal tipo

A solução proposta aposta na segregação modal de funções, considerando-se ideal mantê-la em diferentes espaços canais. A definição de um corredor central, voltado para responder às necessidades de fluidez do tráfego de atravessamento, afigura-se como a solução adequada, apresentando-se capaz de responder às múltiplas funções urbanas com segurança, comodidade e eficiência, proporcionando ao trecho tanto a função de mobilidade como a função de acessibilidade, minimizando os conflitos entre os diferentes utilizadores.

Vocacionado para responder ao tráfego de atravessamento e para os percursos locais interzonais, o corredor central deverá ser dimensionado para responder às necessidades do tráfego automóvel existente e estimado para o ano horizonte de projecto. Atendendo a um volume

moderado de tráfego, considera-se que uma via em cada sentido garanta os níveis de fluidez desejáveis, mesmo na aproximação às intersecções.

O perfil transversal proposto é apresentado na figura 156.

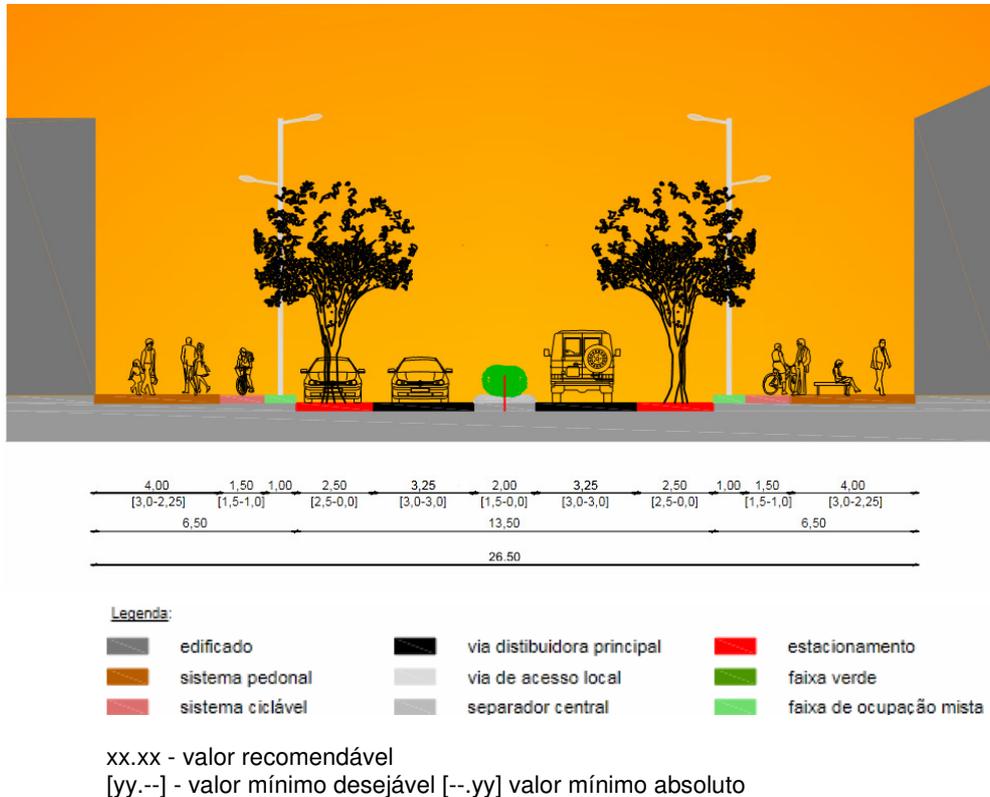


Figura 156 – Perfil proposto para trecho sem condicionalismo de espaço e com procura de tráfego moderada

A solução proposta consiste em duas faixas de rodagem de uma via em cada sentido. Tais faixas devem ser segregadas por um separador central fisicamente materializado e contínuo, com 2 m de largura, admitindo-se um valor mínimo de 1,50 m (Seco *et al*, 2006; Puig-Pey e Arroyo, 1992). Ainda que esta solução seja passível de não ser obrigatoriamente aplicável, face a valores de TMD_A mais baixos, a integração de um separador central deve ser encarada como forma de segregação dos dois sentidos de circulação, sendo desejável a sua implantação sempre que o espaço canal disponível o permita. O recurso a essa medida possibilitará, ainda, evitar manobras de inversão de marcha e de viragem à esquerda, passíveis de gerar pontos de conflito, bem como servir de refúgio para os peões permitindo, assim, o atravessamento pedonal em duas fases. Poderá aí ocorrer o plantio de vegetação arbustiva, resultando numa solução esteticamente mais aprazível e de maior cariz urbano.

Sugerindo-se em pavimento betuminoso, cada faixa de rodagem poderá assumir 3,25 m de largura, podendo baixar até 3 m absolutos, em função da disponibilidade de espaço. Diferindo dos casos de elevados níveis de tráfego, prevê-se aqui a ocorrência de estacionamento

longitudinais na via, de largura de 2,50 m, podendo os mesmos ser eliminados mediante as necessidades de estacionamento, bem como em caso de espaço condicionado.

Em relação ao estacionamento e respectivos materiais, à estrutura ciclável e à pedonal e suas separações da estrutura viária, consideram-se aqui possíveis de enquadramento as considerações do subponto 5.4.4.4.

Atendendo a níveis moderados de tráfego e sempre que o espaço disponível assim o permita, admite-se que a circulação de transportes colectivos e respectivas paragens sejam acomodadas directamente na via, ou através de uma pequena bolsa contígua para o efeito (figura 157). Contudo, as mesmas devem ser separadas por um separador central fisicamente materializado, localizando-se em sítios específicos que respondam, simultaneamente, às exigências dos utilizadores locais e se integrem em circuitos pedonais formalizados, tal como consta da figura 158.



Figura 157 – Paragem de autocarros contígua à estrutura viária, Ceira (Coimbra) – EN 17



Figura 158 – Paragem de autocarros segregada da estrutura viária – EN 1 – IC2, Coimbra

As recomendações supra referidas traduzem-se na definição de um perfil transversal tipo que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 26,50 m. Por motivos de sustentabilidade económica, admite-se ser possível e aceitável a diminuição dessa largura através da adopção dos valores mínimos absolutos de cada elemento, sem que tais soluções sejam passíveis de eliminar qualquer espaço ou retirar funcionalidade.

Ainda que a adopção do presente perfil vise assegurar a fluidez de tráfego, a percentagem de mobilidade ocupa semelhante parte que a de acessibilidade, respectivamente 47% e 53%, o que reforça que, neste tipo de atravessamentos, ambas componentes assumem importâncias similares.

Tipologia das intersecções

A materialização de separadores centrais traduz-se num condicionalismo à acessibilidade local, em termos de facilidade de acesso às propriedades que se desenvolvem lateralmente à via. Nesse sentido, a disponibilização de rotundas ou de outro tipo de ordenamento que viabilize a

inversão de marcha pode revelar-se indispensável neste tipo de situações. Face aos níveis de procura envolvidos, é expectável que a adopção de rotundas normais com uma só via se revele perfeitamente adequada a responder às exigências, devendo limitar-se o recurso às múltiplas vias em situações excepcionais de procura de tráfego.

As rotundas podem constituir soluções alternativas eficazes na defesa do peão contribuindo, ainda, para a moderação da velocidade. Recorde-se que a rotunda aplicada de forma sistemática (cadências máximas entre 500 m e 1.000 m) permitirá aos condutores efectuar o movimento de inversão de marcha e potenciar também movimentos de viragens à esquerda.

Atravessamentos pedonais

Deverão ser formalizados passeios adjacentes às vias de modo a salvaguardar os movimentos longitudinais dos peões nas devidas condições de segurança. Por se tratarem de vias que asseguram uma função de mobilidade, a fluidez do tráfego deve ser igualmente salvaguardada, pelo que os pontos de atravessamento pedonal formais de nível devem ser em número limitado e localizar-se em locais que minimizem a perturbação sobre a fluidez dos movimentos veiculares (Seco *et al*, 2006; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005).

Recomenda-se que as tipologias de referência para estes atravessamentos sejam passagens de peões de nível, sugerindo-se que as mesmas se efectuem noutros materiais ou eventualmente inseridas numa caixa constituída por materiais com cores e texturas distintas do resto da faixa de rodagem.

Nas situações onde a presença de utilizadores vulneráveis assuma uma presença significativa, poderá justificar-se o recurso a soluções semaforizadas, preferencialmente associadas a botoneiras, de modo a minimizar a perturbação sobre o tráfego motorizado. Importa ainda que os atravessamentos, independentemente de serem ou não semaforizados sejam devidamente iluminados através de sistemas de luminância fixa ou de intensidade variável.

Integração no conjunto

No pressuposto de que se gerarão menores fluxos viários, ou mesmo pedonais e cicláveis com tráfego elevado, em redor da estrada a beneficiar as intervenções em causa devem corresponder às necessidades da população, devendo consubstanciar-se ao estritamente necessário para garantir o bem-estar e hábitos das populações, sob pena de serem consideradas desadequadas, tal como referido no subponto 5.4.4.4.

5.4.5.5. Com restrições de espaço

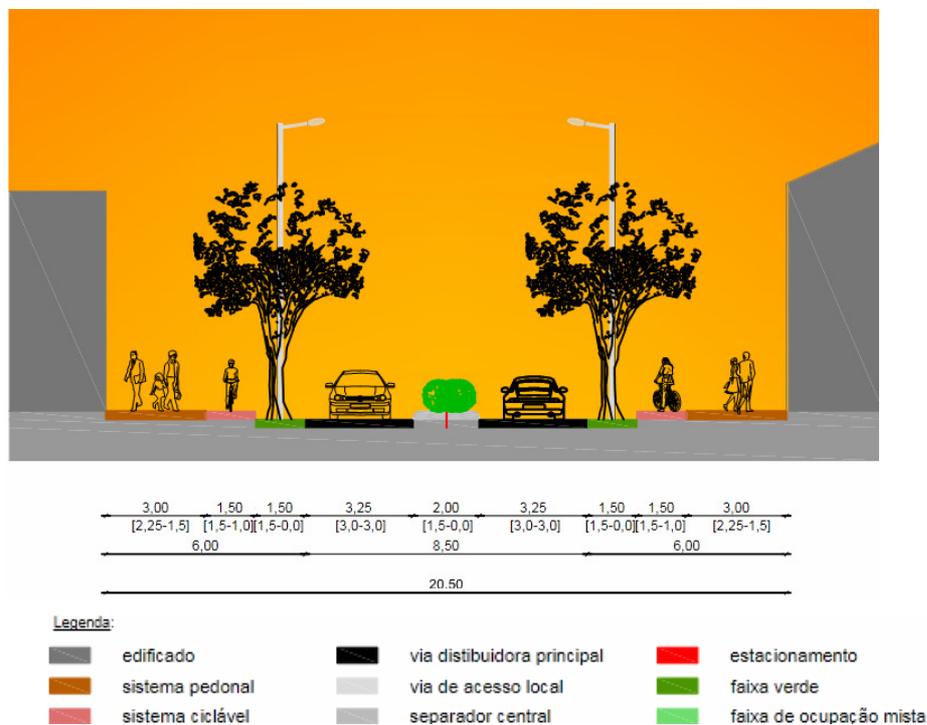
Definição do perfil transversal tipo

A solução proposta baseia-se também no princípio de segregação modal, mantendo a partilha de espaço em relação aos peões e aos ciclistas.

Perante o volume de tráfego, envolvido deve ser encarada a hipótese de eliminar-se o anterior separador central de forma contínua, reservando-o localmente aos locais associados aos atravessamentos pedonais ou aos elementos de canalização física integrados no tratamento de canalização das intersecções. Sublinhe-se o facto de que, mesmo localizados, estes separadores revelam-se essenciais à defesa da segurança do peão, pelo que deverá ser dispendido um esforço complementar no sentido de os salvaguardar junto aos atravessamentos.

Também as bainhas destinadas ao estacionamento poderão ser eliminadas. Contudo, e por razões de sustentabilidade económica local, deverão ser avaliadas soluções alternativas (designadamente a transferência de lugares de estacionamento para a rede local), sendo sempre de equacionar a manutenção de alguns lugares de estacionamento junto aos locais de maior procura.

Apresenta-se o perfil transversal proposto na figura 159, que abarca muitas das considerações referidas no suponto 5.4.4.5, referindo-se de seguida os aspectos em que diferem.



xx.xx - valor recomendável
 [yy.--] - valor mínimo desejável [--.yy] valor mínimo absoluto

Figura 159 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e procura de tráfego moderada

Considera-se que cada faixa de rodagem, em betuminoso, poderá assumir 3,25 m de largura, podendo baixar até 3 m como valor mínimo absoluto. Visando segregação a estrutura viária da ciclável e da pedonal, admite-se a implementação de uma faixa verde com 1,50 m recomendáveis, destinada ao plantio de vegetação arbustiva e arbórea e ao acolhimento de águas pluviais, sugerindo-se que aí se coloquem as armaduras com um braço para iluminação, bem como a integração de rampas, quer de acesso a garagens e logradouros, quer de acesso aos atravessamentos pedonais, salvaguardando a continuidade longitudinal dos passeios.

De igual modo, admite-se que as paragens de transportes públicos sejam acomodadas directamente na faixa de rodagem. Sugere-se que estas sejam assinaladas também por uma diferença ao nível do pavimento, como consta da figura 160, embora e idealmente se devam estudar locais de paragem integradas na rede viária local circundante.



Figura 160 – Diferenciação de pavimento associado a paragem de transportes colectivos, Setúbal

As recomendações supra referidas traduzem-se na definição de um perfil transversal ideal que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 20,50 m. Por motivos de sustentabilidade económica, entende-se ser possível e aceitável a diminuição dessa largura através da adopção dos valores mínimos absolutos de cada elemento, sem que tais soluções sejam passíveis perder a funcionalidade.

Ainda que a adopção do presente perfil vise assegurar bons níveis de fluidez de tráfego, a percentagem de mobilidade ocupa uma parte ligeiramente superior à da acessibilidade, respectivamente, 58% e 42%, considerando-se que a mobilidade aqui se destaca. Refira-se que, previsivelmente, a eliminação do separador central, das bainhas de estacionamento e eventualmente da cortina de verde, se traduzirá numa perda significativa de espaço atribuído à função acessibilidade.

Em relação à tipologia das intersecções, reforça-se o facto de ser previsível de que as rotundas possam não dispor da dimensão mínima recomendável para responder à necessidade de operação de todo o tipo de veículos (28 m de diâmetro) devendo, nessas alturas, ser substituídas por cruzamentos prioritários com canalização fisicamente materializada ou por marcação no

pavimento, tal como nas localidades de Rillar (subcapítulo 4.3), Skaerbaek e Tinglev (subponto 4.4.3), abordadas no capítulo quarto. Em situações de condicionalismos de espaço, a adopção de cruzamentos prioritários preferencialmente com canalização fisicamente materializada, ou mesmo marcada no pavimento, poderá revelar-se igualmente adequada.

5.4.6. Locais sujeitos a reduzidos níveis de procura de tráfego ($TMD_A < 3000$ veículos)

Integram-se aqui as soluções de menor exigência em termos de procura de tráfego e fluidez de tráfego, representando atravessamentos de localidades sujeitos a níveis de procura situados em limites reduzidos de compatibilidade com a adopção de medidas de acalmia de tráfego (Ministry of Transport, 1993).

5.4.6.1. *Características de base e principais problemas de funcionamento*

Habitualmente, este tipo de atravessamentos de localidades associa-se a espaços canais condicionados e a traçados excessivamente heterogéneos, identificando-se situações extremamente rectilíneas enquanto que outras podem passar por traçados muito sinuosos.

O nível baixo de procura atribui por vezes um sentimento de falsa segurança, levando a que os utilizadores locais atravessem de forma desordenada em locais pouco propícios para o efeito, resultando em situações conflituosas e em acidentes. Também a circulação longitudinal dos peões é feita de forma desordenada pelas bermas, sendo comum encontrar trechos de atravessamentos desprovidos de qualquer passeio marginal.

Normalmente, o espaço canal disponível não integra qualquer elemento de canalização, o que se reflecte numa tendencial prática de velocidades elevadas, em estacionamento e ocupação marginal da via indisciplinados, em movimentos de mudança de direcção sistemáticos, assim como em acessos aos espaços confinantes e a parques de estacionamento em condições de deficiente visibilidade.

5.4.6.2. *Princípios de base*

Ao contrário das duas situações anteriormente apresentadas, a organização do espaço não necessita de seguir de forma rígida o princípio de segregação modal, assumindo-se que em situações extremas se possa recorrer ao princípio da partilha total. A organização do espaço deverá ser feita numa lógica de compatibilização de níveis mínimos de mobilidade e de assegurar uma velocidade reduzida, sem contudo descuidar as necessidades de acessibilidade e de vivência local (Seco *et al*, 2006).

Ainda que neste tipo de trechos se considerem passíveis de aplicação as considerações apresentadas nos subpontos anteriores, dado os reduzidos volumes de tráfego e velocidades praticadas neste tipo de vias, as soluções a adoptar deverão procurar defender e privilegiar os utilizadores mais vulneráveis, como os peões (principalmente os idosos e as crianças) e os ciclistas, em relação aos restantes utilizadores da via.

Assume aqui particular importância a adopção de medidas de integração no conjunto, mesmo que esse tipo de tratamentos imponha, porventura, demoras um pouco mais significativas aos veículos motorizados.

Marcação da transição entre ambientes rodoviários

Considerando-se válidos os pressupostos dos subpontos anteriores, este tipo de trechos de atravessamentos usualmente coaduna-se com soluções interessantes do ponto de vista arquitectónico e paisagístico.

A marcação da transição de ambientes rodoviários poderá ser conseguida através de pórticos, ou por soluções ornamentais, que funcionem como portões de entrada, preferencialmente associadas a alguma transformação do ambiente urbano. O plantio de árvores e/ou de vegetação assume aqui um papel fundamental, assim como o surgimento da iluminação pública (Barrosa dos Santos, 2007; Cupolillo, 2006; National Roads Authority, 2005; Egebjerg *et al*, 2002; Cullen, 1971).

No caso da existência de uma intersecção nas proximidades da povoação, também a sua transformação em rotunda compacta ou num cruzamento prioritário com incorporação do efeito de gincana se pode revelar adequada. A eliminação das bermas e a sua transformação em passeios representa ainda uma alteração fundamental à marcação do ambiente urbano.

5.4.6.3. *Sem restrições de espaço*

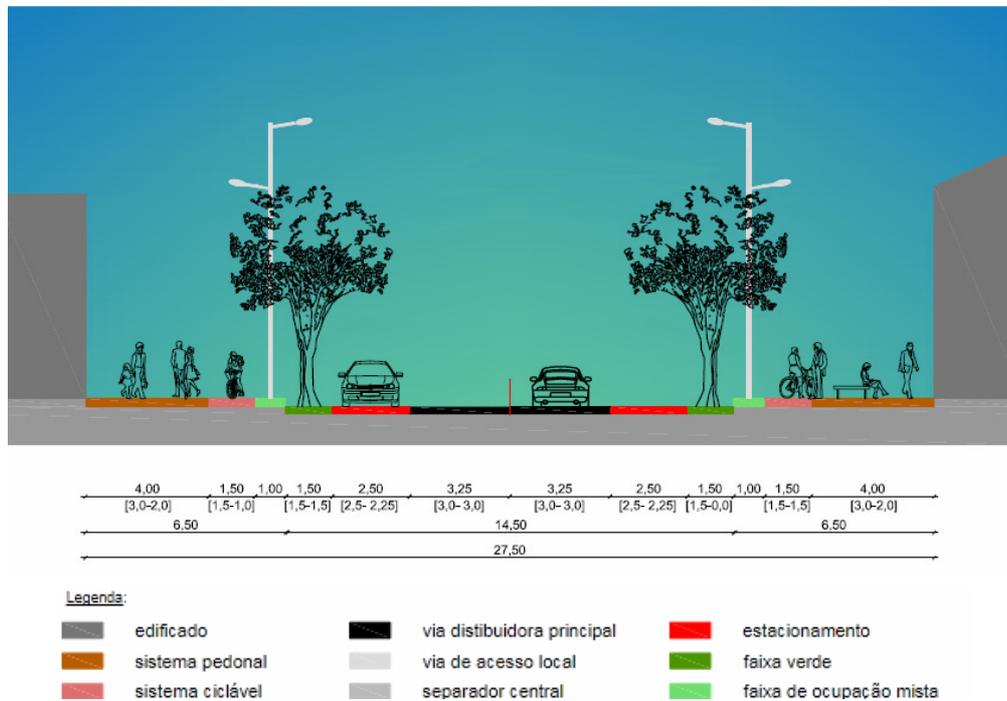
Definição do perfil transversal tipo

Com a solução proposta procura-se apostar no desenho de uma via de atravessamento, transformada em “rua”. Sugere-se uma segregação modal que privilegie o peão e o ciclista, salvaguardando as necessidades mínimas ligadas à fluidez do tráfego de atravessamento.

O perfil transversal proposto é apresentado na figura 161. Essa solução consiste numa faixa de rodagem de duas vias de 3,25 m de largura podendo, no entanto, ir até 3 m absolutos, consoante o espaço disponível para o efeito.

Em relação aos lugares de estacionamento, pista ciclável, estrutura pedonal e materiais, incluindo a faixa de ocupação mista, consideram-se possíveis de aplicação as soluções previstas no subponto 5.4.4.4. Entende-se ser extremamente benéfica a previsão de uma faixa de verde com pelo menos 1,50 m de largura a separar a estrutura viária da rede pedonal e ciclável, com os benefícios previstos no referido subponto. As paragens de transportes públicos deverão ser

acomodadas na própria via embora, sempre que justificável, possa ser estudada a possibilidade de transferência dessas paragens para a rede viária local.



xx.xx - valor recomendável
 [yy.--] - valor mínimo desejável [--.yy] valor mínimo absoluto

Figura 161 – Perfil proposto para trecho sem condicionalismo de espaço e com procura de tráfego reduzida

As recomendações supra referidas traduzem-se na definição de um perfil transversal ideal que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 27,50 m. Por motivos de sustentabilidade económica, considera-se possível e aceitável a diminuição dessa largura através da adopção dos valores mínimos absolutos de cada elemento, sem que tais soluções sejam passíveis de eliminar qualquer tipo de utilização ou retirar funcionalidade. A solução representada traduz-se na afectação em partes semelhantes afectas à acessibilidade e à mobilidade, respectivamente cerca de 47% e 53%.

Tipologia das intersecções

Face aos níveis de procura envolvidos, admite-se que as inversões de marcha e viragens à esquerda possam ser efectuadas sem a adopção de medidas especiais, podendo efectuar-se ao longo da via (excepto em locais onde não se consigam assegurar as condições mínimas de segurança e em particular de visibilidade), tal como apresentado nos casos de Rillar, Tinglev e Skaerbaek.

Atravessamentos pedonais

A construção de passeios revela-se igualmente essencial na defesa da circulação pedonal ao longo da via. Considera-se aceitável que, neste tipo de atravessamentos, os passeios possam ser contínuos na maioria das intersecções (quer em traçado em planta quer em perfil longitudinal) devendo, nas intersecções com ruas locais, manter-se a cota do passeio e associar rampas aos circuitos automóveis.

Face ao volume de veículos, admite-se que os atravessamentos pedonais por parte de pessoas sem restrições de mobilidade possam ser efectuados em qualquer ponto. No entanto, e tendo em vista as pessoas de mobilidade reduzida, importa prever a materialização de atravessamentos em alguns pontos da rede e que confirmem as indispensáveis condições de segurança a este tipo de utilizadores. Tais atravessamentos devem ser em número limitado e devidamente integrados na rede pedonal local, conferindo continuidade e lógica ao sistema pedonal (Seco *et al*, 2006; Prevenção Rodoviária Portuguesa, 2005; Baptista e Vasconcelos, 2005; Austroads, 1995)).

A tipologia de referência para estes atravessamentos são simples passagens de peões com atribuição formal de prioridade ao peão, podendo, em situações que o justifiquem, designadamente face a travessias sujeitas a níveis de procura pedonal elevadas ou que envolvam a presença de muitos utilizadores vulneráveis (idosos e crianças), recorrer-se à sua semaforização, a pequenas plataformas ou a travessias pedonais elevadas, concebidas para salvaguardarem velocidades de projecto de 40 km/h a 50 km/h. De igual modo entende-se que as mesmas devam ser preferencialmente revestidas por materiais diferentes dos utilizados na faixa de rodagem, tal como anteriormente verificado no subponto 5.4.4.4.

Integração no conjunto

Consideram-se passíveis de aplicação as considerações na matéria constantes do subponto 5.4.4.4, porém, atendendo aos níveis reduzidos de tráfego e à percentagem afectada às questões de acessibilidade, a gama de soluções passíveis de utilização é consideravelmente mais alargada.

Assume particular relevância a colocação de elementos de apoio à vivência local, tais como elementos de descanso (bancos de jardim e de rua), de higiene (caixotes do lixo ou contentores para recolha selectiva) e espaços de lazer (Carvalho, 2002; FAUP, 2000; Trigueiros *et al*, 1998; Cullen, 1971). A estrutura pedonal poderá sair beneficiada pela colocação de alguns elementos de jardinagem, como floreiras, remates de pavimentos e, prevendo-se actividades ao ar livre, sugere-se a colocação de bebedouros, não só para os ciclistas como também para eventuais praticantes de desporto ou crianças que usufruam da via nestas situações. Numa perspectiva comercial, este tipo de vias será mais propício à previsão de alguns equipamentos, como quiosques e bares, particularmente associados a pequenas praças que se possam formalizar em espaços adjacentes à via.

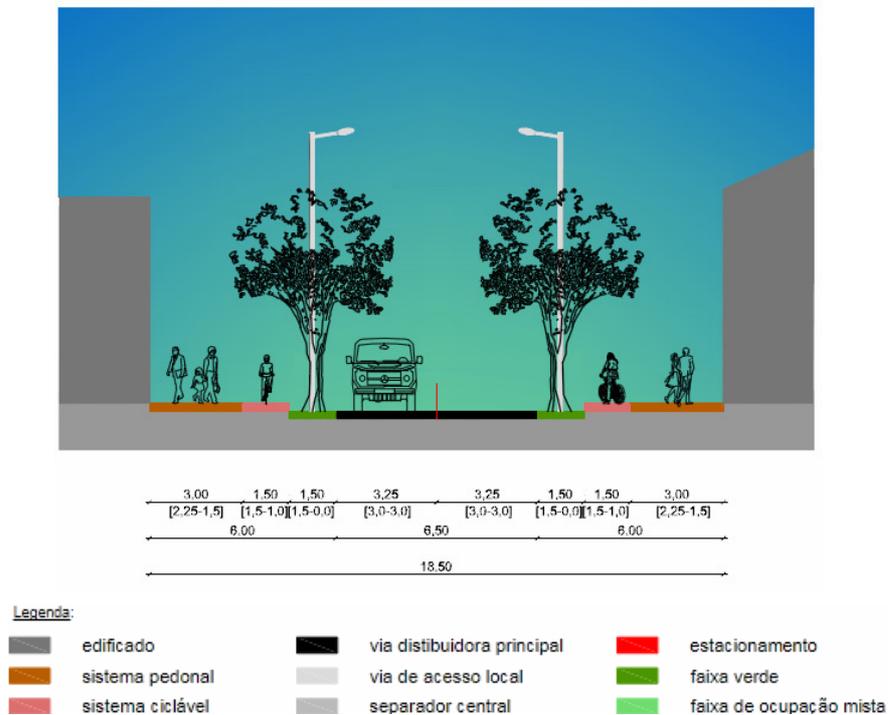
Naturalmente que o anteriormente referido sairá reforçado se se apostar numa iluminação pública adequada (Egebjerg *et al*, 2002; Carvalho, 2002; FAUP, 2000). Desse modo, na faixa de ocupação mista admite-se a colocação de armaduras com dois braços, um dele mais baixo destinado à iluminação dos sistemas pedonal e ciclável. Aqui, a percentagem de mobilidade ocupa uma parte ligeiramente superior à da acessibilidade, respectivamente, 53% e 47%, considerando-se que ambas premissas adquirem praticamente igual importância.

Considera-se que as intervenções nestas zonas poderão assegurar a primazia do peão e do ciclista face ao automobilista: deste modo, a estrada adquirirá o carácter de rua. Então, neste tipo de soluções, os arquitectos e também os paisagistas podem vir a dar um importante contributo em prol das preocupações ligadas às matérias da engenharia rodoviária.

5.4.6.4. Com restrições de espaço

Definição do perfil transversal tipo

Ainda que aplicando-se a generalidade das considerações do subponto anterior, esta solução procura apostar no desenho de uma via de atravessamento, mantendo o referido princípio de segregação modal, embora privilegiando a afectação de espaços ao peão e ao ciclista, como consta da figura 162.



xx.xx - valor recomendável
 [yy.--] - valor mínimo desejável [--.yy] valor mínimo absoluto

Figura 162 – Perfil proposto para trecho com condicionalismo de espaço e com procura de tráfego reduzida

Na eventualidade de espaço disponível para o efeito, deve ser primeiramente ponderada a hipótese de associar a cortina de árvores ao espaço de estacionamento, salvaguardando desta forma a redução da largura óptica. Em situação limite, aceita-se a eliminação da faixa de estacionamento (remetendo-o para espaços interiores da localidade) devendo, contudo, ser feito um esforço no sentido de se manter a cortina de árvores, particularmente nos locais menos condicionados de espaço. É ainda aceitável a mesma ser totalmente eliminada em situações extremas de condicionalismos, limitando o perfil à faixa de rodagem e aos passeios e ciclovias laterais.

Relativamente à estrutura ciclável e em situações de extremo condicionalismos, deverá ser avaliada a possibilidade de partilha do mesmo espaço pelos ciclistas e peões ou, em alternativa, salvaguardar a continuidade das pistas cicláveis através de arruamentos locais internos ao aglomerado. Aceita-se que em situações extremas, onde não seja possível salvaguardar as condições mínimas absolutas de segregação da faixa de rodagem dos correspondentes passeios (perfil inferior a 9 m, com 6 m de faixa de rodagem e 3 m de passeios) e face a fluxos pedonais que o justifiquem, se possa recorrer à construção de plataformas elevadas, devendo as mesmas ser limitadas em termos de comprimentos curtos e sujeitas a alterações de pavimentos. Apesar disso, sugere-se alguma canalização e afectação de espaços, designadamente através da utilização de materiais de coloração distintos.

As recomendações supra referidas traduzem-se na definição de um perfil transversal tipo ideal que exige a disponibilização de um espaço canal livre de 18,50 m. Ainda que a adopção do presente perfil vise assegurar bons níveis de fluidez de tráfego, a percentagem de mobilidade ocupa menor parte que a de acessibilidade, cerca de 35% para cerca de 65%, o que se traduz na afectação privilegiada do espaço ao peão, ao ciclista e em resposta às necessidades de acessibilidade.

5.5. Metodologia de implementação de medidas de acalmia de tráfego

Em vários países, como os abordados no capítulo terceiro do presente trabalho, o sucesso de estratégias de implementação de medidas de acalmia de tráfego foi conseguido graças à capacidade de intervenção essencialmente das Administrações Local e Central, à eficácia dos sistemas de participação pública, à avaliação e monitorização das intervenções e ao desenvolvimento de estudos (Ribeiro, 1996).

Uma intervenção de acalmia de tráfego afecta, inevitavelmente, a comunidade (Hallmark *et al*, 2007; The Highways Agency, 2004; The Scottish Government, 1997; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). Desse modo, deve ser promovido o envolvimento, desde as primeiras fases do projecto, de todos os interessados, designadamente os serviços de energia e outros serviços locais, como as CM e Juntas de Freguesias, serviços de saúde, de higiene, escolas, forças de

intervenção, actividades económicas, paróquias, demais associações cívicas e, naturalmente, a própria população, principalmente aqueles que confrontam com a via a intervir (The Highways Agency, 2004; Schemers e Theyse, 1998; Ribeiro, 1996). Também há que não negligenciar a experiência adquirida por parte de técnicos, construtores e funcionários com experiência nessas matérias.

Apesar da existência de várias premissas orientadoras, independentemente das preocupações constantes do presente capítulo, entende-se de destacar a importância da monitorização de soluções e da necessidade de participação pública.

De todos os intervenientes no processo, acaba por ser a Administração Central a mais apta para o desenvolvimento de estratégias de medidas de acalmia de tráfego e para a respectiva monitorização de resultados (Ribeiro, 1996). É consensual afirmar que os Municípios detêm cada vez um maior número de competências e a vários níveis, porém, reconhece-se serem as Entidades que melhor conhecem e detectam as realidades físicas e sociais do seu território, sendo também as mais aptas para resolver situações problemáticas. Nessa medida, e como refere Ribeiro (1996; The Highways Agency, 2004), compete-lhes grande parte do sucesso nas estratégias de acalmia de tráfego, assistindo-lhes a faculdade de poder elaborar projectos adequados às realidades locais para elaboração de normas nessa matéria,

De igual modo, deverão os Municípios não descuidar os deveres de avaliação e monitorização de resultados procurando alterar aspectos menos conseguidos em termos técnicos e de implementação, bem como otimizar intervenções supervenientes (Ribeiro, 1996), Começando pela monitorização, dever-se-á, numa primeira fase, efectuar o que a autora considera uma auditoria de segurança, visando garantir o não correr de riscos desnecessários e não previstos numa fase inicial de projecto. Seguidamente, recomenda-se que a solução implementada seja avaliada, serem ponderados os aspectos a manter e/ou a alterar através de uma nova avaliação que afira das reduções de velocidade obtidas, as demoras decorrentes por parte dos veículos (incluindo os veículos de emergência e transportes colectivos) e, nos trechos de atravessamento de localidades, o comportamento dos condutores também deverá ser tido em conta, não só na própria via como nos acessos locais confinantes. Importa aferir se a via intervencionada constitui um efeito de barreira em relação aos utilizadores mais vulneráveis, das consequentes modificações nos espaços adjacentes à via, incluindo os efeitos em relação aos usos, interessando considerar os efeitos de poluição atmosférica e sonora, o consumo de energia, a opinião dos condutores e dos habitantes (The Highways Agency, 2004; Ribeiro, 1996).

Por maior que seja a ênfase das campanhas de combate à sinistralidade rodoviária, o contacto com as populações e respectivo fornecimento de informação tornam-se essenciais e determinantes para o sucesso de qualquer intervenção a realizar, porém, as questões que envolvem alterações aos hábitos e costumes das populações não são, tendencialmente, bem aceites (National Roads Authority, 2005; The Highways Agency, 2004; Ribeiro, 1996; Herrstedt *et al*, 1993). Deverá, então, ser criada uma equipa de trabalho pluridisciplinar associada ao contacto com a população e com todas as entidades intervenientes, concretamente as que detêm poderes

de autorização e licenciamento. Tal equipa deverá ser composta por elementos de engenharia de tráfego, arquitectos e paisagistas, planeadores do território, polícias e demais elementos da sociedade civil que, em equipa, deverão conseguir identificar os problemas necessários e definir objectivos de intervenção (The Highways Agency, 2004; Schemers e Theyse, 1998; The Scottish Government, 1997; Herrstedt *et al*, 1993).

Refira-se que só o envolvimento de todos os interessados poderá assegurar o êxito das intervenções, assegurando a participação e a responsabilização de todos os intervenientes.

5.6. Considerações finais

A implementação de uma estratégia de medidas de acalmia de tráfego deve atender também aos factores identificados ao longo deste capítulo. Apesar de esses factores interferirem com o ambiente edificado e com as populações residentes, considerando-se válidas as valências desse processo complexo, é ao nível da sinistralidade e segurança rodoviária que recai a maior parte das atenções e preocupações.

Independentemente de cada caso dever ser analisado isoladamente, não obstante alguma semelhança ao nível dos trechos com condicionamentos de espaço, que diferem entre si em medidas pontuais (se bem que optem preferencialmente pela partilha de alguns espaços), situação diferente ocorre aquando da ausência de condicionamentos, o que torna as estratégias de implementação de medidas de acalmia de tráfegos distintas e, porventura, revestidas de maior complexidade. A eficácia das medidas propostas aumenta significativamente se complementadas por sinalização vertical e por outras medidas complementares, tais como o recurso à iluminação pública, vegetação ou alteração do tipo de materiais. Também a integração na envolvente e o recurso a elementos de mobiliário urbano permitem melhorar o tipo de ambiente atravessado.

Mediante as soluções apresentadas, os trechos de atravessamento de tráfego elevado acabam por tornar-se os mais pragmáticos dos três analisados. Aqui, a procura de níveis de fluidez é considerável, pelo que as soluções a adoptar procuraram responder a esses níveis de atravessamento, primando a funcionalidade da via sobre as travessias e componente estética e fornecendo um espaço propício para o condutor, procurando a prática de velocidades controladas. Nesta situação, a via prevalece sobre as estruturas pedonais e cicláveis, estas relegadas para outro plano e fisicamente separadas por diferenciação de pavimentos. As medidas de acalmia de tráfego aqui empregues consistem, essencialmente, de estrangulamentos com separadores centrais, ilhéus separadores materializados e rotundas, podendo também recorrer-se à colocação de pré-avisos.

Apesar de os níveis de procura serem de considerar, no caso do tráfego moderado houve também uma tentativa de conciliar os níveis de fluidez de atravessamento com as travessias e alguma componente estética aprazível, facto possibilitado pelo plantio de vegetação nalgumas situações. Procurou-se, naturalmente, a compatibilização dos condutores com os utilizadores da

via, principalmente os peões e os ciclistas, tanto que não se dissociam, se bem que as inerentes estruturas se encontrem separadas. As medidas empregues nesta matéria não diferem substancialmente das dos trechos com tráfego intenso.

No que concerne ao tráfego reduzido, um pouco associado ao conceito das *woonerf*, o utilizador vulnerável, concretamente o peão, adquire alguma importância acrescida sobre o condutor.

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O presente trabalho procurou contribuir para um melhor conhecimento sobre o potencial de aplicação de medidas de acalmia de tráfego na transformação do ambiente rodoviário, sendo o âmbito de aplicação os trechos de estrada (basicamente as nacionais ou regionais) em atravessamentos de localidades. Verificou-se ser consensual referir que, procurando adaptar os aglomerados urbanos ao automóvel e independentemente da dimensão do aglomerado urbano, as localidades sofreram, e têm vindo a sofrer, alterações em prol das transformações do quotidiano, ocorrendo as mesmas essencialmente ao nível do espaço público.

Apesar dos benefícios associados às deslocações em automóvel, potenciando uma melhor gestão do tempo e salvaguarda de conforto, essa invenção também se tornou a causa de novos problemas a vários níveis como os de sinistralidade rodoviária, os ambientais (pelo aumento valor das emissões poluentes) e também em relação às vivências humanas e urbanas, resultando na ocorrência de acidentes e vítimas.

A realidade portuguesa tem vindo a evidenciar que os aglomerados atravessados por estradas apresentam características extremamente diferenciadas, pelo que o presente trabalho procurou sublinhar aquelas que são as características gerais recorrentes associadas a este tipo de trechos. Contemplando as EN, ER e as EM (classificação decorrente ao longo dos vários PRN) e também alguns IC, verifica-se que apesar de a rede de estradas ter sido planeada permitiu-se, e permite-se, o erigir de edificações à margem das mesmas, ocorrendo diferentes ocupações do solo, a habitacional, comercial, entre outros. Em alguns aglomerados urbanos, estas vias afiguram-se mesmo como a rua principal, onde se situam os espaços comerciais e os principais serviços e equipamentos locais. Nesse contexto, as vias planeadas e concebidas para responderem a níveis de fluidez elevados adquirem frequentemente características de vias locais, nas quais se efectivam manobras de acesso a propriedades laterais, a prática de estacionamento nas bermas e a ocorrência de atravessamentos pedonais aleatórios e indisciplinados, por vezes sem a salvaguarda dos níveis mínimos de segurança.

Em Portugal tem sido recorrente tratar a incompatibilidade entre o tráfego de atravessamento e as actividades locais através da colocação de semáforos controladores de velocidades, limitando a construção de variantes aos casos associados a procura de tráfego muito elevada. Importa, contudo, ter presente que os semáforos de controlo de velocidade impõem reduções de velocidade pontuais pelo que, após a sua transposição, o condutor tende a retomar a sua velocidade de cruzeiro. Também a construção de variantes não se revela eficaz no seu todo, na medida em que, ao desviar os fluxos de tráfego para fora do aglomerado, propicia a prática de velocidades de circulação mais elevadas por parte do tráfego local, que continua a procurar aquele trecho de estrada

Os elevados dados de sinistralidade rodoviária em Portugal falam por si ao verificar-se que os valores de ocorrência de acidentes, o número de mortos, de feridos graves e de feridos

ligeiros fora das localidades são relevantes e algo semelhantes aos casos ocorridos dentro das mesmas. Assim, e visando reduzir a prática de velocidades e conciliar as necessidades de atravessamento com as vivências urbanas, o recurso a medidas de acalmia de tráfego, essencialmente as de controlo de velocidade, têm vindo a revelar-se extremamente eficazes na resolução deste tipo de problemas.

Embora em Portugal ainda não constituam uma prática corrente, a nível estrangeiro, particularmente nos países do norte da Europa, a aplicação de medidas de acalmia de tráfego tem vindo a assumir cada vez maior relevância no tratamento de espaços e em trechos de estrada onde coexistam diferentes utilizadores com características e necessidades relativamente diferenciadas e incompatíveis entre si, nomeadamente, em trechos de atravessamentos de localidades. Estas medidas procuram, através da criação de obstáculos físicos ou de medidas que actuam em termos de coação psicológica, impedir a prática de velocidades elevadas por parte dos veículos automóveis sem, contudo, prejudicar a normal fluidez dos mesmos, potenciando a criação de ambientes rodoviários aprazíveis, com qualidade urbana e ambiental, seguros e favoráveis à circulação dos modos não motorizados.

Como se verificou, as vias de atravessamento de povoações são um dos potenciais campos de aplicação deste tipo de medidas dada a necessidade que aí existe em compatibilizar as condições de circulação entre os diversos modos de transporte, o tráfego de atravessamento e local procurando, ainda, proteger os utilizadores mais vulneráveis, entre os quais os peões e os ciclistas.

De uma forma geral, estas medidas podem ser divididas em dois grupos: as alterações aos alinhamentos horizontais, que consistem em modificações ao traçado em planta e ao perfil transversal da via, impondo deflexões aos movimentos, forçando os veículos automóveis a desvios na sua trajectória e induzindo o condutor a reduzir a velocidade (gincanas, mini-rotundas e rotundas, estrangulamentos e estreitamentos à entrada das intersecções); e as alterações aos alinhamentos verticais que, através de elevações no pavimento, induzem o condutor a reduzir a velocidade sob pena de originar danos no veículo ou sentir um nível elevado de desconforto por acção da variação brusca da aceleração vertical do movimento, como sucede aquando dos pré-avisos, das lombas e das travessias pedonais elevadas. Há ainda outras medidas complementares que, não sendo de acalmia de tráfego por não forçarem o condutor a reduzir a sua velocidade, podem ser aplicadas em conjunto com as anteriores, como os portões, os semáforos controladores de velocidade e as intervenções paisagistas. Todas essas medidas podem ainda ser aplicadas de forma combinada, identificando-se diversas combinações passíveis de utilização, devendo ser integradas num desenho urbano geralmente cuidado e onde a dinâmica e a revitalização do espaço público urbano devam ser centrais aos ordenamentos adoptados.

As medidas de acalmia de tráfego constituem casos de sucesso aos níveis nacional e estrangeiro, permitindo obter reduções significativas da velocidade de circulação, do volume de tráfego, dos conflitos e também por, então, contribuir para uma melhor qualidade de vida dos utilizadores das vias.

Porém, os seus efeitos nem sempre são consensuais, sendo habitual assinalarem-se aspectos negativos, tais como a onerosidade de execução e manutenção e os entraves impostos ao bom funcionamento dos veículos e serviços de emergência, sendo ainda passíveis de direccionar o tráfego para outras vias locais alternativas. Por criarem ruído e vibração nas habitações circundantes, estas medidas podem criar impactes negativos na população local, podendo, de igual modo, resultar na perda de lugares de estacionamento. Outros utilizadores podem ser afectados pela sua implementação, como os ciclistas, os portadores de deficiência e os cidadãos de mobilidade condicionada, considerados utilizadores vulneráveis no âmbito do presente trabalho.

Na sua aplicação aos atravessamentos de localidades, verificaram-se diferentes abordagens na implementação de uma estratégia de acalmia de tráfego em localidades atravessadas por estradas, sendo que cada país a adopta em conformidade com o que pretende destacar. A título de exemplo, em França evidencia-se a importância do aglomerado e na Dinamarca prima-se por beneficiar o ambiente, especialmente na sua vertente ecológica.

Não obstante os esforços consistentes na procura de redução dos valores de sinistralidade rodoviária, este tipo de aplicações em IC, EN, ER e EM em Portugal são ainda em número extremamente escasso, havendo ainda um longo caminho a percorrer. Por outro lado, a implementação de uma estratégia de acalmia de tráfego torna-se complexa e, cientes desse facto, deverá atender-se a vários factores e apelar à intervenção da sociedade para tal necessidade, sendo que o contacto com as populações residentes se torna essencial apesar de, lamentavelmente, a participação cívica no nosso país não se revestir dos maiores níveis de participação. Todas as valências do processo de implementação de acalmia de tráfego revestem-se de alguma complexidade, contudo, acaba por ser ao nível da sinistralidade e da segurança rodoviária que recaem a maior parte das preocupações.

Nesta óptica, o presente trabalho procurou apresentar um contributo para melhorar as condições de segurança viárias nas travessias urbanas. Para o efeito, e por recurso a referências bibliográficas sobre a prática da acalmia de tráfego em atravessamento de localidades, este trabalho procurou definir um conjunto limitado de soluções padrão facilmente replicáveis a situações que evidenciem características de base e problemas semelhantes, baseados em dois critérios fundamentais, nomeadamente as condicionantes do espaço canal e o volume de procura de tráfego.

Ao longo da dissertação pretendeu-se que fossem apresentadas e ponderadas diferentes medidas, a partir das quais se pudessem extrair contributos para o apontamento de algumas orientações que permitissem apoiar projectos de transformação do espaço rodoviário, em espaços seguros e promocionais à qualidade de vida.

Nessa perspectiva, e de uma forma conclusiva e breve, foi possível perceber que as vias de atravessamento tendem a constituir uma barreira física e social entre as populações, sendo imprescindível a criação de condições para integrar em segurança os diferentes utilizadores do espaço. As crescentes necessidades de acessibilidade, causadas pelo desenvolvimento de

actividades económicas, colidem com a necessidade de mobilidade do tráfego de passagem e também se verificou que a velocidade se afigura como uma das principais condicionantes à definição de um ambiente seguro e promocional à dinâmica e à vivência urbana.

Por estarem sujeitos a maiores riscos de lesões na sequência de um embate com um veículo, a valorização e a dimensão do espaço para a circulação pedonal e dos ciclistas são um factor imperativo para a criação de um ambiente seguro, pois representam os utilizadores preferenciais mais vulneráveis do ambiente urbano. De igual modo, a criação de um ambiente funcional passa pela colocação adequada de um conjunto de medidas integradoras, das quais a iluminação, a vegetação, os tipos de pavimentos utilizados, a harmonia do conjunto edificado, o mobiliário urbano, etc., se revelam essenciais à qualidade e funcionalidade do espaço, assim como à criação do efeito de “largura óptica”, incitando a redução da velocidade e a atenção dos automobilistas.

Nesta linha de acção foram definidas soluções tipo baseadas fundamentalmente no princípio da segregação modal e de onde resultaram as linhas de orientação que seguidamente se enumeram. As zonas de aproximação e de transição, nomeadamente a criação do portão de entrada, associadas à transformação das características do perfil transversal tipo, afiguram-se como trechos essenciais para garantir a adaptação do comportamento dos condutores face à alteração do ambiente rodoviário. Como exemplo, foram implementadas rotundas, procedeu-se ao plantio de vegetação arbustiva e de arbórea, surgiram passeios e iluminação pública como formas de complementar o efeito portão.

A previsão de um separador central materializado deve ser encarada como uma medida essencial para defesa do peão e da permeabilidade transversal dos eixos rodoviários, sendo aplicada perante volumes de tráfego elevados a moderados. Esta solução, para além de assegurar o atravessamento pedonal em duas fases, traduz-se numa medida fundamental na criação de um ambiente urbano e de qualidade. Os princípios de base para esta situação, a segregação modal e a segregação funcional, são sempre justificados como sendo a melhor opção para a defesa do peão e para a diminuição de conflitos entre os vários utilizadores do espaço rodoviário.

Nos trechos de atravessamento sujeitos a tráfego elevado tornou-se crucial garantir bons níveis de fluidez. As soluções a adoptar procuraram responder à sua concretização, prevalecendo o funcionamento da via sobre a acessibilidade local e sobre a componente estética, criando-se, assim, um ambiente rodoviário onde se favorece a circulação com velocidade moderada. As estruturas pedonais e cicláveis relegam-se para um outro plano, se bem que indissociáveis, e encontram-se fisicamente separadas, ainda que articuladas com a via.

No caso do tráfego moderado, procurou-se harmonizar os níveis de fluidez de atravessamento com as necessidades locais. Há ainda uma forte aposta na segregação modal, embora se assuma como indispensável a partilha das vias pelo tráfego de atravessamento e de acesso local.

Para volumes de tráfego reduzidos, considerou-se aceitável recorrer, em situações pontuais, ao uso partilhado do espaço, evidenciando a prioridade de circulação atribuída ao peão por recurso a passeios largos ou mesmo pela colocação de plataformas elevadas.

Conclui-se que, para espaços canais disponíveis ou disponibilizáveis, as larguras recomendáveis de 45,50m, 26,50 m e 27,50 m, respectivamente para o tráfego elevado, moderado e baixo, permitem segregar todos os subsistemas de forma segura e funcional. Nesta perspectiva, as larguras mínimas aceitáveis, sem no entanto eliminar nenhum subsistema, são asseguradas pelas larguras totais de 29,00 m, 20,50 m e 18,50 m, respectivamente para os níveis de tráfego anteriores.

Independentemente dos níveis de tráfego, todas as soluções propostas só farão sentido se complementadas com sinalização vertical, com o recurso a adequada iluminação nocturna e se devidamente concebidas e explicadas aos interessados. O mobiliário urbano deve ser também considerado a fim de recordar ao condutor e aos demais utilizadores a noção de um espaço partilhado. Apesar de se considerar as propostas supra referidas passíveis de implementação em Portugal, há que atender à especificidade e individualidade de cada localidade, bem como à sua envolvente e respectiva integração. Seria ainda de todo o interesse a definição de um trecho-tipo de atravessamento no nosso país, o qual exigiria uma análise mais pormenorizada não só da realidade edificada como também dos níveis de atravessamento.

Em síntese, refira-se que a crescente implementação deste tipo de medidas, em Portugal e à semelhança do que ocorre a nível internacional, reside na consciencialização crescente, ao longo dos últimos anos, dos problemas ambientais e nos consequentes e novos desejos de proporcionar habitabilidade, segurança e qualidade de vida a todos aqueles que usam e usufruem da via pública. A área da acalmia de tráfego e a segurança dos utilizadores mais vulneráveis encontra-se ainda pouco enraizada no nosso país, sendo necessário percorrer um longo caminho até que os factores segurança e qualidade de vida urbana deixem de ser um assunto esquecido ou relegado para segundo plano, designadamente quando confrontado com a salvaguarda de níveis de fluidez e oferta de níveis de velocidade elevados.

São várias as áreas em que importa aprofundar e promover o conhecimento ao nível nacional em matéria de mobilidade e da aplicação de medidas de acalmia de tráfego, identificando-se desde logo dois domínios de acção a promover: promoção da participação pública nos processos de implementação de medidas de acalmia de tráfego e priorização de acções de monitorização.

Os desígnios dos espaços onde o peão e o veículo devem partilhar o mesmo espaço canal, com reflexos no grau de qualidade do espaço público, são claramente reveladores da pertinência da participação pública, quer no processo de desenvolvimento das soluções, quer na sua implementação e monitorização. Tal pressuposto justifica o envolvimento, não só dos decisores e agentes de desenvolvimento, mas também, de forma directa e participativa, das populações locais. O sucesso de qualquer proposta deverá assentar na premissa de base, entre outras, de que importa aferir os hábitos vivenciais das populações residentes, bem como

incorporar a sua opinião nos projectos finais. Estas acções devem ser acompanhadas de sessões públicas de informação, onde se evidenciem os objectivos e os pontos fortes da estratégia de intervenção, sem contudo omitir os fracos e eventuais debilidades da solução.

Também os trabalhos ligados à monitorização devem ser considerados acções prioritárias e centrais ao conhecimento efectivo dos efeitos reais das medidas. Nessa linha de acção, considera-se importante explorar a possibilidade de criação e de definição de um processo de actualização de uma base de dados relativa à inventariação das medidas já efectivamente implementadas no nosso país. Só a avaliação dos efeitos reais resultantes da sua implementação poderá permitir a divulgação sustentada da informação relativa aos casos de sucesso ou insucesso, bem como a eficácia associada a cada tipologia de medidas. Enfatize-se a necessidade de se registar também os casos de insucesso, já que são sobretudo estas situações, quando devidamente monitorizadas, que suscitam reflexão complementar e a procura de soluções ajustadas, servindo assim como estudos de caso particularmente interessantes e enriquecedores para a evolução do conhecimento técnico-científico sobre estas matérias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajuntament de Barcelona (1996). “Barcelona. La segona renovació.” Barcelona, Espanha.
- Almeida, A. (2004). “Análise das condições de aplicabilidade de medidas de acalmia de tráfego.” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2001). “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.” American Association of State Highway and Transportation Offices, Washington, Estados Unidos da América.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (1990). “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” – American Association State Highway and Transportation Officials, Washington, Estados Unidos da América.
- Applied RTD Consultants (1990). “Chatswood changes: the road safety of elderly pedestrian in Chastowood town centre.”
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) (2008). “Ano de 2008 – Sinistralidade Rodoviária.” Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2007). “Ano de 2007 – Sinistralidade Rodoviária.” Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Australian Road Research Board@2009 – <http://www.arrb.com.au/documents/ARRB%20Group%20Corporate%20Brochure.pdf>, documento acedido em 08.12.2009.
- Austroads (1998). “Guide to Traffic Engineering Practice; Part 9 – arterial Road Traffic management.” NAASRA, Sydney. Austrália.
- Austroads (1995). “Guide to Traffic Engineering Practice; Part 13 – pedestrians.” NAASRA, Sydney. Austrália.
- Austroads (1988). “Guide to Traffic Engineering Practice”. NAASRA, Sydney, Austrália.
- Baptista, A. M. C.; Vasconcelos, A. L. P. (2005). “Engenharia de tráfego – o sistema pedonal.” Departamento de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Viseu, Viseu.
- Barrosa dos Santos, S. (2007). “A Arquitectura Aplicada À Melhoria Do Desempenho De Medidas De Acalmia De Tráfego.” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Bastos Silva, A. M. C.; Silva, J. P. C.; Galvão, C. S. A. (2008). “Aplicação de lombas como medida redutora de velocidade”. V Congresso Rodoviário Português, Estrada 2008 – Estoril, 12 a 14 Março.
- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M. (2008-a). “Contributos para a definição de uma política global e integrada de promoção de uma mobilidade urbana sustentável.” 5.º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2 e 4 de Setembro, Maputo, Moçambique.
- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M.; Silva, J. P. C. (2007). “A contribuição das medidas de acalmia de tráfego na transformação do ambiente rodoviário – o caso dos atravessamentos de povoações.” XXI ANPET – Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Transportes, 18 a 23 Novembro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M., (2006). “O Uso de Lombas e Plataformas como Medidas de Acalmia de Tráfego”. 4.º Congresso Rodoviário Português – Estrada 2006 – 5 a 7 de Abril, Estoril.
- Bastos Silva, A. M. C.; Silva, J.P.C (2005). “A Bicicleta como Modo de Transporte Sustentável.” Congresso Engenharia 2005 – 21 a 23 de Novembro, Covilhã.

- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M. (2004). “Dimensionamento de Rotundas – textos didáticos, 3.ª edição.” Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M.; Marques J. S.; Marques P.L.; Santos G.G.D. (2004-a). “Potencialidades das técnicas de acalmia de tráfego na regulação do atravessamento de localidades.” 3.º Congresso Rodoviário Português – LNEC, 24 a 26 de Novembro de 2004, Lisboa.
- Bastos Silva, A. M. C.; Seco, A. J. M. (2001). “A aplicação de rotundas como uma medida de acalmia de tráfego.” 1.º Congresso Sobre a Segurança Rodoviária em Meio Urbano, Rodoviário Português – 14 e 15 de Maio de 2001, Lisboa.
- Bellalite, L. (2000). “L’aménagement des traversées d’agglomération en Europe.” Conseil du paysage québécois, Canadá.
- Bonanomi, L. (1990). “Le Temps des Rues.” Institut de Recherche sur l’environnement construit. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne et Groupe Conseil Romand pour la moderation de la circulation, Lausanne, Suíça.
- Caldeira Cabral, F.; Ribeiro Telles, G. (2007). “A árvore em Portugal.” Assírio & Alvim, Lisboa.
- Cardoso, J.P.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.” Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Carvalho, N. (2002). “Planeamento e traçado de vias urbanas.” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Craveiro, J. P. (2009). “Análise de eficácia dos sistemas semaforizados de controlo de velocidade.” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Cullen, G. (1971). “Paisagem Urbana.” Edições70, Lisboa.
- Cupolillo, M. T. A. (2006). “Estudo de medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias rurais.” Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- Direcção-Geral de Viação (DGV) (2004). Despacho DGV n.º 109/2004.
- Djurhuus, O.; Szalai, B.; Benyei, A.; Gambard, J.M.; Haller, W.; Tielmans, P. (1991). “Circulation de transit dans les petites agglomerations.” Association mondiale de la route, Paris, França.
- Egebjerg, U.; Friis, P.; Lützen, N.; Tørsløv, N.; Wandall, B. M. (2002). “Beautiful Roads – A Handbook of Road Architecture.” Danish Road Directorate. Copenhagen, Dinamarca.
- Elvik, R. e Vaa, T. (2004). “Handbook of Road safety Measures. Elsevier. Oxford, United Kingdom. Ewing, R. H. (1999) Traffic Calming – State of the Practice.” Institute of Transportation Engineers, Washington, Estados Unidos da América.
- Epell, V. A.T; Bunker, J.M; McClurg, B.A. (2001). “A four level road hierarchy for network planning and management.” Proceedings 20th ARRB Conference, Melbourne, Austrália.
- Esteves, R. (2003) “Cenários Urbanos e Traffic Calming.” Tese de Doutoramento em Ciências e Engenharia de Produção. Brasil.
- Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) (2009). “Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008 – 2015.”
- Ewing, R. H. (1999). “Traffic Calming – State of Practice.” Institute of Transportation Engineers, Washington DC, Estados Unidos da América.
- Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto (FAUP) (2000). “Porto 2001: regresso à Baixa.” FAUP Publicações, Porto.

- Federal Highway Administration (FHWA) (2000). FHWA Functional Classification Guidelines - Concepts, Criteria and Procedures (disponível em <http://www.fhwa.dot.gov/planning/fcatt3.htm>).
- Federal Highway Administration (1998). "Highway Functional Classification - Concepts, Criteria and Procedures". US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Revised, Estados Unidos da América.
- Figueira, M. (1994). "O Novo Urbanismo. Uma contribuição ao Nível da Circulação Viária." Textos de Apoio aos Seminários: Planeamento Urbano, Mobilidade e Transportes. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, Lisboa.
- Gambard, J. M.; Aparicio, A; Lundebrekke, E. (1995). "Conception et architecture des voies urbaines." Comité AIPCR de la Ville, Paris, França.
- Gunnarsson, S. O. (1995). "Problems and needs of pedestrians." Proceedings of 1995 International Forum on Road Safety Research, Bangkok: Tailândia.
- Hallmark, S.L.; Peterson, E.; Fitzsimmons, E.; Hawkins, N.; Resler, J.; Welch, T. (2007). "Evaluation of Gateway and Low-Cost Traffic-Calming Treatments for Major Routes in Small Rural Communities." Iowa State University, Iowa, Estados Unidos da América.
- Herrstedt, L.; Kjemtrup, K.; Borges, P.; Andersen, P. S. (1993). "An Improved Traffic Environment – A Catalogue of Ideas." Danish Road Directorate, Copenhagen, Dinamarca.
- IHT@2008 – <http://www.tap.iht.org/en/topic/traffic-management/traffic-calming/>, documento acedido em 15.11.2009.
- Institut Cerdà (2004). "Barcelona Fórum 2004: um Nuevo modelo de ciudad. La sostenibilidad en el proyecto de la reordenación urbana del Frente Litoral Besòs." Barcelona, Espanha.
- Junta Autónoma de Estradas (JAE) (1995). "Norma de Marcas Rodoviárias JAE P3.1.2/95." Divisão de Estudos e Projectos da JAE. Lisboa
- Huang, H; Cynecki, M. (2001). "The Effects of Traffic Calming Measures on Pedestrian and Motorist Behavior." United States Department of Transportation, Estados Unidos da América.
- Kennedy, J. V. (2001). "Psychological Traffic Calming." Road Safety Congress.
- Kjemtrup, K.; Herrstedt, L. (1992). "Speed management and traffic calming in urban areas in Europe: a historical view." Accident Analysis & Prevention 24(1):57-65.
- Marques, J. (1994) "Métodos de Redução de Velocidade. Peões – Contribuição para uma Infra-estrutura Viária Adequada a uma Circulação Segura." Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (MAI) (2006). "Sinistralidade Rodoviária 2006 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2005). "Sinistralidade Rodoviária 2005 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2004). "Sinistralidade Rodoviária 2004 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2003). "Sinistralidade Rodoviária 2003 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2002). "Sinistralidade Rodoviária 2002 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2001). "Sinistralidade Rodoviária 2001 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- Ministério da Administração Interna (2000). "Sinistralidade Rodoviária 2000 – Elementos estatísticos." Observatório de Segurança Rodoviária, Lisboa.

- Ministério do Planeamento e da Administração do Território (MPAT), 1989. “Portugal e os Fundos Estruturais Comunitários – Experiência e Perspectivas Regionais – Seminário Internacional. Comissão de Coordenação da Região Centro, Coimbra.
- Ministry of Transport (1993). “An Improved Traffic Environment A Catalogue of Ideas”. Danish Road Directorate, Copenhaga, Dinamarca.
- National Roads Authority (2005). “Guidelines on Traffic Calming for Towns and Villages on National Routes.” Dublin, Irlanda.
- New Jersey Department of Transportation (NJDOT) (2002). Roadway Design Manual – New Jersey Department Transportation, Dezembro (disponível em www.state.nj.us/transportation/eng/documents/RDME.shtml acessado em 22/02/2007).
- Pacheco, E. (2001). “Alterações das Acessibilidades e Dinâmicas Territoriais na Região Norte: expectativas, intervenções e resultantes.” Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.
- Pereira, P.; Miranda, V. (1999). “Gestão da conservação dos pavimentos rodoviários.” Universidade do Minho, Braga.
- Prevenção Rodoviária Portuguesa (PRP) (2005). “Engenharia de segurança rodoviária em áreas urbanas – recomendações e boas práticas.”
- Puig-Pey, P.; Arroyo, J. (1992). “Carreteras urbanas. Recomendaciones para su planeamiento y proyecto.” Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Dirección General de Carreteras, Madrid, Espanha.
- Ribeiro, A. (1996). “As medidas de acalmia de tráfego na promoção da segurança e na melhoria do ambiente urbano.” Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Ribeiro, A.; Seco, A., (1999) “Soluções de Acalmia de Tráfego.” Universidade de Coimbra, Universidade do Porto, Textos Didáticos.
- Rebelo, C. (2007). “Medidas de acalmia de tráfego junto a equipamentos escolares. O caso do Concelho de Odivelas.” Dissertação de Mestrado em Transportes, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Seco, A.; Ribeiro, A.; Macedo, J.; Bastos Silva, A. M. C. (2008). “Manual do planeamento de acessibilidade e transportes.” Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, Porto.
- Seco, A.; Antunes, J. P. A.; Costa, A. H. P.; Bastos Silva, A. M. C. (2006). “Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias.” Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Seco, A.; Ribeiro, A., (2005). “Soluções de Acalmia de Tráfego.” Fascículo integrado no Manual de Boas Práticas desenvolvido pela FEUP/DEC, Edição CCRDN Universidade de Coimbra, Universidade do Porto.
- Seco, A.; Antunes, J. P. A.; Costa, A. H. P. (2001). “Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias.” Coimbra: Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Schermers, G.; Theyse, M. (1998). “National Guidelines for Traffic Calming.” Department of Transport, Pretoria, África do Sul.
- Simard, O., (2000). “Portrait de la problématique Québécoise” in Routes et Paysages Villageois. Conseil du paysage québécois, Canadá.
- State of Montana Departmente of Transport (SMDT) (2004). “A Guide to Functional Classification, Highway Systems And Other Route Designations In Montana”. State of Montana Department of Transportation Multimodal Planning Bureau Rail, Transit & Planning Division, Montana, Estados Unidos da América.
- Stahl, S. (1992). “Mobility and accessibility for elderly and disabled people in Sweden”, in IATSS Research, vol. 16, no. 2, Suécia.

- Tangherlini, D. e Williams, A. (2002). "District of Columbia, Traffic Calming, Policies and Guidelines." Columbia, Estados Unidos da América.
- Taylor, S.; Damen, P. (2001). "Potential Improvements for Non-Motorised and Vulnerable (Unprotected) Users in the Road System: State-of-the-art Literature Review." Austroads Incorporated, Sydney, Austrália.
- The Highways Agency; Scottish Executive; Welsh Assembly Government; The Department for Regional Development – Northern Ireland (2004). "Traffic Calming on Trunk Roads – A Practical Guide."
- The Scottish Government (1997). Planning in small towns (disponível em <http://www.scotland.gov.uk/Publications/1997/04/pan52>, acedido em 19.08.2009).
- Trafficcalming@2008 – <http://www.trafficcalming.org/definition.html>, documento acedido em 03.12.2009.
- Trigueiros, L.; Sat, C.; Oliveira, C. (1998). "Architecture: Lisbon Expo'98." Editorial Blau, Lisboa.

SÍTIOS DA INTERNET

- Association Piétons & Vélos – <http://velobuc.free.fr>
- Auckland City Council – www.aucklandcity.govt.nz
- Australian Road Research Board – www.arrb.com.au
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária – www.ansr.pt
- Carscoop – <http://carscoop.blogspot.com>
- Conseil du paysage québécois – <http://www.paysage.qc.ca>
- Danish Road Directorate – www.vejdirektoratet.dk/roaddirectorate.asp?page=dept&objno=1024
- Diário da República Electrónico – www.dre.pt
- Estradas de Portugal, SA – www.estradasdeportugal.pt
- Expresso – <http://aeiou.expresso.pt>
- Google Earth – www.earth.google.com.uk
- Government Offices for the English Regions – www.gos.gov.uk
- Governo Civil do Distrito de Coimbra – www.gov-civil.coimbra.pt
- Highways Agency – <http://www.highways.gov.uk>
- Instituto Nacional de Estatística – www.ine.pt
- Instituto Nacional de Infra-Estruturas Rodoviárias – www.inir.pt
- Instituto Nacional para a Reabilitação – www.inr.pt
- Isle of Man TT – www.iomtt.com
- Mini-roundabout – www.mini-roundabout.com
- Ministério da Administração Interna – www.mai.gov.pt
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações – www.moptc.gov.pt
- New York State Department of Transport - <https://www.nysdot.gov/index>
- Ordem dos Arquitectos – Secção Regional do Norte – www.oasrn.org

- Território Portugal – www.territorioportugal.pt
- The Chartered Institution of Highways and Transportation – www.ciht.org.uk
- The Scottish Government – www.scotland.gov.uk
- Traffic Calming – <http://www.trafficcalming.org/>
- Transporte Humano – <http://transportehumano.wordpress.com>