

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por tudo, principalmente pela confiança que sempre depositaram em mim.

À minha orientadora, professora Cláudia Beato pelos conselhos dados ao longo da tese.

Aos meus colegas de curso, em destaque o André Alexandre e o Hugo Rebordão pelo apoio e amizade.

Aos meus colegas de estágio.

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

RESUMO

Os acidentes rodoviários são uma das principais causas das mortes violentas em Portugal. Com esta dissertação, pretende-se, com a introdução de técnicas simples de Engenharia de Tráfego, aumentar a qualidade do desenho urbano das cidades, de forma a que estas vejam as suas condições de circulação e mobilidades melhoradas.

Para tal, estruturou-se o trabalho, dividindo-o em cinco partes principais: 1 - Introdução; 2 - Sistema Pedonal; 3 - Infra-estrutura Rodoviária; 4 - Casos Práticos; 5 - Conclusão.

Os capítulos 2 e 3 apresentam boas regras de dimensionamento e manutenção das vias de comunicação, principalmente em meio urbano, do ponto de vista da engenharia rodoviária, centrando-se o capítulo 2 no sistema pedonal e o capítulo 3 na infra-estrutura rodoviária. No quarto capítulo apresentam-se os casos de estudo em meio urbano na cidade da Covilhã, onde se encontraram deficiências de dimensionamento que afectam a mobilidade e/ou a segurança pedonal e rodoviária e onde se propõe soluções que minorem os problemas detectados baseadas nos princípios de dimensionamento estudados nos anteriores capítulos.

Palavras-chave: desenho urbano, engenharia de tráfego, mobilidade, urbano,

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

ABSTRACT

Road accidents are a major cause of violent deaths in Portugal. With this dissertation, it is intended, with the introduction of simple techniques for Traffic Engineering, to increase the quality of urban design of cities, so that they see their conditions improved circulation and mobility.

To this end, the work was structured by dividing it into five main parts: 1 - Introduction 2 - Pedestrian System 3 - Road Infrastructure; 4 - Case Studies, 5 - Conclusion. Chapters 2 and 3 provide good design rules and maintenance of roads, mainly in urban areas, from the standpoint of road engineering, focusing on the pedestrian system in Chapter 2 and Chapter 3 on the road infrastructure. The fourth chapter presents the case studies in urban areas in the city of Covilhã, where they met design deficiencies that affect mobility and / or pedestrian safety and road and where it proposes solutions to reduce the problems identified based on the principles of design studied in previous chapters.

Keywords: urban design, traffic engineering, mobility, urban,

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

ÍNDICE

Agradecimentos	ii
Resumo	iv
Abstract	vi
Índice	viii
Lista de tabelas	xii
Lista de figuras	xiv
Lista de Abreviaturas e entidades	xix
Definições	xxii
Preâmbulo	xxvi
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Sinistralidade Rodoviária em Portugal	3
1.2. Estatísticas referentes ao meio urbano	7
1.3. Estatísticas relativas a peões	12
1.4. Estatísticas relativas a veículos	14
1.5. Conclusão	17
Capítulo 2 - Sistema Pedonal	19
2.1. Introdução	19
2.2. Tipologia das deslocações pedonais	21
2.3. Mobilidade Pedonal	22
2.3.1. Indicadores de Mobilidade Pedonal	22
2.3.2. Qualidades Físicas do espaço público	22
2.3.3. Obstáculos ao peão	25
2.4. Caracterização do modo pedonal	25

2.4.1.	Grupos especiais de peões	25
2.4.2.	Espaço vital para o peão	26
2.4.3.	Velocidade pedonal	28
2.4.4.	Grandezas base e suas relações.....	28
2.4.5.	Extensão das deslocações pedonais	29
2.4.6.	Níveis de serviço	30
2.5.	Dimensionamento de passeios e zonas pedestres.....	33
2.5.1.	Colocação de mobiliário urbano	35
2.5.2.	Peões com mobilidade reduzida	39
2.5.3.	Segregação modal	40
2.5.4.	Soluções em ruas inclinadas	42
2.6.	Pavimentação dos espaços pedonais	42
2.7.	Medidas de apoio ao peão.....	43
2.7.1.	Atravessamentos com atribuição de prioridade aos peões.....	44
2.8.	Ciclistas	48
2.9.	Conclusão	49
Capítulo 3 - Rede Viária		51
3.1.	Introdução	51
3.2.	Mobilidade Automóvel em meio urbano	52
3.3.	Intersecções	55
3.3.1.	Pontos de conflito	55
3.3.2.	Tipos de cruzamentos	56
3.3.3.	Escolha e aspectos de dimensionamento.....	57
3.4.	Condições da infra-estrutura	63
3.4.1.	Visibilidade	63

3.4.2.	Pavimentos Rodoviários	64
3.4.3.	Sinalização	66
3.5.	Medidas de acalmia de tráfego.....	67
3.5.1.	Tipos de medidas	69
3.5.2.	Aplicabilidade	73
3.6.	Conclusão	73
Capítulo 4 - Casos práticos		75
4.1.	Introdução	75
4.2.	Identificação dos Casos práticos	75
4.2.1.	Introdução	75
4.2.2.	Caso 1 - Rua Conselheiro José Pedroso dos Santos	77
4.2.3.	Caso 2 - Avenida da Anil.....	78
4.3.	Soluções Propostas	81
4.3.1.	Rua Conselheiro José Pedroso dos Santos	81
4.3.2.	Avenida da Anil	82
4.4.	Conclusão	85
Capítulo 5 - Conclusão/Recomendações		87
Bibliografia		90
ANEXOS		94

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

LISTA DE TABELAS

tabela 1: Custos de assistência em acidentes (em Euros) [Santos B., 2007]	2
Tabela 2 - Evolução da sinistralidade e Índice de Gravidade dos Acidentes em Portugal [ANSR, 2010]	5
Tabela 3 - Dados de Sinistralidade e Objectivos definidos pelo PNPR para 2009 [ANSR, 2010]..	6
Tabela 4 - Dados da Sinistralidade Rodoviária Dentro das Localidades em Portugal [ANSR, 2010]	9
Tabela 5 - Causas dos acidentes em meio urbano em Portugal [ANSR, 2008].....	11
Tabela 6 - Peões Vítimas Segundo as Acções Praticadas Dentro das Localidades em 2009 [ANSR, 2010].....	13
Tabela 7 - Numero de Utentes de Ligeiros Mortos Dentro das Localidades (ENSR, 2009).....	14
Tabela 8 - Número de Mortos Dentro das Localidades Consoante a sua Categoria [ENSR,2009]	15
Tabela 9 - Número de Condutores de Ligeiros Mortos Dentro das Localidades por Grupos Etários [ENSR, 2009].....	15
Tabela 10. Acidentes e vítimas segundo a natureza do acidente [ANSR, 2010]	16
Tabela 11 - valores mínimos aceitáveis para passeios [Dec-Lei 163/2006].....	34
Tabela 12 - largura de passeios permitidas em situações especiais [Dec-Lei 163/2006].....	34
Tabela 13 - largura de passeios mínimas permitidas em novos arruamentos [portaria 1136/2001].....	35
Tabela 14 - Espaços a reservar em volta de obstáculos [HCM, 2000].....	37
Tabela 15 - Guia para colocação de mobiliário urbano [TAMS, 2010]	38
Tabela 16 - Aplicabilidade das medidas de acalmia de tráfego [Alves C., 2008].....	73

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contribuição dos Diversos Factores dos Acidentes em Percentagem [LNEC, 2002].	2
Figura 2. Evolução do Numero de Mortos por Milhão de Habitantes em Portugal e na Europa [ENSR, 2010]	3
Figura 3. Evolução das Vítimas Mortais em Portugal [ANSR, 2010]	4
Figura 4. Evolução dos Feridos Graves em Portugal [ANSR, 2010].....	4
Relativamente ao número de feridos graves existe igualmente uma descida muito significativa, como se constata no gráfico da figura 4.	4
Figura 5. Sinistralidade por Milhão de Habitantes Fora das Localidades em Portugal e nos Países de Referencia (França, Espanha e Áustria) [ENSR, 2009]	7
Figura 6. Sinistralidade por Milhão de Habitantes Dentro das Localidades em Portugal e nos Países de Referencia (França, Espanha e Áustria) [ENSR, 2009]	8
Figura 7. Evolução do Número de Mortos e Feridos Graves Dentro das Localidades em Portugal [ANSR, 2010].....	8
Figura 8. Número de vítimas mortais Dentro das Localidades segundo o tipo de via em 2009 [ANSR, 2010].....	9
Figura 9. Número de acidentes com vítimas Dentro das Localidades segundo o tipo de via em 2009 [Adaptado de: ANSR, 2010]	10
Figura 10. Localização dos Peões Mortos e feridos graves em 2009 [ANSR, 2010]	12
Figura 11. Localização dos Peões Mortos Segundo o Tipo de Via Dentro das Localidades em 2009 [ANSR, 2010]	12
Figura 12. Peões mortos Segundo as Acções Praticadas Dentro das Localidades em 2009 [ANSR, 2010].....	13
Figura 13. Zona pedonal [2010]	20
Figura 14. Passadeira [2010].....	20
Figura 15. Aeroporto Francisco Sá Carneiro [1, 2010].....	21
Figura 16. Corredor pedonal [2009]	23

Figura 17. Inexistência de separação entre veículos e peões [TRAMO, 2008].....	24
Figura 18. Relação entre tráfego automóvel e viagens criadas [TRAMO (2008)]	25
Figura 19. Espaço médio ocupado por uma pessoa [AustRoads (1995)]	26
Figura 20. Larguras mínimas necessárias para a circulação de pessoas de mobilidade reduzida [AustRoads (1995)]	27
Figura 21. Relação entre fluxo e espaço por peão [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005]	29
Figura 22. Relação entre velocidade e espaço por peão [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005]	29
Figura 23. Níveis de serviço para peões parados [HCM, 2000]	30
Figura 24. Níveis de serviço para peões parados [HCM, 2000]	31
Figura 25. Definição de largura útil de um passeio [Silva A., 2005]	33
Figura 26. Ocupação Indevida dos Passeios por parte dos Veículos e do Mobiliário Urbano [2010]	35
Figura 27. Proposta para colocação de mobiliário urbano [TFL, 2009]	36
Figura 28. Solução em rampa e em escada [2, 2009]	39
Figura 29. Declive de acesso a passadeira [2010]	39
Figura 30. Exemplo de via reservada a peões [3,2010]	40
Figura 31. Passeio diferenciado para deslocação de peões [2010].....	41
Figura 32. Continuidade do passeio [TRAMO (2008)]	41
Figura 33. Utilização de passadeiras rolantes [4, 2010)]	42
Figura 34. Iluminação de um atravessamento [Silva A.]	44
Figura 35. Solução de atravessamento com prioridade do peão [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005]	44
Figura 36. Solução de atravessamento semaforizado simples [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005]	45
Figura 37. Solução de atravessamento semaforizado alinhado com separador [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005].....	45

Figura 38. Solução de atravessamento semaforizado enviesado [Baptista A. e Vasconcelos A, 2005]	46
Figura 39. Exemplo de ciclovia [Austroads (2006)]	48
Figura 40. Exemplo de faixa de bicicletas [TRAMO (2008)]	48
Figura 41. Evolução da taxa de motorização em Portugal e na U.E. [Eurostat, 2010]	52
Figura 42. Modos de transporte utilizados pelos indivíduos (estudantes ou activos empregados) residentes presentes na AML, [INE, 2003],	52
Figura 43. Modos de transporte utilizados pelos indivíduos (estudantes ou activos Empregados) residentes presentes na AMP, [INE, 2003],	53
Figura 44. Evolução da utilização do transporte individual e colectiva na AML e AMP [INE, 2003]	53
Figura 45. Pontos de Conflito Consoante o tipo de Cruzamento [5, 2010]	56
Figura 46. Opções de Cruzamentos Desnivelados [5, 2010]	57
Figura 47. Diferença na Concepção de uma Rotunda com Deflexão [Silva, A. e Seco A., 2004]	59
Figura 48. Tipos de pontos de Conflito entre Veículos e peões [UC e UP, 2006]	60
Figura 49. Exemplo de Cruzamento Prioritário [Silva A., 2003]	62
Figura 50. Exemplo de Dois Tipos de Cruzamentos Enviesados, [Gonçalves J.; Santos B. (2005)]	63
Figura 51. Número de Peões Mortos e Feridos Graves, dentro das localidades Segundo as Condições Luminosas em 2009 [ANSR, 2010].....	64
Figura 52. Pavimento degradado [U.C e U.P. (2006)]	65
Figura 53. Exemplo de sinalização vertical [2010].....	66
Figura 54. Exemplo de marca rodoviária [6, 2010]	67
Figura 55. Percentagem de mortes para o peão em atropelamentos a diferentes Velocidades, [TRAMO(2008)]	68
Figura 56. Exemplo de Separador Central (7, 2010).....	69
Figura 57. Exemplo da Aplicação de um Estrangulamento [8, 2010]	69

Figura 58. Exemplo da Aplicação de um Gincana [7, 2010]	70
Figura 59. Exemplo de um portão [CCDRN(2008)]	70
Figura 60. Exemplo da Aplicação de Pré-avisos [UC e UP, 2006].....	71
Figura 61. Exemplo de uma Passadeira Sobrelevada [8, 2010]	72
Figura 62. Localização dos casos práticos [Google earth, 2010]	76
Figura 63. Falta de espaço para o peão [2010].....	77
Figura 64. Faixa pedonal de gestão privada [2010].....	78
Figura 65. Cota de soleira elevada [2010].....	78
Figura 66. Zona do peão diminuta e ocupada por mobiliário urbano [2010]	79
Figura 67. Deficiente colocação do mobiliário urbano [2010]	80
Figura 68. Mau estado do pavimento [2010]	81
Figura 69. Alternativa à rua a restringir [bingmaps@(2010)]	82
Figura 70. Perfil transversal proposto na zona com estacionamento [2010]	83

LISTA DE ABREVIATURAS E ENTIDADES

ACAP - Associação Comercial automóvel de Portugal

AML - Área Metropolitana de Lisboa

AMP - Área Metropolitana do Porto

ANSR - Associação Nacional de Segurança Rodoviária

AUSTROADS - Associação para a segurança rodoviária da Austrália e Nova Zelândia

CARE - Centro europeu de Segurança Rodoviária

CCDRN - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

D.L. - Decreto-lei

D.R. - Diário da República

ECA - European Concept for Accessibility

ENSR - Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

ERSO - European Road Safety Observatory (Observatório Europeu para a segurança Rodoviária)

EUROSTAT - Statistical Office of the European Union (Gabinete de estatística da U.E.)

FCTUC - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

GNR - Guarda Nacional Republicana

HCM - Highway Capacity Manual

IC - Itinerário Complementar

IG - Índice de gravidade

IP - Itinerário Principal

ISCTE - Instituto Nacional da Ciência do Trabalho e da Empresa

ISP - Instituto de Seguros de Portugal

IST - Instituto Superior Técnico

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

MNE - Ministério dos Negócios Estrangeiros

OMS - Organização Mundial de Saúde

OSR - Observatório de Segurança Rodoviária

PNSR - Plano Nacional de Segurança Rodoviária

PSP - Polícia de Segurança Pública

SREA - Serviço Regional de Estatística dos Açores

TFL - Transport for London (Serviços de transportes de Londres)

TRAMO - Transporte Responsável, Acções de Mobilidade e Ordenamento

TRC - Transportation Research Council

U.E. - União Europeia

UBI - Universidade da Beira Interior

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

DEFINIÇÕES

Para melhor entendimento do trabalho referem-se algumas definições utilizadas ao longo do trabalho:

Acessibilidade - O conceito de acessibilidade assenta nos princípios de Design Universal e aplica-se, entre outros, ao desenho urbano, edifícios, de infra-estruturas e de produtos de consumo, traduzindo-se na disponibilização de meios físicos adequados, seguros, para que possam ser usufruídos por todas as pessoas com mobilidade condicionada (podem ser grávidas, idosos, deficientes motores, etc. [ECA]

Acidente com feridos graves - Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte. [Convenção de Viena]

Acidente com feridos leves - Acidente do qual resulte pelo menos um ferido leve e em que não se tenham registado mortos nem feridos graves. [Convenção de Viena]

Acidente com vítimas - Acidente do qual resulte pelo menos uma vítima. [Convenção de Viena]

Acidente de viação: Acontecimento fortuito, súbito e anormal ocorrido na via pública em consequência da circulação rodoviária, de que resultem vítimas ou danos materiais, quer o veículo se encontre ou não em movimento (inclusivamente à entrada ou saída para o veículo e ou no decurso da sua reparação). [SREA]

Acidente mortal - Acidente do qual resulte pelo menos um morto. [Convenção de Viena]

Auto-estrada - via pública destinada a trânsito rápido, com separação física de faixas de rodagem, sem cruzamentos de nível nem acesso a propriedades marginais, com acessos condicionados e sinalizados como tal. [Código da Estrada]

Berma - superfície da via pública não especialmente destinada ao trânsito de veículos e que ladeia a faixa de rodagem [Código da Estrada]

Condutor - Pessoa que detém o comando de um veículo ou animal na via pública. [Convenção de Viena]

Cruzamento - zona de intersecção de vias públicas ao mesmo nível [Código da Estrada]

Design Universal - Conceito que visa o benefício de toda a população, ao desenvolver soluções físicas que englobam pessoas de todas as idades, estaturas, capacidades e necessidades, além de considerar também a diversidade cultural e religiosa, e deve ainda ser

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

tomado em conta por todos os profissionais que interajam no meio urbano e que actuem pela igualdade social dos cidadãos [The Center for Universal Design].

Entroncamento - zona de junção ou bifurcação de vias públicas

Faixa de rodagem - parte da via pública especialmente destinada ao trânsito de veículos [Código da Estrada]

Ferido grave - Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas [Convenção de Viena]

Ferido leve - Vítima de acidente que não seja considerada ferida grave. [Convenção de Viena]

Índice de gravidade - Número de mortos por 100 acidentes com vítimas. Indicador de gravidade - $IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL$, em que M é o número de mortos, FG o de feridos graves e FL o de feridos leves. [Convenção de Viena]

Mobilidade - “A noção de mobilidade está relacionada com o grau de liberdade com que nos podemos movimentar em determinado espaço (capacidade de deslocação); é assim um conceito que traduz o modo e a intensidade em que nós nos deslocamos” e que está na base da construção de sistemas urbanos, com três subsistemas principais (transporte público, transporte individual e deslocação pedonal). [Gil B., 2009]

Morto ou vítima mortal - Vítima de acidente cujo óbito ocorra no local do evento ou no seu percurso até à unidade de saúde. Para obter o número de mortos a 30 dias¹, aplica-se a este valor um coeficiente de 1,14. Ferido grave Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas. [Convenção de Viena]

Motociclo é o veículo dotado de duas rodas com ou sem carro lateral com motor de propulsão com cilindrada superior a 50 cm³ no caso de motor de combustão interna ou que por construção exceda em patamar a velocidade de 45 km/h. [Código da Estrada]

Ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo em movimento, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais. [Convenção de Viena]

Para efeitos estatísticos de sinistralidade rodoviária, considera-se vítima mortal a que, por causa imputável ao acidente de viação, faleça no local onde este se verificou ou venha a falecer no prazo imediato de 30 dias. [MNE]

Passageiro - Pessoa afectada a um veículo na via pública e que não seja condutora. [Convenção de Viena]

Passeio - Superfície da via pública, em geral sobrelevada, especialmente destinada ao trânsito de peões e que ladeia a faixa de rodagem. [Código da Estrada]

Peão - Pessoa que transita na via pública a pé e em locais sujeitos à legislação rodoviária. Consideram-se ainda peões todas as pessoas que conduzam à mão velocípedes ou ciclomotores de duas rodas sem carro atrelado ou carros de crianças ou de deficientes físicos. [Convenção de Viena]

Pista especial - via pública ou via de trânsito especialmente destinada, de acordo com sinalização ao trânsito de peões, de animais ou de certa espécie e veículos. [Código da Estrada]

Ponto negro - Lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20. [Convenção de Viena]

Rotunda - praça formada por cruzamento ou entroncamento onde o trânsito se processa em sentido giratório e sinalizado como tal. [Código da Estrada]

Taxa de motorização - número de automóveis de um país por cada 1.000 habitantes [www.transportesemrevista.com]

Veículos Ligeiros - veículos com peso bruto igual ou inferior a 3500 kg e com lotação não superior a nove lugares incluindo o do condutor. [Código da Estrada]

Veículos pesados - veículos com peso bruto superior a 3500 kg ou com lotação superior a 9 lugares, incluindo o do condutor [Código da Estrada]

Velocípede - veículo com duas ou mais rodas accionado pelo esforço do próprio condutor ou por meio de pedais ou dispositivos análogos [Código da Estrada]

Via de trânsito - zona longitudinal da faixa de rodagem destinada à circulação de uma única fila de veículos [Código da Estrada]

Via pública - via de comunicação terrestre afecta ao trânsito público [Código da Estrada]

Via reservada a automóveis e motociclos - via pública onde vigoram as normas que disciplinam o trânsito em auto-estrada e sinalizada como tal. [Código da Estrada]

Vítima - Ser humano que em consequência de acidente sofra danos corporais. [Convenção de Viena]

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

PREÂMBULO

As primeiras cidades de que há registo datam do ano 4000 a.C., no vale do Indo, actual Paquistão, pertencentes à civilização Harappa. Para além do aparecimento da quadrícula como base do traçado viário, estas cidades mostravam também indícios de uma organização cuidadosa das diferentes partes entre si, e segundo a publicação (Beato C., 1996), “pode dizer-se que é a primeira evidência (de entre aquelas conhecidas até hoje) de planeamento urbano” (pp.10). Estas cidades partilhavam as mesmas características adequadas às condições topográficas, sendo compostas por duas áreas distintas: a cidade alta que era rodeada de muralhas erguidas sobre uma plataforma artificial de tijolos de barro; existia sempre uma cidadela fortificada que servia de protecção contra as cheias e contra os eventuais inimigos e a cidade baixa, também amuralhada, com um traçado ortogonal, de ruas pavimentadas e onde se encontravam os edifícios de habitação e de estabelecimentos comerciais e artesanais.

Na Grécia antiga, por volta do século V a.C., as cidades nas colónias então fundadas na Ásia menor, passaram a ser desenhadas em quadrícula, reflectindo a filosofia democrática proeminente na região, considerando-se que o tratamento espacial das cidades deveria ter como objectivo a melhoria de qualidade dos espaços públicos em detrimento de glorificar ou enaltecer um poder. Esta mudança está presente nas palavras do próprio Aristóteles: “Cidades construídas segundo o estilo antigo e cidades novas ou construídas ao estilo hipodâmico”.

Na prática as cidades hipodâmicas, referência ao arquitecto Hipódamo de Mileto, eram cidades planeadas com quadrícula geométrica rígida, cujas dimensões variavam de acordo com a adaptação à topografia local. Nestas cidades, a Acrópole funcionava como cidadela em caso de ataques inimigos, tendo dentro de si os edifícios religiosos e públicos mais importantes. Estas cidades já apresentavam sistemas de saneamento, aquedutos, termas e outros edifícios públicos de considerável complexidade construtiva. Exemplos destas cidades foram Priamo e Mileto.

Por volta do séc. I d.C., no auge do Império Romano, são várias as cidades planeadas apresentando uma planta ortogonal, sobretudo oriundas de acampamentos romanos, e cuja principal característica prende-se com os seu desenho a partir de dois eixos principais Cardo e o Decumano, isto é, orientando-se pelos pontos cardiais Norte-Sul e Este-Oeste.

Com o aparecimento da máquina a vapor, no séc. XVIII, deu-se a Revolução Industrial. Este acontecimento viria a alterar os factores de produção e impulsionar o desenvolvimento dos sectores secundário e terciário nas cidades, levando muitos camponeses a abandonar os

campos e a fixarem-se nas cidades, numa primeira fase na Inglaterra e posteriormente um pouco por toda a Europa. No início do séc. XIX as cidades europeias estavam inadaptadas e obsoletas, face às novas exigências e às novas funcionalidades que acolhiam. O sobrepopoamento levou a que houvesse graves problemas urbanos como deficiência no saneamento, evacuação de desperdícios, transporte e segurança.

A fim de acabar com estes problemas que provocavam taxas de mortalidade elevadas devido a doenças e baixavam consideravelmente a qualidade de vida nos centros urbanos, levou a que, os poderes de então, decidissem intervir na forma física das cidades, de forma a minimizar os problemas detectados; surge assim o urbanismo moderno. Esta corrente influenciou e continua patente no desenho urbano de muitas cidades actuais, tendo como um dos seus princípios de base, a criação de ruas amplas e rectilíneas, bem como melhoria dos sistemas de abastecimento e drenagem de águas, conciliando circulação, salubridade e embelezamento.

Em Portugal Continental (não falando do Planeamento urbano nas colónias, onde este foi muito preponderante, seguindo a Lei das Índias, à semelhança dos Espanhóis), se bem que sejam visíveis em algumas cidades os princípios de planeamento romano, o planeamento urbano ficou muito marcado pela reconstrução da baixa de Lisboa a seguir ao terramoto de 1755 por Eugénio dos Santos e Manuel da Maia, engenheiros militares e que, por iniciativa do Marquês de Pombal, foram os responsáveis pela rápida e “moderna” urbanização de toda a área destruída na Baixa da cidade, feita através de um esquema relativamente simples, onde duas quadriculas se iniciam e se intercalam com duas praças, sob um sistema viário onde as principais ruas adquirem esse estatuto, através do seu embelezamento e do aumento da sua largura.

No que diz respeito à revolução industrial, esta chega com atraso, visto que durante a maior parte deste século, Portugal viveu em constantes períodos de luta política e de instabilidade do regime (Invasões francesas, ida da corte para o Brasil, por exemplo), que culminariam na queda da monarquia no início do século XX. Como tal, seria só no fim do séc. XIX, início do século XX, que as primeiras intervenções nos centros urbanos, à semelhança do que já ocorria na Europa ocorreram, muito focadas na cidade de Lisboa com a criação, por exemplo, Avenidas Novas, baseadas nos “boulevards” parisienses.

Do ponto de vista histórico e no que diz respeito ao desenho urbano, destaca-se ainda, a nível europeu o facto da segunda Guerra Mundial ter obrigado, a seguir a 1945, à reconstrução e redesenho de alguns centros históricos em alguns países europeus, fenómeno que não influenciou o planeamento urbano em Portugal, dado que este não participou na Grande Guerra.

De referir que todo o planeamento e desenho urbano, sobretudo do século XX, vai ter uma forte influência do proliferar de um novo meio de transporte: o automóvel. O primeiro automóvel, é patenteado em 1886 por Karl Benz na Alemanha, tendo vindo a ser “democratizado”, graças a uma produção massiva por Henry Ford, no princípio do século XX. Rapidamente o automóvel se converteu no principal meio de mobilidade humana, sendo que, como se verifica pela história, a maioria das cidades, foram construídas antes do aparecimento do automóvel, pelo que se espera que, nos centros históricos, a necessidade socioeconómica do automóvel na actualidade, aliada à falta de espaço verificada, se traduza num desafio ao engenheiro de tráfego na actualidade.

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

A mobilidade é, hoje em dia, um instrumento para as sociedades evoluídas, sendo a mobilidade em meio urbano uma problemática muito ligada ao Engenheiro Civil, quer do ponto de vista de dimensionamento em arruamentos novos, quer na gestão das vias existentes. Neste sentido o Engenheiro Civil deve ser, em coordenação com especialistas técnicos nas variáveis envolvidas a chave para resolver os problemas encontrados.

A temática abordada nesta tese denota grande actualidade, sendo que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2010) a percentagem de pessoas a viver em meios urbanos em Portugal em 2008 era de 59,5%, ao passo que previsões para 2015 apontam para 63,6% da população portuguesa a viver em meios urbanos; já a nível mundial, a mesma instituição contabilizou 48,6% da população urbana em 2005 e as suas previsões apontam para 52,8% da população a viver em meios urbanos em 2015, o que traduz uma passagem histórica inédita de urbanidade a nível global, passando a habitar mais população dentro do que fora dos meios urbanos.

Dado o estado da economia actual, reflectindo-se directamente nos orçamentos dos municípios em Portugal, as medidas enunciadas ao longo desta tese vão ter em conta este aspecto, escolhendo, de preferência medidas de baixo custo.

Pretende-se com este trabalho alertar para a importância da mobilidade em meio urbano consolidado, visto que, em grande parte das cidades é aí que residem grandes problemas do ponto de vista de mobilidade, quer na circulação automóvel, quer para a circulação pedonal; tal facto deve-se muitas vezes a um aumento das exigências na mobilidade automóvel, implicariam o uso de mais espaço algo muito difícil, se não impossível dada a exiguidade entre o espaço não construído e as fachadas dos edifícios. Tal situação requer que o Engenheiro se debruce no problema e consiga conciliar a falta de espaço com as regras de boa prática de dimensionamento, sendo que o interesse dos cidadãos deverá ser tido em conta para se obterem soluções viáveis, quer do ponto de vista técnico, quer do ponto de vista social e económico.

Por outro lado, a sinistralidade rodoviária é responsável pela morte de centenas de milhares de pessoas por ano e reduz a esperança média de vida das populações em todo o mundo. Em 2020, segundo a OMS, a sinistralidade rodoviária será, nos países em vias de desenvolvimento, a terceira causa de morte, ultrapassando fenómenos como a guerra ou a SIDA. Para além da tragédia humana, os acidentes rodoviários têm também um grande impacto económico; Nos estados membros da União Europeia (U.E.), estes são responsáveis por cerca de 43.000 mortes

e por mais de 1.8 milhões de pessoas feridas. O grupo etário mais afectado situa-se entre os 14 e os 25 anos, para quem os acidentes rodoviários são a principal causa de morte externa.

TABELA 1: CUSTOS DE ASSISTÊNCIA EM ACIDENTES (EM EUROS) [SANTOS B., 2007]

	Feridos ligeiros	Feridos graves	Mortes
Assistência Policial ao acidente	53,4	148,8	232,8
Assistência Médica ao acidente	16,8	96,4	96,4

Do ponto de vista moral, uma perda humana é incalculável, mas avaliada objectivamente, do ponto de vista económico, as vítimas mortais em Portugal, segundo o estudo Santos B. (2007) resultam em média em cerca de 500000€ por morte, enquanto estudos europeus dizem que a média europeia se cifra entre o milhão e milhão e meio de euros por morte na estrada. O estudo avança também com os valores de 40000€ por ferido ligeiro e 90000€ por ferido grave. O mesmo estudo avança com valores para despesas de socorro, presentes na tabela 1.

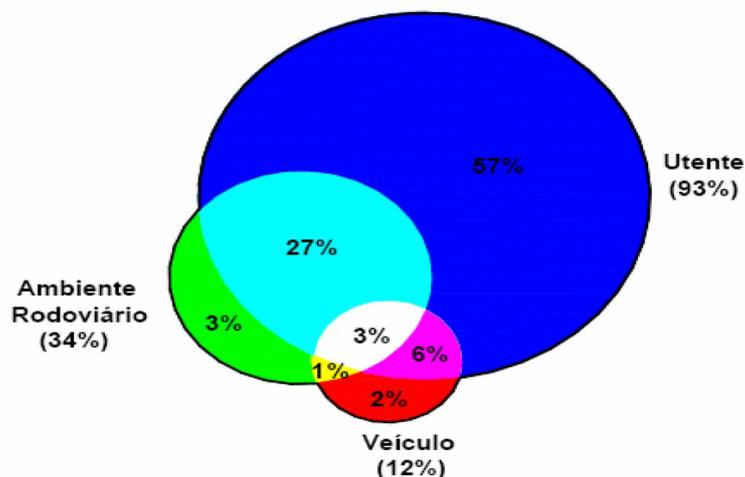


Figura 1. CONTRIBUIÇÃO DOS DIVERSOS FACTORES DOS ACIDENTES EM PERCENTAGEM [LNEC, 2002]

Para uma abordagem a este problema há que ter em conta que os acidentes rodoviários assentam em três factores que propiciam a sua ocorrência: o utente, o ambiente rodoviário e os veículos, sendo a distribuição dos factores que provocam os acidentes, proposta pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 2002), mostrada na figura 1, através da qual se pode concluir que, o ambiente rodoviário contribui separado ou associado a outro factor em cerca de um terço dos acidentes, pelo que se pode esperar, uma mudança nos dimensionamentos, sinalizações e manutenção das vias, por parte dos engenheiros rodoviários e outros especialistas envolvidos, no sentido de fazer descer o número de acidentes e consequências associadas.

Por outro lado verifica-se que o utente é, na maioria dos casos, parte responsável ou co-responsável pelos acidentes rodoviários, pelo que se espera que se alterem alguns comportamentos na estrada por parte do cidadão comum face a este problema. Em relação aos veículos denota-se a sua participação directa em cerca de 12 % dos acidentes, sendo na sua grande maioria associado a outros factores.

1.1. SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA EM PORTUGAL

A redução da sinistralidade passa pela actuação ao nível dos três vértices do triângulo da segurança: utentes, veículos e via. Os utentes da via são os principais responsáveis pela elevada taxa de sinistralidade verificada em Portugal. É através da mudança de comportamentos, hábitos e atitudes que se conseguirá reduzir significativamente a sinistralidade; neste sentido o Estado tem desenvolvido acções de sensibilização nas escolas, bem como campanhas publicitárias e em painéis nas estradas, a fim de não só sensibilizar os condutores e utentes das estradas a reflectir e levá-los a tomar comportamentos, bem como colocar o cinto de segurança ou praticar velocidades adequadas, bem como aumentando consideravelmente as coimas e as sanções para aqueles utentes que transgridem o código de estrada

Relativamente à segurança dos veículos, verifica-se um grande progresso, em grande parte devido ao papel do EuroNcap, que através dos seus testes, consegue avaliar de forma independente os veículos, levando os condutores a adquirir os automóveis mais seguros existindo, no entanto, ainda um longo caminho a percorrer em termos de protecção dos peões.

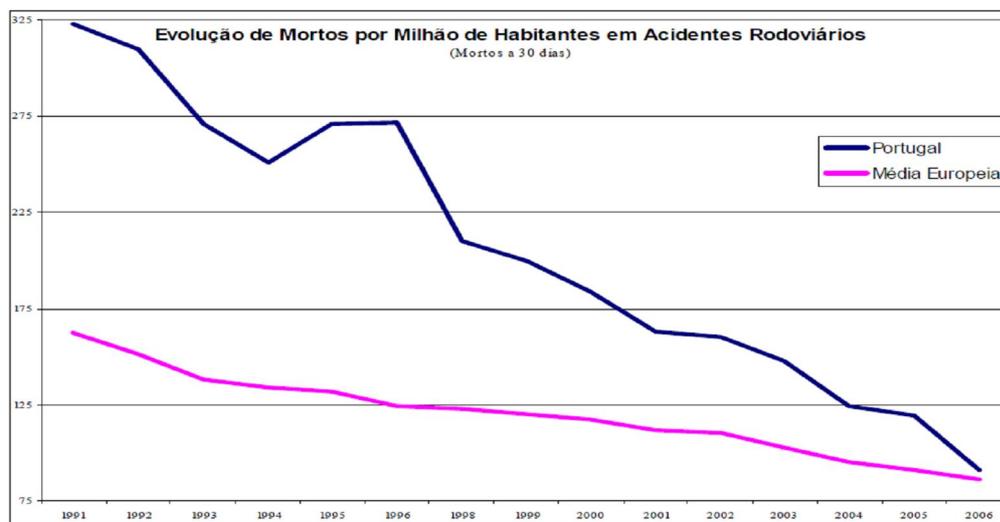


Figura 2. EVOLUÇÃO DO NUMERO DE MORTOS POR MILHÃO DE HABITANTES EM PORTUGAL E NA EUROPA [ENSR, 2010]

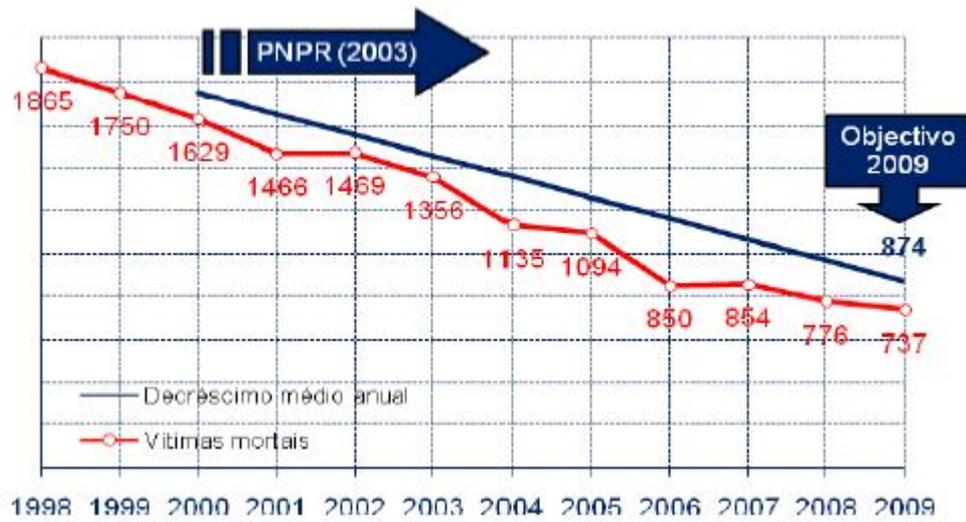


Figura 3. EVOLUÇÃO DAS VÍTIMAS MORTAIS EM PORTUGAL [ANSR, 2010]

Como se pode verificar nos gráficos das figuras 2 e 3, a mortalidade em Portugal tem baixado muito significativamente, contudo continua ainda a ser uma das principais causas de morte não natural, pelo que urge criar condições, no sentido de fazer baixar ainda mais estes números.



Figura 4. EVOLUÇÃO DOS FERIDOS GRAVES EM PORTUGAL [ANSR, 2010]

Relativamente ao número de feridos graves existe igualmente uma descida muito significativa, como se constata no gráfico da figura 4.

TABELA 2 - EVOLUÇÃO DA SINISTRALIDADE E ÍNDICE DE GRAVIDADE DOS ACIDENTES EM PORTUGAL [ANSR, 2010]

	Acidentes com vítimas		Acidentes com mortos e/ou f. graves		Acidentes com mortos		Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos leves		Total de feridos		Índice de Grav
		%*		%*		%*		%*		%*		%*		%*	
1990	45110	-	11331	-	2078	-	2321	-	12165	-	51164	-	63329	-	5,1
1991	48953	8,5	11602	2,4	2225	7,1	2475	6,6	12548	3,1	56987	11,4	69535	9,7	5,1
1992	50851	3,9	11603	0,0	2131	-4,2	2372	-4,2	12475	-0,6	58511	2,7	70986	1,9	4,7
1993	48645	-4,3	11096	-4,4	1870	-12,2	2077	-12,4	11830	-5,2	54880	-6,2	66710	-6,2	4,3
1994	45830	-5,8	9961	-10,2	1724	-7,8	1926	-7,3	10387	-12,2	51776	-5,7	62163	-6,8	4,2
1995	48339	5,5	10612	6,5	1856	7,7	2085	8,3	11229	8,1	54598	5,5	65827	6,0	4,3
1996	49265	1,9	10456	-1,5	1880	1,3	2100	0,7	10842	-3,4	55785	2,2	66627	1,2	4,3
1997	49417	0,3	9178	-12,2	1732	-7,9	1939	-7,7	9335	-13,9	57181	2,5	66516	-0,4	3,9
1998	49319	-0,2	8176	-10,9	1647	-4,9	1865	-3,8	8177	-12,4	58426	2,2	66603	0,0	3,8
1999	47966	-2,7	7652	-6,4	1582	-3,9	1750	-6,2	7697	-5,9	57630	-1,4	65327	-1,9	3,6
2000	44159	-7,9	6898	-9,9	1450	-8,3	1629	-6,9	6918	-10,1	53006	-8,0	59924	-8,3	3,7
2001	42521	-3,7	5814	-15,7	1316	-9,2	1466	-10,0	5797	-16,2	51247	-3,3	57044	-4,8	3,4
2002	42219	-0,7	4966	-14,6	1323	0,5	1469	0,2	4770	-17,7	51815	1,1	56585	-0,8	3,5
2003	41495	-1,7	4894	-1,4	1222	-7,6	1356	-7,7	4659	-2,3	50599	-2,3	55258	-2,3	3,3
2004	38930	-6,2	4314	-11,9	1024	-16,2	1135	-16,3	4190	-10,1	47819	-5,5	52009	-5,9	2,9
2005	37066	-4,8	4001	-7,3	988	-3,5	1094	-3,6	3762	-10,2	45487	-4,9	49249	-5,3	3,0
2006	35680	-3,7	3551	-11,2	786	-20,4	850	-22,3	3483	-7,4	43654	-4,0	47137	-4,3	2,4
2007	35311	-1,0	3224	-9,2	765	-2,7	854	0,5	3116	-10,5	43202	-1,0	46318	-1,7	2,4
2008	33613	-4,8	2829	-12,3	721	-5,8	776	-9,1	2606	-16,4	41327	-4,3	43933	-5,1	2,3
2009	35484	5,6	2777	-1,8	673	-6,7	737	-5,0	2624	0,7	43790	6,0	46414	5,6	2,1

* Variação relativa ao ano anterior

Como se observa através dos dados da tabela 2 existe uma redução significativa em todos os parâmetros nos anos analisados, sendo a média anual de redução de vítimas mortais entre 1997 e 2007 maior que 4% e a redução média anual de feridos graves aproximadamente 5,5%. Denota-se também uma diminuição no índice de gravidade dos acidentes ocorridos em Portugal.

TABELA 3 - DADOS DE SINISTRALIDADE E OBJECTIVOS DEFINIDOS PELO PNPR PARA 2009 [ANSR, 2010]

	Geral		Dentro das localidades		Peões		Utentes veículos duas rodas ⁽¹⁾	
	Vítimas mortais	Feridos graves	Vítimas mortais	Feridos graves	Vítimas mortais	Feridos graves	Vítimas mortais	Feridos graves
1998	1865	8177	762	5177	356	1711	488	2558
1999	1750	7697	759	4804	345	1537	444	2218
2000	1629	6918	634	4163	337	1365	383	1905
Média 98/00	1748	7597	718	4715	346	1538	438	2227
2001	1466	5797	632	3365	296	1098	362	1522
2002	1469	4770	613	2739	297	906	324	1141
2003	1356	4659	578	2734	246	902	325	1213
2004	1135	4190	488	2587	204	766	265	1092
2005	1094	3762	471	2280	188	714	258	985
2006	850	3483	393	2064	137	617	205	881
2007	854	3116	341	1793	137	619	189	808
2008	776	2606	366	1619	136	529	164	634
2009	737	2624	339	1500	130	501	152	627
Valor pretendido para 2009	874	3799	287	1886	138	615	175	891

⁽¹⁾ Ciclomotores e motocicletas

Em 2003 foi elaborado o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR) com o objectivo de melhorar de uma forma substancial a situação do país em termos de segurança rodoviária, propondo-se uma redução de 50% do número de mortos e feridos graves até ao ano 2010, tendo como referência a média de sinistralidade registada no triénio 1998-2000, bem como a redução de 60% das vítimas mortais e dos feridos graves no caso dos peões, dos utentes de veículos de duas rodas a motor e dos utentes acidentados dentro das localidades.

Tendo-se conseguido alcançar, logo em 2006, como é visível na tabela 3, os resultados esperados para 2010 pelo Plano Nacional de Prevenção Rodoviária, relativamente ao número de vítimas mortais e de feridos graves, o Estado optou por criar um novo plano que substituísse/complementasse o plano em vigor. Foi então criado, pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) em 2008 a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) 2008-2015 que tem por objectivo colocar até 2011 a sinistralidade rodoviária portuguesa abaixo de 78 mortos por milhão de habitantes, de modo a atingir em 2015 a meta dos 62 mortos por milhão de habitantes, concretizando assim o desafio nacional de colocar Portugal entre os 10 países da U.E. com mais baixa sinistralidade rodoviária. Este plano baseia-se em estudos feitos pelo Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE) para o Ministério da Administração Interna, em que são identificados os princípios a melhorar para que os acidentes e as suas consequências possam diminuir. Segundo o estudo, os factores prioritários de intervenção são:

- A formação, as condições do acesso ao título de condução e a avaliação dos condutores;
- A formação e a educação para a segurança do ambiente rodoviário;
- O socorro às vítimas (especialmente ao nível da prontidão e do estabelecimento de uma rede especializada de estruturas hospitalares);
- A auditoria das vias (particularmente nas estradas nacionais e municipais)
- Inspeção da sinalização;
- A fiscalização da segurança do parque automóvel.

No que diz respeito aos objectivos alcançados, relativamente à proposta apresentada no PNSR há que referir que os objectivos alcançados em 2006 se referem aos dados de sinistralidade gerais, sendo que, no caso das vítimas mortais dentro das localidades no ano de 2009, registaram-se 339 casos contra os 287 pretendidos para 2010, o que ultrapassa em cerca de 18% o objectivo traçado.

1.2. ESTATÍSTICAS REFERENTES AO MEIO URBANO

Sabendo que a taxa de pessoas que vivem em cidades está a aumentar rapidamente e que o único objectivo não atingido proposto pelo PNSR 2003, foi o número de vítimas mortais dentro das localidades, ao longo este subcapítulo estudam-se a estatísticas referentes ao meio urbano com incidência na situação portuguesa.

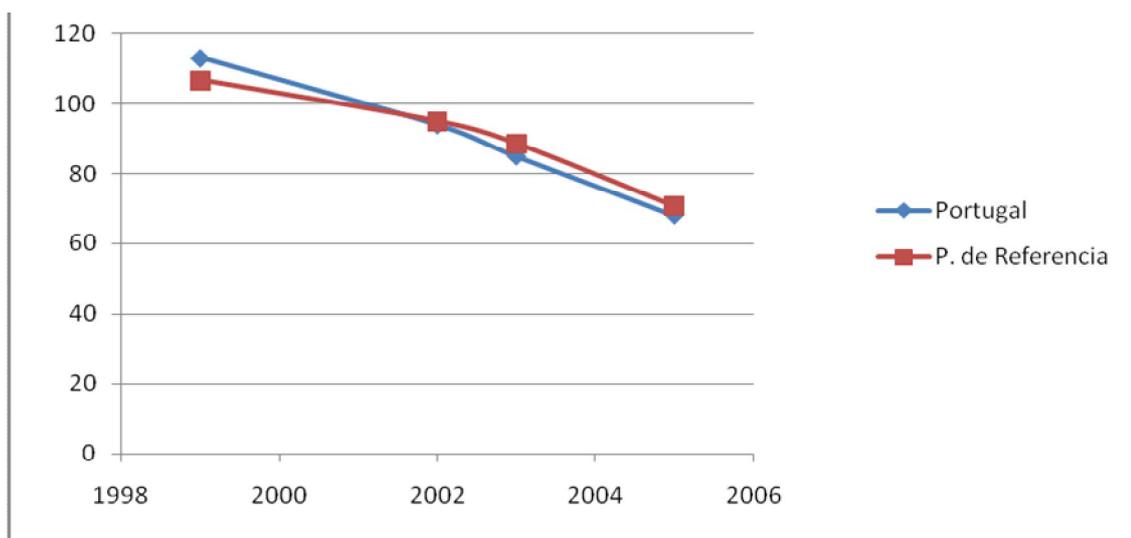


Figura 5. SINISTRALIDADE POR MILHÃO DE HABITANTES FORA DAS LOCALIDADES EM PORTUGAL E NOS PAÍSES DE REFERENCIA (FRANÇA, ESPANHA E ÁUSTRIA) [ENSR, 2009]

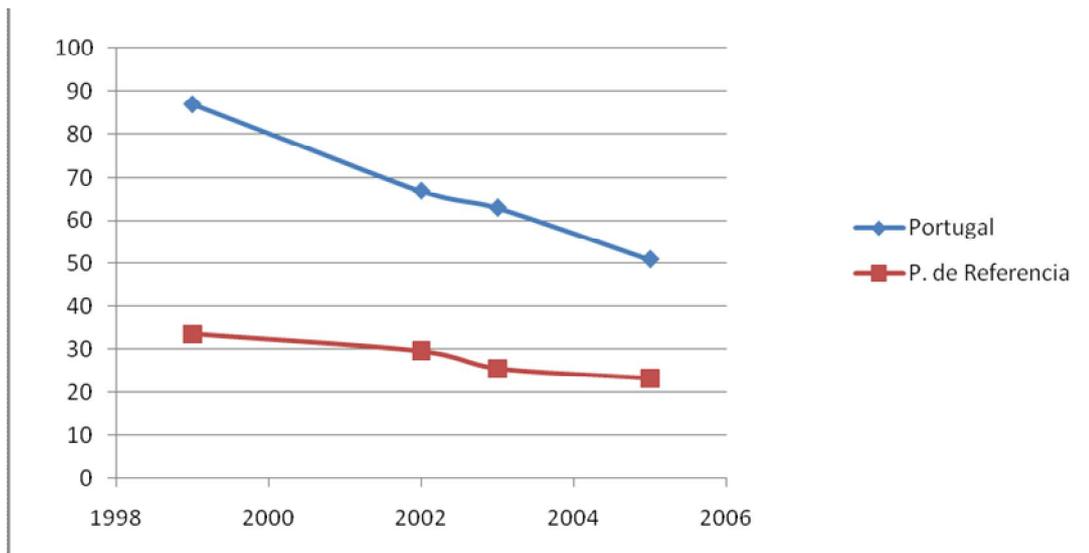


Figura 6. SINISTRALIDADE POR MILHÃO DE HABITANTES DENTRO DAS LOCALIDADES EM PORTUGAL E NOS PAÍSES DE REFERENCIA (FRANÇA, ESPANHA E ÁUSTRIA) [ENSR, 2009]

Tendo-se constatado, ao longo desta dissertação que Portugal teve uma melhoria significativa, ao ponto de se aproximar da média dos países da U.E. do ponto de vista da sinistralidade, as figuras 5 e 6, demonstram que essa aproximação se verificou sobretudo fora das localidades, onde Portugal teve, em 2005, sinistralidade mais baixa que a média dos países de referência (França, Espanha e Áustria). Relativamente à sinistralidade dentro das localidades, analisada na figura 6 verifica-se que, embora a tendência seja a diminuição dos números de vítimas mortais, Portugal ainda apresenta valores de sinistralidade superiores aos países de referência.

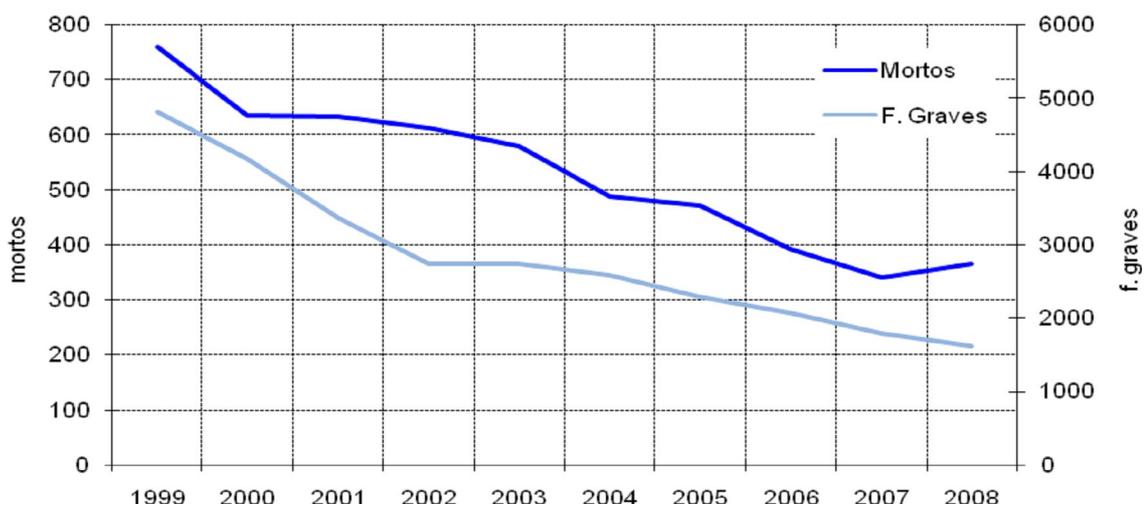


Figura 7. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE MORTOS E FERIDOS GRAVES DENTRO DAS LOCALIDADES EM PORTUGAL [ANSR, 2010]

TABELA 4 - DADOS DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA DENTRO DAS LOCALIDADES EM PORTUGAL [ANSR, 2010]

		Acidentes c/ vítimas	Vítimas mortais	Feridos graves	Feridos leves	Total vítimas	Índice de gravidade
DENTRO DAS LOCALIDADES	1999	33128	759	4804	38091	43654	2,3
	2000	30042	634	4163	34612	39409	2,1
	2001	28735	632	3365	33301	37298	2,2
	2002	27983	613	2739	32788	36140	2,2
	2003	27983	578	2734	32764	36076	2,1
	2004	27073	488	2587	31995	35070	1,8
	2005	25685	471	2280	30461	33212	1,8
	2006	24964	393	2064	29679	32136	1,6
	2007	24842	341	1793	29512	31646	1,4
	2008	23756	366	1619	28312	30297	1,5

Analisando os dados estatísticos do presente subcapítulo, conclui-se que, tanto a sinistralidade fora das localidades, bem como a sinistralidade dentro das localidades tiveram uma considerável redução. Contudo a sinistralidade registada dentro das localidades obteve uma redução inferior, tendo até, no ano de 2008, um acréscimo em relação ao ano anterior, de vítimas mortais, como se pode observar na figura 7 e na tabela 4. Como se vê na tabela 4 o número de feridos graves e leves, bem como os acidentes com vítimas registaram sempre reduções de ano para ano na década analisada. Analisando os dados, nomeadamente os relativos à tabela 3, denota-se que o peso das vítimas mortais dentro das localidades na globalidade das vítimas mortais se cifra à volta dos 40%, o que é significativo no número de mortos nas estradas. Relativamente ao número de feridos graves dentro das localidades representam, em média, à volta dos 60% do número de feridos graves a nível global. No que diz respeito ao número de acidentes com vítimas dentro das localidades representa para cima de 65% do número de acidentes com vítimas na totalidade do sistema.

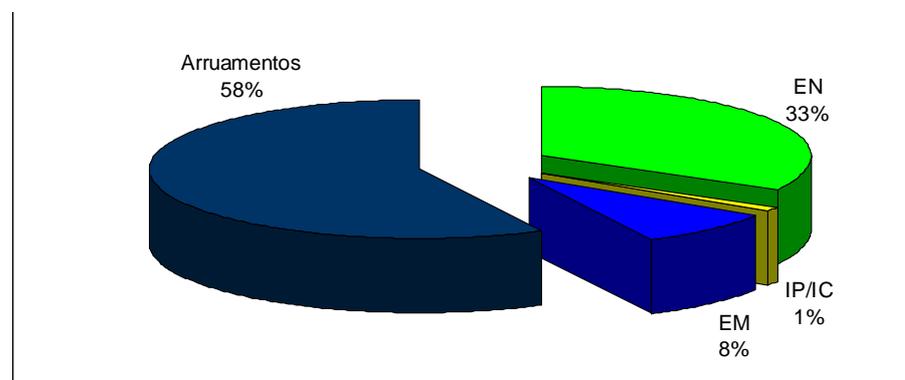


Figura 8. NÚMERO DE VÍTIMAS MORTAIS DENTRO DAS LOCALIDADES SEGUNDO O TIPO DE VIA EM 2009 [ANSR, 2010]

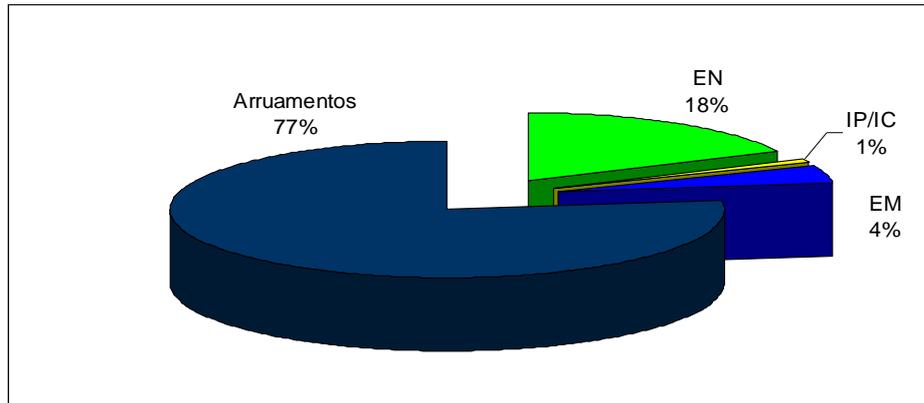


Figura 9. NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS DENTRO DAS LOCALIDADES SEGUNDO O TIPO DE VIA EM 2009 [ADAPTADO DE: ANSR, 2010]

Como se pode ver através da figura 8, os arruamentos foram o tipo de via onde mais pessoas perderam a vida no ano de 2009 em meio urbano com 58% dos casos. As estradas nacionais registaram cerca de 33% dos casos, contra os 8% dos casos ocorridos em estradas municipais e 1% em IP e IC. Se cruzarmos estes dados com os da figura 9, pode concluir-se que o Índice de Gravidade (IG) maior dos acidentes em meio urbano localiza-se nas estradas municipais, visto terem 4% dos acidentes com vítimas e 8% das vítimas mortais. As estradas nacionais verificam igualmente um índice de gravidade elevado com 18% dos acidentes e 33% das vítimas mortais. Nesta amostra os arruamentos têm os acidentes com um IG menor.

TABELA 5 - CAUSAS DOS ACIDENTES EM MEIO URBANO EM PORTUGAL [ANSR, 2008]

Natureza do acidente Causas	Total	Atropelamento com fuga	Atropelamento de animais	Atropelamento de peões	Colisão choque em cadeia	Colisão com fuga	Colisão com outras situações	Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	Colisão frontal	Colisão lateral com outro veículo em movimento
TOTAL	53 803	34	67	5 028	1 882	693	2 311	2 387	7 790	14 375
Abertura de porta	59	0	0	3	0	3	14	21	1	12
Ausência de luzes quando obrigatórias	33	0	0	0	1	1	0	1	7	12
Circulação afastada da berma ou passeio	219	1	0	9	0	9	2	1	104	73
Desrespeito da sinalização semafórica	282	2	0	33	0	6	37	7	49	137
Desrespeito da sinalização vertical	2 654	1	0	265	7	24	152	65	458	1 597
Desrespeito das distâncias de segurança	1 447	2	1	61	191	19	53	117	49	161
Desrespeito das marcas rodoviárias	451	0	0	138	4	5	11	11	103	140
Encandeamento	464	0	0	146	3	2	13	42	52	56
Falha mecânica do veículo	170	0	0	9	7	0	11	16	5	21
Manobra irregular	2 363	1	0	183	10	43	90	74	562	1 074
Não sinalização da manobra	161	0	0	6	4	3	5	8	18	76
Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem	848	0	26	185	35	2	31	130	58	89
Queda de carga ou objecto	44	0	0	1	0	0	5	11	0	2
Rebentamento de pneumático	199	0	0	4	1	0	2	4	7	13
Velocidade excessiva para as condições existentes	6 908	2	3	381	228	36	137	286	655	680
Não definido e não identificadas	37 501	25	37	3 604	1 391	540	1 748	1 593	5 662	10 232

Natureza do acidente Causas	Colisão traseira com outro veículo em movimento	Despiste com capotamento	Despiste com colisão com veículo imobil. ou obstáculo	Despiste com dispositivo de retenção	Despiste com fuga	Despiste com transposição do dispositivo de retenção lateral	Despiste sem dispositivo de retenção	Despiste simples
TOTAL	7 840	2 623	1 820	518	100	332	656	5 347
Abertura de porta	0	0	1	1	1	1	0	1
Ausência de luzes quando obrigatórias	9	1	1	0	0	0	0	0
Circulação afastada da berma ou passeio	3	2	6	0	0	0	2	7
Desrespeito da sinalização semafórica	9	0	1	0	0	0	1	0
Desrespeito da sinalização vertical	61	4	2	3	0	0	2	13
Desrespeito das distâncias de segurança	749	5	12	1	0	0	5	21
Desrespeito das marcas rodoviárias	22	5	2	0	0	1	2	7
Encandeamento	61	20	15	2	0	3	8	41
Falha mecânica do veículo	16	14	13	5	1	3	4	45
Manobra irregular	158	28	37	8	6	5	4	80
Não sinalização da manobra	35	0	0	0	0	0	0	6
Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem	55	40	43	11	1	8	15	119
Queda de carga ou objecto	7	5	2	1	0	1	3	6
Rebentamento de pneumático	4	45	16	14	1	6	5	77
Velocidade excessiva para as condições existentes	1 113	864	476	207	31	102	178	1 529
Não definido e não identificadas	5 538	1 590	1 193	265	59	202	427	3 395

Analisando os dados da tabela 5, verifica-se que, no universo de acidentes com principais causas identificadas, a velocidade é apontada, na maioria dos acidentes como causadora

destes, no ano de 2008, principalmente em despistes onde a percentagem de acidentes que tiveram como causa a velocidade excessiva chegaram, em alguns tipos de acidente a ultrapassar os 90% no universo de ocorrências.

1.3. ESTATÍSTICAS RELATIVAS A PEÕES

Os peões são a parte mais frágil do sistema rodoviário, pelo que representam uma grande fatia das vítimas dentro das localidades. De seguida mostram-se estatísticas referentes à sinistralidade rodoviária associada aos peões, que nos permitem abordar o tratamento desta parcela de vítimas na sinistralidade rodoviária.

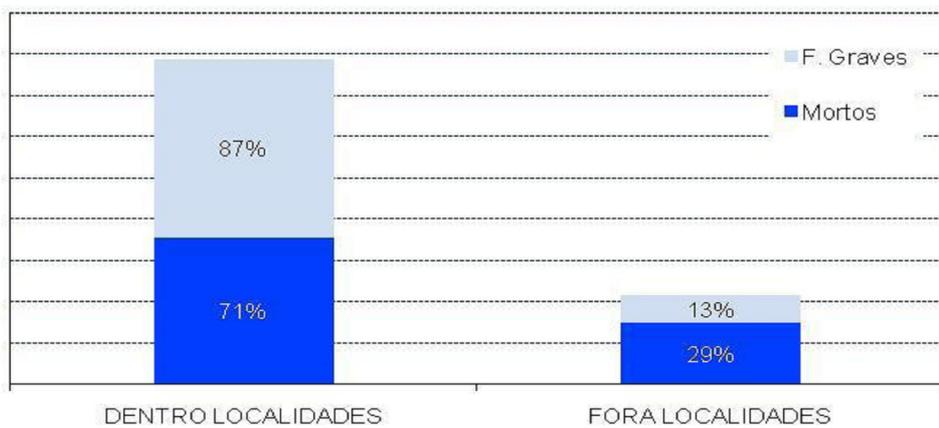


Figura 10. LOCALIZAÇÃO DOS PEÕES MORTOS E FERIDOS GRAVES EM 2009 [ANSR, 2010]

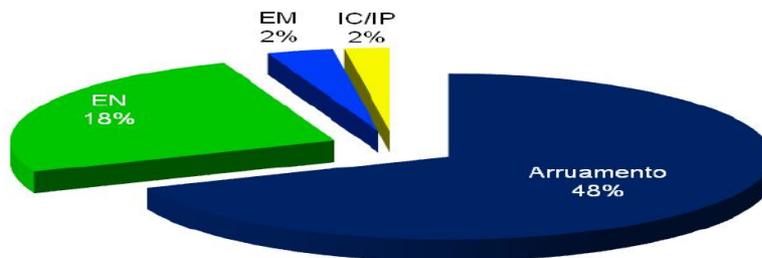


Figura 11. LOCALIZAÇÃO DOS PEÕES MORTOS SEGUNDO O TIPO DE VIA DENTRO DAS LOCALIDADES EM 2009 [ANSR, 2010]

Da figura 10 destaca-se que mais de 70% das mortes e 89% dos feridos graves entre os peões ocorreram dentro das localidades em 2009. Segundo a figura 11, relativa ao ano de 2009, a maioria destas mortes verificou-se em arruamentos (48%), o que representa cerca de 70% dos casos ocorridos dentro das localidades, sendo que 18% ocorre em estradas nacionais, 2% em estradas municipais e 2% em itinerários principais (IP) ou itinerários complementares (IC).

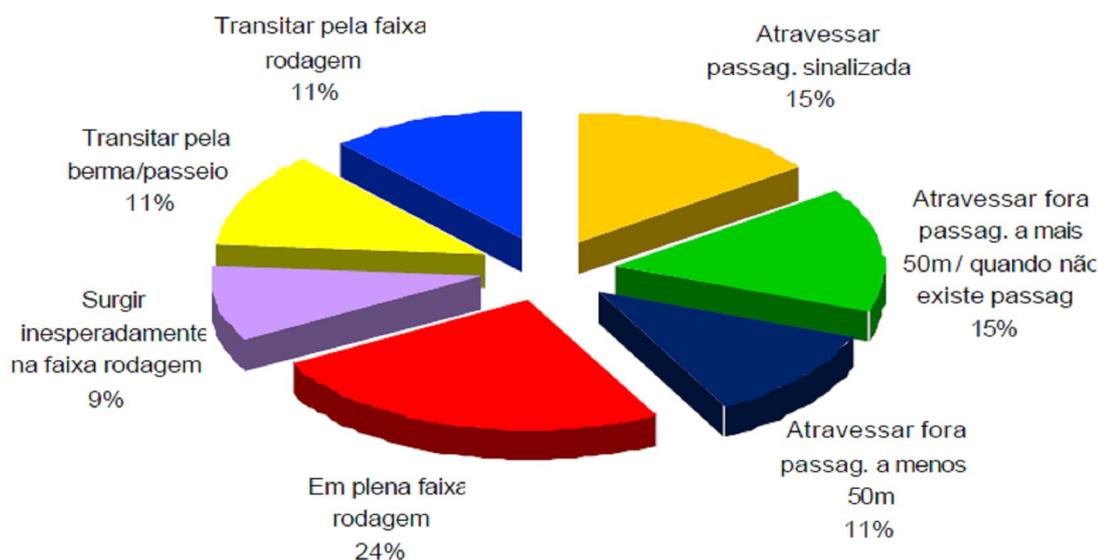


Figura 12. PEÕES MORTOS SEGUNDO AS ACÇÕES PRATICADAS DENTRO DAS LOCALIDADES EM 2009 [ANSR, 2010]

TABELA 6 - PEÕES VÍTIMAS SEGUNDO AS ACÇÕES PRATICADAS DENTRO DAS LOCALIDADES EM 2009 [ANSR, 2010]

	Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos leves		Total de vítimas	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Dentro das localidades⁽¹⁾	90	92	535	434	5328	5312	5511	5838
A sair ou entrar num veículo	2	1	10	9	93	108	105	118
Atravessamento em passagem sinalizada	12	10	142	104	1798	1997	1952	2111
Atrav. passag. sinalizada c/ desrespeito sinal. semafórica	1	0	12	10	73	94	86	104
Atrav. fora passagem peões a mais de 50m de passag. ou qd não exista passag	6	12	45	48	370	475	421	535
Atrav. fora passagem peões a menos de 50m de passagem	7	8	51	68	582	576	640	652
Em ilhéu ou refúgio na via	1	1	5	2	43	34	49	37
Em plena faixa de rodagem	30	28	82	70	676	654	788	752
Em trabalhos na via	1	0	5	4	38	43	44	47
Surgindo inesperadamente faixa rodagem	10	9	68	38	572	485	650	532
Transitando pela berma ou passeio	12	15	35	39	422	385	469	439
Transitando pela direita faixa de rodagem	5	6	11	17	182	159	198	182
Transitando pela esquerda faixa rodagem	1	1	10	8	80	80	91	89

A figura 12 e a tabela 6 dão-nos as condições nas quais ocorreram acidentes com vítimas dentro das localidades. Da análise da figura 12 e da tabela 6 verifica-se que a situação que mais ocorre em casos de morte de peões (com 24% dos casos) se prende com peões que se

apresentam em plena faixa de rodagem. No que diz respeito ao atravessamento em passagem sinalizada e ao atravessamento fora da passadeira, quando esta não existe a menos de 50 metros, ambas se cifram em 15%. Os casos de pessoas que perecem ao atravessar fora da passadeira, tendo passadeira a menos de 50 metros é de 11%, bem como os casos de peões a transitar pela faixa de rodagem; 11% é também a percentagem de peões mortos a transitar pela berma ou passeio e 9% dos casos prendem-se com peões que surgem inesperadamente na faixa de rodagem. Da análise dos números da tabela 6 pode concluir-se que existem casos que não devem ser levados em conta para fins estatísticos, visto que as amostras são pouco significativas devido aos baixos números de sinistralidade, sob pena de se retirarem conclusões erradas, com variações na casa dos 100 por cento num ano, provocadas por ocorrências isoladas e portanto não são alvo de conclusão na presente tese.

1.4. ESTATÍSTICAS RELATIVAS A VEÍCULOS

Embora pereçam nas estradas uma grande quantidade de peões, os utentes de veículos continuam a ter a maior porção de vítimas mortais e feridos na globalidade dos dados relativos a sinistralidade rodoviária, pelo que serão alvo de estudo ao longo deste subcapítulo.

TABELA 7 - NUMERO DE UTENTES DE LIGEIOS MORTOS DENTRO DAS LOCALIDADES (ENSR, 2009)

	Utentes de Ligeiros Mortos Dentro das Localidades	
	Condutores	Passageiros
1999	137	88
2000	111	74
2001	139	59
2002	112	74
2003	111	63
2004	104	65
2005	101	55
2006	89	57

Na tabela 7 denota-se uma tendência para a diminuição de condutores e de passageiros mortos dentro das localidades, sendo o peso médio dos passageiros mortos cerca de 35% do número total de utentes de veículos mortos dentro das localidades.

TABELA 8 - NÚMERO DE MORTOS DENTRO DAS LOCALIDADES CONSOANTE A SUA CATEGORIA [ENSR, 2009]

	Número de Mortos Dentro das Localidades			
	Utentes de Ligeiros	Utentes de 2 Rodas	Condutores de Pesados	Peões
1999	225	269	6	226
2000	185	191	3	219
2001	198	198	2	195
2002	186	179	3	197
2003	174	180	6	163
2004	169	148	3	134
2005	156	155	3	113
2006	146	114	6	88

Da tabela 8 é possível inferir também uma tendência de descida no número de vítimas mortais em todas as categorias em estudo, tendo os utentes de veículos de duas rodas, em alguns anos da amostra, maior número de vítimas que os utentes de ligeiros. Relativamente aos condutores de pesados nada se pode concluir, visto que uma simples ocorrência grave pode criar oscilações na interpretação de resultados, visto que a amostra não é suficientemente expressiva.

TABELA 9 - NÚMERO DE CONDUTORES DE LIGEIOS MORTOS DENTRO DAS LOCALIDADES POR GRUPOS ETÁRIOS [ENSR, 2009]

	Condutores de Ligeiros Mortos Dentro das Localidades por Grupos Etários				
	18-24	25-29	30-34	35-59	>= 60
1999	31	19	13	49	21
2000	32	12	7	46	12
2001	35	21	13	44	21
2002	34	15	12	36	14
2003	25	25	15	33	13
2004	17	16	13	41	14
2005	27	8	13	31	21
2006	11	16	14	25	23

Na tabela 9 verifica-se que a redução mais significativa na sinistralidade cifra-se na faixa etária entre os 35-59, visto ser esta que apresenta a descida mais constante e mais significativa, ao longo do tempo, caindo em média pouco menos de 50% nos sete anos analisados. Já a faixa etária 18-24, apresenta uma grande variação no último ano, o que se interpreta como pouco significativa, face a uma tendência de manutenção dos números nos restantes anos analisados durante o período de estudo.

TABELA 10. ACIDENTES E VÍTIMAS SEGUNDO A NATUREZA DO ACIDENTE [ANSR, 2010]

	Acidentes c/ vítimas		Vítimas mortais		Feridos graves		Feridos leves		Total de vítimas		Índice de gravidade	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Atropelamento	5412	5705	127	126	513	487	5179	5530	5819	6143	2,3	2,2
Atrop. com fuga	426	415	13	8	26	29	400	397	439	434	3,1	1,9
Atrop. de animais	61	74	1	0	2	2	67	81	70	83	1,6	0,0
Atrop. de peões	4925	5216	113	118	485	456	4712	5052	5310	5626	2,3	2,3
Colisão	17380	18148	317	330	1204	1226	23284	24587	24805	26143	1,8	1,8
Choque em cadeia	540	624	2	1	20	12	804	943	826	956	0,4	0,2
Colisão com fuga	351	434	4	4	15	31	402	488	421	523	1,1	0,9
Outras situações	1089	1671	22	26	69	83	1378	2180	1469	2289	2,0	1,6
Col. c/ veic./obst. na faixa rodagem	1133	1186	20	16	90	72	1435	1521	1545	1609	1,8	1,3
Colisão frontal	3744	3560	123	141	493	474	5578	5419	6194	6034	3,3	4,0
Colisão lateral	6941	6993	98	99	379	420	8988	9137	9465	9656	1,4	1,4
Colisão traseira	3582	3680	48	43	138	134	4699	4899	4885	5076	1,3	1,2
Despiste	10821	11631	332	281	889	911	12864	13673	14085	14865	3,1	2,4
C/ capotamento	2595	2889	120	104	250	259	3263	3599	3633	3962	4,6	3,6
C/ colisão c/ veic. imobil. / obstáculo	1462	1612	47	41	174	144	1751	1877	1972	2062	3,2	2,5
C/ transposição separador central	1141	1895	40	39	92	119	1302	2178	1434	2336	3,5	2,1
C/ fuga	81	76	0	0	8	5	101	88	109	93	0,0	0,0
C/ transp. disp. de retenção lateral	324	358	20	6	34	51	403	453	457	510	6,2	1,7
Simplex	5218	4801	105	91	331	333	6044	5478	6480	5902	2,0	1,9
Total	33613	35484	776	737	2606	2624	41327	43790	44709	47151	2,3	2,1

Na tabela 10 pode constatar-se que o tipo de acidente gerador de maior número de vítimas mortais nos anos analisados é a colisão sendo que o seu IG é o menor dentro dos três tipos analisados com 1,8. O IG dos despistes cifra-se nos 2,7, enquanto os atropelamentos é de 2,3. Como se vê na tabela, o subtipo com maior número de mortos foi a colisão frontal, apresentando um IG de 3,7. O segundo subtipo mais mortal foi o despiste com capotamento, apresentando-se como o subtipo com maior IG, 4,1 na média dos dois anos. Os maiores geradores de feridos graves foram as colisões frontais e os atropelamentos de peões. De referir ainda que o maior causador de acidentes com vítimas foram as colisões laterais.

1.5. CONCLUSÃO

O presente trabalho foca-se essencialmente na melhoria da infra-estrutura rodoviária que é responsável ou co-responsável por 34% dos acidentes na via pública, segundo o LNEC.

Com base nas estatísticas analisadas neste capítulo pode concluir-se que a tendência de descida da grande maioria dos números relativos à sinistralidade rodoviária em Portugal é evidente, observando-se uma taxa de diminuição de 5,5% anuais nos feridos graves e de 4% no número de mortos, sendo que se verificou ainda uma diminuição no IG dos acidentes, tendo sido mais acentuadas as descidas nos parâmetros relativos a acidentes ocorridos fora das localidades. No que diz respeito ao PNSR denota-se que todos os objectivos pretendidos para 2010 foram alcançados logo em 2006, à excepção do número de mortos dentro das localidades, que ainda não cumpriu o objectivo proposto, o que é acentuado nas figuras 5 e 6, com a comparação com os países de referência, onde se conclui que Portugal atingiu valores comparáveis aos países de referência nos dados relativos ao espaço inter-urbano, sendo que em meio urbano ainda se verificam dados de sinistralidade mais elevados do que nos países comparados. De referir ainda que 40% das vítimas mortais nas estradas ocorrem em acidentes dentro das localidades, bem como 60% dos feridos graves e 65% dos acidentes com vítimas.

Neste capítulo pode ver-se ainda que 15% das vítimas mortais entre os peões são atropeladas nas passeadeiras, sendo que 11% são atropeladas nas bermas e passeios. Nestas situações, é possível reduzir significativamente o número de vítimas através da criação de condições para a prática de velocidades mais baixas, visto que, são zonas onde o peão tem prioridade. O factor da velocidade está ainda presente nas restantes situações, visto que mesmo que o peão se encontre a transgredir a lei, o automóvel poderia parar antes de embater ou minimizar as consequências do embate caso as velocidades praticadas fossem mais baixas. O factor velocidade está ainda patente na tabela 5, onde se verifica que este é a principal causa na maioria dos acidentes verificados, estando associado ainda às principais causas em muitos dos restantes.

Há ainda a referir, relativamente a figura 12 a excessiva percentagem de mortes de peões que circulam na faixa de rodagem, cerca de 11%, o que denota a falta de passeios em algumas zonas dentro das localidades, bem como falta de atenção por parte dos peões na circulação.

Um aspecto importante a reter da estatística analisada é o facto de, no que diz respeito a vítimas mortais em veículos, os veículos de duas rodas terem registado em alguns anos maior número de mortes que os veículos ligeiros, estando registados no ano de 2009, segundo o ISP, apenas 3,12%, de motociclos na totalidade de veículos registados, ao passo que estão registados cerca de 70% de veículos ligeiros no mesmo ano.

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

No que diz respeito às estatísticas relativas a veículos, denota-se uma grande diferença entre grupos etários, o que reforça que o contexto social é também preponderante analisar para combater a sinistralidade rodoviária.

Capítulo 2 - SISTEMA PEDONAL

2.1. INTRODUÇÃO

Sendo o sistema pedonal, um meio utilizado para finalizar ou começar a maioria das viagens, apresenta pois uma grande importância nos nossos dias ainda mais quando a locomoção a pé é o meio por excelência de deslocação do ser Humano e aquele que menos custos ecológicos apresenta.

Actualmente, as novas concepções de planeamento e desenho urbano apontam este factor como um dos contribuintes da sustentabilidade das propostas, onde a deslocação casa - trabalho, casa - lazer, deve, sempre que possível ser feita a pé.

Assim, uma melhoria neste sistema motivaria a um uso menor de veículos motorizados o que contribuiria para uma melhoria nos parâmetros ambientais, quer aos níveis de qualidade do ar, quer ao nível sonoro, melhorando ainda o escoamento do tráfego para quem usa veículos motorizados, por necessidade real. Por fim, um aumento no uso do sistema pedonal promove uma melhoria significativa na qualidade de vida dos utilizadores deste meio, visto que o exercício de andar é, segundo estudos científicos, um exercício que melhora o sistema cardiovascular.

Para melhorar este sistema e assim motivar o seu uso, afigura-se, antes de mais, melhorar a segurança, visto que continua a haver muitos acidentes envolvendo peões, como mencionado no capítulo anterior. De seguida, é importante estudar os percursos pedonais em relação ao conforto para o utilizador, quer do ponto vista funcional, quer do ponto de vista urbanístico e paisagístico e psicológico

Assim sendo cabe referir que o sistema pedonal pode dividir-se em três áreas:

a) Zona do Peão



Figura 13. ZONA PEDONAL [2010]

São zonas estritamente ocupadas por peões como é exemplo o passeio da figura 13.

Como irá ser estudado neste capítulo, o principal problema desta zona é assegurar níveis de serviço para a circulação aceitáveis, bem como respeitar as larguras mínimas previstas na lei.

b) Atravessamentos



Figura 14. PASSADEIRA [2010]

Os atravessamentos são locais onde existe um cruzamento de uma zona de peões com uma zona própria para outro tipo de meios de locomoção. Um exemplo de atravessamento é a passadeira da figura 14, que faz o atravessamento de uma zona de peões através de uma

estrada destinada ao trânsito automóvel. As passadeiras são zonas problemáticas, visto que nestes pontos existe um contacto físico entre peões e as vias de tráfego o que leva a muitos acidentes, alguns deles envolvendo vítimas mortais.

c) Interfaces modais



Figura 15. AEROPORTO FRANCISCO SA CARNEIRO [1, 2010)]

São zonas onde se faz a passagem de um meio para outro, como são exemplo as estações de caminhos-de-ferro ou até mesmo um aeroporto como o presente na figura 15. Estas zonas são propícias a actividades sociais, sendo que podem provocar problemas de insegurança.

2.2. TIPOLOGIA DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS

Os motivos que promovem deslocações pedonais podem ser muitos e variados, de seguida serão apresentados os mais comuns: compras; Exercício físico; Mudanças modais; Passeios; Eventos; Emprego;

Em zonas urbanas existem aspectos que justificam uma maior geração de viagens pedonais, podendo ser divididos em três partes segundo Gil B. (2009: p. 33): factores atractivos, incentivadores e facilitadores. Do ponto de vista de factores atractivos podemos destacar a localização de equipamentos ou transportes públicos, zonas comerciais ou actividades de lazer. Relativamente aos elementos incentivadores destacam-se os aspectos que por qualidades de paisagem, actividade e outros elementos de interesse enriquecem o percurso. Estas qualidades nos espaços exteriores tornam-se muito importantes no que respeita ao conforto, sendo sobretudo, estes elementos que tornam os espaços urbanos agradáveis e com as vivências sociáveis. Finalmente, quanto aos factores facilitadores são os que asseguram a continuidade da rede de mobilidade incluindo as ligações entre modos de deslocação. É

através destes elementos que se consegue assegurar uma melhor acessibilidade, contornando algumas barreiras à mobilidade.

2.3. MOBILIDADE PEDONAL

2.3.1. INDICADORES DE MOBILIDADE PEDONAL

“Os principais indicadores de qualidade das actividades e percursos pedonais no espaço urbano podem ser designados nas seguintes categorias (idem, p. 21):

a) Confortável e seguro para todos os pedestres que o utilizam, desde crianças, idosos, deficientes;

b) Uso inclusivo para acomodar todos os tipos de funções (desde um simples encontro até à realização de actividades) e todas as pessoas (no que respeita a idades, raças);

c) Boa Imagem. Visualmente simples e organizado. Por exemplo, simplicidade e clareza da pavimentação, mobiliário urbano, iluminação, elementos artísticos ou paisagísticos, aparência cuidada, desenho, detalhe.”

O presente capítulo visa incidir, dentro dos indicadores apontados, naqueles onde o engenheiro de tráfego possa intervir, através do dimensionamento e desenho dos componentes envolvidos, e que possam constar das propostas de desenho urbano incluídas nos vários instrumentos de planeamento. Assim sendo, no que diz respeito ao parâmetro do conforto e segurança, serão abordados, sobretudo, temas como o correcto dimensionamento dos componentes do sistema pedonal, de forma a tornar o sistema mais seguro para o peão. Relativamente ao uso inclusivo, ao longo deste capítulo ir-se-á usar o conceito de Design Universal presente no The Center for Universal Design. No que diz respeito ao indicador “Boa imagem”, ao longo desta tese serão focados os aspectos da iluminação, pavimentação e a colocação de mobiliário urbano.

2.3.2. QUALIDADES FÍSICAS DO ESPAÇO PÚBLICO

Para que o espaço público seja notável numa cidade, são necessárias algumas qualidades físicas, que só resultam se forem pensadas no seu conjunto; As qualidades físicas que avaliam o espaço público, (idem) são:



Figura 16. CORREDOR PEDONAL [2009]

a) Condições climáticas - A questão da protecção contra o mau tempo é um ponto importante que se deve focar quando se trata da criação da agradabilidade de espaços públicos. No caso do sul da Europa, os principais problemas criados ao projectista são, sobretudo, o clima quente no Verão, o que exige sombras para o peão se abrigar da luz solar e a chuva durante boa parte do ano. Uma solução possível é a utilização das varandas ou, como se verifica no exemplo da figura 16, recuar os pisos térreos criando corredores pedonais abrigados da chuva e criando sombra para os meses quentes. Outro elemento ao dispor do projectista para criar sombras é recorrer a árvores nos passeios para criar sombras nos meses mais quentes. Resta ressaltar que os problemas verificados no norte da Europa ou noutra local do mundo requerem a avaliação por parte do projectista dos principais problemas verificados devido às condições climáticas e dimensionar de acordo com essas mesmas necessidades locais.

b) Iluminação nocturna é essencial na vida nocturna das cidades actuais. Como vai ser estudado no capítulo 3, esta tem especial importância no que diz respeito à segurança dos veículos e dos peões; para além da segurança rodoviária, a iluminação é responsável pela manutenção da ordem pública, incentivando o recreio ao ar livre, facilitando assim a mobilidade no período nocturno.



Figura 17. INEXISTÊNCIA DE SEPARAÇÃO ENTRE VEÍCULOS E PEÕES [TRAMO, 2008]

c) Condições de Protecção e Segurança – Relativamente à segurança, é essencial antes de mais que o peão se sinta seguro, a fim de estarem criadas condições para este utilizar o sistema; neste sentido a gestão do sistema pedonal deve ter em conta que o peão vê a sua mobilidade reduzida pela diminuição da segurança, utilizando o sistema para casos estritamente necessários. Ao longo deste capítulo irão ser apontadas regras de boa prática para melhorar o sistema pedonal e torná-lo mais seguro, que podem ser aplicadas em desenho urbano. No que diz respeito à protecção, o projectista pode recorrer à separação física, sendo possível separar a rede viária do sistema pedonal; não sendo possível esta situação o peão pode ser separado do automóvel recorrendo a lancis e passeios. Para acentuar esta separação, utilizam-se, por vezes, estacionamentos entre o passeio e a via e a faixa de rodagem, sendo que em alguns casos, estes possam ser um entravo à mobilidade, ao se apresentarem como fronteiras ao atravessamento de um lado para o outro da rua. Outra técnica utilizada especialmente na Dinamarca e na Holanda prende-se com inexistência da separação física entre os veículos e os peões, compatibilizando o peão com o automóvel fazendo com que este circule à velocidade do peão, como o exemplo da figura 17.

d) Condições de socialização - *“A qualidade dos espaços de encontro permite a interacção entre gerações, classes sociais e diferentes comunidades”* Gil B., (2009: 23 e 24). As condições de socialização prendem-se sobretudo, do ponto de vista do projectista com o design universal assegurando acessibilidade a todo o tipo de peões, onde a circulação deve ser feita em espaços que permitam a paragem, a conversa, o estar, se não em toda a sua extensão, pelo menos em parte dela.

2.3.3. OBSTÁCULOS AO PEÃO

No que diz respeito aos obstáculos encontrados pelo peão no sistema, podemos dividi-los em duas categorias: objectos físicos e objectos psicológicos.

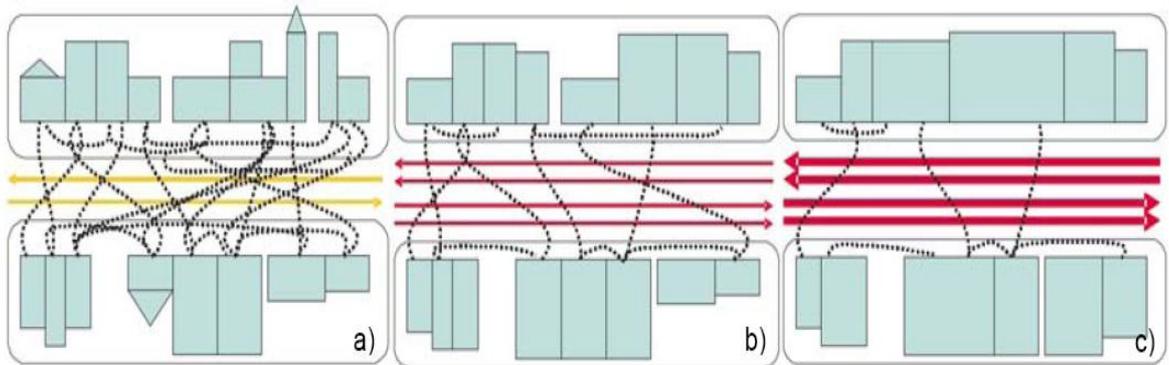


Figura 18. RELAÇÃO ENTRE TRÁFEGO AUTOMÓVEL E VIAGENS CRIADAS [TRAMO (2008)]

Os obstáculos físicos (serão apenas referidos os urbanísticos por estarem, directamente, ligados com o espaço público) são mais limitadores como as escadas, o mobiliário urbano, o declive do terreno, entre outros; sendo que segundo (Gil B., 2009) os obstáculos estão muito ligados à excessiva presença do automóvel nos meios urbanos, apontando como principais obstáculos físicos os seguintes: Poluição sonora, visual e atmosférica proveniente dos automóveis, estacionamento abusivo sobre os passeios, bem como a velocidade automóvel. Relativamente à influência do automóvel no sistema pode verificar-se na figura 18 uma redução do tráfego pedonal de atravessamento da via, coincidente com o aumento do tráfego automóvel, o que ilustra a influência do automóvel na mobilidade pedonal.

Os obstáculos psicológicos (sendo considerados os sensoriais) são obstáculos que podem abranger todo o tipo de pessoas, como por exemplo, a má visibilidade do espaço público exterior, o tipo de pessoas que frequenta um determinado local, o uso dos edifícios que delimitam o espaço urbano, embora, segundo (Gil B., 2009) os principais obstáculos psicológicos no sistema pedonal sejam as distâncias a vencer pelo utente, bem como as etapas para vencer essa distância propondo-se uma correcta alternância de ruas, praças, etc.

2.4. CARACTERIZAÇÃO DO MODO PEDONAL

2.4.1. GRUPOS ESPECIAIS DE PEÕES

Os peões não são um grupo de características homogêneas. O modo como se deslocam é influenciado por factores intrínsecos, como a idade, deficiências físicas, sexo, tipologia da estrutura onde se desloca, passeio, atravessamento da rede viária, zona pedonal e da densidade populacional, circulação livre ou congestionada.

Pode-se assim, dividir os peões em três grupos especiais: as crianças, os idosos e os peões com mobilidade reduzida. Estes grupos distinguem-se dos restantes peões por não apresentarem as mesmas características dos peões ditos “normais”, apresentando limitações acrescidas em termos de integração no ambiente rodoviário.

Pode-se assim caracterizar cada um destes grupos com as seguintes características:

Crianças - comportamento imprevisível, não têm a capacidade de determinar a velocidade e a distância de um veículo, não têm capacidade para lidar com a complexidade do tráfego, devido à sua reduzida estatura podem facilmente ficar escondidos atrás de mobiliário urbano, ou carros estacionados, dificultando a sua detecção por parte dos condutores;

Idosos – mais lentos, piores reflexos, maiores tempos de decisão e reacção, problemas de visão e audição, dificuldade de compreender o ambiente rodoviário;

Peões de mobilidade reduzida – velocidade de marcha inferior, falta ou ausência de visão e audição.

2.4.2. ESPAÇO VITAL PARA O PEÃO

A concepção da infra-estrutura pedonal obriga ao conhecimento das características físicas, de mobilidade e de comportamento do peão enquanto ser humano.

Qualquer peão, parado ou em movimento, ocupa um espaço em cada instante.

Por exemplo, trajectos com 75 cm de largura, por peão, são considerados necessários para que dois peões se possam cruzar sem interferência mútua. Já duas pessoas que se conheçam e que se desloquem lado a lado, e onde seja aceitável algum contacto físico ocasional, poderão ocupar apenas 60 cm (HCM, 2000: 11.6).

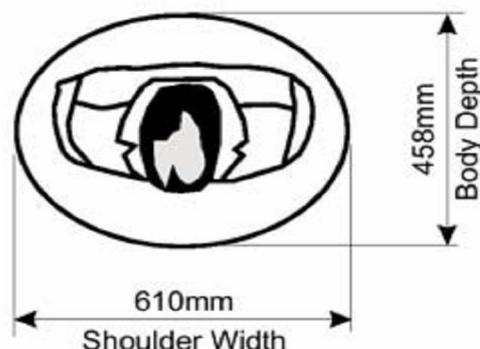


Figura 19. ESPAÇO MÉDIO OCUPADO POR UMA PESSOA [AUSTROADS (1995)]

O corpo de um adulto, visto em planta, ocupa uma área de $0,14 \text{ m}^2$. No entanto para efeito do cálculo de capacidade, tendo em conta o facto que alguns peões poderem transportar

artigos pessoais, e eliminando o contacto físico, considera-se que o espaço ocupado por um peão é representado por uma elipse de 0,50 m x 0,60 m, cuja área total é 0,30 m². Estas medidas, variam conforme a bibliografia consultada. Podem também considerar-se os valores de 0,610 m x 0,458 m no mesmo cálculo, correspondendo a uma área de 0,21m², como mostra a figura 19.

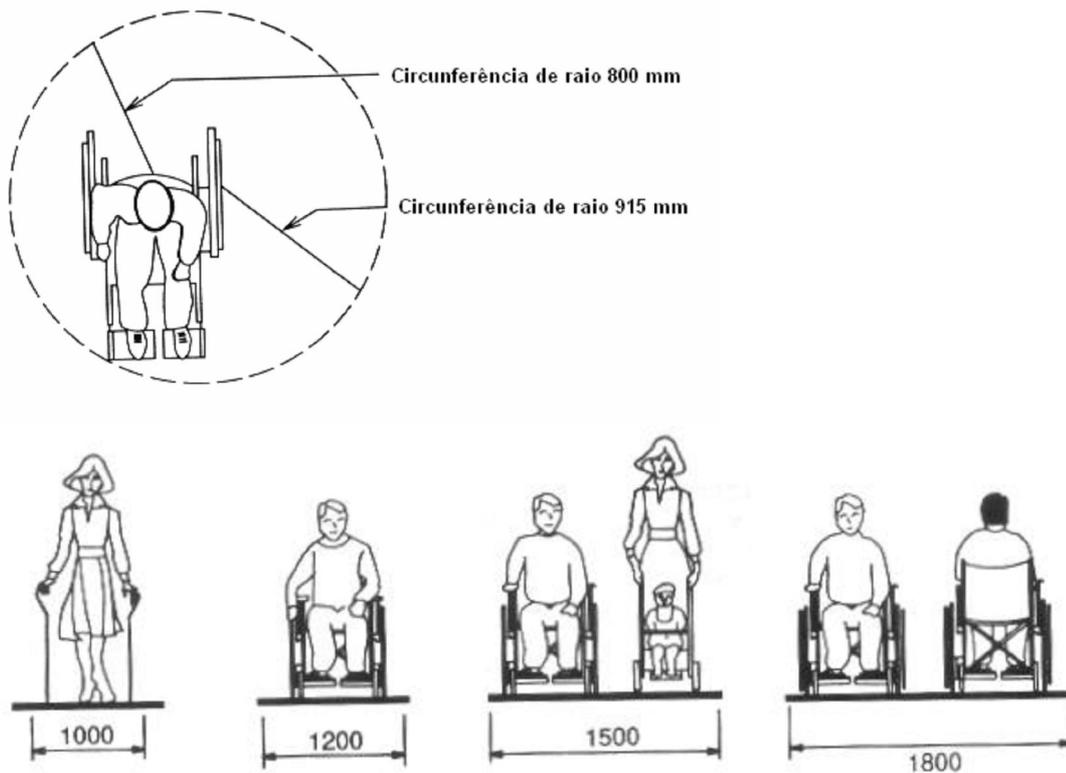


Figura 20. LARGURAS MÍNIMAS NECESSÁRIAS PARA A CIRCULAÇÃO DE PESSOAS DE MOBILIDADE REDUZIDA [AUSTROADS (1995)]

Para os peões que se deslocam em cadeira de rodas é necessário prever um espaço suficiente para que estes consigam manobrar a mesma, em caso de mudança de direcção e inversão do sentido de marcha, bem como no cruzamento entre duas pessoas com mobilidade reduzida, com se vê na figura 20.

O espaço mínimo necessário é dado por uma circunferência de raio 800mm quando rodam as duas rodas em sentidos opostos, e uma circunferência de raio 915mm quando roda em torno de apenas uma das rodas, como indica a figura 20.

2.4.3. VELOCIDADE PEDONAL

A velocidade de circulação dos peões depende de vários factores, entre eles a idade, o sexo, o motivo da viagem, a presença de outros peões, as condições atmosféricas e a tipologia e estado de conservação da infra-estrutura utilizada.

Assim, pode-se considerar, para a circulação livre de uma população, uma velocidade mínima de 0,79 m/s e uma velocidade máxima de 2,39 m/s, sendo o valor de 1,2 m/s utilizado com valor para a velocidade média. [Austroads, 1995].

Poder-se-à então utilizar o intervalo de referência, para circulação livre de uma população de características normais os seguintes valores:

$V_{15} = 1,00 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ [Austroads, 1995];

$V_{med} = 1,25 \text{ m/s} = 4,5 \text{ km/h}$ [idem];

$V_{85} = 1,50 \text{ m/s} = 5,4 \text{ km/h}$ [idem].

O valor da velocidade média é diminuído para 1m/s se na circulação existir uma percentagem de idosos maior do que 20%.

No caso de existência de uma rampa com inclinação maior de 10%, a velocidade média é também afectada numa diminuição de 0,1 m/s.

Para um conjunto de população idosa, os valores de velocidade são os seguintes:

Viagem normal - 1,3 m/s [idem]

Viagem apressada - 1,41 m/s [idem]

Viagem rápida para apanhar autocarro - 1,71 m/s [idem]

2.4.4. GRANDEZAS BASE E SUAS RELAÇÕES

Um movimento pedonal é caracterizado pelas seguintes características:

Velocidade de circulação - V [m/min];

Fluxo pedonal - P [peões/m/min];

Densidade pedonal - D [peões/m²];

Área ocupada por peão - S [m²/peão].

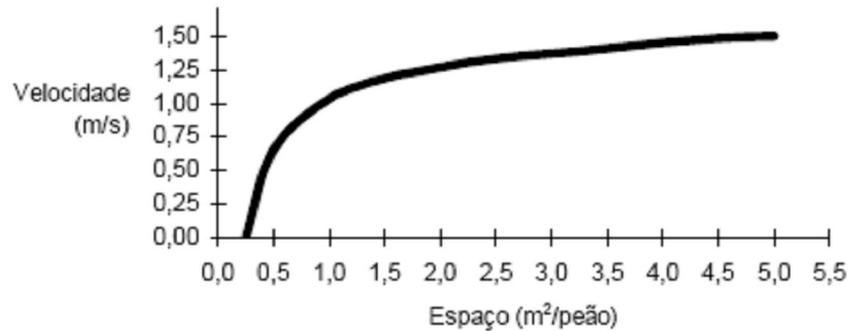


Figura 21. RELAÇÃO ENTRE FLUXO E ESPAÇO POR PEÃO [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

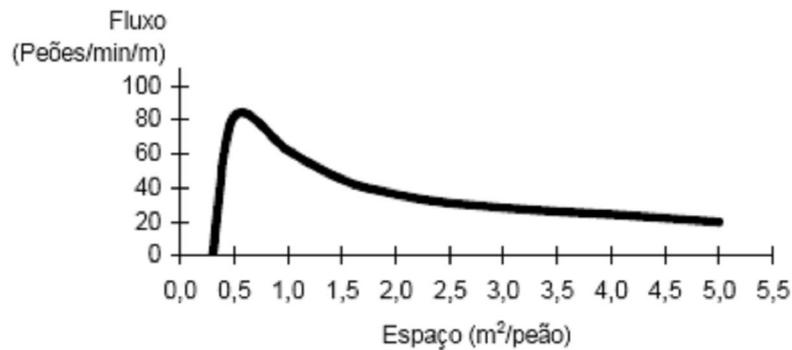


Figura 22. RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE E ESPAÇO POR PEÃO [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

Tal como no movimento de veículos, também é possível relacionar todas estas grandezas através de várias expressões. Entre elas:

$$P = V \times D; S = 1/D; P = V/S$$

Através das expressões acima, chegamos às representações gráficas apresentadas nas figuras 21 e 22.

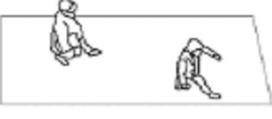
2.4.5. EXTENSÃO DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS

Quando se pretende dimensionar uma rede de percurso pedonal, a extensão do mesmo percurso é uma característica importante a ter em conta.

Assim, existem valores máximos admissíveis, dependendo do objectivo do percurso. Se o peão se deslocar para o emprego, esse comprimento é de 1500 m, e um comprimento de 800 m se o peão se deslocar para o autocarro (CCDRN, 2008: 8.10).

2.4.6. NÍVEIS DE SERVIÇO

A definição dos diferentes níveis de serviço é um procedimento subjectivo, particularmente no que diz respeito aos valores dos débitos que definem as diversas fronteiras, no entanto a sua escolha criteriosa, tendo como base a análise das relações fundamentais referidas, permite criar uma escala de aplicação útil na avaliação da qualidade de funcionamento da infra-estrutura pedonal.

NS			Restrições ao movimento			Aplicabilidade
			(1)	(2)	(3)	
A		$S > 5,6 \text{ m}^2/\text{peão}$ $P \leq 16 \text{ peões}/\text{min}/\text{m}$	LL	LL	LL	Apenas para onde se pretendem elevados níveis de conforto e sem restrições de espaço.
B		$S > 3,7 - 5,6 \text{ m}^2/\text{peão}$ $P > 16 - 23 \text{ peões}/\text{min}/\text{m}$	L	L	L	Nível correspondente a uma situação de conforto e desejável em condições normais.
C		$S > 2,2 - 3,7 \text{ m}^2/\text{peão}$ $P < 23 - 33 \text{ peões}/\text{min}/\text{m}$	L	L	R	Espaços com pontas frequentes mas não muito intensas e onde se pretendem bons níveis de conforto.
D		$S > 1,4 - 2,2 \text{ m}^2/\text{peão}$ $P < 33 - 49 \text{ peões}/\text{min}/\text{m}$	L	R	R	Aceitável em espaços com grande fluxos pedonais e onde existem restrições de espaço.
E		$S > 0,8 - 1,4 \text{ m}^2/\text{peão}$ $P < 49 - 75 \text{ peões}/\text{min}/\text{m}$	R	R/S	S	Recomendável em casos com pontas muito intensas e com possível congestionamento mas de curta duração
F		$S \leq 0,8 \text{ m}^2/\text{peão}$ P: muito variável	S	S	S	Não recomendável para condições de circulação

- (1) – Movimento dominante;
 (2) – Movimento não dominante;
 (3) – Atravessamento;
 LL – Completamente livre;
 L – Relativamente livre, com poucas restrições;
 R – Com algumas restrições e incómodos;
 S – Com severas restrições.

Figura 23. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES PARADOS [HCM, 2000]

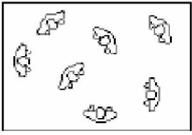
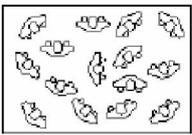
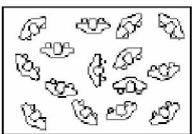
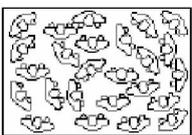
NS		Espaço (m ² /peão)	Dist. entre peões (m)	Contacto entre peões	Circulação no espaço	Nível de conforto
A		> 1,2	> 1,2	Nenhum	Livre	Muito elevado
B		0,9 – 1,2	1,0 – 1,2	Nenhum	Ligeiramente restringida	Elevado
C		0,6 – 0,9	0,9 – 1,0	Nenhum mas sem grandes folgas	Restringida e possível/ com incómodo de terceiros	Limite mínimo razoável. Aplicável por exemplo em paragens BUS
D		0,3 – 0,6	0,6 – 0,9	Com alguma frequência	Muito limitada	Esperas prolongadas desconfortáveis. Exemplo: junto a passad. semaforiz.
E		0,2 - 0,3	< 0,6	Em alguns momentos para todos os peões	Não possível	Só aceitável em curtos períodos. Por exemplo em elevadores.
F		< 0,2	-	Permanente	Não possível	Sempre extremamente desconfortável. Potencial a gerar pânico em multidões.

Figura 24. NIVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES PARADOS [HCM, 2000]

De modo a poder avaliar o nível de serviço de um determinado local, são analisadas várias características.

Para peões em movimento são avaliadas a liberdade de escolha da velocidade de circulação, a facilidade de ultrapassar e o grau de ocorrência de conflitos (função do volume e concentração de tráfego pedonal com outros peões) (ver figura 23).

Para peões parados o parâmetro avaliado é a concentração pedonal existente, depende do espaço disponível para cada peão de acordo com a figura 24.

Nível de serviço A

Espaço médio por peão $> 1,2 \text{ m}^2$ /peão.

É possível estar parado e circular livremente ao longo da zona de espera, sem que tal perturbe os peões que se encontram parados.

Nível de serviço B

Espaço médio por peão $> 0,9 - 1,2 \text{ m}^2$ /peão.

Não existe qualquer contacto entre os peões, no entanto passa a haver uma ligeira restrição na circulação dentro do espaço de modo a evitar perturbar os outros peões.

Nível de serviço C

Espaço médio por peão $> 0,6 - 0,9 \text{ m}^2$ /peão.

Continua a não haver contacto físico entre os peões, no entanto os espaços entre eles são mais reduzidos. A circulação passa a ser mais restrita, podendo mesmo ser necessário incomodar os outros peões para tal ser possível.

Nível de serviço D

Espaço médio por peão $> 0,3 - 0,6 \text{ m}^2$ /peão.

Passa a haver a possibilidade de haver contacto físico. A circulação no espaço está severamente restringida, e só é possível haver um movimento em frente se este se realizar em grupo. Com estas concentrações, esperas muito prolongadas tornam-se desconfortáveis.

Nível de serviço E

Espaço médio por peão $> 0,75 - 1,4 \text{ m}^2$ /peão.

No nível de serviço E, virtualmente, todos os peões têm a sua velocidade de circulação restringida, necessitando por isso de ajustar frequentemente o ritmo da passada. Para valores de débito próximos da capacidade, o movimento só é possível "arrastando os pés". O espaço disponível, é insuficiente para ser possível ultrapassar peões mais lentos. Movimentos de atravessamento ou de mudança de sentido são muito difíceis de efectuar e geram conflitos.

Nível de serviço F

Espaço médio por peão < 0,75 m²/peão.

No nível de serviço F, todas as velocidades de circulação estão severamente restringidas, e o movimento para a frente só é possível “arrastando os pés”. É frequente o contacto físico entre peões. Os movimentos de atravessamento e de mudança de sentido são praticamente impossíveis de realizar. O fluxo é esporádico e instável.

2.5. DIMENSIONAMENTO DE PASSEIOS E ZONAS PEDESTRES

Para realizar o dimensionamento de qualquer espaço pedonal é necessário adequar a área disponível às diferentes utilizações (circulação, espera, visualização de montras, conversas em grupo).

Nas classificações atrás apresentadas, baseadas no conceito de nível de serviço, e que permitem avaliar a qualidade dos vários elementos do sistema pedonal, assume-se que todo o espaço considerado está inteiramente disponível para a utilização pretendida e que possui idêntica qualidade. Contudo, essa não é a realidade, sendo que em alguns espaços reservados a peões, existem obstáculos, como por exemplo mobiliário urbano, vegetação, parquímetros, que diminuem a área utilizável nessa zona. Para além da existência de obstáculos físicos, normalmente os peões tendem a afastar-se das fachadas dos prédios, assim como das bermas dos passeios.

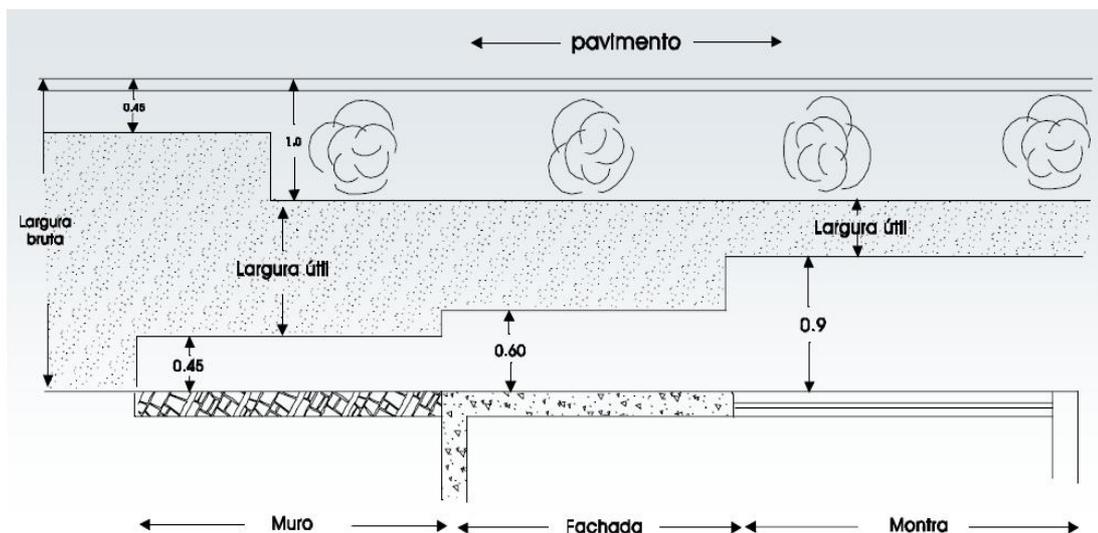


Figura 25. DEFINIÇÃO DE LARGURA ÚTIL DE UM PASSEIO [SILVA A., 2005]

Afigura-se então necessária a introdução do conceito de largura útil. Entende-se como largura útil, o espaço efectivamente disponível para a deslocação e realização de actividades dos

peões. É o valor da largura útil e não o da largura bruta, correspondente à largura total do passeio, que é utilizada para a avaliação dos níveis de serviço em diversos troços da infra-estrutura, como é mostrado na figura 25.

Para incentivar a circulação pedestre, o projectista deve dimensionar as diferentes componentes do sistema pedonal, no sentido de o dotar melhor para o utilizador, garantindo primeiramente, a segurança do peão, porque se o peão sente que o sistema pode causar acidentes, este vai tentar evitá-lo sempre que possível.

TABELA 11 - VALORES MÍNIMOS ACEITÁVEIS PARA PASSEIOS [DEC-LEI 163/2006]

Tipo de passeio	Largura mínima desejável (m)	Largura mínima aceitável (m)
Passeio simples sem mobiliário urbano, árvores ou montras	2,0	1,5
Passeio com fila de árvores ou montras	3,0	2,5
Passeio com árvores e montras	4,0	3,5

Tendo em conta os valores de referência apresentados relativos aos conceitos de espaço vital do peão e de nível de serviço, associado à função de circulação pedonal, é possível definir um conjunto de valores de referência para a largura bruta de passeios aplicáveis em diversas situações típicas como é proposto na tabela 11.

TABELA 12 - LARGURA DE PASSEIOS PERMITIDAS EM SITUAÇÕES ESPECIAIS [DEC-LEI 163/2006]

	Largura Mínima Desejável (m)	Largura Mínima Aceitável (m)
Passeio simples sem obstruções	1,2	1,0
Pequeno troço (< 10m) junto a uma obstrução	-	0,8

TABELA 13 - LARGURA DE PASSEIOS MÍNIMAS PERMITIDAS EM NOVOS ARRUAMENTOS [PORTARIA 1136/2001]

Tipo de ocupação	Passeios	Caldeiras para árvores (opcional)
Habitação a.c. habitação > 80% a.c.	2 × 1,60	2 × 1,00
Habitação (se a.c. habitação < 80%), comércio e serviços.	2 × 2,25	2 × 1,00
Quando exista indústria e armazéns	2 × 1,60	2 × 1,00

Nota: quando se opte pela inclusão no passeio de um espaço permeável para árvores, deve aumentar-se a cada passeio a largura de 1,0 m

Os valores apresentados na tabela 13 não são possíveis de implementar em todas as situações. Por exemplo, em casos de requalificação de espaços urbanos já consolidados, as larguras mínimas são passíveis de serem diminuídas para sobrevalorizar a segurança do peão em algumas zonas particularmente perigosas. Para atender a este facto foram criadas medidas de excepção a implementar em centros históricos e em pequenos troços como mostra a tabela 12.

2.5.1. COLOCAÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO

O mobiliário urbano pode ser, quando mal colocado um elemento que prejudica a mobilidade pedonal, sendo em alguns casos, causador de diminuição de segurança para o peão, obrigando-o a circular em plena faixa de rodagem.

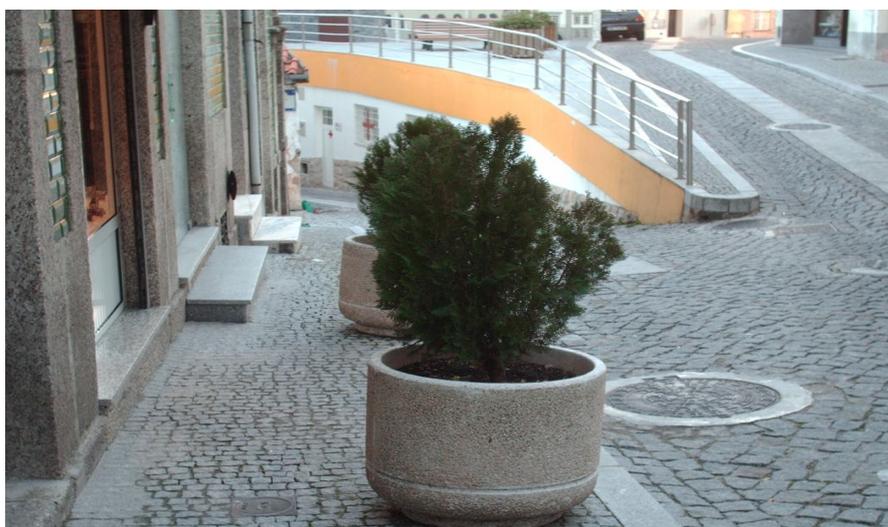


Figura 26. OCUPAÇÃO INDEVIDA DOS PASSEIOS POR PARTE DOS VEÍCULOS E DO MOBILIÁRIO URBANO [2010]

Como é visível na figura 26, este tipo de situação deve ser evitada, recorrendo a uma boa prática aquando do dimensionamento do passeio, providenciando a colocação do respectivo mobiliário urbano, colocando-o correctamente, de maneira a este não prejudicar a

mobilidade dos peões sobretudo de peões com visibilidade ou mobilidade reduzida. Em algumas situações verifica-se que os passeios cumprem as medidas mínimas previstas na lei, mas com a posterior colocação de mobiliário urbano estas deixam de ser cumpridas, o que denota que a colocação do mobiliário urbano deve ser considerada aquando do dimensionamento das zonas pedonais



Figura 27. PROPOSTA PARA COLOCAÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO [TFL, 2009]

Segundo (TFL, 2009: 8.2 a 8.4) a colocação de mobiliário urbano é parte integrante no dimensionamento das zonas pedonais, guardando para o efeito uma faixa entre a via pública e a zona do peão. Como mostra figura 27 a proposta de dimensionamento deste organismo, prevê a criação de uma zona de limitação de 45 cm entre a via pública e uma zona de mobiliário urbano que deverá ter uma largura entre 0,50m e 2,00m. Esta disposição dos elementos assegura, segundo os autores, uma maior segurança para o peão, protegendo-o simultaneamente, sendo que esta zona deverá ser dimensionada por um lado dependendo do mobiliário a colocar e por outro pela velocidade de projecto, propondo uma maior largura para maiores velocidades de projecto protegendo o peão da poluição sonora, ambiental e visual que advém dos veículos. Ao lado da zona para colocação de mobiliário deve procurar localizar-se a zona do peão.

A zona de mobiliário urbano deve ter, segundo os autores, uma largura de 0,50 m a 1,00m para colocação de barreiras, semáforos, sinalização vertical, postes de iluminação, caixotes, etc., de 1,00 m a 1,60m para colocação de estacionamentos de bicicletas a 45° em relação à estrada, bancos, árvores ou cabines telefónicas e 1,60 a 2,00m de largura para colocação de paragens de autocarros com painéis publicitários, árvores de maior porte, bicicletas a 90° em relação à estrada e quiosques ou outras estruturas.

Os autores referem-se à zona do peão como sendo uma zona onde o peão circula sem ocupação de objectos permanentes ou temporários, apontando para o dimensionamento as seguintes larguras mínimas: 1,00 metro de largura mínima para casos excepcionais, não se devendo prolongar para comprimentos acima de 6,00 metros; 1,50 metros, é o valor mínimo

para que a circulação ocorra normalmente possibilitando o cruzamento de uma cadeira de rodas e uma pessoa; os autores apontam para a largura mínima desejável de 2,00 metros, para assim se poderem cruzar duas cadeiras de rodas.

As zonas de fachada devem ter em conta os usos previstos nos edifícios, sendo proibida a colocação de reclamos luminosos ou outros objectos nas fachadas que se prolonguem para cima da zona do peão a uma altura inferior de 2,10m.

Os autores recomendam, para situações de centros urbanos consolidados, onde não seja possível a utilização de uma zona de mobiliário urbano, para que o dimensionamento passe pela colocação do mobiliário estritamente necessário, bem como a adopção de práticas excepcionais tais como: colocação de candeeiros nas fachadas dos edifícios, evitando que a estrutura de apoio se torne um entravo à circulação pedonal, negociar com o privado a colocação de mobiliário indispensável, para além da zona pública. Colocar os quiosques como integrantes da edificação.

TABELA 14 - ESPAÇOS A RESERVAR EM VOLTA DE OBSTÁCULOS [HCM, 2000]

Tipo de Obstáculo	Descrição	Largura perdida (m)
Distâncias de Segurança	- Para a berma do passeio	0,30 - 0,50
	- Muro, sebe	0,30 - 0,50
	- Fachada do edifício	0,70
	- Montra	1,00
Mobiliário Urbano	- Postes de iluminação	0,80 - 1,10
	- Postes de semáforos	0,90 - 1,20
	- Sinalização vertical	0,60 - 0,80
	- Parquímetros	0,60
	- Cabines telefónicas	1,20
	- Caixotes do lixo	0,90
	- Marcos de incêndio	0,80 - 0,90
- Marcos de correio	1,00-1,10	
Vegetação	- Árvores	0,60 - 1,20
	- Pontos de vegetação / Arbustos	1,50
Usos Comerciais	- Quiosques	1,20 - 4,00
	- Esplanadas de cafés (2 filas de mesas	2,10

Na tabela 14, são apresentados os valores de largura perdida nos diferentes componentes de mobiliário urbano e segundo o uso comercial dos edifícios envolventes. Esta tabela poderá ajudar a calcular a largura útil real da zona pedonal a estudar, descontando às larguras totais as perdas dos elementos que compõe a zona.

Segundo (TAMS, 2010: 19.2), o mobiliário urbano deve ter três características fundamentais:

- a) Ser durável e resistente, principalmente às intempéries e aos danos provocados por vandalismo.
- b) Cumprir o design Universal, no caso de mobiliário de utilização humana, como bancos, caixotes, etc.
- c) Ter um custo inicial e de manutenção baixo, tornando-se assim sustentáveis economicamente para os municípios.

TAMS (2010:19.2 a 19.7) acrescenta que a colocação de mobiliário urbano deve atender à envolvente da zona pedonal a dimensionar, sendo que se espera num centro comercial ou uma zona com muito tráfego pedonal, um maior número e tipo de mobiliário urbano do que numa zona suburbana. A colocação deve ter ainda em conta o tipo de mobiliário urbano, sendo que se espera a colocação de um caixote do lixo perto de uma geladaria, por exemplo, ou árvores num corredor pedonal muito exposto ao sol no Verão. O mesmo autor alerta para o facto de a colocação do mobiliário urbano ser evitada perto de cruzamentos, tendo sempre o cuidado de o mobiliário não prejudicar a visibilidade dos peões e dos condutores.

TABELA 15 – GUIA PARA COLOCAÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO [TAMS, 2010]

	Zona suburbana	Zona de lazer	Zona suburbana com mais de 10 lojas	Zona de lazer com mais de 10 lojas	Centro local com menos de 10 lojas	Zona de lazer central com menos de 10	Corredor	Zona de ligação	Espaço Aberto
Bancos	15-20	5-10	5-10	0-5	0-5	0-2	1/100m	1/50m	0-5
Caixotes do lixo	10-20	0-5	5-10	0-5	0-5	0-2	*	0-5	0-1
Caixotes do lixo com rodas	5-10	0	0-5	0	0	0	0	0	0
Estacionamento de bicicletas	15-25	0-5	15-20	0-5	0	0	*	0	0
Fontes	0-2	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0	0	0

* - Perto de lojas de gelados ou fast-food

A tabela 15 mostra o número de elementos de mobiliário urbano a colocar no espaço pedonal, tendo em consideração o tipo de espaço; as variações verificadas prendem-se com as possíveis diferenças de área e principalmente com o tráfego e ocupação pedonal esperados para a zona considerada.

2.5.2. PEÕES COM MOBILIDADE REDUZIDA

Atendendo ao conceito de design universal, uma das preocupações do projectista é dotar o sistema pedonal de características que possibilitem a sua utilização por toda a população; sendo os peões com mobilidade reduzida um grupo que requer necessidades especiais de dimensionamento devido às suas limitações o projectista deve ter em conta esse facto aquando do dimensionamento dos espaços pedonais.

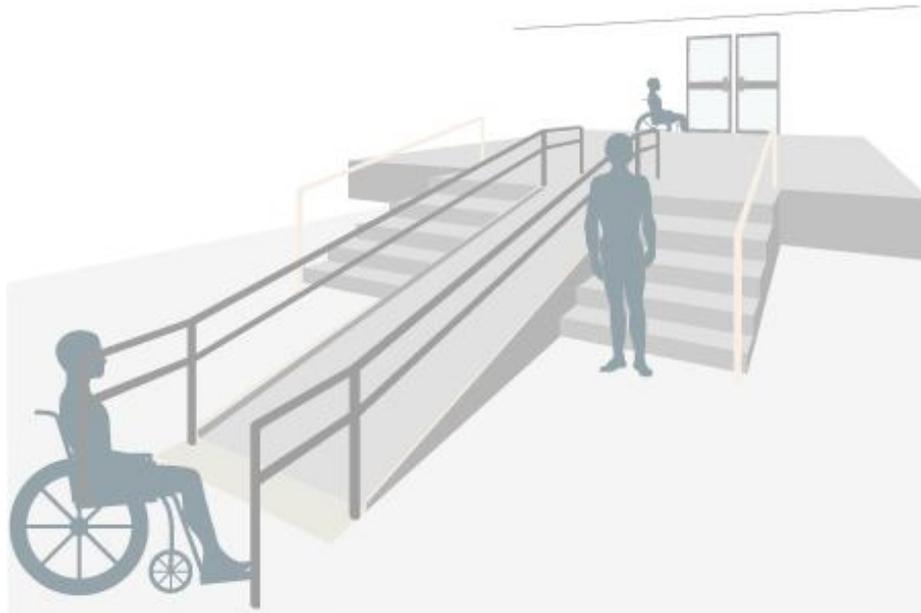


Figura 28. SOLUÇÃO EM RAMPA E EM ESCADA [2, 2009]



Figura 29. DECLIVE DE ACESSO A PASSADEIRA [2010]

Uma das principais preocupações com cidadãos de mobilidade reduzida prende-se com o dimensionamento de escadas que devem ser acompanhadas por uma alternativa em rampa a fim de tornar o espaço servido pela solução acessível a este grupo de peões, como é mostrado na figura 28.

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

Para além deste tipo de rampa não se deve esquecer os declives de acesso às passadeiras como mostra a figura 29.

Uma solução por vezes adoptada para incorporar deficientes visuais, é dotar as passadeiras de pavimento diferente ou elevado em relação ao do resto da estrada. Em relação a este tipo de deficiência, convém dotar os cruzamentos semaforizados com avisos sonoros, tendo sempre em conta que estes devem ser claros, a fim de não gerarem confusões aquando da proximidade entre atravessamentos, não sabendo o peão para qual atravessamento é que o sinal sonoro está a funcionar.

No que diz respeito a invisuais, deve ter-se especial cuidado na colocação de mobiliário urbano, bem como na utilização de *pilaretes* nos passeios a fim de evitar estacionamento, que podem ser obstáculos perigosos para os peões invisuais.

2.5.3. SEGREGAÇÃO MODAL



Figura 30. EXEMPLO DE VIA RESERVADA A PEÕES [3,2010]

No que diz respeito aos peões e visto que estes são os mais lentos e mais frágeis na via pública estes devem ser separados dos demais meios de locomoção. Sempre que possível, devem-se abrir vias unicamente para tráfego pedonal, de maneira a tornar o sistema menos poluído e dando assim uma maior sensação de segurança. Neste tipo de solução, pode recorrer-se a um pavimento que privilegie o conforto do peão, quer do ponto de vista físico, quer do ponto de vista psicológico, para além de, sempre que possível, as vias pedonais devam ter características que permitam o acesso a ambulâncias e outro tipo de viaturas de emergência como o exemplo da figura 30.



Figura 31. PASSEIO DIFERENCIADO PARA DESLOCAÇÃO DE PEÕES [2010]



Figura 32. CONTINUIDADE DO PASSEIO [TRAMO (2008)]

Sempre que é inviável esta separação, a segregação deve ser física, isto é, o passeio deve estar separado e apresentar um pavimento distinto do da estrada, segregando assim os veículos dos peões (figura 31).

Quanto aos atravessamentos, devem ser feitos sempre que se justifique, com passagens desniveladas, evitando assim contacto físico do utilizador com a via destinada a veículos.

Em acessos locais e como foi referenciado na subsecção 2.3.2.b, em países como a Dinamarca e a Holanda uma solução adoptada prende-se com a inexistência da separação física entre os veículos e os peões, compatibilizando o peão com o automóvel fazendo com que este circule ao nível do peão, como no exemplo da figura 32.

2.5.4. SOLUÇÕES EM RUAS INCLINADAS

Segundo o D.L. 163/2006 os troços em rampa não devem ter uma inclinação superior a 6% e um desenvolvimento, medido entre o focinho de um degrau e a base do degrau seguinte, não inferior a 0,75 m ou múltiplos inteiros deste valor, para além da projecção horizontal dos troços em rampa entre patins ou entre troços de nível não ultrapassar os 20 m.



Figura 33. UTILIZAÇÃO DE PASSADEIRAS ROLANTES [4, 2010)]

Sempre que esta regra não for cumprida deve ter-se em conta a dificuldade de mobilidade e ter-se em atenção as seguintes características no sistema pedonal:

- Sempre que se justifique utilizar corrimãos;
- Utilizar pavimentos que tenham uma boa aderência, mesmo em tempos chuvosos;
- Se a distância da rua inclinada for muito grande dotá-la de uma alternativa em escada;
- Se o tráfego pedonal o justificar utilizar passarelas rolantes como a apresentada na figura 33:

2.6. PAVIMENTAÇÃO DOS ESPAÇOS PEDONAIS

O estudo (Ferreira, J., 2007), aponta para a divisão do passeio em três faixas: faixa de serviço, faixa de circulação e faixa de acesso.

Segundo o autor a faixa de serviço localiza-se mais perto da via e destina-se essencialmente à colocação de caixas de visitas e outras infra-estruturas de apoio, bem como para a colocação do mobiliário urbano. A principal característica necessária para esta faixa do passeio é a facilidade de aberturas de valas.

A segunda faixa é denominada de faixa livre e é destinada à circulação das pessoas, deve ter uma largura no mínimo de 1,2m que permita a fácil movimentação de qualquer tipo de utilizador pedonal e ser livre de obstáculos. Para facilitar a legibilidade do espaço por utilizadores invisuais deve estar sinalizada com piso táctil. Neste sentido, o autor propõe a sinalização de todos os obstáculos físicos com um piso táctil de alto relevo, devidamente colocado, de forma a encaminhar o invisual, levando-o a minimizar o risco de choques, melhorando a sua mobilidade.

Em passeios com grande largura pode ainda localizar-se a terceira faixa, denominada faixa de acesso que faz a transição entre o passeio e o edificado, ocupada por espaços de apoio ao comércio (esplanadas, publicidade, vegetação, etc.). Deve ter uma conotação pedonal e é valorizada a possibilidade de abertura de valas. Esta faixa tem a função de transição e permanência.

2.7. MEDIDAS DE APOIO AO PEÃO

Estas medidas prevêem a implantação de características que não atribuam a prioridade aos peões mas que façam com que se crie um ambiente propício ao sistema pedonal; entre outras soluções destacam-se: redução do raio das curvas, alargamento do passeio com proibição de estacionar em zonas perto de cruzamentos, bem como usar zonas de separação para ser possível realizar o atravessamento em duas fases; este tipo de soluções são muito aplicadas em zonas onde o sistema pedonal seja primordial, e/ou zonas em que haja um tráfego automóvel com muita concentração de pessoas com mobilidade especial, como são exemplo zonas escolares e hospitalares.



Figura 34. ILUMINAÇÃO DE UM ATRAVESSAMENTO [SILVA A.]

Uma medida usada actualmente, consiste na iluminação das passadeiras para que sejam mais nítidas e assim respeitadas pelos condutores como ilustrado na figura 34.

2.7.1. ATRAVESSAMENTOS COM ATRIBUIÇÃO DE PRIORIDADE AOS PEÕES

a) *Simples*

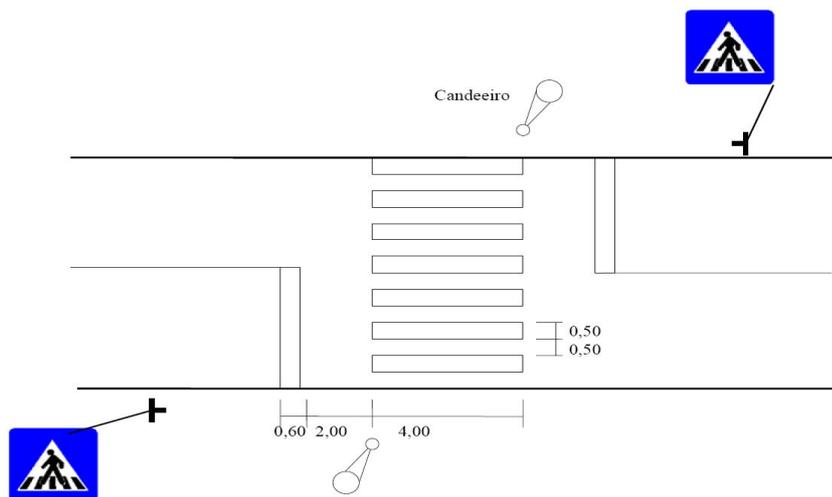


Figura 35. SOLUÇÃO DE ATRAVESSAMENTO COM PRIORIDADE DO PEÃO [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

Esta solução é económica, quer do ponto de vista da instalação, quer na manutenção; porém esta é uma solução a evitar sempre que haja um elevado tráfego automóvel e quando as velocidades dos veículos sejam superiores a 50 km/h, visto que nestas situações existe um

risco grande de incumprimento das cedências de passagem por parte dos condutores; outra situação em que se deve evitar esta solução é quando existe um tráfego pedonal significativo, visto que assim pode causar-se impedância ao tráfego automóvel. A figura 35 mostra um correcto dimensionamento para esta solução.

b) Soluções Semaforizadas

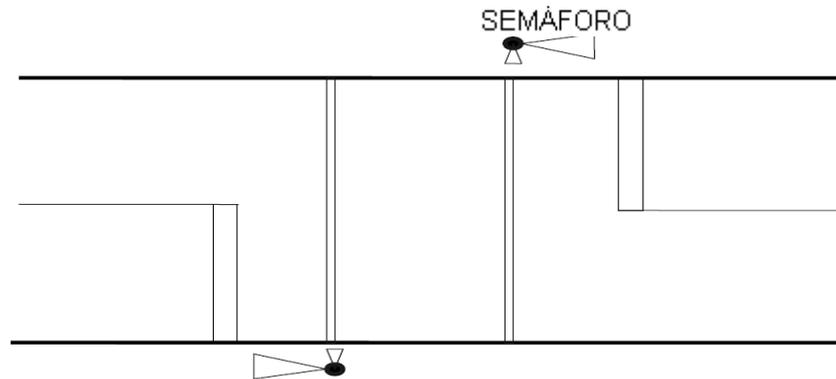


Figura 36. SOLUÇÃO DE ATRAVESSAMENTO SEMAFORIZADO SIMPLES [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

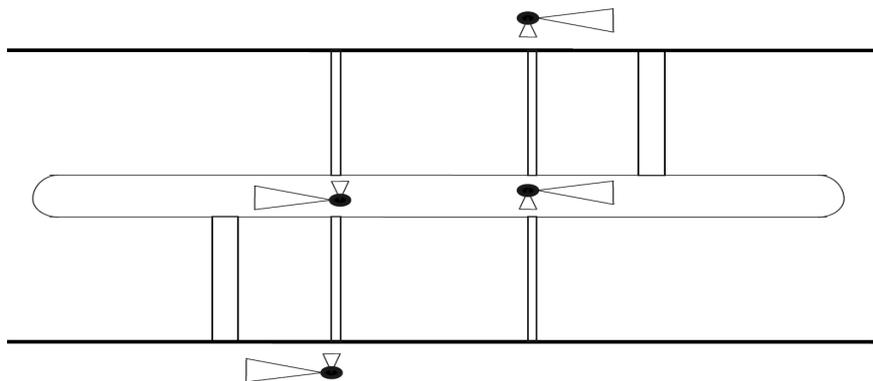


Figura 37. SOLUÇÃO DE ATRAVESSAMENTO SEMAFORIZADO ALINHADO COM SEPARADOR [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

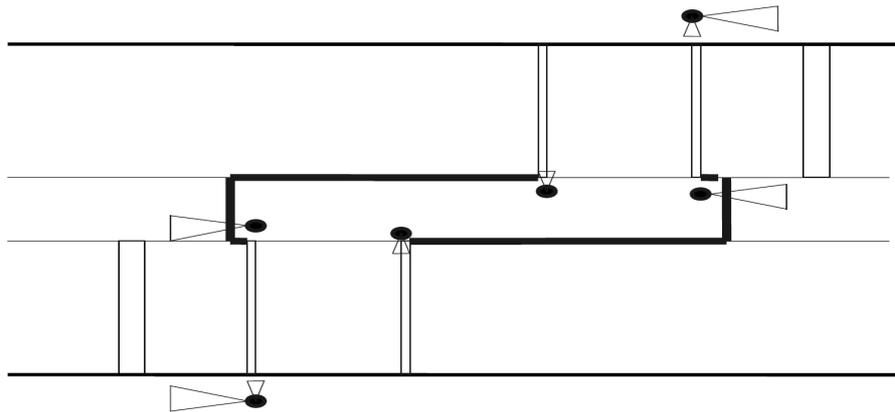


Figura 38. SOLUÇÃO DE ATRAVESSAMENTO SEMAFORIZADO ENVIESADO [BAPTISTA A. E VASCONCELOS A, 2005]

Sempre que o tráfego pedonal seja suficiente para afectar de uma maneira grave o tráfego automóvel, tem que se optar por um sistema semafórico em detrimento de um travessamento simples. Existem 3 tipos de soluções ao dispor do projectista: contínuas simples (figura 36), contínuas com separador (figura 37) e enviesadas (figura 38).

As passadeiras deverão ter um refúgio de peões quando são relativamente extensas. Em relação aos travessamentos enviesados estes utilizam-se, normalmente, quando existe um separador central e/ou quando o travessamento é superior a 15 metros. Nestas soluções as mais indicadas são as passadeiras enviesadas à direita, visto que o peão ao passar para o segundo travessamento encara com os veículos de frente o que faz com que tenha maior contacto visual com estes e assim mais tempo para tomar uma decisão; estas soluções devem ser dimensionadas recorrendo a guardas de segurança para obrigar o peão a cumprir o percurso pedonal e assim evitar que este tente fazer um travessamento contínuo.

c) Atravessamentos em cruzamentos semaforizados

Dependendo da importância relativa entre o sistema pedonal e o sistema viário o projectista tem ao seu dispor várias soluções para resolver os problemas dos peões em cruzamentos semaforizados:

Nenhum travessamento pedonal; este é normalmente usado quando o tráfego viário é notoriamente mais importante que o tráfego pedonal e/ou quando existem passagens pedonais relativamente perto do cruzamento que sejam alternativa ao travessamento neste ponto mais problemático

Verde com oposição de viragens à esquerda e direita pelos veículos; este sistema é usado sobretudo quando o tráfego pedonal é escoado neste cruzamento, mas ainda assim, continua a prevalecer a importância da rede viária.

Extensão do período de limpeza (tudo vermelho); o suficiente para dar tempo aos peões de atravessarem. Esta solução prevê que os peões passem apenas quando o cruzamento estiver limpo

Atravessamento segregado em duas fases; recorrendo habitualmente a atravessamentos enviesados à esquerda. A existência de separador central permite que o atravessamento de cada faixa se faça em dois tempos distintos; esta é uma solução que permite um bom escoamento dos dois sistemas: viário e pedonal; sendo que se privilegia a segurança do peão.

Atravessamento segregado em uma fase; (o atravessamento de cada via poderá ser viabilizado em fases diferentes ou todas na mesma, mas não deverá ser possível atravessar mais do que uma de uma só vez). Este tipo de escolha privilegia igualmente a segurança do peão.

Em soluções de cruzamentos com semáforos, o projectista poderá usar sensores para os veículos e peões e botões para os peões, substituindo o sistema tradicional de temporizador; assim evita-se que os movimentos que tenham um tráfego baixo tenham menos tempo de verde o que faz com que os movimentos que realmente necessitam de escoamento tenham um maior tempo de verde;

d) Atravessamentos Desnivelados

Este tipo de soluções é do ponto de vista rodoviário, o tipo de atravessamento mais seguro, na medida em que não prevê o contacto físico entre peão e o sistema viário.

Em relação à sua aplicação prática, os peões só devem usar estas soluções, se estas apresentarem condições propícias a tal, portanto o projectista deve ter cuidado especial no dimensionamento deste tipo de soluções.

Devem ser tidos em contas os seguintes factores:

- Quando se recorre a passagens superiores tentar dotá-las com rampas e corrimões, a fim de se facilitar o seu uso;
- Em relação a passagens inferiores deve tentar-se proporcionar à entrada a visualização da saída, visto que muitos peões as evitam por uma sensação de falta de segurança pessoal.
- É de boa prática aplicar soluções onde seja o veículo a fazer o desnível, mantendo o peão um atravessamento ao mesmo nível. Esta solução é na maioria das vezes impossível de realizar devido ao traçado longitudinal da estrada.

2.8. CICLISTAS

Os ciclistas são, no sistema rodoviário, muitas vezes desprezados, quer do ponto de vista da concepção das vias, quer ao nível dos comportamentos dos condutores de veículos motorizados. Este problema deve ser tido em conta, sobretudo, numa época onde a mobilidade sustentável está tão presente e a bicicleta se prevê como um veículo em crescente utilização.



Figura 39. EXEMPLO DE CICLOVIA [AUSTRoads (2006)]

Uma hipótese de reduzir a ocorrência de conflitos entre os ciclistas e os restantes veículos é a segregação das bicicletas na rede rodoviária, recorrendo-se para isso a ciclovias como a da figura 39. As ciclovias deverão ser dimensionadas com os seguintes valores, segundo Austroads, 2006:

- Em vias de dois sentidos, 2 a 3m de largura
- Em vias de sentido único adopta-se uma largura mínima de 1,2m a 1,5m



Figura 40. EXEMPLO DE FAIXA DE BICICLETAS [TRAMO (2008)]

Sempre que não seja possível a criação de vias segregadas, pode recorrer-se, caso se justifique, a pistas para ciclistas, que separam a faixa afectada a ciclistas do resto do sistema rodoviário, normalmente, através de marcas na estrada, como exemplifica a figura 40.

2.9. CONCLUSÃO

Uma realidade que se deve ter em conta, do ponto de vista de dimensionamento da rede pedonal é que nos centros urbanos, o tráfego é, na maioria das situações superior, dados os factores que incentivam, por um lado uma maior concentração de pessoas e por outro a uma maior geração de viagens pedonais.

Neste capítulo denota-se ainda que, para além da segurança rodoviária, o espaço público deve ser desenhado de maneira a proporcionar ao peão condições e segurança pessoal como por exemplo uma iluminação adequada, bem como outras condições de conforto como a protecção contra condições climatéricas ou mesmo condições de socialização que devem levar a que o desenho da rede seja mais que um mero exercício de engenharia de tráfego, passando também por integrar a rede pedonal, no espaço público e edificações urbanas, aspectos que devem ser levados em conta, particularmente, na realização de planos de urbanização e planos de pormenor, no que diz respeito a casos de cidades portuguesas.

Do ponto de vista de dimensionamento, há que ter em conta que o valor mínimo relativo a larguras de passeios de 1,5 m, não cumpre o mínimo de 1,8 m proposto pela bibliografia consultada no caso de cruzamento entre dois utentes em cadeira de rodas. Neste exemplo está demonstrado, que com a criação do decreto-lei 163/2006, houve uma melhoria no que diz respeito ao dimensionamento de novos arruamentos, mas ainda assim cabe ao Engenheiro, sempre que possível, adoptar as medidas que melhor se adequem à zona onde se dimensiona em detrimento dos mínimos permitidos por lei. No que refere ao Dec-lei 163/2006, há ainda a referenciar as melhorias que este trouxe sobretudo no que diz respeito a leis de acessibilidade para edifícios e arruamentos novos, embora exista em Portugal muitos problemas que se prendem com acessibilidades em arruamentos antigos, principalmente em centros históricos.

Quanto ao dimensionamento resta ainda referenciar que os valores das larguras de passeios para zonas onde se prevejam grandes fluxos pedonais devem ser feitos na base de estimativas ou contagens desses fluxos, devendo os valores adoptados, acordarem com o nível de serviço pretendido.

Para Brigitte Gil, (2009:29):

“A supremacia do tráfego automóvel em certas cidades e áreas urbanas conduziu à transformação do espaço público. O automóvel foi o principal causador da má

ocupação e qualidade deste espaço, interferindo não só com o espaço físico (ruas e praças), mas também trouxe problemas relacionados com a sujidade do espaço exterior, poluição sonora e poluição visual. Tornou-se, deste modo, desagradável e quase impossível utilizar e viver o espaço público, por falta de espaço e por causa dos problemas ambientais. Conclui-se portanto que, para melhorar a mobilidade pedonal e devolver a cidade às pessoas em detrimento dos automóveis, deve-se optar por soluções que restrinjam a circulação automóvel quer proibindo o trânsito automóvel em alguns arruamentos, quer restringindo os estacionamento disponíveis nos centros urbanos, motivando assim a uma diminuição do uso do automóvel ligeiro, diminuindo simultaneamente o tráfego dentro das cidades".

Actualmente, a rede rodoviária está muito focada nos veículos e no escoamento de tráfego automóvel dentro das localidades, oferecendo aos automobilistas, por vezes, condições de conforto em vias largas e rectilíneas, quando a tendência deveria ser exactamente a oposta, reduzindo a largura das faixas de rodagem e aplicando obstáculos de acalmia de tráfego, como lombas, gincanas ou plataformas centrais, as quais permitiriam reduzir a velocidade média de circulação, directamente responsável pela gravidade dos ferimentos causados aos peões durante o atropelamento. Quanto menor for a liberdade de movimentos dada a automobilistas e peões, menor o risco que estes correm de provocar ou sofrer atropelamentos. Neste sentido, o engenheiro, poderá recorrer a instrumentos básicos de medidas de acalmia de tráfego, como bandas sonoras, lombas, gincanas, entre outras. Estes assuntos serão abordados em pormenor ao longo do capítulo 3.

Capítulo 3 - REDE VIÁRIA

3.1. INTRODUÇÃO

Na presente tese a rede viária comporta o conjunto de estradas, ruas e avenidas existentes na via pública, sendo de particular interesse as localizadas em meio urbano. Ao longo deste capítulo faz-se referência à rede viária rodoviária em meio urbano, principalmente no que diz respeito ao correcto dimensionamento, posicionamento e manutenção dos diversos elementos que a compõe.

Segundo o LNEC, 34% dos acidentes são originados unicamente ou em conjunto com outras causas pelo ambiente rodoviário, pelo que este capítulo se reveste da maior importância. Atendendo à estatística do capítulo 1 vê-se que em meio urbano perecem cerca de 40% do total das vítimas, pelo que se justifica um maior investimento, por parte das entidades gestoras da rede viária em meio urbano, na correcção de alguns erros, bem como no correcto dimensionamento de novas vias. Em Portugal muitas das estradas localizadas em meio urbano têm a sua manutenção a cargo das Câmaras Municipais, pelo que cabe ao Engenheiro articular as regras de boa prática, aqui enunciadas, com os interesses sociais e económicos, dada a crise económica que Portugal atravessa.

Como é visível na nota histórica, a infra-estrutura rodoviária na maioria dos centros urbanos consolidados, devido à sua génese, não foi desenhada tendo em conta as necessidade dos automóveis pelo que é necessário que o Engenheiro seja sensível e consiga coadunar as necessidades e particularidades de cada cidade com as regras de boa prática aqui enunciadas.

3.2. MOBILIDADE AUTOMÓVEL EM MEIO URBANO

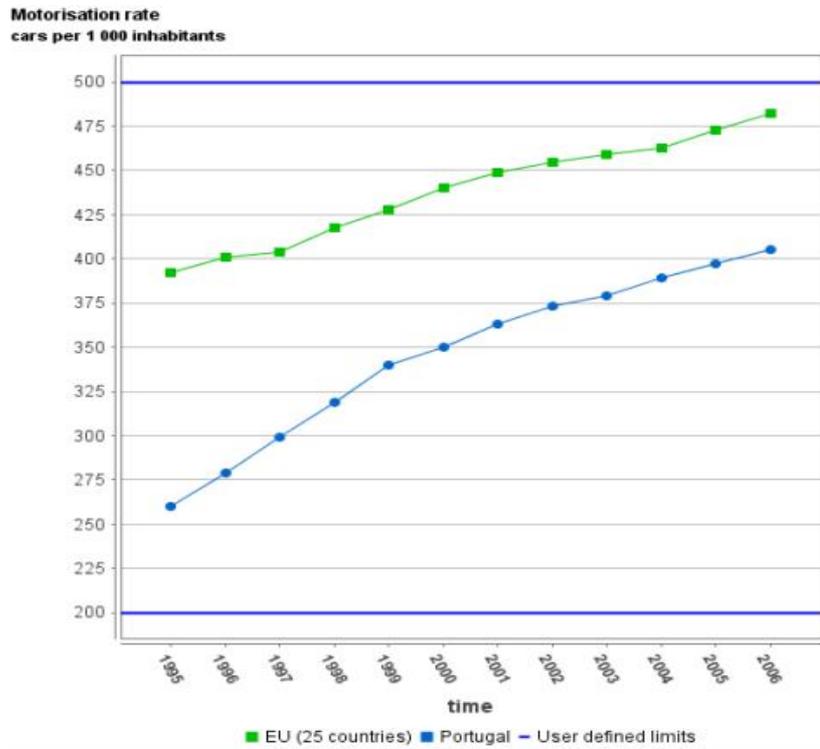


Figura 41. EVOLUÇÃO DA TAXA DE MOTORIZAÇÃO EM PORTUGAL E NA U.E. [EUROSTAT, 2010]

Um dos principais parâmetros que analisam a mobilidade automóvel é a taxa de motorização. Neste sentido o gráfico da figura 41 mostra que, Portugal está a aproximar-se da média da União Europeia, verificando entre 1995 e 2006 um aumento de cerca de 6% anuais, contra os cerca de 2% anuais verificados na UE a 25.

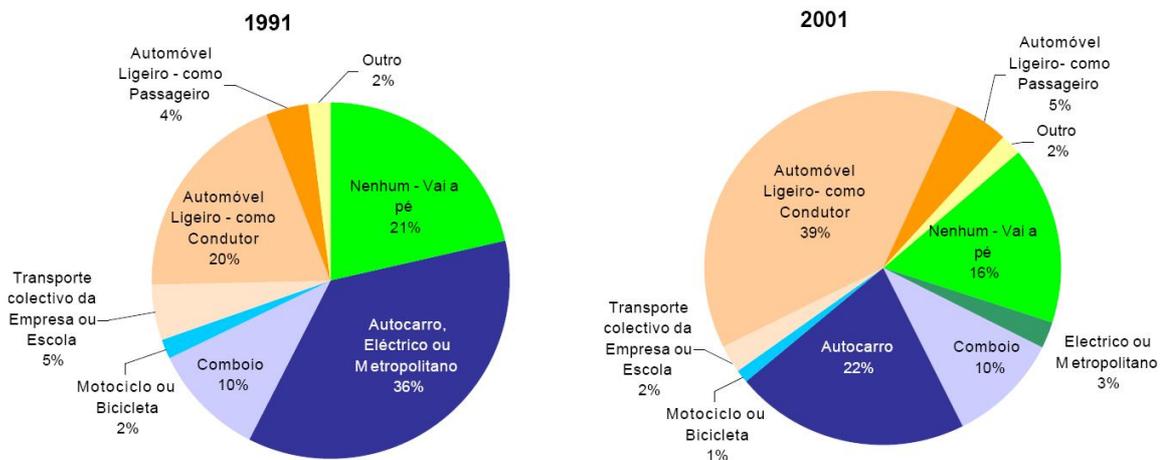


Figura 42. MODOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PELOS INDIVÍDUOS (ESTUDANTES OU ACTIVOS EMPREGADOS) RESIDENTES PRESENTES NA AML, [INE, 2003],

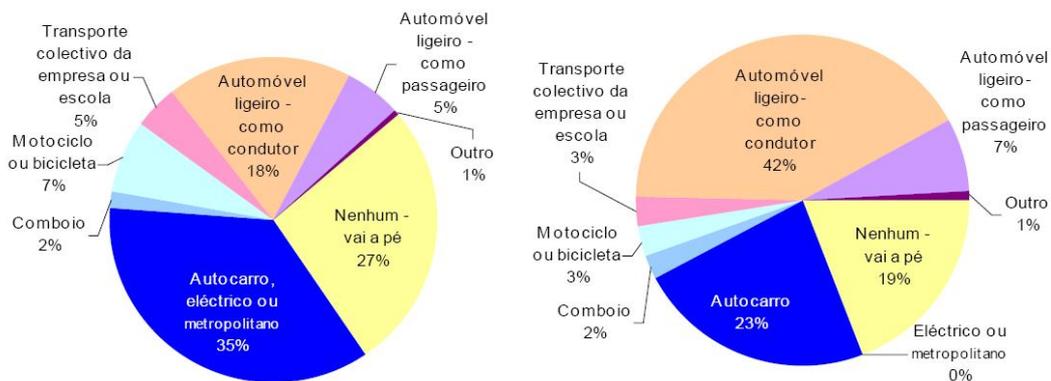


Figura 43. MODOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PELOS INDIVÍDUOS (ESTUDANTES OU ACTIVOS EMPREGADOS) RESIDENTES PRESENTES NA AMP, [INE, 2003],

No que diz respeito à taxa de motorização em Portugal esta traduz-se num aumento do uso de veículos ligeiros, como se verifica pela análise das figuras 42 e 43; Estas figuras, permitem observar que na AML de 1991 para 2001 houve um aumento de 20% nas taxas de utilizadores de veículos ligeiros, enquanto que na AMP esse aumento foi de 25 %, nos mesmos dez anos.

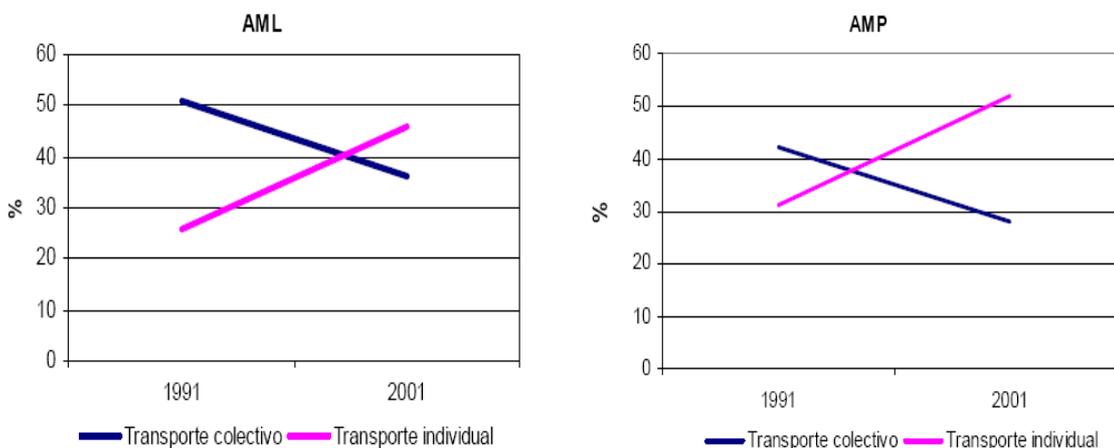


Figura 44. EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO TRANSPORTE INDIVIDUAL E COLECTIVA NA AML E AMP [INE, 2003]

. Na figura 44 denota-se que o aumento, verificado pelas figuras 42 e 43, da taxa de utilização de transporte individual, traduz-se num decréscimo do uso do transporte colectivo.

A explicar o aumento do uso do automóvel em detrimento dos transportes colectivos (Fernando Nunes da Silva in *Manual de Metodologia e Boas Práticas para a Elaboração de um Plano de Mobilidade Sustentável: 67*) refere que:

“Associado à crescente urbanização da população europeia e ao crescimento urbano difuso e fragmentado dos principais centros urbanos, tiveram como consequência o desenvolvimento de uma mobilidade cada vez mais dependente do automóvel”.

Por outro lado segundo dados do Eurostat, em 2008 Lisboa era apontada como a região europeia com mais número de quilómetros de auto-estrada 220km/ 1000 km², o que demonstra que tem sido feito um grande investimento no sentido de melhorar a mobilidade automóvel na região, o que promove o uso de automóvel próprio.

No sentido de tornar a mobilidade urbana mais sustentável as medidas apontadas por TRAMO (2008: 72 e 73), são:

- a) Densificação urbana em torno dos nós do sistema pesado de transportes colectivos, nomeadamente das estações de comboio suburbano e do metropolitano;*
- b) Promoção da mistura de usos e funções nas áreas centrais e nas periferias, no primeiro caso reforçando a componente residencial, enquanto nas segundas o esforço deve ser dirigido para a introdução de serviços, equipamentos e localização de emprego;*
- c) Retoma do conceito de “unidade de vizinhança” na urbanização de novos espaços;*
- d) Desenvolvimento de espaços pedonais qualificados nas áreas centrais, o controlo do acesso automóvel nas zonas históricas ou a moderação da circulação nos bairros residenciais;*
- e) Criação de redes de circulação de peões e bicicletas, quer através do recurso a espaços dedicados, quer pela partilha controlada do espaço viário;*
- f) Implementação de serviços de bicicletas públicas, como modo de transporte complementar para deslocações de curta distância baseadas no local de emprego ou escola, ou mesmo para acesso à rede de transportes colectivos;*
- g) Desenvolvimento de uma rede de transportes colectivos vertebrada pelos modos mais pesados, e integrada tanto em termos funcionais como tarifários;*
- h) Oferta de serviços de transporte “por medida” para fazer face a necessidades específicas de certas áreas urbanas ou estratos populacionais;*
- i) Flexibilização da utilização dos títulos de transporte pela população, em que um mesmo título mensal ou semanal pode ser utilizado, em períodos ou dias diferentes, por vários indivíduos;*

j) Promoção da complementaridade entre o transporte individual e colectivo, de que os parques dissuasores e a integração tarifária entre estacionamento e acesso ao transporte colectivo são exemplos;

k) Restrições de estacionamento de longa duração nas zonas mais bem servidas pelo transporte colectivo, e reformulação dos parâmetros de estacionamento nos regulamentos urbanísticos em função desse serviço, definindo uma oferta máxima de lugares (em vez da tradicional exigência mínima) quando a cobertura da rede de transportes colectivos for boa;

l) Utilização partilhada, ou em sistema público, de veículos automóveis;

m) Aplicação das novas tecnologias de comunicação e informação na gestão do tráfego, dos transportes e das deslocações urbanas.

3.3. INTERSECÇÕES

As intersecções continuam a ser dos locais do sistema rodoviário, onde ocorrem mais acidentes. Uma preocupação no dimensionamento de qualquer intersecção deve prender-se com a capacidade, a fim de estes conseguirem escoar o tráfego previsto. Outro aspecto comum a qualquer intersecção é a garantia de uma adequada visibilidade, exigindo-se uma limpeza e manutenção das zonas à volta dos cruzamentos, bem como uma adequada iluminação nocturna.

3.3.1. PONTOS DE CONFLITO

Os pontos de conflito são o número e pontos de intercepção das diferentes trajectórias possíveis dentro de um cruzamento, sendo um cruzamento com maior número de pontos de conflito tendencialmente mais perigoso.

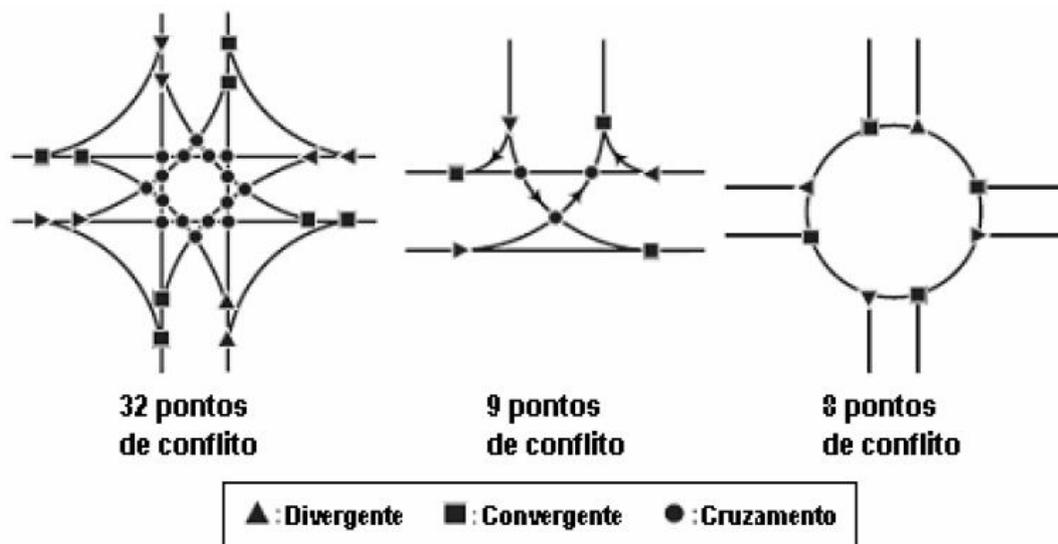


Figura 45. PONTOS DE CONFLITO CONSOANTE O TIPO DE CRUZAMENTO [5, 2010]

Como pode ser verificado na figura 45, dois entroncamentos têm 18 pontos de conflito, enquanto um cruzamento tem 32 pontos de conflito, pelo que se for possível transformar um cruzamento em dois entroncamentos com espaçamentos correctamente definidos, minimizam-se os pontos de conflito e, subsequentemente, a perigosidade da intersecção. Como se pode ver por este exemplo, a gestão da intersecção pode ser feita melhorando pontualmente as características das intersecções, mas cabe ao engenheiro a correcta gestão integrada do sistema como um todo a fim de, também assim, melhorar as condições de segurança nas intersecções da rede rodoviária.

É necessário, ainda, ter noção de que os pontos de conflitos não são todos iguais, podendo dividir-se em quatro tipos:

- Divergência - é a manobra menos perigosa de todas, embora possa causar problemas aos veículos seguidores
- Inserção - Esta manobra requer, boa capacidade de escolher do condutor que a efectua
- Atravessamentos - Os atravessamentos são a manobra mais perigosa, logo o projectista deverá tentar evitá-las. São agravadas quando existem viragens à esquerda a partir do arruamento secundário
- Combinações - São situações não muito usuais de manobras que combinam algumas das enunciadas anteriormente, pelo que deverão ser evitadas devido à sua perigosidade.

3.3.2. TIPOS DE CRUZAMENTOS

Ao nível dos cruzamentos existem as seguintes opções, em Portugal:

Cruzamentos Desnivelados; Rotundas; Cruzamentos semaforizados Cruzamentos prioritários; Prioridade à direita;

3.3.3. ESCOLHA E ASPECTOS DE DIMENSIONAMENTO

Nesta subsecção, a avaliação feita, bem como as noções de boas práticas indicadas, pretende focar-se essencialmente em aspectos relacionados com a segurança rodoviária.

a) Cruzamentos Desnivelados

No que diz respeito à segurança, esta é melhor a hipótese, visto que permite uma segregação física dos veículos, reduzindo assim os pontos de conflito. O grande problema desta opção prende-se com o aspecto monetário, pelo que só é possível a aplicação de cruzamentos desnivelados em vias com muito tráfego, justificando o recurso a este tipo de soluções.

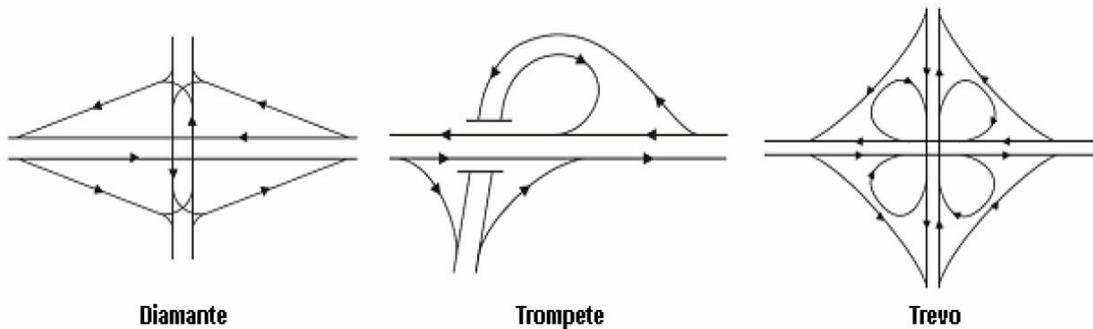


Figura 46. OPÇÕES DE CRUZAMENTOS DESNIVELADOS [5, 2010]

Existem vários tipos de soluções possíveis, consoante os objectivos que o projectista pretenda implementar. Algumas destas soluções são apresentadas na figura 46.

b) Rotundas (Cruzamentos Giratórios)

Em relação às rotundas existentes, pode dizer-se que existem quatro tipos de rotundas, sendo que ao longo desta subsecção irá ser estudada com maior pormenor a rotunda normal

Mini-rotundas - são rotundas com círculos centrais com diâmetro inferior a 4 metros, solução pouco implementada na prática em Portugal pelo que não irão ser estudadas ao longo da presente tese.

Rotundas semaforizadas - são rotundas que, pelo excesso de tráfego, funcionam com regulação semaforica, pelo que, embora tenham a geometria de rotunda podem ser tratadas como cruzamentos semaforizados normais.

Rotundas desniveladas - são utilizadas para grandes volumes de tráfego rodoviário, aplicando-se sobretudo em Portugal em auto-estradas ou outras situações em meio inter-urbano, portanto, o seu dimensionamento não irá ser estudado na presente tese.

Rotundas normais - são rotundas com círculo central com diâmetro superior a 4 metros e de diâmetros do círculo inscrito (DCI) superiores a 28m;

Como foi visto na subsecção 3.3.1 da presente tese, as rotundas reduzem os pontos de conflito de um cruzamento ou de um entroncamento, eliminando os pontos de conflito secantes (em cruz), isto é os que provocam acidentes com maior IG; para além deste aspecto, as rotundas, quando bem dimensionadas induzem o condutor na prática de velocidades reduzidas, o que faz com que, os embates nelas ocorridos sejam de menor gravidade. Neste sentido as rotundas, quando bem enquadradas no sistema, em meio urbano podem funcionar como medidas de acalmia de tráfego.

Tendo aumentado, nos últimos anos, o recurso ao dimensionamento deste tipo de cruzamento, a rotunda apresenta algumas limitações em relação à sua utilização, antes de mais, a sua adaptação às condições de circulação pode exigir uma considerável ocupação de espaço, nem sempre fácil de disponibilizar em zonas de ocupação consolidada, principalmente em meios urbanos. Outro aspecto menos positivo, prende-se com a incapacidade de criação de hierarquias viárias quer do ponto de vista de veículos prioritários ou transportes públicos, quer de movimentos que se prevejam mais utilizados que outros dentro do cruzamento, isto é, para cruzamentos onde se prevejam diferenças muito significativas de movimento para movimento não é aconselhável o recurso a rotundas. Sempre que se pretenda manter uma elevada velocidade de atravessamento de um cruzamento não se deve recorrer às rotundas devido ao facto da sua geometria dever induzir velocidades de atravessamento baixas. Outras situações onde as rotundas não são as soluções mais eficazes, são zonas onde se prevejam elevados tráfegos pedonais e ciclistas; no caso dos peões a existência de uma rotunda prejudica a mobilidade obrigando o peão a contornar a rotunda, o que torna percurso a vencer mais extenso, sendo simultaneamente prejudicial à segurança, devido aos atravessamentos nas imediações da rotunda. Do ponto de vista dos ciclistas estes são prejudicados muitas vezes pelo desrespeito de prioridade dos condutores e pela diferença de velocidades com os automóveis, o que faz aumentar a sinistralidade e ciclistas em rotundas.

Segundo (Silva, A. e Seco A., 2004) as principais regras de boa prática a cumprir no dimensionamento de rotundas são:

- Os ângulos de entrada deverão estar entre os 20 e os 60°, preferencialmente entre os 30 e 40°.

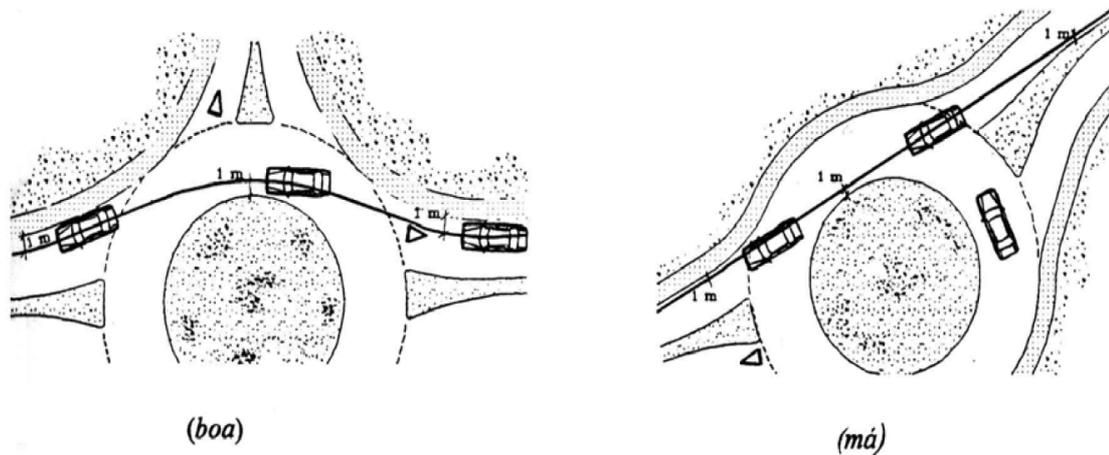


Figura 47. DIFERENÇA NA CONCEPÇÃO DE UMA ROTUNDA COM DEFLEXÃO [SILVA, A. E SECO A., 2004]

- Deve existir deflexão nos movimentos de atravessamento evitando assim a passagem directa dos veículos pela rotunda, como mostra a figura 47

- A colocação da sinalização de informação de destinos, a uma distância aceitável, a fim de ser possível ao condutor escolher, com conveniente antecedência, o destino a seguir.

- Uma distância de visibilidade adequada às velocidades praticadas

- *“Deve evitar-se a localização das travessias pedonais junto à delimitação do anel e os atravessamentos do anel de circulação por transposição da ilha central, apesar de intuitivos, consideram-se inadmissíveis...” as passadeiras, com prioridade ao peão, devem estar localizadas entre 10 e 15m da delimitação do anel” [Silva, A. e Seco A. (2004:15)].*

- *“Sempre que os diâmetros do círculo inscrito estejam compreendidos entre 28 e 36/40m, e perante fluxos de pesados pouco significativos, a adopção das designadas rotundas semi - galgáveis pode revelar-se bastante eficaz na garantia de maiores deflexões para os veículos de menores dimensões, ao mesmo tempo que se garantem as condições de manobrabilidade dos veículos pesados de grande dimensão. Para o efeito a ilha central poderá ser contornada por uma faixa galgável, revestida por material de cor diferente e textura preferencialmente irregular (exemplo calhau rolado, ou cubos de granito) por forma a tornar-se suficientemente desincentivadora à circulação dos veículos ligeiros, mas adequada aos veículos pesados” [Silva, A. e Seco A. (2004:22)].*

c) Cruzamentos semaforizados

Do ponto de vista da segurança este é o tipo de cruzamento que mais se assemelha às rotundas. Em geral, quando bem dimensionado, a sinistralidade associada a este tipo de solução de intersecção apresenta um número reduzido de acidentes, embora apresente um aumento no seu índice de gravidade. Comparativamente aos cruzamentos prioritários, este

cruzamento mostra-se, em geral mais seguro, reduzindo as colisões frente-lateral. No que diz respeito a colisões do tipo frente-traseira, existem estudos que apontam para um ligeiro acréscimo, aquando das implantações dos semáforos em cruzamentos prioritários; tal facto deve-se essencialmente à mudança de verde para vermelho que origina travagens bruscas, que propiciam o acidente.

Relativamente ao dimensionamento, um dos princípios-base, será não admitir fases com duração superior a 2 minutos, visto os condutores poderem perder a paciência e arriscam passar com o sinal vermelho, o que aumenta em muito o risco de colisões. Neste sentido, e para minimizar ao máximo este aspecto, a melhor solução, passaria sempre que possível dotar os semáforos com um sistema actuado, tornando o sistema inteligente e minimizando, assim os tempos de espera.

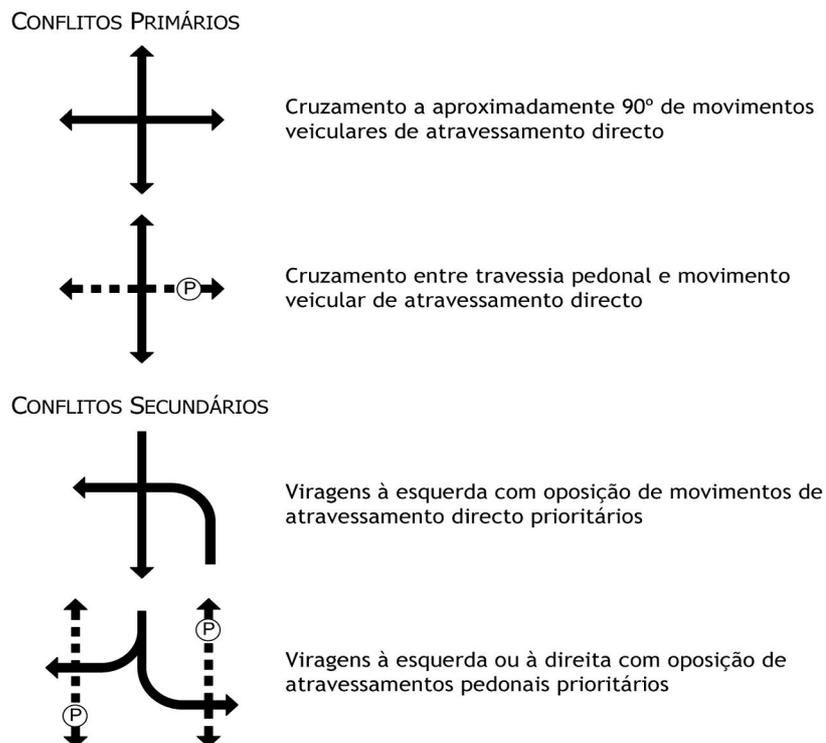


Figura 48. TIPOS DE PONTOS DE CONFLITO ENTRE VEÍCULOS E PEÕES [UC E UP, 2006]

Como se pode verificar na figura 48, não são admissíveis pontos de conflito entre veículos, com movimentos opostos na corrente de tráfego, sendo possível de implementar fases onde nos arruamentos principais, os movimentos de atravessamento e de viragem à esquerda. Do ponto de vista da segurança, o mais indicado é aplicar fases onde não haja pontos de conflito, mesmo nessa situação.

- Outro aspecto a ter em conta é a existência de peões em meio urbano, visto que o engenheiro deverá sempre que possível segregare os movimentos dos peões dos movimentos dos veículos, através de um tempo de tudo vermelho para os veículos.

- Caso as particularidades do cruzamento assim o obriguem, os movimentos que, podendo passar, têm que ceder passagem a movimentos que têm verde na mesma fase, deverão ser avisados deste facto através de um sinal intermitente amarelo com a indicação do movimento, bem como os movimentos que devem ceder passagem a peões, deverão ser avisados com um sinal de amarelo intermitente com peão, devidamente colocados.

Existem duas hipóteses de escolha do tipo de fases existentes os cruzamentos: por tempos fixos ou actuados. No que diz respeito a cruzamentos que funcionem por tempos fixos, os tempos e as fases escolhidos deverão ser escolhidos na base de cálculos propostos pela engenharia de tráfego, baseados em contagens de tráfego feitas no local; O sistema de tempos fixos pode ser simples ou com mudança de plano por relógio quando se esperam variações na geração de tráfego ao longo do dia ou mesmo ao longo de dias específicos para o caso, como são os exemplos dos fins-de-semana dentro dos centros urbanos. Normalmente os sistemas actuados revelam-se mais eficazes, principalmente em cruzamentos onde não haja um tráfego automóvel muito elevado. Estes funcionam por meio de sensores que ao detectarem os veículos accionam a fase que proporcione a esse veículo avançar com verde. Nesse sentido os cruzamentos podem ser classificados como actuados quando todas as entradas são providas de sensores ou semi-actuados, quando se considera que existem movimentos mais utilizados e portanto só os movimentos secundários têm sensor. Os principais detectores utilizados são: detectores de chamada, detectores de extensão de verde e detectores anti-bloqueio. Os detectores de chamada detectam a presença do veículo ou peão afecto a um movimento, activando a fase que lhe permite avançar; os detectores de extensão de verde fazem a detecção de veículos no movimento que tem verde, de maneira a prolongar o verde até mais algum tempo, segundo o programado caso detecte mais veículos a entrar nesse movimento, caso contrário o sistema passa para outra fase; relativamente aos detectores anti-bloqueio detectam quando um pára um veículo no último espaço possível para o efeito dando ao sistema a informação de que aquele movimento não tem capacidade de armazenar mais veículos e portanto tem de ser accionada uma fase com verde para escoar o tráfego nesse mesmo movimento.

d) Cruzamentos Prioritários

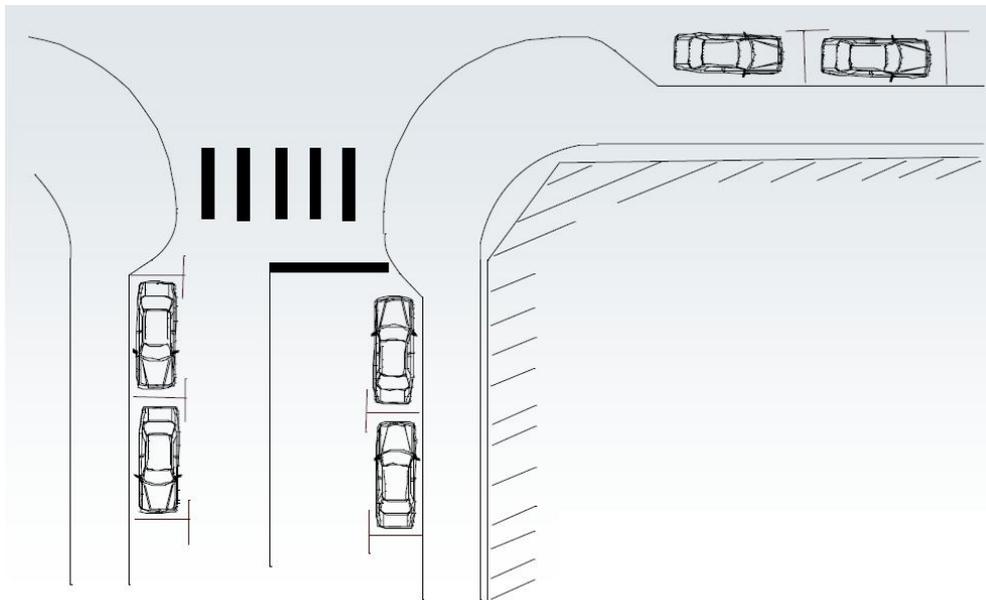


Figura 49. EXEMPLO DE CRUZAMENTO PRIORITÁRIO [SILVA A., 2003]

Do ponto de vista da segurança, existem vários cuidados a ter em conta neste tipo de solução, sobretudo no que diz respeito à visibilidade. Em meio urbano é corrente observarem-se deficiências de dimensionamento, sobretudo na colocação de estacionamentos nas proximidades dos cruzamentos. Na figura 37 mostra-se um correcto dimensionamento da aproximação a um cruzamento em meio urbano.

Por outro lado, é necessário atender ao facto de na via principal ser assegurado por parte do projectista uma velocidade de atravessamento reduzida, recorrendo, caso seja necessário a medidas de acalmia de tráfego, para minimizar os acidentes e as suas consequências.

Em relação à escolha e dimensionamento de cruzamentos prioritários, existem, basicamente três tipos de cruzamento:

Cruzamento em X - Esta solução é a pior do ponto de vista da segurança visto ser a que tem mais pontos de conflito.

Entroncamentos ou cruzamentos em T - Esta é a solução intermédia do ponto de vista da segurança. Em relação ao dimensionamento o projectista deverá ter o cuidado de fazer a distinção entre o arruamento principal e o secundário, através da colocação do arruamento secundário perpendicular ao arruamento principal.

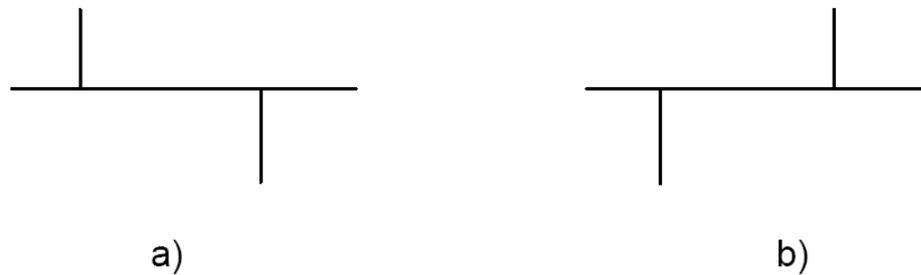


Figura 50. EXEMPLO DE DOIS TIPOS DE CRUZAMENTOS ENVIESADOS, [GONÇALVES J.; SANTOS B. (2005)]

Cruzamentos enviesados - Esta é a melhor opção de dimensionamento para se evitar um cruzamento em X. Em relação ao dimensionamento o projectista deverá ter o cuidado de garantir a existência de um espaçamento adequado entre os dois cruzamentos, para evitar congestionamentos. Na figura 38 são mostrados os dois tipos de enviesamento existentes, sendo preferível a solução a, visto minimizar os problemas de viragem à esquerda a partir do arruamento principal

e) Cruzamento com prioridade à direita

Esta é a pior solução do ponto de vista da segurança, visto que, para além dos problemas dos cruzamentos prioritários, esta solução, leva a uma exigência de conhecimento do código da estrada, por parte do condutor, bem como a sua habitual aplicação, para evitar precipitações por parte dos condutores, na hora de decidir quem avança.

3.4. CONDIÇÕES DA INFRA-ESTRUTURA

3.4.1. VISIBILIDADE

Sendo a maioria da informação apreendida pelo condutor visualmente, este deve ser um dos pontos na melhoria dos dados relativos à sinistralidade.

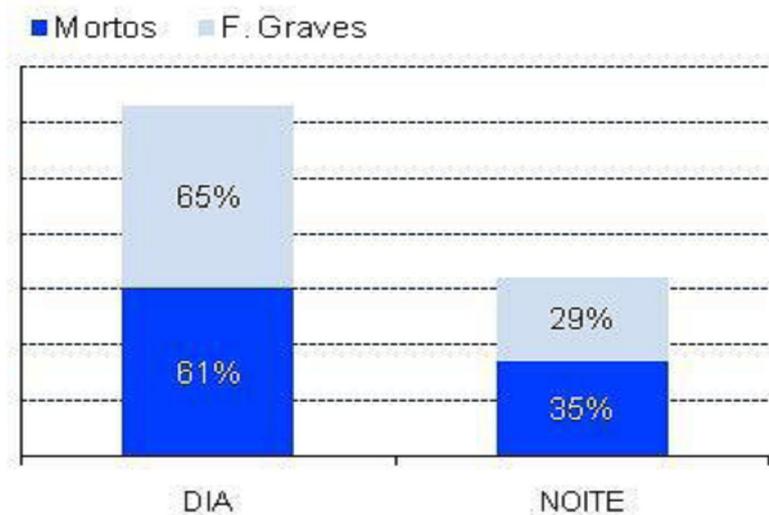


Figura 51. NÚMERO DE PEÕES MORTOS E FERIDOS GRAVES, DENTRO DAS LOCALIDADES SEGUNDO AS CONDIÇÕES LUMINOSAS EM 2009 [ANSR, 2010]

Ao nível urbano é necessário ter em conta que uma grande percentagem dos acidentes se dá em período nocturno, quando o tráfego é mais reduzido, mas quando as condições de visibilidade são menores.

Através da figura 51 denota-se que existe uma percentagem elevada de vítimas mortais entre os peões nos períodos nocturnos, tendo em conta que o tráfego nocturno quer de peões, quer de veículos não é tão significativo.

Em meio urbano existem muitos objectos de mobiliário urbano mal colocado junto às vias. É comum encontrarem-se cabines telefónicas, postes de iluminação, postes de electricidade, árvores, etc., ao longo das margens das vias, o que os torna os obstáculos perigosos em caso de despiste. A fim de minimizar este problema, o projectista deve apostar numa postura de responsabilidade, agindo de duas formas: por um lado deverá tentar retirar este tipo de objectos das margens, dando principal atenção a pontos de acumulação de acidentes e zonas particularmente perigosas, como curvas ou cruzamentos; por outro, poderá optar por colocar postes de iluminação deformáveis para minimizar as consequências em caso de impacto.

Para melhorar a visibilidade em meio urbano a entidade gestora deverá ter em conta que a vegetação envolvente à via deverá ser mantida e cortada de maneira a não prejudicar a visibilidade, principalmente em pontos como cruzamentos e passadeiras.

3.4.2. PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

Um aspecto muitas vezes descurado em meio urbano e que pode propiciar a ocorrência de acidentes, são os pavimentos degradados.

Em Portugal, principalmente nos centros históricos são comuns os pavimentos em calçada paralelepípedica que, se bem aplicado, poderá servir de medida de acalmia de tráfego, mas, na maioria dos casos, se torna muito perigoso, sobretudo com chuva, ou na presença de lixo como folhas de árvores e óleos desperdiçados.



Figura 52. PAVIMENTO DEGRADADO [U.C e U.P. (2006)]

Outro aspecto importante em meio urbano é a manutenção dos pavimentos betuminosos. Por vezes algumas estradas encontram-se num estado degradado, como exemplificado na figura 52 o que obriga a desvios de trajetórias que podem provocar acidentes. Neste sentido, a manutenção do pavimento deve ser habitual, e, no caso de abertura de valas, a repavimentação deve ser cuidada, a fim de evitar diferenças com a situação anterior à obra.

3.4.3. SINALIZAÇÃO

a) Sinalização vertical



Figura 53. EXEMPLO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL [2010]

A sinalização vertical (ver figura 53) é um componente essencial no âmbito das vias. É através da sinalização vertical que informações básicas são transmitidas ao condutor, como velocidades máximas, obrigatoriedades direccionais, entre outras. No que diz respeito ao seu correcto dimensionamento, deve-se cumprir as leis de colocação da sinalização, no que diz respeito às situações aplicáveis, bem como distâncias a utilizar e as dimensões e cores específicas do sinal em causa. O Regulamento de Sinalização do Trânsito (RST - Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro, com a redacção dada pelos Decretos Regulamentares n.º 41/2002, de 20 de Agosto, e n.º 13/2003 de 21 de Junho, regulamenta as dimensões e aspecto gráfico a usar nos diferentes sinais existentes. Relativamente às distâncias a usar dos sinais, relativamente ao aspecto que indicam no local, devem ser respeitadas as distâncias propostas no código da estrada, sendo que em intervalos muito grandes, o engenheiro deve decidir em cada caso consoante as particularidades da situação, sendo que em meio urbano se deve ter em conta que as velocidades praticadas são inferiores, pelo que se deve optar por distâncias inferiores, dentro das legalmente possíveis. Ainda no respeitante ao meio urbano há a assinalar a importância dos sinais de indicação de direcção, que devem ser colocados antes de cruzamentos e outros pontos de decisão, a uma distância que evite a distração por parte dos condutores e consequentes acidentes, bem como, com legibilidade correcta que evite equívocos de leitura. Em meio urbano surgem também casos de vandalização de sinais de trânsito, pelo que se espera das entidades competentes, normalmente Câmaras Municipais, uma vistoria assídua dos sinais e da recolocação ou substituição dos sinais em falta ou alterados, de maneira a garantir um bom sistema de sinalização vertical.

b) Marcação rodoviária



Figura 54. EXEMPLO DE MARCA RODOVIÁRIA [6, 2010]

As marcas rodoviárias (figura 54), são pontos de referência importantes na condução, que bem dimensionadas, reforçam e suplementam a informação dada pela sinalização vertical. Estas direccionam o tráfego pela indicação da trajectória da faixa de rodagem e regulamentam-no, proporcionando ao projectista mais um instrumento de dimensionamento da via. Em meio urbano, as marcas rodoviárias podem ser usadas para controlo de tráfego, através da reserva de certas partes da estrada para grupos específicos de utilizadores, como é o caso das vias exclusivas destinadas ao tráfego de transportes públicos, marcadas pela palavra BUS.

3.5. MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO

As velocidades elevadas praticadas em algumas zonas no centro das localidades, levam o engenheiro à aplicação de restrições físicas que não permitam a prática dessas mesmas velocidades. Basicamente, o tratamento destas zonas é semelhante ao efectuado para pontos negros, embora neste caso sejam medidas preventivas em que o objectivo se foca, não só na redução de vítimas, mas também na melhoria da qualidade ambiental e de vida urbana.

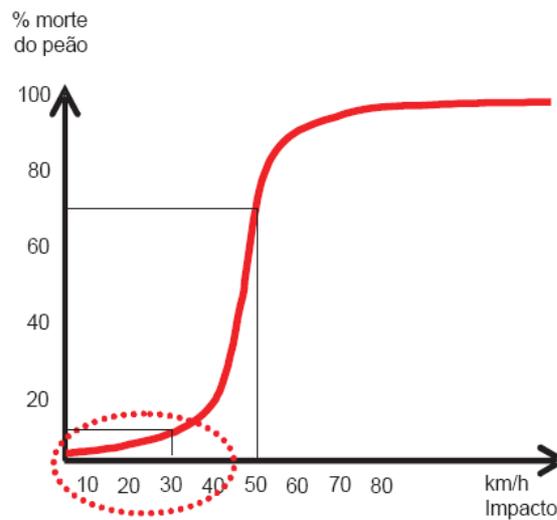


Figura 55. PERCENTAGEM DE MORTES PARA O PEÃO EM ATROPELAMENTOS A DIFERENTES VELOCIDADES, [TRAMO(2008)]

Como se verifica pelos dados da figura 55, a velocidade tem relação directa com as consequências em embates, particularmente em atropelamentos. Neste sentido denota-se uma deflexão na curva do gráfico a partir dos 30km/h, o que justifica o facto de em zonas particularmente pedonais se adoptar uma velocidade máxima de 30km/h.

Importa referir que, para além das medidas apontadas neste subcapítulo, existem ainda medidas complementares que são bastante importantes e, por vezes, indispensáveis na integração das medidas referidas, como por exemplo: passeios, passadeiras, ciclovias, etc. Também o mobiliário urbano, tipologias e cores de pavimento, sinalização e a iluminação pretendem reforçar o carácter 'obstrutivo' de algumas medidas contribuindo complementarmente para a requalificação paisagística do espaço urbano e para a marcação de alteração ao ambiente rodoviário.

Todas estas alterações podem ser combinadas entre si de forma a obter soluções mais eficazes e podem ser complementadas ao nível do desenho com outro tipo de medidas tais como o uso sistemático e cuidado de elementos de mobiliário e desenho urbano. As medidas enunciadas neste capítulo são aplicadas normalmente, em zonas antigas, que não tendo um dimensionamento adequado, servem de passagem a um tráfego significativo, devido ao crescimento da cidade. Outra situação em que se torna necessário adoptar este tipo de medidas é na entrada de algumas cidades e em ruas com perfis amplos e rectilíneos que convidam o condutor a praticar velocidades elevadas.

3.5.1. TIPOS DE MEDIDAS

a) Separadores Centrais



Figura 56. EXEMPLO DE SEPARADOR CENTRAL (7, 2010)

A adoção de separadores centrais permite, por um lado reduzir a largura lateral da via, diminuindo a velocidade dos veículos, e por outro o atravessamento de peões em duas fases, para além de evitar estacionamento indevidos junto às passadeiras, como se mostra na figura 56.

b) Estrangulamentos



Figura 57. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DE UM ESTRANGULAMENTO [8, 2010]

Os estrangulamentos podem ser feitos através dos lados como se vê na figura 57 ou do centro da faixa de rodagem e são usados para obrigar a uma redução de velocidade. Podem ser usados perto de passadeiras ou em outras zonas sensíveis, principalmente com elevados

tráfegos pedonais, sendo possível aplicá-las em vias de atravessamento, sempre com o cuidado de garantir dois sentidos de circulação e ângulos de desvio que permitam a circulação em segurança.

c) Gincanas



Figura 58. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DE UM GINCANA [7, 2010]

As gincanas (figura 58) são medidas de acalmia de tráfego que, por um lado são eficazes na redução da velocidade, embora a sua aplicação no nosso país, seja pouco implementada e de difícil aceitação, por parte dos condutores, que não estão sensibilizados para este tipo de medidas. Porém, em países como a Inglaterra são medidas muito usadas.

d) Portões



Figura 59. EXEMPLO DE UM PORTÃO [CCDRN, 2008]

Os portões (figura 59) são usados quando se pretende assinalar a entrada numa zona residencial o que induz o condutor a diminuir a velocidade.

e) Pré-avisos



Figura 60. EXEMPLO DA APLICAÇÃO DE PRÉ-AVISOS [UC E UP, 2006]

Os pré-avisos (figura 60) informam o condutor a respeito da aproximação de uma zona perigosa, através de bandas ou faixas colocadas no pavimento, repetidamente ou com aumento progressivo de frequência. As bandas podem ser classificadas como:

Bandas cromáticas: se a altura for menor que 1 cm

Bandas sonoras: se a altura rondar os 3 cm

Usam-se preferencialmente bandas cromáticas em zonas residenciais, sendo que as bandas sonoras são mais eficazes, embora casem maior poluição sonora.

f) Lombas

As lombas são aplicadas em zonas residenciais com baixos volumes de tráfego e velocidades de circulação reduzidas, de modo a baixar as velocidades praticadas. O seu dimensionamento e escolha deverão ser cuidados, sendo de evitar situações de acidentes ou danos nos veículos ao transpô-las, logo evitar a sua colocação em vias distribuidoras locais.

g) Passadeiras sobrelevadas



Figura 61. EXEMPLO DE UMA PASSADEIRA SOBRELEVADA [8, 2010]

O facto de se sobrelevarem as passadeiras provoca uma diminuição de velocidade dos veículos, visto funcionarem como lombas como mostra a figura 61. Ao mesmo tempo proporcionam, um aumento de visibilidade dos peões. Esta solução deverá estar enquadrada no sistema, através da aplicação de pré-avisos para o condutor.

h) Pavimentos sobrelevados

Em cruzamentos problemáticos podem ser usados pavimentos com uma altura superior pelos mesmos motivos enunciados para as passadeiras sobrelevadas. É ainda possível em zonas pedonais, optar pela adopção da cota do passeio em toda a estrada, levando os utentes a subentenderem a prioridade do peão em toda a rua, logo a uma diminuição de velocidade automóvel.

i) Rotundas ou mini-rotundas

O dimensionamento de rotundas foi abordado nesta tese ao longo da subsecção 3.3.3, as rotundas quando bem dimensionadas podem ser uma boa medida de acalmia de tráfego, visto imporem fisicamente a redução da velocidade.

j) Sistemas semaforizados de controlo de velocidade

Uma medida muito usada em Portugal são os semáforos com controlo de velocidade que obrigam os condutores a respeitar as velocidades impostas, sob pena de terem que parar no semáforo.

3.5.2. APLICABILIDADE

As medidas de acalmia propostas na subsecção anterior têm um campo de aplicação restrito, segundo o tipo de via, em meio urbano.

TABELA 16 – APLICABILIDADE DAS MEDIDAS DE ACALMIA DE TRÁFEGO [ALVES C., 2008]

Medidas	Classificação hierárquica da rede viária			
	Acessos locais	Distribuidoras locais	Distribuidoras principais	Colectoras
Lombas	-	X	X	X
Travessias Pedonais sobreelevadas	-	X	X	X
Intersecções Sobreelevadas e Pavimentos diferenciados	X	X	X	-
Mini-Rotundas	X	X	-	-
Gincanas	X	X	X	X
Deflexões nos cruzamentos	X	X	X	-
Estrangulamentos nas intersecções	X	X	-	-
Separadores centrais	X	X	X	X
Pré-avisos	X	X	X	X
Portões	X	X	X	X
Sistemas Semaforizados de controlo de Velocidade	X	X	X	-

A tabela 16 traduz a aplicabilidade das medidas, sendo, por exemplo as lombas e as travessias pedonais sobrelevadas, não aplicáveis a acessos locais. Relativamente às medidas não aplicáveis a vias colectoras e distribuidoras principais estas justificam-se pelo facto das velocidades de projecto nestas vias serem elevadas, pelo que, as medidas em questão poderiam colocar em risco o nível de serviço esperado, bem como a própria segurança da via.

3.6. CONCLUSÃO

Como é possível verificar, do ponto de vista estatístico, Portugal aproximou-se, no que diz respeito à taxa de motorização da média europeia, com um aumento anual médio nos dados analisados de 6% contra os 2% verificados na média europeia. Se por um lado, a convergência deste parâmetro revela algum crescimento económico, denota-se que o aumento do uso de transporte individual em detrimento do uso de transporte colectivo e sistema pedonal é uma tendência que contraria as recomendações do planeamento urbano actual. Neste sentido destaca-se o dado do Eurostat que coloca Lisboa como a região com maior número de quilómetros de auto-estrada por quilómetro quadrado na Europa, o que denota um incentivo ao uso de automóvel próprio dentro da cidade.

Devido ao aumento da taxa de motorização e o conseqüente aumento do impacto do automóvel em ambiente urbano, a maioria dos urbanistas actuais propõe uma mudança para que o sistema de acessibilidades e transportes continue a responder às crescentes necessidades de movimentação de pessoas e bens, mas com menores impactes ambientais e a não exclusão dos que não possuem ou não podem utilizar o automóvel; segundo (TRAMO, 2010: 70):

“O desenvolvimento de uma nova urbanidade menos dependente deste modo de transporte, nomeadamente no que se refere às deslocações de carácter mais quotidiano, terá assim de se basear numa morfologia e funcionalidade urbanas que permitam a sua vivência a partir dos modos suaves (o peão e a bicicleta) e dos transportes colectivos, contribuindo ainda para a própria viabilidade destes.”

Neste sentido o Engenheiro civil é não só útil no traçado de uma rede viária e pedonal que induza à inversão das tendências de aumento do uso do automóvel pessoal, mas também na concepção de planos de pormenor e de urbanização onde se prevejam centros urbanos com maior componente de uso misto residência/trabalho/lazer aproveitando as novas tecnologias que tornam as indústrias e os serviços ambientalmente limpos e a necessitarem de menor espaço, tornando o meio urbano mais homogéneo, evitando assim movimentos pendulares, principalmente casa-trabalho, o que reduz o tráfego automóvel nos centros urbanos. Uma medida que o engenheiro pode utilizar é uma maior restrição do estacionamento dentro das zonas urbanas, sempre que a zona tenha um sistema de transporte colectivo adequado.

Relativamente aos aspectos de dimensionamento destaca-se que em zonas urbanas onde se prevejam grandes quantidades de tráfego pedonal o projectista pode optar por colocar zonas com velocidade máxima de 30 km/h, visto ser a partir desta velocidade que aumenta, significativamente a taxa de mortalidade dos atropelamentos, pelo que pode usar as medidas de acalmia de tráfego propostas neste capítulo, de maneira a obrigar o automobilista a respeitar o peão.

Capítulo 4 - CASOS PRÁTICOS

4.1. INTRODUÇÃO

Sendo a Engenharia uma profissão essencialmente prática, este capítulo visa aplicar alguns conceitos abordados na presente dissertação, em algumas situações detectadas na cidade da Covilhã. As situações escolhidas são casos que ilustram bem como, face ao desenho urbano escolhido, é possível encontrar deficiências apontadas nesta tese, sendo escolhidas preferencialmente situações onde se denotam falhas que colocam em causa a segurança ou a mobilidade de todos aqueles que as utilizam. As soluções propostas para as deficiências encontradas são de mero desenho urbano, simples, de baixo custo de forma a torná-las aplicáveis na realidade, e a serem rapidamente aceites pela população local (algumas surgem até de questões levantadas pelos habitantes daquelas áreas).

4.2. IDENTIFICAÇÃO DOS CASOS PRÁTICOS

4.2.1. INTRODUÇÃO

Vários poderiam ter sido os locais escolhidos na cidade da Covilhã, como casos onde, mediante o mero rearranjo de desenho urbano, as condições de circulação viária e pedestre se poderiam realizar em melhores condições de segurança e conforto.

Contudo, e dada a escassez de tempo e de meios (um inquérito por exemplo, levado a cabo a automobilistas e transeuntes poderia ter sido uma mais valia, com resultados que certamente iriam limar e melhorar as soluções apontadas), ao escolherem-se os locais de estudo, pretendeu-se ilustrar que, por um lado, que os problemas da introdução do veículo motorizado, em meio urbano consolidado podem ser minorados através de soluções de desenho urbano e de gestão de tráfego, o mesmo acontecendo para locais recentes, que surgem fruto da aplicação de instrumentos de gestão Municipal, onde a componente de desenho urbano, aparentemente, não teve em consideração todas as questões relacionadas com a segurança e com o conforto, assim: o primeiro caso escolhido foi o da rua Conselheiro José Pedro dos Santos; o segundo caso prático é o estudo do troço de 200 metros da avenida da Anil entre a rotunda do Operário e o cruzamento da Rua Irmãos Bonina.

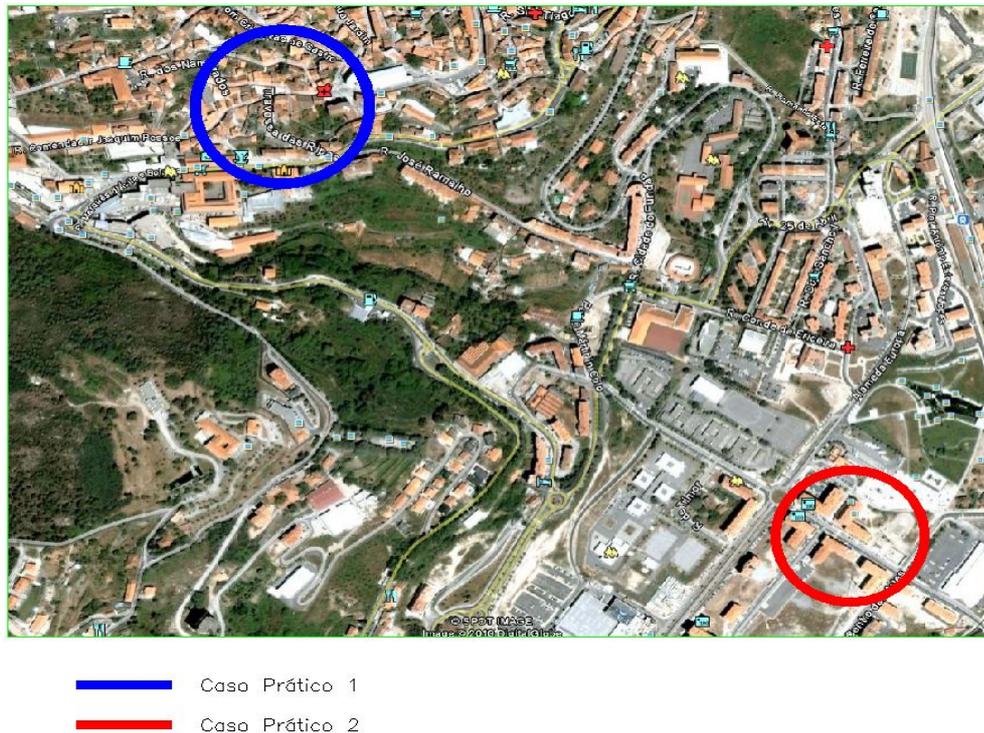


Figura 62. LOCALIZAÇÃO DOS CASOS PRÁTICOS [GOOGLE EARTH, 2010]

Na figura 62 pode ver-se a localização dos casos de estudo na cidade da Covilhã, estando, o caso prático 1, localizado em zona histórica da cidade, consolidada, cujo dimensionamento já vem do século XVIII, com um rearranjo fruto do plano de melhoramentos para a cidade da Covilhã, mas em que o seu dimensionamento ocorreu numa época em que o veículo automóvel, não era o principal meio de transporte na cidade, a Rua Conselheiro José Pedroso dos Santos: o segundo caso localiza-se numa zona de expansão da cidade, relativamente recente, já abrangida por Instrumentos de Gestão Territorial de âmbito Municipal, que é a avenida da Anil; localiza-se numa zona de expansão, junto a importantes infra-estruturas e serviços: perto de uma zona comercial e de uma zona escolar importante; da central de camionagem (ponto de partida e chegada de autocarros); bem como do jardim do Lago, o maior espaço verde da cidade e ainda de um pólo universitário.

Esta possui assim um dimensionamento recente, sendo o edificado proeminentemente residencial, de rés-do-chão mais sete andares, com alguns dos rés-do-chãos ocupados por espaços comerciais e serviços, sobretudo ligados à Banca. A escolha desta avenida prende-se com o facto de ter um dimensionamento recente e de ter um tráfego automóvel e pedonal bastante significativos dentro da realidade da cidade.

4.2.2. CASO 1 - RUA CONSELHEIRO JOSÉ PEDROSO DOS SANTOS

A rua Conselheiro José Pedroso dos Santos tem apenas um sentido de tráfego, estando proibido a pesados; a rua liga o mercado municipal à faculdade de Engenharia da UBI, permitindo a ligação com a rua Marquês d'Ávila e Bolama, possibilitando assim um trajecto de saída da cidade da Covilhã, evitando as demoras provocadas pelos semáforos da rua Visconde da Coriscada.



Figura 63. FALTA DE ESPAÇO PARA O PEÃO [2010]

O principal problema encontrado nesta rua é o excesso de tráfego para as condições de mobilidade pedonal existentes na zona, sendo esta uma zona habitacional. A rua tem uma largura muito reduzida, em algumas zonas atingindo um total de 3,00 metros como se pode verificar através da consulta do perfil transversal do anexo II; no mesmo anexo pode verificar-se a ausência de espaço destinado ao peão, na maioria do seu perfil como se verifica também através da observação da figura 63, o que obriga, aquando do cruzamento entre peão e automóvel, que o peão pare ou se abrigue na entrada de um edifício para que o automóvel passe, sobretudo em casos de automóveis ligeiros de largura superior à média. Esta situação é ainda mais gravosa em casos de peões em cadeiras de rodas ou com cadeiras de bebé, impossibilitando a circulação dos mesmos na rua, o que põe em causa o conceito de design universal defendido na subsecção 2.5.2 da presente dissertação. No que diz respeito a peões idosos ou com mobilidade reduzida as dificuldades impostas pela proximidade com os veículos são somadas à excessiva inclinação longitudinal da rua que em alguns troços chega a ser superior a 10% de inclinação, o que torna esta rua de difícil acesso para este grupo de peões. Do ponto de vista da segurança esta rua obriga os peões a transitarem e a permanecerem na via, o que, como foi verificado na figura 12 e na tabela 6 da página 13 do presente trabalho, são acções praticadas em 35% das mortes entre os peões em Portugal, sendo a permanência nas vias a acção praticada com maior número de mortes e a segunda com maior número de peões vítimas, em Portugal.

4.2.3. CASO 2 - AVENIDA DA ANIL

Através da observação e de inquéritos informais com utilizadores da rua, as deficiências detectadas nesta rua são: a deficiente colocação do mobiliário urbano e gestão dos espaços relativos ao peão e a deficiente manutenção do pavimento.



Figura 64. FAIXA PEDONAL DE GESTÃO PRIVADA [2010]



Figura 65. COTA DE SOLEIRA ELEVADA [2010]

Nos perfis transversais presentes nos anexos V, VI e VIII, não estão contabilizadas as larguras referentes a uma faixa que se localiza, no traçado actual da rua, entre o edificado e a zona do peão do lado norte, visível na figura 64, visto esta ser de gestão privada, portanto não são passíveis de intervenção por parte da Câmara Municipal. De notar que existem, nessa faixa, deficiências de locomoção para cidadãos com mobilidade reduzida que se prendem com a obrigatoriedade de utilização de escadas para aceder a alguns edifícios, como se pode ver na figura 64, bem como com elevadas cotas de soleira relativamente ao pavimento exterior o que obriga os peões de mobilidade reduzida a vencerem um escalão para conseguir entrar em alguns edifícios, como é visível na figura 65; as duas deficiências reportadas anteriormente, não respeitam o conceito de design universal apontado ao longo do presente trabalho (ver subsecção 2.5.2), desrespeitando ainda o dec-lei 163/2006.



Figura 66. ZONA DO PEÃO DIMINUTA E OCUPADA POR MOBILIÁRIO URBANO [2010]

Sem considerar o espaço pedonal privado, referido anteriormente, a largura total da rua cifra-se nos 18,90 m, ao longo do troço em estudo. Os perfis transversais existentes variam consoante a presença ou não de estacionamento em ambos os lados da rua, o que ocupa 2,20 metros de largura em cada lado da rua. De referir que em grande parte da rua, os perfis transversais (consultáveis no anexo V), têm uma faixa ajardinada de cerca de 1,50 metros do lado norte e de 2,80 metros do lado sul, que ocupam uma parte substancial da zona do peão, como se pode ver na figura 66;



Figura 67. DEFICIENTE COLOCAÇÃO DO MOBILIÁRIO URBANO [2010]

De notar que nas zonas mais restritivas em termo de espaço, isto é onde existem estacionamentos em ambos os lados da rua, a zona destinada ao peão é de 1,50 metros de um lado da rua e 1,60 metros do outro, sendo grande parte do mobiliário urbano colocado nessa faixa, o que torna a largura útil do passeio diminuta, não respeitando o mínimo exigido no dec-lei 163/2006 e consultável na tabela 11 do presente trabalho, de 1,60 metros, nem as exigências de conforto propostas pela restante bibliografia referenciada ao longo do capítulo 2; como é possível verificar na figura 67, a colocação do mobiliário urbano, obriga ainda o peão a sucessivos desvios de trajectória, o que dificulta a progressão de peões invisuais ou em cadeiras de rodas.

Do ponto de vista de problemas de mobilidade, denota-se a falta de abrigos junto às paragens de autocarro existentes, o que obriga os utentes a esperar em pé e sujeitos às condições climatéricas, bem como a ausência de estacionamentos para bicicletas, na tabela 15 do presente trabalho, o que contraria as medidas de mobilidade sustentável apontadas no capítulo 3 do presente trabalho. Outra deficiência observada prende-se com a inexistência na maioria das passeadeiras do troço em estudo, de declives de acesso às passeadeiras, que coloca em causa o conceito de design universal.

Não cumprindo o design universal, na zona para o peão, obriga os peões em cadeiras de rodas e com carrinhos de bebé, a circular na faixa de rodagem, o que figura uma lacuna ao nível da segurança, sendo que, como foi referenciado no caso anterior, a permanência e trânsito de peões em plena faixa de rodagem são responsáveis por cerca de 35% dos peões mortos em Portugal, como se pode verificar na consulta dos dados da secção 1.3 da presente dissertação.



Figura 68. MAU ESTADO DO PAVIMENTO [2010]

Denota-se ainda a má manutenção do pavimento, visível na figura 68, que prejudica a progressão para os peões, tendo sido reportadas situações com quedas por parte dos peões devido ao mau estado do piso.

4.3. SOLUÇÕES PROPOSTAS

4.3.1. RUA CONSELHEIRO JOSÉ PEDROSO DOS SANTOS

A rua estudada é utilizada por muitos condutores como atravessamento. Devido ao facto de a rua ter a mobilidade pedonal fortemente afectada pelo excessivo tráfego automóvel, a solução a adoptar nesta situação passa por restringir o tráfego automóvel a veículos de emergência, cargas e descargas e residentes, para assim proporcionar uma maior fixação de pessoas nesta rua do centro histórico, devolvendo, simultaneamente a rua às pessoas, como defendido na citação de Brigitte Gil presente na secção 2.9 do presente trabalho.

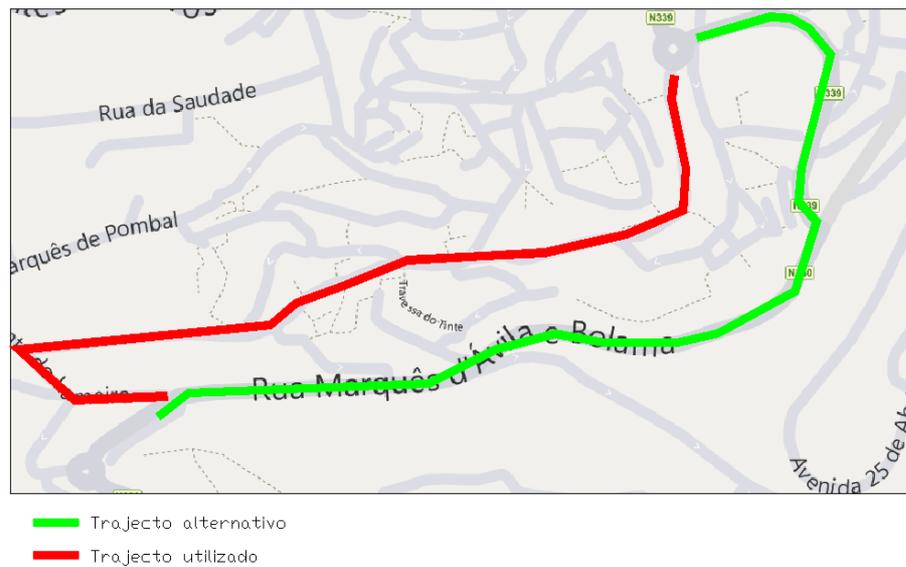


Figura 69. ALTERNATIVA À RUA A RESTRINGIR [BINGMAPS@(2010)]

A solução proposta é viável visto que existem alternativas, para os condutores que queiram sair do centro da cidade em direcção à rua Marquês d'Ávila e Bolama, bastando para isso descer a rua Visconde da Coriscada, como se vê no mapa da figura 69.

Esta solução melhora substancialmente a mobilidade e a segurança pedonal dos peões que utilizam a rua, diminuindo o tráfego automóvel, logo o risco de atropelamentos, não colocando em causa a mobilidade automóvel dos moradores, propondo-se a utilização de placas identificadoras para moradores, de forma a pôr em prática, a solução proposta.

4.3.2. AVENIDA DA ANIL

A proposta de intervenção para esta rua prende-se com a alteração no perfil transversal, mantendo a faixa de rodagem.

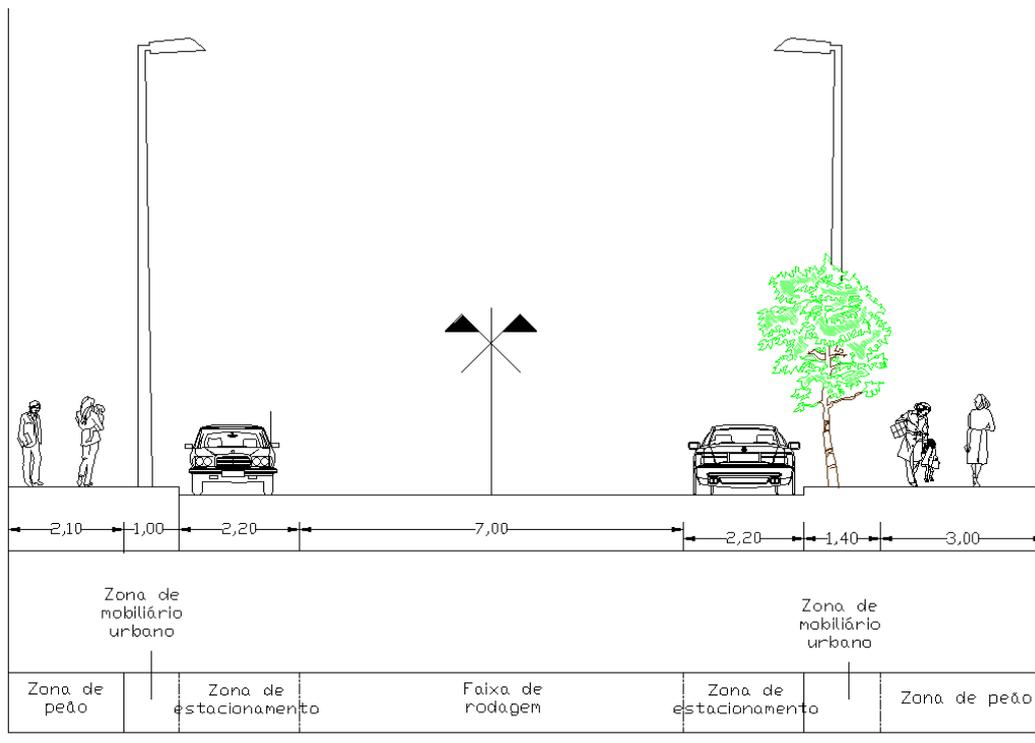


Figura 70. PERFIL TRANSVERSAL PROPOSTO NA ZONA COM ESTACIONAMENTO [2010]

A figura 70 mostra a proposta de alteração que consiste na substituição do excessivo espaço perdido com faixas ajardinadas por uma zona de peão maior e por uma faixa destinada ao mobiliário urbano. De notar que as entradas das garagens deveriam ser mais recuadas, de maneira a não criarem descontinuidades tão grandes na zona do peão, o que prejudica, principalmente, os peões com mobilidade reduzida. Como se vê na figura 70, o passeio do lado esquerdo tem uma zona de peão com 2,10m de largura e uma zona para a colocação de mobiliário urbano de 1,00m, o que cumpre o proposto pela bibliografia consultada e presente na secção 2.5 do presente trabalho. Do outro lado da rua propõe-se uma zona de 1,40m para a colocação de mobiliário urbano. Relativamente ao mobiliário urbano a utilizar e em virtude de serem retirados os jardins, propõem-se a colocação de árvores, devidamente escolhidas por profissionais especializados, de maneira a que as suas raízes não danifiquem o pavimento do passeio e de preferência de folha caduca, de maneira a sombrearem a zona no Verão e não sombrearem no Inverno, tornando as ruas mais agradáveis, estando colocadas, de forma a aumentarem a segregação entre o peão e os veículos. A zona de peão neste lado da rua prevê-se que tenha 3,00m. Nas singularidades como nas imediações de entradas de garagens ou nas imediações de outras singularidades como mobiliário urbano, o pavimento deverá levar os peões, sobretudo os invisíveis e de visibilidade reduzida a adoptarem uma trajectória segura, aplicando o conceito de design universal à zona em estudo. De referir que na zona de paragem de autocarro, presente no anexo VII e devido à colocação de um abrigo junto à paragem, a zona do peão fica restrita a 1,00 metro, sendo que se desenvolve apenas ao longo

de 4,00 metros, o que cumpre o máximo defendido no capítulo 2 de 6,00 metros. A colocação de abrigos de apoio nas paragens de autocarro destinam-se a aumentar as condições de utilização de transportes públicos, fomentando o seu uso, diminuindo simultaneamente o uso de veículos ligeiros, como estudado ao longo dos capítulos 2 e 3 do presente trabalho. Para além da colocação de abrigos nas paragens de autocarros, bem como de árvores, propõe-se ainda um estacionamento de bicicletas, localizado junto a uma zona onde se localizam vários estabelecimentos comerciais e financeiros, e se espera ser o maior pólo de atracção de viagens do troço em estudo, proporcionando assim mais condições para o uso deste meio de transporte sustentável, defendido no capítulo 3; propôs-se também um aumento de novos recipientes para colocação de lixo, indo ao encontro do proposto na página 38, pelo TAMS, de um recipiente para colocação de lixo nas zonas onde se prevêem maior geração de viagens e permanência pedonais, como lojas, encontros de ruas, paragens de autocarros, etc., bem como de bancos ao longo do passeio sul, com a presença de um banco por cada 100 metros de passeio como se propõe na tabela 38 da mesma página e se pode verificar no anexo IV; Relativamente ao mobiliário urbano existente este foi reposicionado, tendo sido mantida praticamente igual a distância entre candeeiros, visto a luminosidade ser adequada ao longo do troço em estudo, bem como bocas-de-incêndio, sinais de trânsito e semáforos.

Relativamente ao pavimento, propõe-se que a sua colocação seja diferenciada dentro das diferentes zonas dos passeios. Relativamente às zonas de circulação e estacionamento de veículos, a proposta não visa alterar o betume asfáltico existente. Quanto às zonas do passeio propõe-se a colocação de um piso de lajetas de betão, dado que segundo (Ferreira J., 2007), são confortáveis para os peões, sendo simultaneamente facilmente trabalháveis e com um baixo preço por m². Os obstáculos como o mobiliário urbano deverá ser rodeado por um piso alerta que deverá ter tratamento superficial em alto relevo que fornece informação táctil ao peão, melhorando significativamente a mobilidade para peões invisuais ou com problemas de visão, levando-os a evitar os obstáculos e a faixa de rodagem, orientando-os no sentido da zona do peão e das zonas de atravessamento, como proposto pelo mesmo autor. Propõe-se ainda a colocação de declives de acesso em todas as passadeiras de maneira a melhorar a mobilidade para peões com mobilidade reduzida.

De notar que para além do mobiliário urbano existem escadarias de acesso a edifícios, bem como entradas de garagens, cujo dimensionamento faz diminuir a zona de peão. O pavimento alerta deve ser aplicado tendo em conta estas singularidades. Na solução proposta evitou-se a colocação de mobiliário urbano na proximidade destas singularidades, para não existirem zonas de peão com larguras efectivas muito diminutas.

Devido ao facto de as infra-estruturas de apoio como saneamento e redes de águas estarem já instaladas na via, não se considerou a colocação das mesmas na faixa de mobiliário urbano, como proposto ao longo da subsecção 2.5.1. da presente dissertação.

4.4. CONCLUSÃO

Ao longo deste capítulo, os casos de estudo foram escolhidos como exemplo de situações frequentes em meios urbanos, principalmente na realidade da cidade da Covilhã. Os casos escolhidos denotam que o engenheiro de tráfego tem competências para actuar na melhoria da mobilidade urbana em situações tão díspares, como uma rua em centro histórico consolidado, com dimensionamento feito numa altura em que não existiam automóveis e no caso de uma avenida numa zona de expansão da cidade.

No caso 1 denota-se uma grande facilidade técnica e económica na melhoria da mobilidade pedonal e da segurança da zona em estudo, embora haja a consciência da difícil aceitação por parte dos utilizadores de automóveis e do poder político podendo inviabilizar a solução proposta. Ao longo da cidade da Covilhã, existem muitos casos de ruas sem espaço destinado ao peão pelo que se propõe um estudo que dê continuidade a este trabalho para se fazer um levantamento e conseqüente tratamento de todas as situações existentes, tornando a Covilhã, uma cidade mais propícia para o peão, melhorando assim a mobilidade na cidade.

Relativamente ao caso 2, o dimensionamento proposto não passa de um reordenamento na ocupação dos espaços dos passeios, sendo a sua aplicação preferencial na fase de projecto, tendo o dimensionamento proposto um custo idêntico ao verificado no local. No que concerne ao caso 1 o custo da medida é bastante baixo.

Os casos de estudo, para além de proporcionarem um aumento na segurança dos peões, aumentam as condições para se andar a pé, tornando as zonas em estudo mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, de acordo com o estudado no capítulo 2. Neste sentido no que diz respeito ao caso de estudo 2, denota-se ainda a colocação de estacionamento de bicicletas, bem como o aumento nas condições na rede de autocarros, através da colocação de abrigos junto das paragens de autocarros, sendo estes meios de locomoção mais sustentáveis do que o automóvel próprio como se pode concluir ao longo dos capítulos 2 e 3 do presente trabalho.

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

Capítulo 5 - CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES

A presente tese permite concluir que os níveis de sinistralidade na Europa e principalmente em Portugal estão a diminuir significativamente. No que diz respeito à realidade nacional denota-se uma melhoria na grande maioria dos parâmetros analisados, tendo os dados relativos a acidentes fora das localidades observado uma tendência mais acentuada de melhoria, aumentando consequentemente o peso relativo de vítimas mortais em meio urbano na globalidade das mortes na estrada. De notar que as vítimas mortais dentro das localidades traduzem cerca de 40% das mortes nas estradas em Portugal nos últimos 10 anos, sendo que no PNPR 2003-2010, o único objectivo que não foi cumprido logo no ano de 2006 foi o número de mortos em acidentes dentro das localidades. No que diz respeito aos dados estatísticos há que referir que a sua leitura deve ser feita com a consciência que a sinistralidade rodoviária depende das condições da infra-estrutura, alvo de estudo da presente tese, mas também de outros factores como por exemplo a influência de campanhas de sensibilização, melhoria da segurança nos veículos, aumento das inspecções automóveis, aumento nas condições dos dispositivos de emergência, etc.

Pode concluir-se que Portugal conseguiu atingir níveis de sinistralidade rodoviária abaixo da média da UE, nomeadamente em meio inter-urbano, sendo que em meio urbano Portugal continua a apresentar valores piores de sinistralidade que a média europeia. Nesse sentido conclui-se que o investimento por parte do Estado, deve concentrar-se mais na resolução de deficiências encontradas e no cuidado dimensionamento de novas vias em meio urbano, tentando que Portugal atinja valores abaixo da UE, neste particular, contribuindo para cimentar as descidas verificadas na globalidade da sinistralidade rodoviária.

Relativamente à mobilidade pedonal conclui-se que esta é muito prejudicada pela presença crescente do automóvel, nos centros urbanos, que segundo a citação de Brigitte Gil na pág. 59, poluem o espaço público, pelo que a tendência deverá ser, melhorar as condições dos transportes públicos no acesso aos centros urbanos, criar e melhorar espaços pedonais e ciclovias e simultaneamente aplicar medidas de restrição ao uso dos veículos próprios nos centros mais problemáticos, criando portagens, parquímetros e transformando algumas ruas em exclusivamente pedonais ou com acessos restritos a moradores e veículos de emergência, de maneira a reduzir a presença do automóvel nos centros urbanos, devolvendo assim o espaço público às pessoas. Outras medidas de sustentabilidade propostas são a criação de planos de pormenor e de urbanização que tenham em conta a homogeneização das zonas urbanas evitando que haja pólos preferencialmente habitacionais e centros urbanos onde se encontrem os postos de trabalho, criando condições para a fixação de população nos centros históricos e a fixação de pólos geradores de emprego em zonas habitacionais reduzindo

principalmente as deslocações casa-trabalho com recurso a automóvel, aumentando a sustentabilidade.

Uma das principais interrogações, à partida para o presente trabalho era saber se através do desenho urbano, seria possível ao Engenheiro de tráfego melhorar o conforto de circulação pedonal e aumentar a segurança em meio urbano. A resposta a esta pergunta é dada ao longo dos capítulos 2 e 3, que demonstram a utilidade do engenheiro de tráfego na melhoria da mobilidade e na diminuição da sinistralidade em meio urbano, através das opções de dimensionamento de novos arruamentos, ou na alteração das deficiências verificadas nas vias existentes, tendo sido mostrados, no capítulo 4 dois casos de estudo, onde se verifica que a sensibilidade e conhecimentos do Engenheiro podem ser postas em prática no sentido de alterar algumas deficiências que afectam a mobilidade em meio urbano, tornando a cidade num local mais sustentável e agradável para as pessoas e em particular para o peão.

No que diz respeito aos casos práticos e ao longo da pesquisa efectuada, as deficiências mais verificadas no concelho da Covilhã prendem-se com ruas abertas ao tráfego automóvel sem zona destinada ao peão no seu perfil, o que põe em risco o peão, principalmente em ruas preferencialmente residenciais e a ausência de declives nas passadeiras, o que prejudica a mobilidade de peões em cadeiras de rodas; Neste sentido, denota-se o incumprimento do dec-lei 163/2006, no que diz respeito à largura mínima dos passeios, muito devido à incorrecta colocação do mobiliário urbano, o que obriga, em algumas zonas com dimensionamento recente (idêntico ao do caso 2), a peões em cadeira de rodas a circularem em plena faixa de rodagem. Relativamente aos casos práticos escolhidos, denota-se que as soluções propostas poderiam ter sido implementadas, no caso 2, aquando do dimensionamento relativamente recente, bastando para isso a sensibilidade dos projectistas para as falhas apontadas, sendo os dimensionamentos propostos de baixo custo comparativamente ao verificado nos locais. Como se pode verificar através dos casos de estudo é possível melhorar a mobilidade e a segurança em meio urbano, sem aumentar os custos da rede viária, bastando para isso melhorar as equipas responsáveis pelo dimensionamento das redes. Neste sentido as Câmaras Municipais e outras entidades gestoras de estradas em meio urbano devem dar ao Engenheiro de Tráfego, incorporado em equipas multi-disciplinares, devidamente dotadas, um papel mais preponderante no dimensionamento de novas vias e na manutenção das existentes, no sentido de, de uma forma integrada se consigam baixar os dados de sinistralidade em meio urbano e melhorar a qualidade do espaço público de uma maneira sustentável.

Sendo que, os casos de estudo apresentados ao longo deste trabalho denotam uma grande utilidade do engenheiro de tráfego, na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano, existe a noção que estes casos isolados não são suficientes para melhorar a rede viária no seu conjunto. Neste sentido a intervenção proposta no caso 2, poderia ser o ponto

de partida para estudos de melhoria de dimensionamento, quer na área da Engenharia de Tráfego, quer na área de Arquitectura através de estudos como a colocação do mobiliário urbano, bem como o seu desenho de pormenor, tendo em conta as particularidades sociais e arquitectónicas da envolvente, bem como a escolha pormenorizada de pavimentos a utilizar, quantificando os custos, e alargando o estudo a áreas maiores nesta zona de expansão da cidade de maneira a tornar mais real e prática, a função de engenheiros e arquitectos na melhoria do desenho urbano. Relativamente ao caso 1, propõe-se um levantamento aprofundado de casos de ruas, na zona histórica da cidade da Covilhã, com situações similares, isto é, com diminuta ou inexistente zona de peão, estudando e propondo possíveis medidas de baixo custo para diminuir estas situações, recorrendo por exemplo a recirculação de trânsito conseguindo caminhos alternativos, ou soluções semelhantes à proposta no presente trabalho, de forma integrada, de maneira a dotar a cidade de maior segurança e mobilidade pedonal.

BIBLIOGRAFIA

ANSR(2008), "Ano de 2007 - Sinistralidade Rodoviária", extraído em 2 de Abril de 2009 de: <http://www.ansr.pt/LinkClick.aspx?fileticket=%2bdhvYCYxKpk%3d&tabid=103&mid=722&language=pt-PT> , Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

ANSR(2010). "Ano de 2009 - Sinistralidade Rodoviária", extraído em 6 de Junho de 2009 de: <http://www.ansr.pt/LinkClick.aspx?fileticket=Skc1ap20jiA%3d&tabid=273&mid=775&language=pt-PT> , Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

AustRoads (1995), " *Guide to Traffic Engineering Practice; Part 13, Pedestrians* ", AustRoads, Sydney, 1995

Austroroads (2006), " *Pedestrian-Cyclist Conflict Minimisation on Shared Paths and Footpaths* ", Austroroads, Sydney, 2006

Baptista A., Vasconcelos A. (2005) " *Engenharia de Tráfego - O sistema pedonal* ", Instituto Politécnico de Viseu - Escola Superior de tecnologia - Departamento de Engenharia Civil, 2005

Beato C.(1996), " *Cidades Planeadas ao longo da história* ", Departamento de Engenharia Civil da Universidade da Beira Interior, Covilhã, 1996

Bingmaps@(2010). Extraído em Maio de 2010 de: <http://www.bing.com/maps/default.aspx?v=2&cp=44.023938-99.71&style=h&lvl=4&tilt=-89.875918865193&dir=0&alt=7689462.6842358>

C. Alves (2008) " *Localização Medidas Mitigadoras para a Diminuição da Influência da Infra-estrutura nos Acidentes Rodoviários em Meio Urbano* ", Dissertação (Mestrado em Engenharia Rodoviária) Universidade de Coimbra, Coimbra (2008)

C.E. (2007), " *A situação das cidades europeias-Relatório Síntese* " extraído em 10 de Maio de 2010 de: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/urban/state_exec_pt.pdf (site oficial da Comissão Europeia)

CCDRN(2008), "Manual do Planeamento e acessibilidades e transporte ", extraído em 05 de Abril de 2009 de: <http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/>, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional - Norte

Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto, Consultável em 10 de Maio de 2010 em: http://www.inr.pt/bibliopac/diplomas/dl_163_2006.htm

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

Decreto-Lei. n.º 44/2005. Diário da República n.º 38, Série I-A de 2005-02-23 Código da Estrada, consultável em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2005/02/038A00/15541625.pdf>

ECA, http://www.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/about_ud/about_ud.htm (sítio oficial da Universidade do Estado a Carolina do Norte), consultado em Abril de 2010

ENSR (2009), "*Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008-2015*", Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009, extraído em Março de 2010 de: <http://www.ansr.pt/Portals/0/ENSR.pdf>

Ferreira J. (2007) "*Pavimentos em espaços públicos urbanos*", Dissertação (Mestrado em Arquitectura) Instituto Superior Técnico (2007)

Gil B. (2009) "*Mobilidade pedonal no espaço público - caso de estudo e aplicação ao projecto de Sete Rios*", Dissertação (Mestrado em Arquitectura) Instituto Superior Técnico (2009)

Gonçalves J.; Santos B. (2005) - "*Colectânea de Apontamentos de Engenharia de Tráfego*"; Departamento de Engenharia Civil da Universidade da Beira Interior, 2005

Googleearth.com, 2010

HCM (2000), "*Highway Capacity Manual*", Transportation Research Board, Washington DC, 2000.

INE (2003) "*Movimentos Pendulares na AML e AMP 1991-2001*", Gabinete de estudos e planeamento do Ministério das obras públicas, extraído em Maio de 2010 de: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=72047&DESTAQUESmodo=2, (Site do Instituto Nacional de Estatística)

LNEC (2002). "*Auditoria de Segurança Rodoviária ao Projecto de Estradas da Rede Rodoviária Nacional - Manual de Aplicação*". Procedimento 093/1/13980. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (2002).

OMS, <http://apps.who.int/ghodata/>, site oficial da Organização Mundial de Saúde

Portaria 1136/2001 de 25 de Setembro, consultável em: http://oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/urbanizacaoedificacao_p_1136_2001.pdf

Santos B. (2007) "*Modelação dos custos dos utentes na gestão da estrada*". Tese de Doutoramento em Engenharia de Tráfego, Universidade da Beira Interior, 2007, Covilhã

Silva A., "*A Infra-estrutura pedonal*", Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Silva A.; Seco A; (2004) "*Dimensionamento de Rotundas*", Universidade de Coimbra e Universidade do Porto, Coimbra (2004) Extraído em Fevereiro de 2010 de: <https://webserv.dec.uc.pt>

Sousa D., Schmidt L., Nave J. (2004). "*O automóvel - Usos e desusos do transporte individual*", Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Extraído em 5 de Abril de 2010 de: <http://observa.iscte.pt/docs/relatorio%20final%20automovel.pdf>

SREA (2010), "*Conceitos e Nomenclaturas*", extraído em 6 de Abril de 2010 de : <http://estatistica.azores.gov.pt/upl/%7B14c46067-18d5-46a3-b2f1-ba54cc122a6a%7D.pdf> (página do Serviço Regional de estatística dos Açores)

TAMS (2010),. "*Design Standards for urban infra-structure - 19 - Street and Park Furniture and barbecues*", Territory and Municipal Services, Grã Bretanha, extraído em Junho de 2010 de: http://www.tams.act.gov.au/_data/assets/pdf_file/0013/12505/ds19_bbg.pdf

TFL (2009), "*Technical guidance: street Furniture*" extraído em Maio de 2010 de: <http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/businessandpartners/streetscape-guidance-2009-street-furniture-108.pdf> , (site oficial do Transport for London)

TRAMO (2010), "*Manual de Metodologia e Boas Práticas para a Elaboração de um Plano de Mobilidade Sustentável*", Transporte Responsável, Acções de Mobilidade e Ordenamento (TRAMO) , Moita, 2008

U.C e U.P. (2006) "*Segurança Rodoviária*". Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, (2006)

VicRoads (2010), "*VicRoads supplement to the Austroads Guide to Road Design (Part 6^a - Pedestrian and cyclist paths*", Vic Roads (Australia), 2010, Extraído em Agosto de 2010 de: <http://www.bookshop.vicroads.vic.gov.au/redirectpdf/pdfs/SupplementAGRD6A.pdf>

1(2010), engenhariacivil.wordpress.com, extraído em Junho de 2010 de: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Aeroporto_Porto_01.jpg

2(2010), Extraído em Junho de 2010 de: <http://serumdeficiente.files.wordpress.com/2009/11/rampa1.gif>

3(2010), Extraído em Junho de 2010 de: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Coimbra-FerreiraBorges.jpg>

4(2010), extraído em Junho de 2010 de: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Rampa_San_Roque_Portu.jpg

Planeamento urbano: A Engenharia de Tráfego aplicada na melhoria da segurança e da mobilidade em meio urbano.

5(2010), Extraído em Maio de 2010 de:
http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/road/getting_initial_safety_design_principles_right/junctions.htm (site oficial do Observatório Europeu para a segurança Rodoviária (ERSO))

6(2010), http://www.gctnet.com.br/sinalizacao_horizontal.gif. (Gerenciamento e controle de tráfego (Brasil))

7(2010), Extraído em 5 de Abril de:
<http://www.talkingtraffic.org/index.php/2008/02/05/episode-11-traffic-calming/>,
talkingtraffic, EUA

8 (2010), Extraído em Abril de 2010 de:
<http://www.trafficcalming.org/raisedintersections.html> , traffickingcalming, EUA

ANEXOS