

Os PEÕES NO CONTEXTO DA MOBILIDADE URBANA

ANDRÉ CARVALHO LIMA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor Américo Henrique Pires da Costa

JUNHO DE 2014

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus pais, irmãos e à Isabel.

A motivação é o que nos faz começar. O hábito é o que nos mantém no caminho.

Jim Ryun

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao meu orientador, Professor Doutor Américo Henrique Pires da Costa pela grande ajuda, incentivo, apoio e disponibilidade sempre demonstrados ao longo da realização deste trabalho.

A toda a minha Família, em particular aos meus Pais e ao Ricardo pelo apoio incondicional não só durante este trabalho, mas ao longo de toda a minha vida.

À Isabel que sempre me acompanhou e ajudou nos momentos de maior dificuldade.

Aos meus amigos.

Um sincero obrigado a todos.

RESUMO

A presente dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Civil na Especialização de Vias de Comunicação teve como principal referência, o estudo dos peões no contexto da mobilidade urbana.

Para tal, foram identificadas as características básicas do peão, suas necessidades enquanto parte integrante do sistema viário e referenciadas algumas das medidas a implementar por parte das infraestruturas pedonais para que o modo de deslocação pedonal seja seguro, acessível e confortável. Foram de igual forma apresentados os vários princípios de planeamento e gestão que a rede pedonal deve seguir, bem como a descrição das várias componentes que a constituem, nomeadamente os passeios, os atravessamentos da rede viária e as zonas de espera.

Dado que os atravessamentos da rede viária são a componente das infraestruturas pedonais que maior perigo apresentam ao peão, optou-se por estudar e avaliar as travessias reguladas por sinalização luminosa da Cidade do Porto. Para a obtenção dos resultados foi necessário o levantamento de dados no campo e respetiva análise dos indicadores escolhidos, sendo que a sua análise teve como principais referências, o conforto e a segurança, apresentando uma relação com a metodologia de cálculo adotada pelo HCM (2000) para este tipo de travessias pedonais.

Foi possível concluir que algumas das travessias não se apresentam de acordo com o que está presente na legislação Portuguesa, e que tanto ao nível do conforto como da segurança, parte das travessias não se apresentam com as condições mínimas de circulação. Relativamente ao HCM (2000) foi possível concluir que os indicadores utilizados não se apresentam como os mais satisfatórios para avaliar este tipo de travessia pedonal, onde a segurança é um requisito fulcral.

PALAVRAS-CHAVE: peão, segurança, infraestruturas pedonais, travessias reguladas por sinalização luminosa, nível de serviço.

ABSTRACT

This dissertation was conducted as part of the Master in Civil Engineering Specialization in Roads and had as main as its reference, the study of pedestrians in the context of urban mobility.

To this end, the basic characteristics of the pedestrian and their needs as part of the highway system were identified and some of the measures to be implemented by the pedestrian infrastructure were referenced, so that the march of pedestrians can be safe, accessible and comfortable. Equally presented were the various principles of planning and management that should be followed by the pedestrian network, as well as the description of the several elements that constitute it, including sidewalks, crossing the streets and waiting areas.

Given that crossings streets is the component of pedestrian infrastructures which presents the greatest danger to pedestrians, we chose to study and evaluate the crossings regulated by light signals of the city of Oporto.

To obtain the results it was necessary to carry out the data collection in the field and analysis of the respective indicators chosen, being that this analysis had as main references the comfort and safety, presenting a relation with the calculation methodology presented by HCM (2000) for this type of pedestrian crossings.

It was concluded that some of the crossings are not in accordance with what is demanded by the Portuguese legislation, and both in terms of comfort and safety, part of crossings do not own circulation conditions at all. Regarding HCM (2000), it was concluded that these indicators are not presented as the most suitable for evaluating this type of pedestrian crossing, where security is a key requirement.

KEYWORDS: pedestrian, safety, pedestrian infrastructure, pedestrian crossings regulated by traffic lights, level of service.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT.....	V
1 INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	2
2 IMPORTÂNCIA DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS	5
2.1. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE PEDONAL	5
2.2. MODO DE DESLOCAÇÃO PEDONAL	6
2.3. ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DO MODO PEDONAL	7
2.4. SINISTRALIDADE COM PEÕES.....	8
2.4.1. VELOCIDADE DE IMPACTO DO VEÍCULO	9
2.4.2. RELATÓRIO DE SINISTRALIDADE ENVOLVENDO PEÕES (ANSR, 2012)	10
3 CARACTERIZAÇÃO DO PEÃO	13
3.1. INTRODUÇÃO	13
3.2. DIFERENTES TIPOS DE PEÃO.....	13
3.3. ESPAÇO NECESSÁRIO PARA O PEÃO	14
3.4. VISIBILIDADE DO PEÃO	15
3.5. VELOCIDADES PRATICADAS PELO PEÃO	16
3.6. EXTENSÃO DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS	16
3.7. FLEXIBILIDADE E IMPREVISIBILIDADE.....	17
3.8. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS MACROSCÓPICAS E SUAS RELAÇÕES	17
3.8.1. DÉBITO.....	17
3.8.2. CONCENTRAÇÃO OU DENSIDADE	17
3.8.3. VELOCIDADE.....	18
3.8.4. RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS MACROSCÓPICAS.....	18
3.8.4.1. Relação entre a Velocidade e a Concentração pedonal.....	18
3.8.4.2. Relação entre o Débito e a Concentração pedonal	19
3.8.4.3. Relação entre a Velocidade e o Débito pedonal.....	19

3.8.4.4. Relação entre a Velocidade e a Espaço pedonal	20
--	----

4 INFRAESTRUTURAS PEDONAIS..... 21

4.1. PRINCÍPIOS GERAIS..... 21

4.2. DESCRIÇÃO DAS COMPONENTES DAS INFRAESTRUTURAS PEDONAIS..... 21

4.2.1. PASSEIOS E VIAS PEDONAIS 21

4.2.2. ATRAVESSAMENTOS DA REDE VIÁRIA..... 23

4.2.2.1. Travessias pedonais de nível 24

4.2.2.2. Travessias pedonais desniveladas..... 26

4.2.3. ZONAS DE ESPERA 27

4.3. IMPORTÂNCIA DA INTERLIGAÇÃO COM A REDE DE TRANSPORTES PÚBLICOS 28

4.4. CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO DE TRAVESSIAS PEDONAIS 28

4.5. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DE APOIO AO PEÃO..... 31

4.5.1. REFÚGIO DE PEÕES..... 31

4.5.2. SOLUÇÕES DE APOIO EM INTERSECÇÕES DE NÍVEL..... 32

4.5.2.1. Redução do raio de curvatura 32

4.5.2.2. Prolongamento do passeio..... 33

4.6. AVALIAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS PEDONAIS 33

4.6.1. PASSEIOS E VIAS PEDONAIS 34

4.6.2. TRAVESSIAS PEDONAIS..... 35

4.6.2.1. Travessia sem regulação luminosa 35

4.6.2.2. Travessia regulada por sinalização luminosa 37

4.6.3. ZONAS DE ESPERA 38

5 TRAVESSIAS REGULADAS POR SINALIZAÇÃO LUMINOSA..... 39

5.1. INTRODUÇÃO 39

5.2. SINALIZAÇÃO LUMINOSA 39

5.3. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA, DECRETO-LEI Nº. 123/97 DE 22 DE MAIO. 40

5.4. TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS FORA DAS INTERSECÇÕES 41

5.5. TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS EM INTERSECÇÕES 42

5.6. TÉCNICAS E DISPOSITIVOS DE AUMENTO DE SEGURANÇA 44

5.6.1. BOTONEIRA..... 44

5.6.2. DISPOSITIVOS DE CONTAGEM REGRESSIVA 44

5.6.3. DISPOSITIVOS DE DETECÇÃO DE PEÕES..... 45

5.6.3.1. Detecção por sensores de infravermelhos	45
5.6.3.2. Detecção por microondas	46
5.6.3.3. Tapetes de pressão.....	46
6 AVALIAÇÃO DE TRAVESSIAS REGULADAS POR SINALIZAÇÃO LUMINOSA DA CIDADE DO PORTO	49
6.1. INTRODUÇÃO	49
6.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS	49
6.2.1. TIPO DE TRAVESSIAS	49
6.2.2. COMPRIMENTO DA TRAVESSIA	50
6.2.3. TEMPORIZAÇÃO	51
6.2.3.1. Tempo de verde	51
6.2.3.2. Tempo de segurança	51
6.2.3.3. Tempo de espera	51
6.2.4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS INDICADORES	52
6.2.4.1. Velocidade mínima.....	52
6.2.4.2. Velocidade de segurança.....	52
6.2.5. EXEMPLO TIPO.....	53
6.3. RESULTADOS OBTIDOS	54
6.3.1. TIPO DE TRAVESSIA.....	54
6.3.2. COMPRIMENTO DA TRAVESSIA	54
6.3.3. BOTONEIRA	56
6.3.4. TEMPORIZAÇÃO SEMAFÓRICA	56
6.3.4.1. Tempo de verde	56
6.3.4.2. Tempo de espera	58
6.3.5. VELOCIDADES.....	61
6.3.5.1. Velocidade mínima.....	61
6.3.5.2. Velocidade de segurança.....	63
6.3.6. NÍVEIS DE SERVIÇO	65
7 CONCLUSÕES	69
7.1. CONCLUSÕES GERAIS	69
7.2. PROPOSTAS FUTURAS	70
BIBLIOGRAFIA.....	71
ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Utilização dos diferentes modos de transporte em função da distância (Pita, 2003)	6
Figura 2.2 - Percentagem de mortes de peões do total de mortes nas estradas (ITF, 2012)	9
Figura 2.3 - Risco de mortalidade do peão em função da velocidade de impacto do veículo (ITF, 2012)	9
Figura 2.4 - Peões vítimas no ano de 2012 consoante o grupo etário (adaptado de ANSR, 2012)	10
Figura 3.1 - Dimensões do peão (Fruin, 1971)	14
Figura 3.2 - Larguras necessárias para peões com mobilidade reduzida (Kirschbaum, 2001)	15
Figura 3.3 - Espaço para manobrar uma cadeira de rodas (Kirschbaum, 2001)	15
Figura 3.4 - Campo de visão	15
Figura 3.5 - Distribuição de velocidades de circulação dos peões (adaptado de TRB, 2000)	16
Figura 3.6 - Relação entre velocidade e a concentração (adaptado de TRB, 2000)	18
Figura 3.7 - Relação entre o débito e a concentração (adaptado de TRB, 2000)	19
Figura 3.8 - Relação entre velocidade e o débito (adaptado de TRB, 2000)	19
Figura 3.9 - Relação entre a velocidade e o espaço pedonal (adaptado de TRB, 2000)	20
Figura 4.1 - Definição de largura útil e largura bruta de um passeio (TRB, 2000)	22
Figura 4.2 - Travessia pedonal com marcação M11 - zebra	24
Figura 4.3 - Travessia pedonal com marcação M11a - guias	24
Figura 4.4 - Exemplo de travessia sem regulação luminosa do tipo "zebra"	25
Figura 4.5 - Dimensionamento de uma travessia pedonal do tipo "zebra" (Coelho, 2011)	25
Figura 4.6 - Exemplo de travessia com regulação luminosa	26
Figura 4.7 - Exemplo de travessia pedonal superior	27
Figura 4.8 - Exemplo de travessia pedonal inferior	27
Figura 4.9 - Critério de aplicação de travessias pedonais (adaptado de HMSO, 1987)	29
Figura 4.10 - Critério de aplicação de travessias pedonais (adaptado de ITE, 1998)	30
Figura 4.11 - Esquema de travessia com refúgio em troço de via (Coelho, 2011)	32
Figura 4.12 - Exemplo de travessia com refúgio em entroncamento (Coelho, 2011)	32
Figura 4.13 - Esquema de redução dos raios de curvatura (Silva, 2001)	32
Figura 4.14 - Esquema do prolongamento de passeios (Silva, 2001)	33
Figura 4.15 - Área necessária para zonas de espera	38
Figura 5.1 - Plano de regulação dos sinais luminosos (Seco <i>et al</i> , 2008)	39
Figura 5.2 - Travessias fora das intersecções (adaptado de HMSO, 1987)	41
Figura 5.3 - Travessias enviesadas fora das intersecções (adaptado de HMSO, 1987)	41

Figura 5.4 - Fase exclusiva para peões	42
Figura 5.5 - Conflito entre peões e movimentos de viragem dos veículos	43
Figura 5.6 - Atravessamento em 2 fases com travessia enviesada.....	43
Figura 5.7 - Atravessamento distanciado do cruzamento	43
Figura 5.8 - Exemplo de botoneira da Cidade do Porto	44
Figura 5.9 - Exemplo de dispositivo de contagem regressiva da Cidade do Porto.....	45
Figura 5.10 - Sensor de infravermelhos em Bristol, Reino Unido (www.fhwa.dot.gov)	45
Figura 5.11 - Travessia com deteção através de sensores de infravermelhos (www.flir.com).....	46
Figura 5.12 - Exemplo de travessia com tapete de pressão em San Francisco, USA (www.globalride-sf.org).....	47
Figura 6.1 - Travessia do tipo 1 - Uma via	50
Figura 6.2 - Travessia do tipo 2 - Duas vias.....	50
Figura 6.3 - Travessia do tipo 3 - Três vias	50
Figura 6.4 - Imagem superior da Rua Gonçalo de Cristovão.....	53
Figura 6.5 - Comprimento das travessias do tipo 1.....	54
Figura 6.6 - Comprimento das travessias do tipo 2.....	55
Figura 6.7 - Comprimento das travessias do tipo 3.....	55
Figura 6.8 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 1	57
Figura 6.9 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 2	57
Figura 6.10 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 3	57
Figura 6.11 - Tempo de espera em travessias do tipo 1.....	59
Figura 6.12 - Tempo de espera em travessias do tipo 2.....	59
Figura 6.13 - Tempo de espera em travessias do tipo 3.....	60
Figura 6.14 - Velocidade mínima em travessias do tipo 1	61
Figura 6.15 - Velocidade mínima em travessias do tipo 2	62
Figura 6.16 - Velocidade mínima em travessias do tipo 3	62
Figura 6.17 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 1	64
Figura 6.18 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 2	64
Figura 6.19 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 3	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Peões vítimas segundo a localização e ação praticada (adaptado de ANSR, 2012)	11
Tabela 3.1 - Distâncias máximas recomendadas para peões de mobilidade reduzida, (Seco <i>et al</i> , 2008)	17
Tabela 4.1 - Largura perdida devido a obstáculos nos passeios (adaptado de TRB, 2000).....	22
Tabela 4.2 - Largura mínima dos passeios	23
Tabela 4.3 - Níveis de serviço em passeios para condições normais/médias (adaptado de TRB, 2000)	35
Tabela 4.4 - Níveis de serviço em passeios para pelotões (adaptado de TRB, 2000).....	35
Tabela 4.5 - Níveis de serviço em travessias sem regulação (adaptado de TRB, 2000)	37
Tabela 4.6 - Níveis de serviço em travessias reguladas por sinalização luminosa (adaptado de TRB, 2000)	37
Tabela 4.7 - Níveis de serviço em zonas de espera (adaptado de TRB, 2000)	38
Tabela 5.1 - Sequência das indicações luminosas (adaptado de Silva, 2001)	40
Tabela 6.1 - Dados recolhidos no cruzamento da Rua Gonçalo Cristovão	53
Tabela 6.2 - Tipo de travessia.....	54
Tabela 6.3 - Comprimento das travessias	56
Tabela 6.4 - Valores recomendados para o tempo de espera máximo em travessias.....	58
Tabela 6.5 - Tempo de espera	60
Tabela 6.6 - Percentagem do tempo de espera.....	61
Tabela 6.7 - Velocidade mínima.....	63
Tabela 6.8 - Velocidade de segurança	63
Tabela 6.9 - Tempo de segurança	63
Tabela 6.10 - Níveis de serviço segundo o tipo de travessia	66
Tabela 6.11 - Análise das travessias com nível de serviço E	66
Tabela 6.12 - Nível de serviço para tempos de espera superiores a 90s.....	67
Tabela 6.13 - Nível de serviço para velocidades de segurança superiores a 1.80 m/s	67
Tabela 6.14 - Nível de serviço para velocidades mínimas superiores a 0.6 m/s.....	67

ABREVIATURAS

ITF – International Transport Forum

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico

TP – Transporte Público

ANSR – Associação Nacional de Segurança Rodoviária

APD – Associação Portuguesa de Deficientes

ACAPO – Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal

1

INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

A via pública é utilizada por diferentes tipos de utilizadores que partilham um espaço comum, uns fazem-no a pé, os peões, e outros utilizam veículos, nomeadamente os condutores e os passageiros. Andar a pé, não é simplesmente um modo de transporte, para além de motivante e saudável é uma forma de comunicar com o ambiente, vivenciando e aproveitando ao máximo de tudo que as cidades têm para oferecer.

O peão deve ser encarado como o elemento central do sistema viário. O simples ato de andar na via pública desempenha um papel fulcral no sistema de transportes de qualquer cidade, pois além de ser um dos meios de transporte mais usados em curtas e médias distâncias, as deslocações pedonais por mais pequenas que sejam, são as linhas conectoras entre o sistema de transportes e as atividades quotidianas. No entanto, este modo de deslocação necessita de apoio por parte das infraestruturas, tanto rodoviárias como pedonais, para que a circulação de todos seja acessível, segura e confortável. Através de princípios de gestão e planeamento, todos estes requisitos devem ser garantidos por parte da rede pedonal de modo a apresentar aos vários grupos de peões um elevado nível de confiança e autonomia nas suas deslocações.

Contudo, é importante referir que a segurança apresentada aos utilizadores de qualquer infraestrutura é o requisito essencial a cumprir, a sinistralidade rodoviária continua a ser uma das principais causas de morte, sendo o peão constantemente referenciado nos relatórios apresentados todos os anos pela ANSR (Associação Nacional de Segurança Rodoviária). No ano de 2012 foram registadas 38823 vítimas de acidentes, das quais 573 foram vítimas mortais e 107 foram peões. O atropelamento de peões registou-se uma das principais causas de morte dessas mesmas vítimas. Assim, e tendo em conta que o utente mais desprotegido das infraestruturas rodoviárias é o peão, devido à sua falta de defesas e proteção exterior, estudar formas de o proteger em zonas de interação com as vias de circulação do tráfego, revelou-se um aspeto fulcral.

Neste contexto, apresentou-se com grande nível de interesse, para além do estudo deste modo de deslocação e suas principais referências, o estudo e a avaliação da segurança em algumas das travessias pedonais reguladas por sinalização luminosa da Cidade do Porto.

1.2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Esta dissertação teve como base 3 objetivos principais, que passo a referir:

1. A caracterização do modo de deslocação pedonal e do principal utilizador das infraestruturas pedonais, ou seja, o peão;
2. A caracterização das componentes das infraestruturas pedonais ao qual o peão está sujeito nas suas deslocações;
3. E por último, apresentando-se como o caso de estudo desta dissertação, a avaliação do conforto e da segurança nas travessias reguladas por sinalização luminosa da Cidade do Porto.

Para a realização do primeiro e segundo objetivo foi necessária uma pesquisa bibliográfica de modo a podermos caracterizar os principais pontos de interesse de cada uma das temáticas apresentadas. Foram considerados os aspetos mais relevantes do peão e das infraestruturas pedonais, sempre em função da segurança e do conforto.

Após a realização dos dois primeiros objetivos, foi dedicado um capítulo às travessias reguladas por sinalização luminosa, com o intuito de apresentar uma iniciação no âmbito do caso de estudo presente na dissertação. Foi realizada da mesma forma, uma pesquisa bibliográfica, onde para além das características básicas deste tipo de atravessamento, foram estudadas algumas soluções de aumento de segurança.

A concretização do terceiro e último objetivo foi iniciado com a escolha da quantidade e do tipo de travessia a analisar. Considerou-se que cerca de 30 travessias de cada tipo, seria uma quantidade de amostra razoável para uma obtenção credível dos resultados pretendidos. Optou-se então pela escolha de três tipos de atravessamento com pelo menos 30 travessias de cada tipo e decidiram-se quais os locais em causa para a realização do levantamento de dados, quais os parâmetros físicos e operacionais a recolher e quais os indicadores a serem analisados. Em cada travessia foi medido o seu comprimento, o tempo de verde, de segurança (tempo de verde intermitente + tempo de limpeza/tudo vermelho) e o tempo de espera, o que permitiu o cálculo das velocidades mínimas e de segurança, bem como o cálculo dos níveis de serviço segundo a metodologia apresentada pelo HCM (2000) para este tipo de atravessamento. Após o levantamento de dados passou-se a análise de cada um desses indicadores, comparando os resultados obtidos com alguns dos valores apresentados pela bibliografia consultada.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação apresenta-se organizada em 7 capítulos. No primeiro e presente capítulo, intitulado de “Introdução” expõem-se as motivações que levaram à escolha deste tema, os objetivos e a metodologia apresentada, e referem-se também as várias temáticas sobre o qual versa este documento.

No capítulo 2, “Importância das Deslocações Pedonais” são referidos os principais modos de transporte em comparação com o modo pedonal, bem como a importância deste modo de mobilidade e suas estratégias. São apresentados alguns dados estatísticos de sinistralidade rodoviária envolvendo peões, onde o conflito entre o veículo e o peão em atravessamentos pedonais apresenta predominante relevância.

No capítulo 3, “Caracterização do Peão”, são apresentadas as características básicas do peão, bem como as variáveis macroscópicas que definem o tráfego pedonal. São apresentados os diferentes tipos de peão, o espaço ocupado por este, o seu campo de visão, velocidades praticadas e o alcance das suas

deslocações. Este capítulo apresenta extrema importância, pois é em torno do peão que se debruçam as temáticas deste trabalho.

No capítulo 4, “Infraestruturas Pedonais” são apresentados os vários princípios a seguir para dar o devido apoio ao peão. Encontram-se definidas e caracterizadas as várias componentes da rede pedonal, e é apresentado o conceito de nível de serviço segundo o HCM (2000), bem como o método de cálculo para cada uma das componentes descritas.

O capítulo 5, intitulado de “Travessias Reguladas por Sinalização Luminosa” antecede o caso de estudo realizado. São apresentadas as características básicas dos atravessamentos semaforizados, a legislação presente em Portugal e apresentados dispositivos de aumento de segurança possíveis neste tipo de atravessamento.

O caso de estudo é apresentado no capítulo 6, intitulado de “Avaliação de Travessias Reguladas por Sinalização Luminosa da Cidade do Porto”. Neste capítulo, é realizada uma avaliação às travessias semaforizadas da Cidade do Porto ao nível da segurança e do conforto. A estrutura baseia-se na caracterização de todos os dados relativos ao trabalho realizado no campo, os tempos medidos, as características físicas e operacionais dos equipamentos presentes nas travessias, e é também apresentada a metodologia de cálculo dos vários indicadores em análise. Após a caracterização dos dados necessários, apresentam-se os resultados obtidos, com uma análise detalhada de cada um dos indicadores estudados.

Por último, é apresentado o capítulo final, onde se encontram as conclusões gerais do trabalho desenvolvido.

2

IMPORTÂNCIA DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS

2.1. MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE PEDONAL

Os peões apresentam um papel fundamental na vida das Cidades. Sem a presença destes, as ruas tornam-se vazias e inseguras. O planeamento urbano deve dar prioridade às pessoas e à mobilidade pedonal. É essencial que o desenho urbano forneça aos peões uma facilidade nas suas deslocações, e que estes possam disfrutar de todos os espaços. Não basta apenas criar espaços que permitam que as pessoas se desloquem de um sítio para o outro, mas também devem existir condições favoráveis de recreio e lazer, para que possam participar num amplo leque de atividades sociais e recreativas (Gehl, 2006)

A acessibilidade pode ser definida como a capacidade do meio de proporcionar a todas as pessoas uma igual oportunidade de uso, de uma forma direta, permanente e o mais autónoma possível. Nessa medida, a acessibilidade é uma condição para que todos possam usufruir de todos os direitos constitucionais como por exemplo, o acesso à educação, à saúde, ao trabalho, ao lazer e à cultura, bem como o direito à capacidade cívica e à dignidade social (Câmara Municipal de Lisboa, 2013a).

O conceito de mobilidade é normalmente associado à circulação de bens e pessoas numa determinada área. O estudo da mobilidade deve integrar todas as necessidades dos peões, para que estes se consigam movimentar para onde querem, assim que o pretendam fazer. Assim, os espaços públicos devem ser acessíveis a todos os grupos da população, quer fisicamente, como são exemplo as pessoas de mobilidade reduzida, quer socialmente, podendo ser utilizados por todos os indivíduos independentemente da raça, do sexo, da nacionalidade, etnia, convicção política ou religiosa, etc. De acordo com Pedro Brandão (2002), a mobilidade e acessibilidade pedonal dependem de fatores como:

- A localização e a distribuição de usos;
- A oferta em termos de meios de transporte;
- Os condicionamentos da locomoção, ou seja, a quantidade e a tipologia dos obstáculos com que nos deparamos num determinado percurso, da topografia do terreno ao tipo de material em que um percurso é construído;
- As soluções e dispositivos de apoio às pessoas com mobilidade condicionada;
- O sexo (em geral as mulheres têm menor mobilidade que os homens) e os grupos etários (idosos e crianças têm menor mobilidade também);
- Os níveis de rendimento e a categoria socioprofissional (um maior poder económico significa um maior padrão de mobilidade e o tipo de profissão pode determinar maiores percursos casa-trabalho);
- A tradição cultural (as deslocações de longa distância não são geralmente bem encaradas).

Assim é fundamental que o desenho do espaço público considere soluções que: evitem a criação de barreiras arquitetónicas, promovam a implantação de mobiliário urbano (árvores, iluminação, etc.),

promovam a separação entre as várias redes de circulação (pedonal, bicicletas, veículos), prevejam a vedação de determinados espaços e equipamentos (parques infantis, recintos desportivos, arruamentos...), promovam a segurança no atravessamento de vias de circulação intensa (através de percursos desnivelados por exemplo), contribuam para a separação de locais com declives acentuados (através de rampas, elevadores e escadas), e que prevejam um bom desempenho de veículos de serviços (bombeiros, ambulâncias, recolhas de lixo, etc.).

2.2. MODO DE DESLOCAÇÃO PEDONAL

A circulação pedonal corresponde à forma mais elementar das pessoas se deslocarem, por ser uma atividade acessível a todos os grupos sociais, religiões e culturas embora dependente das condições físicas e da idade dos peões. Todas as viagens, independentemente da sua origem e destino têm como início e fim uma deslocação pedonal. Além de se tratar de uma atividade saudável, deve ser encarada como a melhor forma de percorrer curtas distâncias em meios urbanos, sendo de longe um dos modos mais sustentáveis de transporte.

Este modo de deslocação permite uma grande liberdade de movimentos e utilização de percursos variados para o mesmo par origem-destino devido à facilidade de mudanças de direção e de velocidade, à realização de paragens em qualquer ponto desejado da rede e devido ao consumo do espaço que é bastante reduzido em comparação com outros modos de transporte. As exigências relativamente às infraestruturas são assim modestas pela facilidade de adaptação do peão aos vários percursos. No entanto, apresenta também alguns inconvenientes que não podem ser esquecidos. A velocidade de circulação é limitada e o seu valor difere consoante a faixa etária e com as circunstâncias da viagem. Encontra-se também dependente das condições meteorológicas e dos declives do terreno, fatores que podem reduzir a disponibilidade do peão em realizar a sua deslocação a pé. Contudo, as deslocações pedonais permitem satisfazer as necessidades básicas de mobilidade das pessoas e são a melhor forma de ligação entre os vários modos de transporte (Pita, 2003).

Através da Figura 2.1 podemos ver a utilização dos diferentes modos de transporte em função da distância a percorrer. As deslocações a pé são o modo claramente mais utilizado para distâncias até 1 quilómetro.

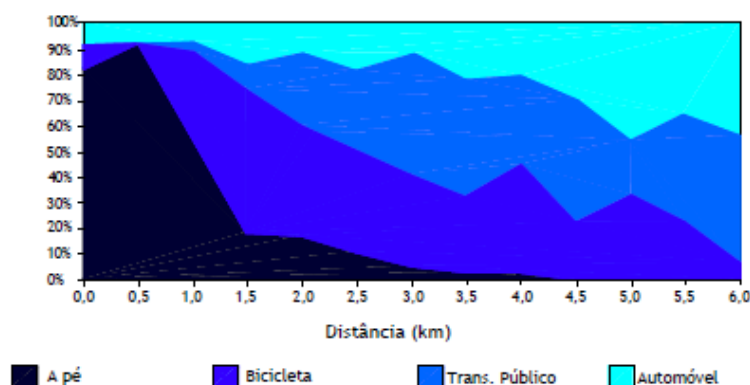


Figura 2.1 - Utilização dos diferentes modos de transporte em função da distância (Pita, 2003)

Existe um conjunto de aspetos que condicionam e determinam as características das deslocações pedonais (Fruin, 1971) e (Pita, 2003):

- **Motivo da viagem** – Uma vez que este modo de deslocação pode ser uma opção ou uma imposição devido à ausência de opções, a realização de uma viagem está inteiramente condicionada pela decisão de cada pessoa. O motivo da viagem determina a regularidade, o percurso escolhido e a facilidade com que o peão pode alterar a viagem. Os principais motivos para uma deslocação pedonal são as compras, o lazer, o desporto e as deslocações entre a residência e o local de trabalho.
- **Variáveis pessoais do peão** – A condição psicomotora do peão é uma grande condicionante, bem como a idade do peão e a sua condição física. O tempo que é dispensado em viagens, os custos, o conforto associado à deslocação e o gosto por determinado modo de transporte são também fatores relevantes.
- **Modos de transporte associados à viagem** – As etapas a pé encontram-se associadas a viagens motorizadas ou não motorizadas, como por exemplo a bicicleta, seja para o acesso ou para o transbordo entre modos de transporte.
- **Características do percurso** – O esforço físico, a segurança e o conforto do peão são influenciados pelas infraestruturas existente e pelo percurso a fazer. Entre as características mais importantes encontram-se a tipologia do terreno, a distância a percorrer, os desvios, os atrasos provocados por obstáculos, os conflitos com o tráfego rodoviário, a paisagem, a proteção relativamente às condições atmosféricas e a segurança oferecida pelo percurso.
- **Usos do solo marginais** – As atividades presentes no espaço envolvente ao percurso a realizar pelo peão tornam-se um fator que influencia fortemente o padrão e a geração das viagens a pé, em conjunto com o motivo da viagem. As deslocações pedonais são muito dependentes da existência de equipamentos e serviços, que para além de motivarem as deslocações, determinam a forma como a procura varia ao longo do tempo.

2.3. ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DO MODO PEDONAL

Levar as pessoas a andar a pé ajuda no apoio para a criação de espaços mais tranquilos, menos poluídos e melhora significativamente a saúde e a capacidade física dos peões. Para promover o modo pedonal é necessário que existam regras de planeamento urbano, onde exista uma preocupação com a acessibilidade e que seja garantida para todos. De um modo mais simplista, apresenta-se uma forma de promover o modo pedonal através dos seguintes tópicos (Soares, 2013):

- i) Promover a qualificação e expansão da rede pedonal estruturante, acessível a todos, apresentando melhores condições de conforto e de maior nível de prioridade nos percursos com grande fluxo pedonal. Para isso é necessário que as ligações pedonais sejam mais diretas entre os principais equipamentos coletivos e serviços públicos;
- ii) Garantir a acessibilidade pedonal para todos nos centros urbanos de modo a cumprir o que está presente no Decreto-Lei nº. 123/2006 e a contribuir para uma maior vitalidade económica, social e cultural;
- iii) Melhorar as condições de segurança das deslocações pedonais, identificando e minimizando as situações de atropelamento;
- iv) Garantir a qualidade das redes pedonais de forma permanente, através de uma adequada monitorização das suas condições;
- v) Promover as deslocações pedonais no percursos casa-escola, através de implementação de iniciativas que visem reduzir a dependência do automóvel;
- vi) Divulgar as vantagens associadas às deslocações pedonais através do desenvolvimento de atividades e de campanhas ou iniciativas para a promoção junto à população escolar e adulta.

É importante também que se promova o uso da bicicleta como meio de transporte, sendo para este, necessário um esforço muito mais elevado. Apesar deste meio de transporte nesta última década estar a ganhar força, é necessária uma reestruturação ao nível das vias para que os percursos para ciclistas sejam seguros, confortáveis e acessíveis.

Relativamente às estratégias apresentadas pelo ITF (International Transport Forum) para os países da OCDE, é adotada uma política bastante relacionada com os transportes públicos. É necessário que exista um apoio ligado à rede de TP's e que o seu planeamento seja bastante focado nas deslocações pedonais. As estratégias apresentadas são as seguintes:

- i) O primeiro e principal requisito é que o planeamento da cidade deve ter em conta a importância de promover a mobilidade dos peões em modo de segurança;
- ii) Deve ser criada uma rede pedonal nas cidades ao mesmo tempo que é criada a rede viária com o mesmo nível de prioridade para que seja possível minimizar os efeitos das barreiras geográficas, topográficas e físicas à mobilidade dos peões;
- iii) A rede pedonal pode ser criada através de um conjunto de espaços públicos contínuos, projetado de modo a juntar os principais geradores de peões (instalações, áreas de lazer, escritórios, estações de TP, etc.) por toda a cidade, ligando tantas ruas e casas das pessoas quanto seja possível;
- iv) A necessidade do uso do veículo automóvel deve ser reduzida através da recuperação gradual da proximidade das funções urbanas;
- v) O desenvolvimento em torno da rede de transportes públicos deve ser aumentado, gerando ganho de capital e com esse ganho gerenciar e desenvolver melhores percursos para peões;
- vi) Devem ser assegurados limites de velocidade mais baixos, à exceção das autoestradas e vias de circulação rápida. A velocidade dentro das áreas residenciais não deve ser uma ameaça para os peões, ciclistas e outros utilizadores. As áreas residenciais ocupam cerca de 70 a 80% do espaço urbano e muitas das cidades já aplicaram o limite de velocidade para 30 km/h;
- vii) As regras de prioridade para peões quando efetuam um atravessamento nem sempre são claras em muitos dos países da OCDE, e recomenda-se que seja considerada a possibilidade de uma maior proteção a nível legal para os peões;
- viii) O número de lugares de estacionamento devem ser cuidadosamente geridos e reduzidos, enquanto ao mesmo tempo se melhoram os meios de TP's;
- ix) Os caminhos para peões devem ser presenciados de uma boa ligação, com zonas de descanso, e com áreas de passeios bem formuladas.

2.4. SINISTRALIDADE COM PEÕES

É sabido que o utente mais vulnerável das infraestruturas rodoviárias é o peão por não ter qualquer tipo de proteção exterior que possa minimizar o contacto com os veículos.

Em todo o mundo, o número de peões mortos todos os anos nas estradas é superior a 400 000. Mais de 20 000 peões morrem anualmente nos países membros da OCDE, as mortes que envolvem peões variam entre 8 a 37% de todas as mortes que acontecem nas estradas, dependendo do país em causa e do ano, Figura 2.2. Em Portugal, aproximadamente 18% do total de mortes nas estradas são de peões.

Em todos os países da OCDE, os peões com mais de 65 anos de idade (peões idosos) são os que mais estão em risco. Esta faixa etária representa entre 13 a 20% da população total, mas é com eles que acontecem mais de 50% das mortes que envolvem peões (ITF, 2012).

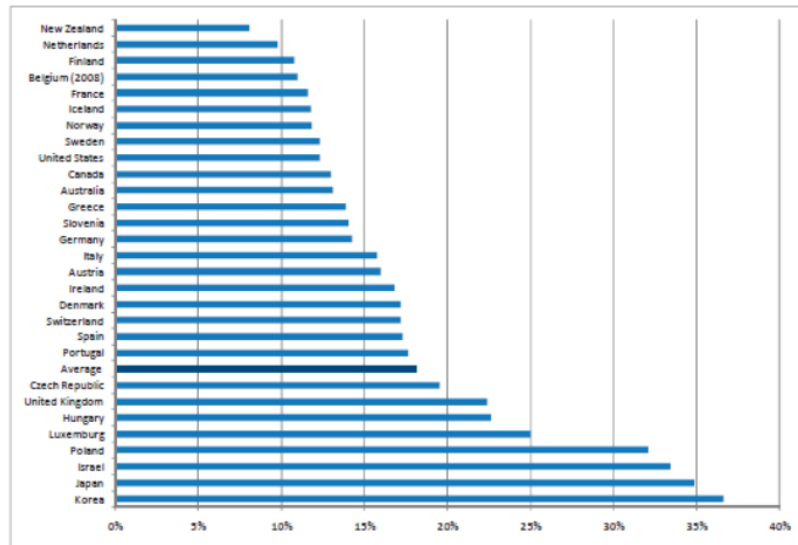


Figura 2.2 - Percentagem de mortes de peões do total de mortes nas estradas (ITF, 2012)

2.4.1. VELOCIDADE DE IMPACTO DO VEÍCULO

O conflito entre o peão e o veículo é assim uma das maiores causas de sinistralidade rodoviária. O aumento da velocidade do veículo de 30 km/h para 60 km/h corresponde tendencialmente a um acréscimo na percentagem de peões mortos de 5 para 80%, sendo que, mesmo para velocidades mais baixas, as colisões entre os veículos e os peões resultam quase sempre em ferimentos, mais ou menos graves (Seco *et al*, 2008).

Um estudo recente, em 2010, baseado em três conjuntos de dados de acidentes com peões: em 1970 por Ashton e Mackay no Reino Unido, em 2009 por Rosen e Sander na Alemanha, e através de dados recentes de acidentes também no Reino Unido, analisou a relação entre a velocidade de impacto e o risco de mortalidade do peão, Figura 2.3. Os três conjuntos de dados apresentaram um padrão semelhante. O risco aumenta lentamente até a uma velocidade de impacto de cerca de 50 km/h, e acima desta velocidade o risco de morte aumenta rapidamente. Apesar do risco, abaixo dos 50 km/h ser relativamente baixo, cerca de metade das mortes de peões ocorrem nesta ou abaixo desta velocidade (ITF, 2012).

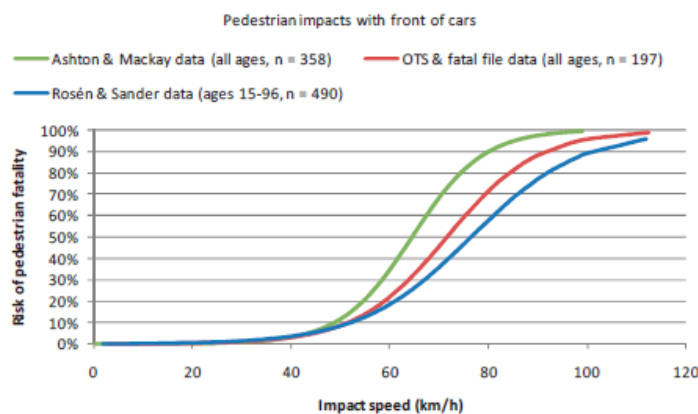


Figura 2.3 - Risco de mortalidade do peão em função da velocidade de impacto do veículo (ITF, 2012)

2.4.2. RELATÓRIO DE SINISTRALIDADE ENVOLVENDO PEÕES (ANSR, 2012)

Em 2012 o número de mortes nas estradas Portuguesas atingiu um total de 573 mortes sendo que 107 foram por atropelamento de peões, aproximadamente 1/5 do total de mortes. número de feridos graves atingiu um total de 432 vítimas enquanto que o número de feridos leves chegou às 4700 vítimas. Comparando o número de vítimas observadas tendo como causa o atropelamento, com o número total de vítimas nas estradas, os atropelamentos representam aproximadamente 15% do valor total, com cerca de 5245 vítimas.

Se olharmos para o número de vítimas em função dos vários grupos etários, Figura 2.4, foi possível verificar que os peões com mais de 65 anos de idade são o grupo mais atingido para qualquer nível de ferimento. Relativamente ao número de mortes deste grupo, o valor foi de 50 no total das 107 mortes verificadas, com uma percentagem muito próxima dos 50%.

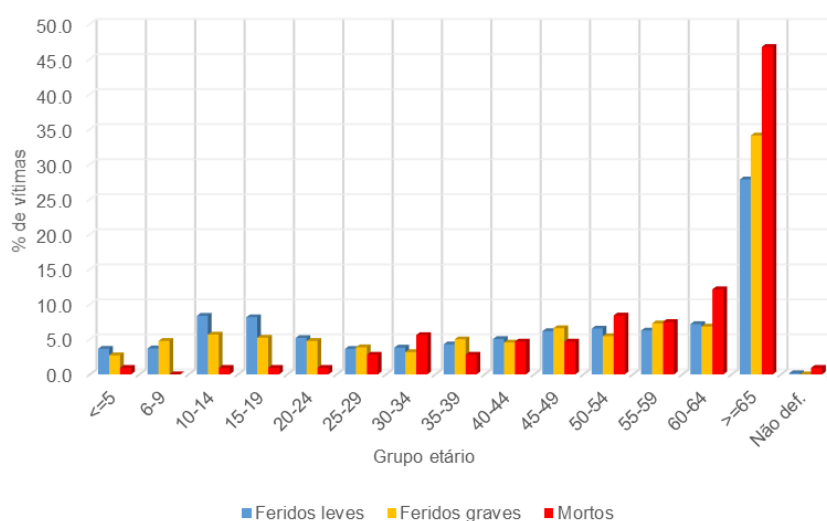


Figura 2.4 - Peões vítimas no ano de 2012 consoante o grupo etário (adaptado de ANSR, 2012)

No âmbito do caso de estudo deste trabalho onde as travessias da Cidade do Porto serão avaliadas ao nível do conforto e da segurança, foi analisada a sinistralidade de peões nos atravessamentos pedonais. É importante referir que o objetivo principal ao criar um atravessamento pedonal é a segurança oferecida, de modo que a presença de conflito entre o veículo/peão seja controlada e minimizada.

Analisando o relatório apresentado pela ANSR, no total das 5245 vítimas verificadas por atropelamento para o ano de 2012, cerca de 3275 foram vítimas de atropelamento em travessias pedonais, com uma percentagem de aproximadamente 62%. Relativamente ao número de vítimas mortais, das 107 mortes verificadas, 46 ocorreram em atravessamentos, que corresponde a cerca de 43% dos casos. O número de feridos graves atingiu uma percentagem de 56% e o número de feridos leves chegou aos 64%. Na Tabela 2.1, podemos ver com maior detalhe os números relativos à sinistralidade de peões em travessias pedonais.

Tabela 2.1 - Peões vítimas segundo a localização e ação praticada (adaptado de ANSR, 2012)

Ação praticada	Nº total de vítimas	Vítimas mortais	Feridos graves	Feridos leves
Atravessamento em travessia sinalizada	2020	12	109	1899
Desrespeito à sinalização semafórica	122	0	14	108
Atravessamento fora da travessia a mais de 50m de distância	453	20	50	383
Atravessamento fora da travessia a menos de 50m de distância	609	13	70	526
Em ilhéu ou refúgio na via	71	1	3	67
Outras (em faixas de rodagem, em passeios, devido a obstáculos, etc.)	1970	61	194	1695
Total de vítimas	5245	107	440	4698
Percentagem de vítimas ocorridas em atravessamentos	62%	43%	56%	64%

No seguimento deste trabalho serão apresentadas as características mais importantes dos peões bem como as necessidades funcionais de segurança para que a sinistralidade tenda a ser cada vez menor. A par da segurança, o conforto também é um requisito importante, pelo que serão apresentadas as condições mínimas a oferecer aos peões por parte das infraestruturas pedonais.

3

CARACTERIZAÇÃO DO PEÃO

3.1. INTRODUÇÃO

As componentes do sistema pedonal requerem o conhecimento correto das características e das capacidades do ser humano. Para uma circulação segura, confortável e de fácil percepção do sistema pedonal é necessário responder às necessidades do peão, tanto físicas como psicológicas, pois cada um tem uma forma de olhar e utilizar o espaço.

As características físicas do peão são extremamente relevantes para o correto dimensionamento das várias componentes das infraestruturas pedonais: passeios, escadas, rampas, travessias, zonas de concentração de peões, etc. Do mesmo modo, o conhecimento das características operacionais, tais como velocidades de circulação e extensão dos deslocamentos pedonais são necessários para dar resposta a determinadas situações, tais como, os tempos de limpeza em travessias reguladas por sinais luminosos, a localização de parques de estacionamento, o número de paragens de determinado transporte público e respetiva localização, etc. (Seco *et al*, 2008).

Mesmo que todas as componentes de uma infraestrutura pedonal respeitem e se adequem às características e necessidades dos vários tipos de peão, não é garantida uma correta e perfeita utilização da rede por parte destes, por isso, o comportamento do peão pode designar-se como uma grande variável do sistema viário devido à grande flexibilidade nas suas deslocações e movimentos, bem como nas suas decisões, sendo esta uma das grandes vantagens deste modo de mobilidade.

3.2. DIFERENTES TIPOS DE PEÃO

Dado que a imprevisibilidade de reações e comportamentos por parte do peão são das principais causas dos problemas de segurança rodoviária, é de destacar as pessoas cujos atributos físicos e psicológicos alteram o modo de como se comportam perante o sistema pedonal (Coelho, 2011).

Neste grupo concentram-se as crianças, os idosos e os peões com mobilidade reduzida e é principalmente neste grupo que se verificam grande parte dos acidentes com peões (automóvel/peão) sendo necessária uma atenção especial para garantir a sua proteção e segurança.

Relativamente às crianças, a percepção que estas têm das velocidades praticadas pelos veículos, bem como as distâncias a que estes se encontram de si, é bastante reduzida e deficiente. A facilidade com que se distraem e respondem a determinadas situações de forma impulsiva, faz com que o seu comportamento seja muito imprevisível e difícil de avaliar. Os seus aspetos físicos, como por exemplo a sua reduzida estatura pode provocar alguma invisibilidade nos condutores.

Os idosos, indivíduos com mais de 64 anos, em termos de proporção da população global Mundial, aumentará de 11% em 2006 para 22% em 2050 (Organização Mundial de Saúde, 2009). Estes são caracterizados pela perda de capacidades físicas devido ao processo natural de envelhecimento do ser humano. São os que mais estão envolvidos em acidentes com peões (automóvel/peão), vulnerabilidade que se deve à perda de qualidades cognitivas como audição, visão e capacidade de raciocínio, assim como a perda de capacidades físicas, como reflexos, dificuldade de deslocação, etc.

Por último o grupo de peões com mobilidade reduzida, que independentemente da idade possuem deficiências mentais, físicas ou sensoriais. Para estes é necessário um conjunto de componentes específicos na rede pedonal que possam responder aos meios de transporte utilizados, como por exemplo a cadeira de rodas.

Com o objetivo de responder a este conjunto de debilidades não só deste grupo específico mas também aos referidos anteriormente, o “Guia de Acessibilidade e Mobilidade para todos (2007)” apresenta um conjunto especificações a seguir na construção das várias componentes das infraestruturas pedonais.

3.3. ESPAÇO NECESSÁRIO PARA O PEÃO

A profundidade do corpo e a largura dos ombros são as dimensões usadas pelos projetistas para um correto dimensionamento do espaço utilizado pelo peão. A largura dos ombros define por exemplo a capacidade de passagem em portas, escadas, elevadores e passeios e é essencial no que refere ao conforto fornecido enquanto este se desloca (Fruin, 1971).

Visto em planta, o corpo humano ocupa uma área cerca de 0.14 m^2 (Fruin, 1971). No entanto as medidas utilizadas para que não ocorra contacto físico entre os peões é de 0.60 m para a largura dos ombros, e 0.50 m para profundidade do corpo, sendo representada por uma elipse, como se pode ver na Figura 3.1.

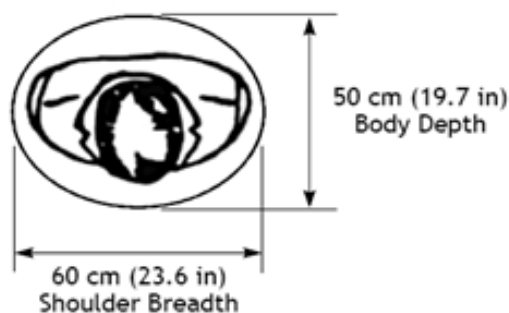


Figura 3.1 - Dimensões do peão (Fruin, 1971)

Os peões com mobilidade reduzida requerem um espaço mais alargado na via pública. Aqueles que utilizem por exemplo a cadeira de rodas como meio de transporte necessitam de maior espaço para efetuar os seus movimentos. O espaço ocupado por este grupo especial apresenta-se nas figuras a seguir apresentadas.

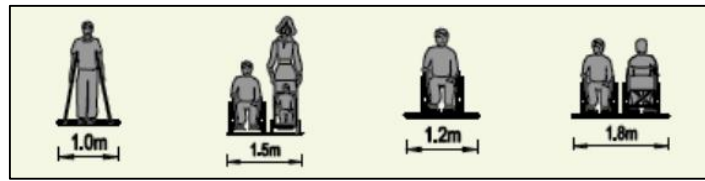


Figura 3.2 - Larguras necessárias para peões com mobilidade reduzida (Kirschbaum, 2001)

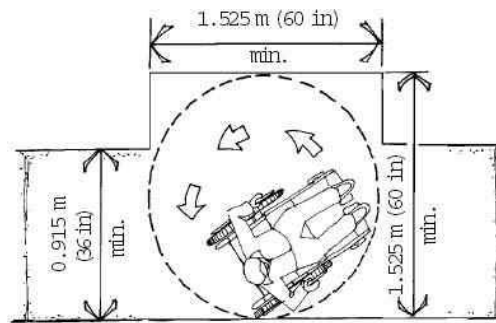


Figura 3.3 - Espaço para manobrar uma cadeira de rodas (Kirschbaum, 2001)

3.4. VISIBILIDADE DO PEÃO

A captação de informação está também dependente do tempo mínimo que os órgãos necessitam para distinguir as diferentes ações. Em termos médios esses tempos são de 1/16 segundos para a visão e de 1/20 segundos para a audição e para 1/5 segundos para a reação de sustos e choques. Quando o peão orienta o olhar para determinado local, só uma pequena parte dessa imagem apresenta um grande detalhe e nitidez. Essa área é a zona central do campo visual. Nas zonas adjacentes à zona central do campo visual, a focagem das imagens não é tão nítida, mas contém muita informação útil. Assim a visão periférica permite aos peões aperceberem-se de movimento de veículos ou peões que não estejam no campo de visão central. Este campo visual periférico, partição III da Figura 3.4, é considerado como o sistema de alerta para eventuais perigos (www.sinistralidadeportuguesa.blogspot.pt).

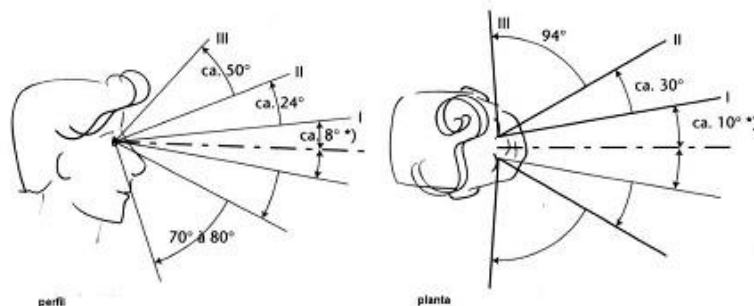


Figura 3.4 - Campo de visão

3.5. VELOCIDADES PRATICADAS PELO PEÃO

A velocidade do peão varia em função do espaço que tem para se deslocar e efetuar movimentos. Como é de esperar, um peão que possa circular livremente sem obstáculos por norma pratica velocidades mais elevadas.

Um estudo realizado em Nova Iorque, que consistiu na observação de 1000 peões em circulação livre em dois locais distintos, levou a concluir que a velocidade média pode variar entre os 0.74 m/s até um máximo de 2.39 m/s, considerando que acima deste valor o peão está a correr (Fruin, 1971). Na Figura 3.5 podemos ver a distribuição das velocidades obtida neste estudo.

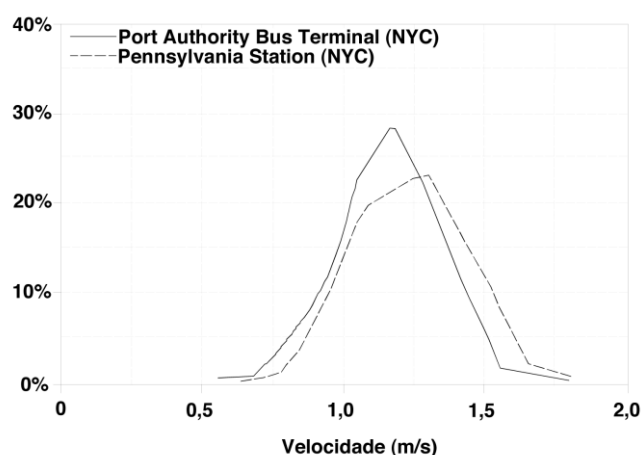


Figura 3.5 - Distribuição de velocidades de circulação dos peões (adaptado de TRB, 2000)

Esta variação deve-se a múltiplos fatores, como por exemplo da idade, do sexo, das características físicas, do motivo da deslocação, assim como das condições de circulação que a rede pedonal proporciona.

No entanto, segundo o HCM (2000), para questões de dimensionamento a velocidade média considerada para o peão é de 1.2 m/s, diminuindo para 1.0 m/s caso a percentagem de peões idosos seja superior a 20 %, pois a velocidade praticada por estes é consideravelmente menor.

3.6. EXTENSÃO DAS DESLOCAÇÕES PEDONAIS

A distância que o peão está disposto a percorrer varia em função de todos os elementos apresentados, em particular, do motivo da deslocação.

Na prática, para questões de dimensionamento de uma infraestrutura pedonal, adotam-se os valores de 1500 m quando o peão se desloca para o seu local de trabalho e de 800 m para percursos até às paragens de transportes públicos. Estes são os valores apresentados para peões que não sofram qualquer limitação física (Seco *et al*, 2008).

No entanto, a dificuldade com que um idoso ou uma pessoa de mobilidade reduzida se desloca é significativamente maior, e para este grupo de peões os valores recomendados para as deslocações máximas apresentam-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Distâncias máximas recomendadas para peões de mobilidade reduzida, (Seco *et al*, 2008)

Peões com mobilidade reduzida	Distância limite recomendada sem haver pausas (m)
Utilizadores de cadeiras de rodas	150
Invisuais	150
Utilizadores de bengalas/muletas	50
Pessoas em ambulatório	100

3.7. FLEXIBILIDADE E IMPREVISIBILIDADE

O peão é uma grande variável do sistema viário, pois a sua flexibilidade permite uma grande liberdade de movimentos e facilidade nas suas deslocações, sendo esta a grande vantagem deste modo de mobilidade. Além disso, a imprevisibilidade que o peão tem nas suas decisões é uma incógnita, podemos definir o caminho que o peão deve seguir na via pública e este simplesmente não o respeitar (Coelho, 2011). Esta imprevisibilidade de decisões e comportamentos é um dos principais problemas de segurança rodoviária.

3.8. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS MACROSCÓPICAS E SUAS RELAÇÕES

Assim como acontece nas correntes de tráfego de veículos, o tráfego pedonal é caracterizado também pelas três grandes variáveis macroscópicas, o Débito (repartição dos peões no tempo), a Concentração ou Densidade (repartição dos peões no espaço) e a Velocidade (relação entre o espaço e o tempo). De seguida, encontra-se a definição de cada uma das variáveis e suas relações (TRB, 2000).

3.8.1. DÉBITO

- V_{Ped} - Débito ou Fluxo pedonal por unidade de largura (peão/min/m);

Corresponde ao número de peões que passam numa determinada secção por unidade de largura útil, em metros, e unidade de tempo, em segundos. Relativamente à capacidade máxima, o seu valor varia entre os 75 e os 100 peões/min/m.

3.8.2. CONCENTRAÇÃO OU DENSIDADE

- D_{Ped} – Concentração ou Densidade pedonal (peão/m²)

Corresponde ao número médio de peões distribuídos por unidade de área, geralmente em m², numa zona de circulação pedonal ou numa zona de espera para peões. Os valores mínimos normalmente considerados para assegurar o conforto dos peões variam entre 1.11 e 1.67 peão/m² para situações em que os peões se encontram parados e entre 0.27 e 0.45 peão/m² para peões que se encontrem em movimento.

- M - Espaço unitário (m²/peão)

Corresponde à área média disponível por peão numa zona de circulação pedonal ou numa zona de espera de peões. O espaço é definido pelo inverso da concentração, encontrando-se o seu intervalo de valores

mínimos considerados confortáveis entre os 0.6 e os 0.9 m²/peão para peões parados e entre 2.2 a 3.7 m²/peão para peões em movimento.

3.8.3. VELOCIDADE

➤ S_{Ped} - Velocidade pedonal média (m/min)

Corresponde à velocidade de marcha média a que o peão percorre determinado trajeto ou parte dele. A velocidade média normalmente considerada varia entre os 1.22 e 1.27 m/s.

3.8.4. RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS MACROSCÓPICAS

Como acontece para a corrente de tráfego de veículos, mantém-se válida a relação fundamental entre as três variáveis macroscópicas para a corrente de tráfego pedonal, a velocidade, a concentração e o débito. O HCM (2000) apresenta as relações entre as várias grandezas de forma explícita onde é possível analisar a influência que têm entre si.

$$V_{Ped} = D_{Ped} \cdot S_{Ped} \quad (3.1)$$

Em que:

V_{Ped} – Débito pedonal (p/min/m);

D_{Ped} – Concentração pedonal (p/min);

S_{Ped} – Velocidade pedonal (m/s).

3.8.4.1. Relação entre a Velocidade e a Concentração pedonal

Na Figura 3.6 podemos verificar que a velocidade pedonal diminui a uma taxa constante com o aumento da concentração. Isto significa que quanto maior for o número de peões num determinado espaço, provocará uma diminuição da velocidade dos peões (TRB, 2000). A velocidade média máxima é aproximadamente 1.5 m/s (90m/min) e é atingida quando a concentração se aproxima de zero. Por outro lado, podemos verificar que para uma concentração de 1.2 peões/m² a velocidade é nula.

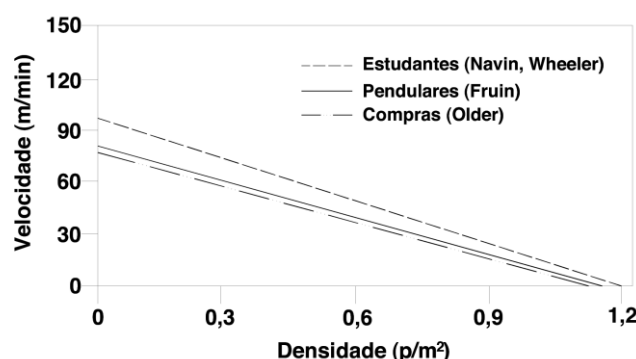


Figura 3.6 - Relação entre velocidade e a concentração (adaptado de TRB, 2000)

3.8.4.2. Relação entre o Débito e a Concentração pedonal

Analisando a relação entre o débito e o espaço ocupado por peão, Figura 3.7, podemos verificar que a capacidade máxima corresponde a um débito próximo de 100 peão/min/m situado num intervalo de área ocupada por peão entre 0.4 e 0.9 m²/peão. Quando a capacidade é atingida o débito sofre uma redução rápida até valores de concentração na ordem do 2.5 m²/peão. É importante referir que os a extremidade de valores do débito ocorre para valores não muito diferentes de concentração, o que significa que quando é atingida a capacidade, o aumento de peões originará no congestionamento total (TRB, 2000)

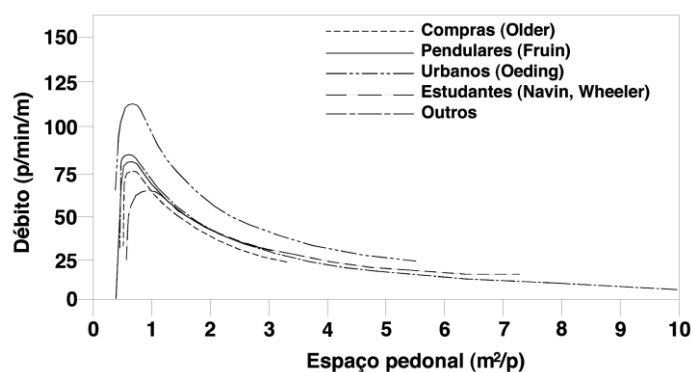


Figura 3.7 - Relação entre o débito e a concentração (adaptado de TRB, 2000)

3.8.4.3. Relação entre a Velocidade e o Débito pedonal

Para as várias situações estudadas, as curvas apresentadas são muito similares às curvas observadas para a corrente de tráfego de veículos. Analisando a Figura 3.8, podemos concluir que quando poucos peões circulam numa via pedonal, existe espaço suficiente para a escolha das velocidades de circulação mais elevadas. Para um aumento do débito, a velocidade sofre uma diminuição devido à maior proximidade entre peões. Podemos também verificar que a capacidade máxima é atingida para débitos próximos dos 100 peão/min/m, onde a velocidade crítica é aproximadamente de 1m/s.

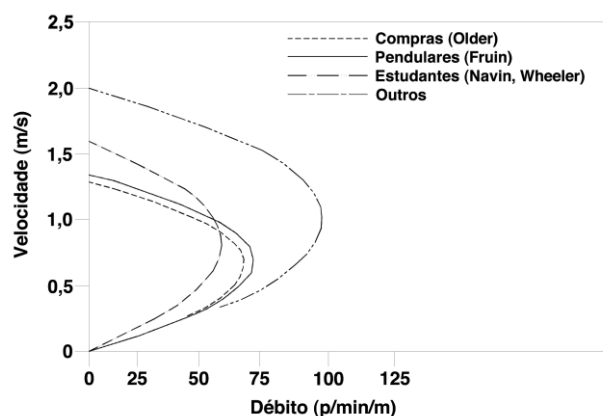


Figura 3.8 - Relação entre velocidade e o débito (adaptado de TRB, 2000)

3.8.4.4. Relação entre a Velocidade e a Espaço pedonal

Relativamente à relação entre a velocidade e a área ocupada por peão, apresentada na Figura 3.9 podemos verificar que para as várias situações estudadas, o aumento da área ocupada a partir de 0.4 m²/peão leva a um aumento da velocidade média de circulação, apresentando uma relação não linear. Para valores acima de 2 m²/peão, qualquer aumento do espaço disponível não se traduz num aumento da velocidade pedonal, pois a partir desta ocupação a velocidade é constante.

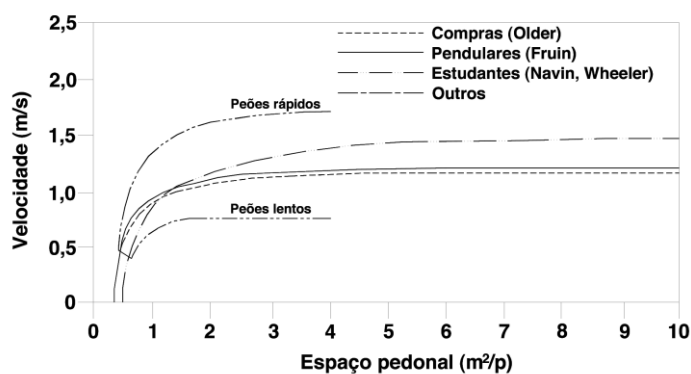


Figura 3.9 - Relação entre a velocidade e o espaço pedonal (adaptado de TRB, 2000)

4

INFRAESTRUTURAS PEDONAIS

4.1. PRINCÍPIOS GERAIS

Uma infraestrutura pedonal deve ser capaz de satisfazer as necessidades de todos os seus utilizadores, sendo para isso, necessário cumprir um conjunto de objetivos, nomeadamente a segurança, comodidade, rapidez, coerência e atratividade. Para tal, é fundamental que se consigam implementar um conjunto de princípios metodológicos capazes de alcançar os objetivos pretendidos de apoio ao peão, entre os quais (Seco *et al*, 2008):

- Garantir uma separação adequada entre o sistema viário e pedonal, de modo a garantir a máxima segurança aos peões;
- Assegurar uma interligação coerente com a hierarquização viária, e em casos que não seja possível é necessário atribuir corretamente níveis de prioridade relativa. As soluções a utilizar devem ser o mais normalizadas possíveis;
- Criação de redes pedonais integradas, capazes de agregar os principais pontos de geração e atração de deslocações pedonais;
- Garantir a melhor ligação possível entre os vários modos de transporte, em particular com a rede de transportes coletivos;
- Evitar soluções em que a extensão da deslocação seja muito elevada, pois é um fator que condiciona os bons níveis de comodidade e rapidez e pode gerar situações de insegurança;
- Responder às necessidades do grupo de peões mais vulneráveis, nomeadamente as crianças, os idosos e os peões com mobilidade reduzida.

Como a rede pedonal é uma rede de caminhos dedicada aos peões, é imperativo que haja uma ligação entre as habitações e os vários serviços públicos, como escolas, zonas comerciais, locais de trabalho, transportes urbanos, etc. Para isso, existe um conjunto de componentes a implementar para que as deslocações pedonais possam ser realizadas em condições de segurança e conforto: os passeios, os atravessamentos da rede viária e as zonas de espera (Seco *et al*, 2008).

4.2. DESCRIÇÃO DAS COMPONENTES DAS INFRAESTRUTURAS PEDONAIS

4.2.1. PASSEIOS E VIAS PEDONAIS

Os passeios são espaços utilizados pelos vários tipos de peões, e por norma apresentam níveis mínimos de qualidade de circulação. Em meio urbano é essencial a existência de passeios que deem resposta aos débitos existentes para que não ocorram problemas de circulação. Estes, em conjunto com as zonas pedestrianizadas, devem formar um sistema homogéneo e articulado, para que o peão não seja obrigado a recorrer à faixa de rodagem para efetuar a sua deslocação.

No entanto existem obstáculos incorporados nos passeios correspondentes a vários tipos de mobiliário urbano que impedem os peões de circular na totalidade da largura do passeio, como por exemplo árvores, postes de iluminação, caixotes do lixo, esplanadas de cafés, etc. Assim, justifica-se a introdução do conceito de largura útil/efetiva (W_E) e largura bruta (W_T) dos passeios, que corresponde ao espaço disponível para as deslocações e à largura total do passeio, respetivamente. Na tabela e figura a seguir apresentadas podemos ver alguns dos valores correspondentes à largura perdida em passeios pela presença destes obstáculos (TRB, 2000):

Tabela 4.1 - Largura perdida devido a obstáculos nos passeios (adaptado de TRB, 2000)

Tipo de obstáculo	Descrição	Largura perdida (m)
Distâncias de Segurança	Berma do passeio	0,30 – 0,50
	Muro, sebe	0,30 – 0,50
	Fachada de 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

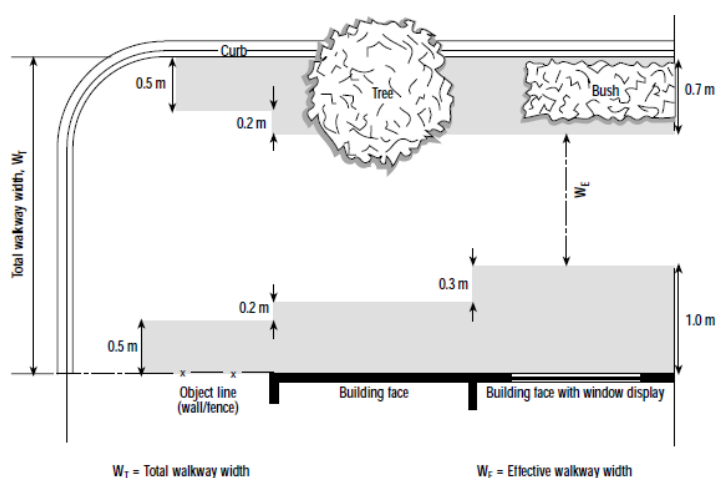


Figura 4.1 - Definição de largura útil e largura bruta de um passeio (TRB, 2000)

Tendo em consideração os valores apresentados na Tabela 4.1, foram definidos um conjunto de larguras mínimas padrão para passeios, Tabela 4.2, onde se verifica por exemplo que larguras inferiores a 1.5 metros não são admissíveis a ponto de assegurar a segurança e a comodidade do peão (Seco *et al*, 2008).

Tabela 4.2 - Largura mínima dos passeios

Tipo de passeio	Largura desejável (m)	Largura aceitável (m)
Passeio sem mobiliário urbano, árvores ou montras	2,00	1,50
Passeio com fila de árvores ou montras	3,00	2,50
Passeio com árvores e montras	4,00	3,50

4.2.2. ATRAVESSAMENTOS DA REDE VIÁRIA

Os atravessamentos são a componente de maior preocupação ao nível da segurança devido à possibilidade acrescida de contacto entre peão/veículo, sendo que, a melhor forma de os tornar seguros é estabelecer níveis de prioridade relativa entre o sistema pedonal e o sistema viário. Este ponto de conflito entre os veículos e os peões deve ser tratado com especial atenção de forma a reduzir ao máximo o risco sentido pelos seus utilizadores, sendo que, o principal objetivo é garantir a segurança enquanto é realizado o atravessamento, garantindo sempre que o tempo de exposição do peão mais vulnerável ao risco seja o menor possível.

As travessias pedonais devem dar resposta a um conjunto de requisitos para evitar comportamentos de risco por parte dos peões e levá-los a realizar o atravessamento em locais menos seguros. Para isso é necessário respeitar estes requisitos e tornar as travessias o mais seguras possíveis (Seco *et al*, 2008):

- **Conforto** – a localização da travessia deve ser o mais confortável para os peões, isto é, garantir a continuidade do percurso pedonal e sem obstruções. Deve também dar o apoio necessário aos peões com mobilidade reduzida, rampeando o passeio ao nível da via ou subindo a via ao nível do passeio, garantindo assim uma continuidade de maior conforto para os peões;
- **Atratividade** – as travessias devem estar localizadas em zonas visíveis e bem iluminadas, garantindo sempre a visibilidade peão/veículo;
- **Rapidez** – o atravessamento não deve proporcionar grandes tempos de espera, pois poderá levar os peões a maus comportamentos em casos de espera demorada. O tempo de espera de cada travessia deve ser bem analisado em função das necessidades dos vários tipos de peões;
- **Articulação** – deve existir uma correta articulação entre os variados sistemas, para que as travessias possam garantir os requisitos acima referidos assim como garantir uma boa articulação com o sistema viário e de transportes públicos.

A localização da travessia deve ter em atenção a distância de visibilidade mínima ou distância de paragem, que resulta na distância necessária para um condutor conseguir parar a sua viatura antes de atingir um obstáculo. Esta distância pode ser dividida em duas componentes distintas, a componente humana, percepção/reação e a componente mecânica, tempo de paragem do veículo desde que é acionado o travão (Coelho, 2011).

A distância de visibilidade não se limita às questões geométricas, como são o caso das curvas e das concordâncias, mas também a todos os obstáculos presentes na via pública que possam tapar a presença do peão junto a uma travessia. Por vezes as travessias que inicialmente são designadas como seguras e

confortáveis, com a introdução de obstáculos e distrações, como cartazes publicitários ou estacionamento de veículos no local, impedem a visibilidade do condutor e consequentemente provocar insegurança e desconforto nos peões. Na construção da travessia deve procurar-se a melhor localização da mesma, em função dos fluxos pedonais existentes na zona (Coelho, 2011).

As travessias pedonais podem ser sumariamente divididas em travessias pedonais de nível ou desniveladas. As travessias pedonais de nível são as mais comuns em meio urbano, podem ser reguladas ou não, por sinalização luminosa e conter refúgio para peões. As passagens desniveladas têm como objetivo evitar qualquer conflito entre o veículo e o peão e são mais direcionadas para vias coletoras ou distribuidoras principais onde o volume tráfego é mais elevado, as velocidades praticadas pelos veículos são maiores e onde a presença do peão não é aconselhável.

4.2.2.1. Travessias pedonais de nível

As soluções apresentadas para a marcação das travessias são de aplicação e manutenção de baixo custo, a marca rodoviária M11 (zebra) e M11a (guias) como se pode verificar nas figuras abaixo ilustradas. No entanto, a marcação M11 é mais direcionada para travessias não reguladas por sinalização, enquanto que para as travessias reguladas por sinalização luminosa a marcação mais adequada é a marca M11a (Seco *et al*, 2008).



Figura 4.2 - Travessia pedonal com marcação M11 - zebra



Figura 4.3 - Travessia pedonal com marcação M11a - guias

i. Travessia pedonal do tipo “zebra”

Este tipo de travessia trata-se de uma solução de baixo custo e sem qualquer tipo de regulação luminosa, normalmente instalada em vias distribuidoras locais e acesso local, em que a velocidade praticada pelos veículos está limitada no máximo aos 50 km/h. Para a instalação deste tipo de travessia devem ser considerados os fluxos pedonais e viários, uma vez que com a existência de grande concentração de peões na zona da travessia pode levar a uma redução significativa da

capacidade da via e como consequência um aumento da sinistralidade na travessia. Há que salientar que alguns condutores não respeitam os níveis de prioridade deste tipo de atravessamento, que deve ser sempre dada ao peão (HMSO, 1995).



Figura 4.4 - Exemplo de travessia sem regulação luminosa do tipo "zebra"

As características básicas de construção para travessias deste tipo são as seguintes (Seco *et al*, 2008):

- A largura de passagem deve ser de 4.0 metros (para casos em que as velocidades dos veículos e o volume de peões não sejam muito elevados, a largura pode tomar o valor de 2.5 metros);
- A linha de cedência de passagem deve ficar a uma distância entre 1.5 e 2.0 metros da passadeira;
- O sinal vertical de passagem para peões deve ficar junto à linha de cedência de passagem. Caso exista invisibilidade por parte dos condutores, deve ser colocado um sinal de perigo afastado a uma distância da passadeira entre 150 e 300 metros;
- Deve ser garantida uma localização com boa visibilidade por parte dos condutores e dos peões;
- Devem ser proibidas ultrapassagens e estacionamento na zona da travessia;
- Em situações onde o comprimento da travessia seja superior a 10 metros, deve ser considerada a possibilidade de construção de refúgio central.

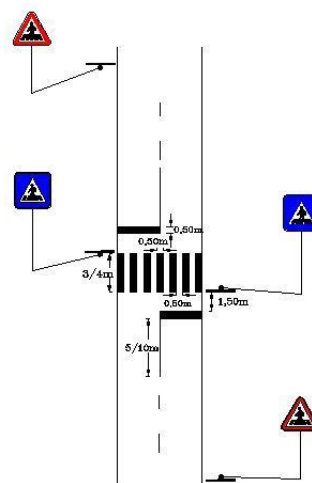


Figura 4.5 - Dimensionamento de uma travessia pedonal do tipo "zebra" (Coelho, 2011)

ii. Travessia regulada por sinalização luminosa

O caso de estudo presente neste trabalho é baseado neste tipo de atravessamento, sendo que o capítulo seguinte, “Travessias Pedonais Reguladas por Sinalização Luminosa” é inteiramente dedicado a este tipo de atravessamento onde o tema se encontra mais aprofundado.

Este tipo de instalação envolve maiores custos em comparação com as travessias sem regulação, e tem como objetivo dar a informação através do sinal luminoso de como os condutores e os peões devem proceder. Esta é a melhor solução para gerir e controlar os movimentos dos veículos e dos peões em cruzamentos mas também pode ser implementada em secções correntes da faixa de rodagem. Este tipo de atravessamento deve ser implementado em locais onde (adaptado de HMSO, 1995):

- As velocidades dos veículos sejam elevadas e as outras opções não se adequem;
- Exista uma proporção de idosos ou deficientes acima da média;
- Exista uma necessidade específica para ciclistas;
- Os peões possam ficar confundidos com medidas de gestão de tráfego tais como vias reservadas a transporte público em contra fluxo;
- Exista a necessidade de efetuar uma ligação a atravessamentos ou intersecções adjacentes com controlo semafórico;
- Os fluxos pedonais sejam elevados e as demoras para o tráfego motorizado não sejam excessivas.

Na Figura 4.6 abaixo ilustrada podemos ver um exemplo de uma travessia deste tipo.



Figura 4.6 - Exemplo de travessia com regulação luminosa

4.2.2.2. Travessias pedonais desniveladas

Este tipo de passagens só são instaladas em casos onde seja estritamente necessário evitar o conflito entre os peões e os veículos devido ao seu elevado custo de construção. Este desnivelamento pode ser superior ou inferior, Figura 4.7 e Figura 4.8 respetivamente, e na maior parte das vezes é sobre o peão que recai o esforço adicional de subir ou descer para a realização do atravessamento. É de notar que se trata de um esforço que não é apenas físico, mas também psicológico (Câmara Municipal de Lisboa, 2013b).

Nos casos em que a passagem seja superior à faixa de rodagem, deve ser garantido um desnível de aproximadamente 5.5 metros para possibilitar a passagem de veículos pesados de caixa alta. Para as

passagens inferiores, apesar do desnível a garantir ser mais baixo, aproximadamente 3.0 metros, tendem causar alguma insegurança e desconforto nos peões por serem locais normalmente desertos e escuros. Este tipo de passagem deve providenciar sempre de uma boa iluminação, de modo a evitar comportamentos antissociais. Relativamente aos custos de construção, são mais elevados do que as passagens superiores (Seco *et al*, 2008).



Figura 4.7 - Exemplo de travessia pedonal superior



Figura 4.8 - Exemplo de travessia pedonal inferior

É de referenciar que seja qual for o tipo de passagem, devem ser sempre fornecidos os meios necessários de suporte aos peões com mobilidade reduzida, através da construção de rampas com declives adequados e de elementos de suporte para o guiamento dos invisuais.

4.2.3. ZONAS DE ESPERA

No contexto da circulação pedonal, uma zona de espera é, uma área onde os peões ficam normalmente parados a aguardar o acesso a determinado espaço, durante um determinado período de tempo. São exemplos de zonas de espera as paragens de autocarro, as gares de caminhos-de-ferro e de metro, os aeroportos, entre outros. Nestas zonas é importante garantir espaço suficiente para que o peão se sinta confortável, e também garantir o espaço livre necessário para que os peões consigam circular livremente assim que o desejem fazer.

4.3. IMPORTÂNCIA DA INTERLIGAÇÃO COM A REDE DE TRANSPORTES PÚBLICOS

Andar a pé é uma parte integrante da viagem nos transportes públicos, é o meio de transporte mais conveniente para curtas distâncias e altamente complementar a outros modos de transporte. Ao fortalecer os serviços de TP's, incluindo a acessibilidade e a segurança, os peões ficam mais motivados a usar os TP's do que os veículos privados, contribuindo assim para uma redução significativa dos veículos motorizados em centros urbanos. Os peões devem prevalecer de uma boa ligação de passeios e é imperativo que as paragens de TP's sejam acessíveis, seguras e confortáveis para todos (ITF, 2012).

A rede de TP's apresenta grande importância nas estratégias de promoção do modo pedonal, deve satisfazer as deslocações pretendidas pelos seus utilizadores, sem obrigar a grandes desvios e tempos de espera desnecessários. Para isso é necessário que exista uma ligação coerente entre os percursos pedonais e a rede de transportes, cujas paragens devem estar bem situadas e devidamente sinalizadas para responder eficazmente, apresentando um nível de transporte rápido e sem grandes níveis de congestionamento.

Um aspeto importante é o dever de responder às necessidades dos peões mais vulneráveis, pois são os que mais sentem dificuldade nos seus percursos e nas suas deslocações. “Um inquérito realizado pela DECO, com a colaboração da APD (Associação Portuguesa de Deficientes) e da ACAPO (Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal), a 1.213 portugueses com limitações ao nível físico ou motor e problemas de destreza (67%) e problemas ao nível sensorial (30%) indicou que a principal prova de esforço para a maioria dos inquiridos (71%) é viajar nos transportes públicos” (Câmara Municipal de Lisboa, 2013c).

Para assegurar a acessibilidade na rede é indispensável a eliminação de todas as barreiras que se colocam aos utilizadores ao longo da deslocação, desde a origem ao destino final.

As longas distâncias entre paragens, a falta de equipamentos para entrada e saída de peões que usem a cadeira de rodas como meio de transporte, a falta de equipamentos de suporte e de informação aos invisuais são aspetos importantes e a ter em consideração para responder às necessidades de todos os utilizadores da rede de TP's. Para combater alguns destes problemas, apresentam-se alguns princípios e estratégias de planeamento da rede de transportes públicos (ITF, 2012):

- As políticas de transportes têm de ser dirigidas através de estratégias de planeamento urbano;
- Devem ser analisados os dados sobre as viagens de todos os cidadãos, pois todas as viagens começam e terminam com a caminhada;
- É necessário garantir acessibilidade para todos grupos, implementar modos de transporte para os peões com mobilidade reduzida, pois há que aceitar que o transporte público é um serviço para todos e a toda a hora;
- Os autocarros devem ter prioridade em todos os semáforos e o sinal verde deve ser ativo através de sistemas de deteção de autocarros;
- A máxima distância entre paragens de transportes públicos deve encontrar-se entre 300 e os 500 metros.

4.4. CRITÉRIOS DE INSTALAÇÃO DE TRAVESSIAS PEDONAIS

Em geral, a instalação de uma travessia pedonal deve ser considerada quando se verificar uma das seguintes situações (Seco *et al*, 2008):

1. Se existirem atravessamentos não formalizados ao longo de um comprimento superior a 100 metros da faixa de rodagem e que coloquem em perigo a integridade física dos peões;

2. Se existir um elevado número de conflitos entre os veículos e os peões, em que estes não tenham pelo menos uma oportunidade de atravessamento por minuto;
3. Se existirem grandes concentrações de peões, em particular se se tratar de zonas escolares, hospitalares ou de lares de idosos.

No Reino Unido os critérios de instalação de uma travessia pedonal de nível devem seguir uma correta análise das características da via, dos fluxos pedonal e viários existentes. A seleção do tipo de atravessamento faz-se parcialmente em função do indicador de exposição dado pelo produto PV^2 onde P representa o débito horário de peões que pretendem efetuar o atravessamento numa extensão de 100 metros centrada no local previsto para a travessia e V representa o volume horário dos veículos no conjunto dos dois sentidos (HMSO, 1987). Na Figura 4.9 estão representadas as diferentes soluções de travessias pedonais de nível a adotar em função dos indicadores de volume de veículos/hora e de peões/hora.

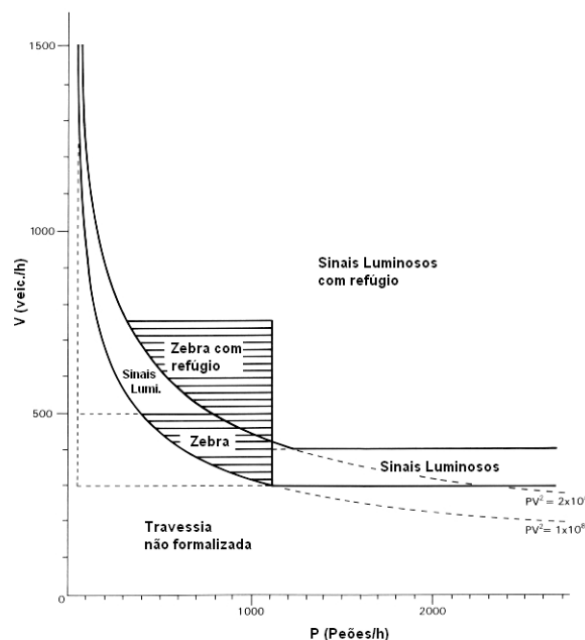


Figura 4.9 - Critério de aplicação de travessias pedonais (adaptado de HMSO, 1987)

Analisando o ábaco pode verificar-se que, para baixos volumes de veículos e/ou peões não há necessidade de considerar qualquer tipo de travessia formalizada, no entanto para fluxos mais equilibrados já deve ser considerada a implementação de uma travessia pedonal de nível. Para aumentos significativos do fluxo viário e/ou pedonal há que considerar a regulação da travessia através de sinalização luminosa.

Já o ITE (1998) recomenda que, para volumes de peões na hora de ponta muito baixos, inferiores a 25 peões/hora a cada 4 horas, ou para volumes de tráfego de veículos em que o tráfego médio diário seja inferior a 2000 veículos/dia não é necessária a instalação de travessias formalizadas. Na Figura 4.10 podemos ver as recomendações necessárias para a formalização da travessia.

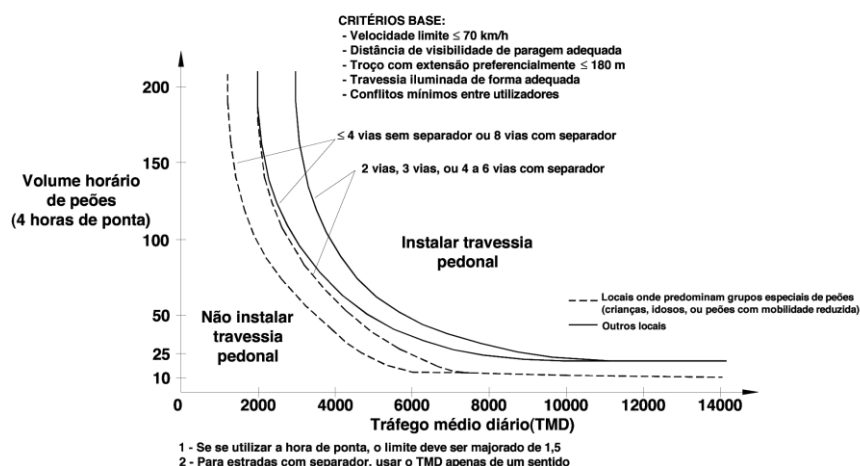


Figura 4.10 - Critério de aplicação de travessias pedonais (adaptado de ITE, 1998)

Relativamente às travessias reguladas por sinalização luminosa fora dos cruzamentos, isto é, em troços de via, as Normas Australianas apresentam a adoção deste tipo de atravessamento sempre que se verifiquem as seguintes condições:

- i. Para volumes de peões superiores a 350 peões/hora e volumes de veículos superiores a 600 veículos/hora no conjunto dos 2 sentidos, ou 1000 veículos/hora no caso de existir refúgio para peões. Estes valores devem ser verificados num período de 3 horas de um dia normal da semana.
- ii. Para cada hora das 8 horas de um dia normal:
 - O volume de peões for superior a 175 peões/hora;
 - O volume de veículos for superior a 600 veículos/hora em ambos os sentidos ou 1000 veículos/hora no caso de existir refúgio;
 - Não existir uma travessia nas proximidades do local em causa.
- iii. Em frente a uma escola se em 2 períodos de uma hora de um dia normal de funcionamento ocorrerem simultaneamente as seguintes situações:
 - Volume de peões superior a 50 peões/hora;
 - Volume de veículos;
 - Produto do volume de peões pelo volume de veículos for superior a 40000 peões*veículo/hora.
- iv. Se a travessia existente tiver um nível de segurança muito baixo devido ao seu elevado comprimento ou devido aos elevados volumes tráfego e velocidades.
- v. Se na travessia existente ou na sua proximidade já tiverem ocorridos 2 ou mais acidentes em 3 anos.
- vi. Se na travessia já existente a simultaneidade de volumes elevados de peões e veículos provocar atrasos excessivos aos veículos.

Conforme já referido, seja qual for o motivo do recurso à instalação de uma travessia pedonal, a sua localização deve ser sempre de fácil identificação por parte dos condutores e dos peões, e deve apresentar todo o apoio necessário aos vários grupos de peões para que sintam o devido conforto e segurança.

4.5. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DE APOIO AO PEÃO

Nos percursos pedonais existentes em Portugal ainda podemos encontrar muitas travessias onde a acessibilidade não está garantida, quer pela existência de lancis altos, quer pela existência de obstáculos nos percursos pedonais, bem como pela falta de percepção da travessia por parte dos invisuais.

De acordo com o referido no “Guia de Acessibilidade e Mobilidade para Todos (2007)”, para uma melhor interpretação do que está presente na legislação, são referidos os seguintes requisitos para travessias pedonais de nível:

- A altura do lancil em toda a largura das passagens de peões não deve ser superior a 0.02 metros;
- Na zona imediatamente adjacente à passagem de peões o pavimento deve ser rampeado, com uma inclinação inferior a 8% na direção da travessia e inferior a 10% na direção do lancil do passeio;
- A zona de intersecção das travessias com os separadores centrais (refúgios) das vias deve ter em toda a largura das passagens de peões, uma dimensão superior a 1.2 metros e uma inclinação do piso e dos seus revestimentos inferior a 2%, medidas na direção do atravessamento dos peões.

4.5.1. REFÚGIO DE PEÕES

Com a criação de uma placa central de refúgio para peões o atravessamento pode ser feito em duas fases, permitindo ao peão que acesse cada um dos sentidos individualmente, melhorando consideravelmente a sua visibilidade e garantindo uma menor exposição aos veículos. Este tipo de solução deve ser considerada em atravessamentos compostos por 4 ou mais vias e induz, normalmente, a uma redução das velocidades de circulação devido ao estreitamento da via, melhorando significativamente a segurança sentida pelos peões. Por outro lado, não existem grandes consequências ao nível da capacidade da via, uma vez que o nível de prioridade não é alterado. No entanto deve ser dada muita atenção à localização destes refúgios, uma vez que a deficiente visibilidade ou percepção por parte dos condutores, destes obstáculos pode originar graves problemas de segurança.

Nas figuras abaixo indicadas, podemos ver alguns exemplos de refúgios em secções correntes da faixa de rodagem ou em cruzamentos e sempre que possível devem ser obedecidos os seguintes requisitos (Seco *et al*, 2008):

- Ter no mínimo 3.0 metros de comprimento;
- Ter no mínimo 1.5 metros de largura para que os peões que utilizem cadeira de rodas consigam efetuar os seus movimentos, sendo que a largura desejável é de 2.0 metros;
- Existência de sinalização vertical de contorno do obstáculo;
- Existência de boa iluminação do local;
- Verificação das necessidades de manobra dos veículos pesados:
 - A largura das faixas de rodagem deve ser ≥ 3.0 metros;
 - Nos cruzamentos deve estar afastado uma distância ≥ 3.0 metros da linha de cedência de prioridade;
- Não deve existir juntos às paragens de BUS, para que não sejam impedidas ultrapassagens;
- Deve proibir-se o estacionamento na zona do refúgio.

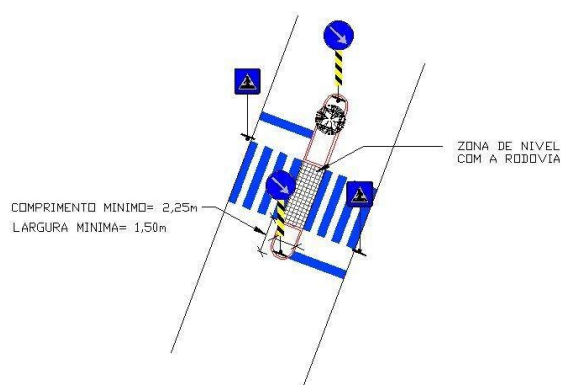


Figura 4.11 - Esquema de travessia com refúgio em trecho de via (Coelho, 2011)

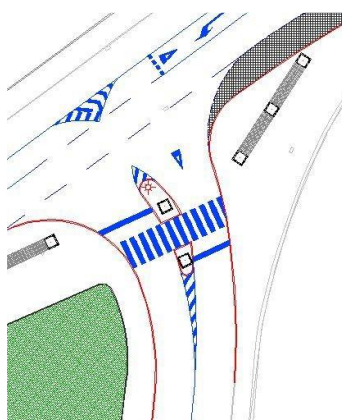


Figura 4.12 - Exemplo de travessia com refúgio em entroncamento (Coelho, 2011)

4.5.2. SOLUÇÕES DE APOIO EM INTERSECÇÕES DE NÍVEL

4.5.2.1. Redução do raio de curvatura

Devido à continuidade dos percursos pedonais, as intersecções são normalmente locais de atravessamento de peões. Os principais objetivos na implementação uma solução deste tipo são, reduzir a velocidade dos veículos, melhorar a visibilidade do peão e reduzir o tempo de exposição do peão ao tráfego viário uma vez que o comprimento da travessia é alterado, como se pode verificar na Figura 4.13.

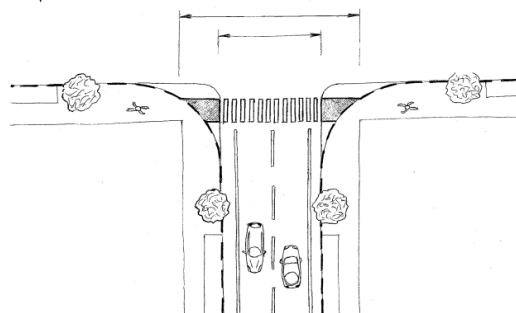


Figura 4.13 - Esquema de redução dos raios de curvatura (Silva, 2001)

No entanto é necessário tomar as devidas precauções para que não exista uma redução significativa da capacidade da via, devido a estacionamento de veículos na zona do atravessamento e à dificuldade de manobra dos veículos pesados, sendo que para estes ter-se-á que permitir a possibilidade de galgamento da via.

4.5.2.2. Prolongamento do passeio

À semelhança da solução apresentada anteriormente, este tipo de solução, Figura 4.14, tem como objetivos, a redução da velocidade dos veículos e do tempo de exposição do peão ao tráfego viário.

O recurso ao alargamento do passeio e à consequente redução do comprimento da travessia tende também a melhorar a visibilidade entre peão e o veículo, a melhorar a zona de espera apresentada aos peões e reduzir o número de estacionamentos ilegais na zona da travessia, disponibilizando aos peões uma melhoria significativa ao nível do conforto e da segurança.

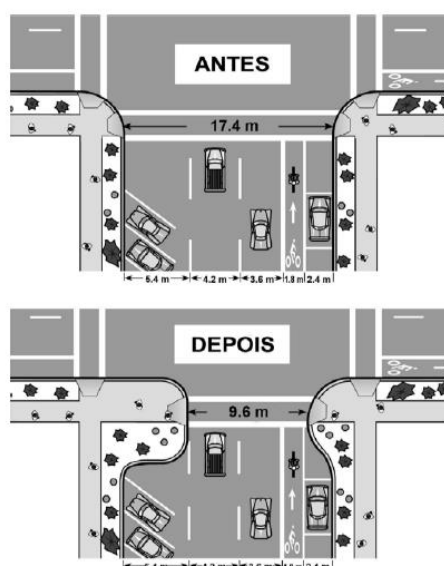


Figura 4.14 - Esquema do prolongamento de passeios (Silva, 2001)

4.6. AVALIAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS PEDONAIS

A avaliação das infraestruturas pedonais, à semelhança do tráfego rodoviário, é materializada por níveis de serviço de modo a caracterizar a qualidade de serviço oferecido ao peão.

Apesar da análise dos níveis de serviço ser baseada em fatores como velocidade, fluxo e ocupação, o HCM (2000) aponta um conjunto de fatores da envolvente, ou ambientais com relevância na percepção do nível de serviço de um percurso pedonal. Estes fatores têm enorme influência na mobilidade pedonal, dos quais são exemplo, o conforto, adequabilidade, segurança e aspetos económicos (Fruin, 1971). A integração destes fatores na análise da qualidade das infraestruturas é muito importante, na medida em que, um dado percurso pode ter um bom nível de serviço decorrente de um baixo fluxo mas corresponder a um caminho ao qual está associado um elevado risco de acidente, e desta forma poucos peões o utilizam, preferindo percursos alternativos (Silva, 2008).

Relativamente à escala apresentada, são considerados os habituais seis níveis de serviço, de A até F. Para uma situação em que a qualidade do serviço seja ótima o nível apresentado é o A, que normalmente não é justificável numa análise de custo-benefício. O nível de serviço F representa um funcionamento muito deficiente, e onde é atingida negativamente a capacidade da travessia (Seco *et al*, 2008).

4.6.1. PASSEIOS E VIAS PEDONAIS

O indicador utilizado pelo HCM (2000) para definir os diferentes níveis de serviço para peões em movimento em passeios ou vias pedonais é o espaço médio por peão. Este pode ser obtido diretamente no terreno, considerando uma área significativa do passeio em estudo e determinando o número de peões que se encontram nessa área, num determinado instante.

No entanto, para simplificar o trabalho de campo, o indicador utilizado é o débito por unidade de largura (peões/minuto/metro), que é obtido através do volume de peões na ponta de 15 minutos (peões/15 minutos) e através do valor da largura útil do passeio, já referida anteriormente.

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E} \quad (4.1)$$

Em que:

V_p – Débito por unidade de largura (p/min/m);

V_{15} – Volume de peões na ponta de 15 minutos (p/15 min);

W_E – Largura útil do passeio (m).

A largura útil ou efetiva do passeio é obtida através da seguinte expressão:

$$W_E = W_T - W_O \quad (4.2)$$

Em que:

W_E – Largura útil do passeio (m).

W_T – Largura bruta do passeio (m).

W_O – Largura perdida devido à presença de obstáculo(s) (m).

Em casos em que não seja possível a recolha da largura de obstáculos presentes na via pedonal, pode recorrer-se à Tabela 4.1 já apresentada, para estimar alguns valores de referência.

O HCM (2000) apresenta as tabelas abaixo para a determinação dos níveis de serviço em passeios ou vias pedonais, uma para condições normais/médias de circulação de um peão isolado e outra para formação de pelotões.

Tabela 4.3 - Níveis de serviço em passeios para condições normais/médias (adaptado de TRB, 2000)

Nível de serviço	Espaço (m ² /p)	Débito (p/min/m)	Velocidade média (m/s)	Volume/Capacidade
A	> 5,6	≤ 16	> 1,30	≤ 0,21
B	> 3,7 – 5,6	> 16 – 23	> 1,27 – 1,30	> 0,21 – 0,31
C	> 2,2 – 3,7	> 23 – 33	> 1,22 – 1,27	> 0,31 – 0,44
D	> 1,4 – 2,2	> 33 – 49	> 1,14 – 1,22	> 0,44 – 0,65
E	> 0,75 – 1,4	> 49 – 75	> 0,75 – 1,14	> 0,65 – 1,0
F	≤ 0,75	Variável	≤ 0,75	Variável

Tabela 4.4 - Níveis de serviço em passeios para pelotões (adaptado de TRB, 2000)

Nível de serviço	Espaço (m ² /p)	Débito (p/min/m)
A	> 40	≤ 1,6
B	> 8 – 49	> 1,6 – 10
C	> 4 – 8	> 10 – 20
D	> 2 – 4	> 20 – 36
E	> 1 – 2	> 36 – 59
F	≤ 1	> 59

4.6.2. TRAVESSIAS PEDONAIS

4.6.2.1. Travessia sem regulação luminosa

A medida de serviço utilizada para a avaliação das travessias sem regulação é o atraso médio por peão, em segundos. No entanto, para a definição dos diferentes níveis de serviço é necessário um conhecimento baseado na teoria do intervalo crítico. O intervalo crítico é o intervalo de tempo em segundos, abaixo do qual um peão não tenta realizar o atravessamento, isto é, um peão avalia em primeiro lugar o intervalo de tempo disponível entre veículos e decide se esse intervalo é suficiente para realizar o atravessamento ou não. Se esse o intervalo for inferior ao crítico, é considerado que o peão não realiza o atravessamento. O intervalo crítico para um peão isolado pode ser obtido através da seguinte expressão:

$$t_c = \frac{L}{s_p} + t_s \quad (4.3)$$

Em que:

t_c – Intervalo crítico para um peão isolado (seg.);

L – Comprimento da travessia (m);

s_p – Velocidade do peão (m/s);

t_s – Tempo de arranque do peão (seg.).

Por norma a velocidade considerada para o peão é de 1.2 m/s e o tempo geralmente considerado para o arranque é igual a 3 segundos.

Já para a formação de um pelotão de peões, o cálculo do intervalo crítico (t_G) é obtido através do número de filas de peões (N_P), calculado através das expressões 4.5 e 4.6, e através do intervalo crítico calculado para um peão isolado.

$$t_G = t_C + 2 \cdot (N_P - 1) \quad (4.4)$$

Onde:

t_G – Intervalo crítico do pelotão (seg.);

t_C – Intervalo crítico para um peão isolado (seg.);

N_P – Número de filas de peões.

$$N_P = \text{int} \left[\frac{0.75 \cdot (N_C - 1)}{W_E} \right] \quad (4.5)$$

$$N_C = \frac{V_P \cdot e^{V_P \cdot t_C} + V \cdot e^{-V \cdot t_C}}{(V_P + V) \cdot e^{(V_P - V) \cdot t_C}} \quad (4.6)$$

Em que:

N_C – N° de peões em atravessamento;

V – Débito de veículos (veíc./seg.);

V_P – Débito pedonal (peão/seg.);

W_E – Largura útil do passeio (m).

Para os casos em que não existe formação de pelotões, o N_P é igual à unidade. Após o seguimento da metodologia indicada podemos calcular o atraso médio do peão através da expressão 4.7 e recorreremos à Tabela 4.5 para verificar o nível de serviço da travessia em estudo.

$$d_P = \frac{1}{V} \cdot (e^{V_P \cdot t_G} - V \cdot t_G - 1) \quad (4.7)$$

Em que:

d_P – Atraso médio por peão (seg.);

V – Débito de veículos (veíc./seg.).

t_G – Intervalo crítico de um pelotão (seg.).

Tabela 4.5 - Níveis de serviço em travessias sem regulação (adaptado de TRB, 2000)

Nível de serviço	Atraso médio por peão (seg.)
A	≤ 5
B	$> 5 - 10$
C	$> 10 - 20$
D	$> 20 - 30$
E	$> 30 - 45$
F	> 45

4.6.2.2. Travessia regulada por sinalização luminosa

No caso das travessias semaforizadas o indicador apresentado pelo HCM (2000) para a determinação dos níveis de serviço é o mesmo das travessias sem regulação, o atraso médio do peão, Tabela 4.6. Para o cálculo deste é necessário o conhecimento da duração do ciclo semafórico e do tempo de verde útil disponível para o peão. O valor do atraso médio é obtido através da seguinte expressão:

$$d = \frac{0,5*(C-g)^2}{c} \quad (4.8)$$

Onde:

d – Atraso médio do peão (seg.);

g – tempo útil de verde para o peão (seg.);

C – duração do ciclo semafórico (seg.).

Tabela 4.6 - Níveis de serviço em travessias reguladas por sinalização luminosa (adaptado de TRB, 2000)

Nível de serviço	Atraso médio por peão (seg.)
A	≤ 10
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 30$
D	$> 30 - 40$
E	$> 40 - 60$
F	> 60

4.6.3. ZONAS DE ESPERA

Nas zonas de espera, o indicador definido pelo HCM (2000) é o espaço disponível por peão ($\text{m}^2/\text{peão}$). Este valor é obtido através do quociente entre o número de peões que se encontrem a aguardar determinado serviço pela área total da zona em causa.

Na Tabela 4.7 e Figura 4.15 apresentam-se os valores do espaço disponível por peão correspondentes a cada um dos seis níveis de serviço.

Tabela 4.7 - Níveis de serviço em zonas de espera (adaptado de TRB, 2000)

Nível de serviço	Espaço (m^2/p)
A	$> 1,2$
B	$> 0,9 - 1,2$
C	$> 0,6 - 0,9$
D	$> 0,3 - 0,6$
E	$> 0,2 - 0,3$
F	$\leq 0,2$

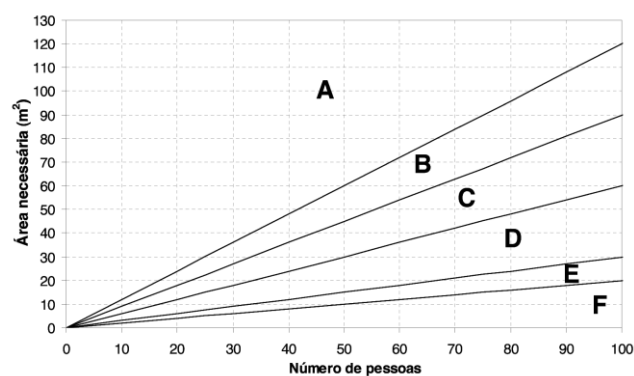


Figura 4.15 - Área necessária para zonas de espera

5

TRAVESSIAS REGULADAS POR SINALIZAÇÃO LUMINOSA

5.1. INTRODUÇÃO

As travessias reguladas por sinalização luminosa apresentam-se como uma solução de extrema importância para que os seus utilizadores, nomeadamente os condutores e os peões, procedam corretamente e do modo mais seguro, assim que se encontrem perante situações de possível conflito.

Conforme já referido, os atravessamentos são a componente mais preocupante das infraestruturas pedonais, e no contexto deste trabalho, este capítulo apresenta aspetos mais relacionados com o tráfego pedonal onde o principal objetivo se insere na segurança a oferecer ao peão.

5.2. SINALIZAÇÃO LUMINOSA

Relativamente às soluções clássicas utilizadas em Portugal para a regulação de sinais luminosos, apesar da temporização poder ser de tempos fixos, dispõem normalmente de comandos atuados, onde o principal objetivo é essencialmente responder à necessidade do tráfego dos veículos (Seco *et al*, 2008). As alterações ao longo do ciclo, iniciam com a mudança do tempo de verde para os veículos, alterando consequentemente o tempo de espera da fase pedonal, mantendo-se o tempo de amarelo/verde intermitente e tempo de limpeza/tudo vermelho. Na figura e tabela abaixo encontram-se as sequências das indicações luminosas apresentadas.

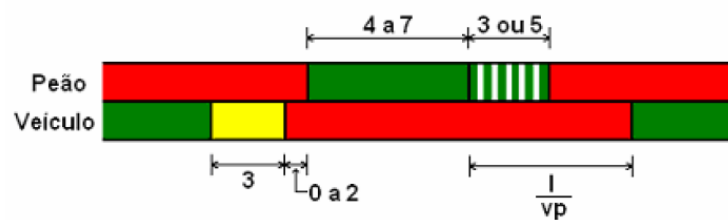


Figura 5.1 - Plano de regulação dos sinais luminosos (Seco *et al*, 2008)

Tabela 5.1 - Sequência das indicações luminosas (adaptado de Silva, 2001)

Etapa	Peão	Veículo	Ação
1	Vermelho	Verde	Avanço dos veículos
2	Vermelho	Amarelo	Aviso de mudança de sinal para os veículos
3	Vermelho	Vermelho	Tempo de limpeza/tudo vermelho
4	Verde	Vermelho	Avanço dos peões
5	Verde Intermitente	Vermelho	Fim do avanço dos peões
6	Vermelho	Vermelho	Tempo de limpeza/tudo vermelho

Relativamente ao tempo de atravessamento é referido que o tempo de verde da fase pedonal deve ter uma duração mínima entre 4 e 7 segundos (Silva, 2001). No entanto a legislação Portuguesa, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 123/97 apresenta outras condições para o tempo de verde mínimo, que se encontra mencionado a seguir. O tempo de verde intermitente define o fim da permissão de passagem aos peões e tem uma duração entre 3 e 5 segundos. O tempo de limpeza fornecido após a fase pedonal é destinado inteiramente aos peões, para aqueles que iniciaram o atravessamento consigam realizá-lo na totalidade sem existir qualquer conflito com os veículos. No que diz respeito a questões de dimensionamento, o tempo de limpeza é obtido através da velocidade de atravessamento e do comprimento da travessia (Silva, 2001).

5.3. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA, DECRETO-LEI N.º 123/97 DE 22 DE MAIO.

A legislação presente em Portugal com o objetivo de resolver os problemas relacionados com as travessias pedonais reguladas por sinalização luminosa é abordada pelo Decreto-Lei n.º 123/97 de 22 de Maio, do Ministério da Solidariedade e Segurança Social. Este Decreto-Lei contém um Anexo I intitulado de “*Normas Técnicas para Melhoria da Acessibilidade dos Cidadãos com Mobilidade Condicionada aos Edifícios, Estabelecimentos que recebem Público e Via Pública*”. No capítulo I deste anexo encontra-se um subcapítulo cujo nome é “*Urbanismo*” onde é apresentado o texto seguinte, relativo a travessias pedonais de nível:

(...)

2 – Passagens de peões:

2.1 – De superfície:

2.1.1 - O comprimento mínimo da zona de interceção das zebras com as placas centrais das rodovias é de 1,50 m, não podendo a sua largura ser inferior à largura da passagem de peões.

2.1.2 - Os lancis dos passeios devem ser rebaixados a toda a largura das zebras pelo menos até 0,02 m da superfície das mesmas, por forma que a superfície do passeio que lhe fica adjacente proporcione uma inclinação suave.

2.1.3 - A textura do pavimento das passagens de peões deve ser diferente da utilizada no passeio e na via e prolongar-se pela zona contígua do passeio.

2.1.4 - O sinal verde para os peões, nos semáforos, deve estar aberto o tempo suficiente para permitir a travessia com segurança, a uma velocidade de 2 m/5 s (0.4 m/s).

2.1.5 - Devem existir sinais acústicos complementares nos semáforos, para orientação das pessoas com deficiência visual.

(...)

De referir que unicamente os pontos 2.1.4 e 2.1.5 se referem às travessias semaforizadas. Relativamente à velocidade mínima de 0.4 m/s indicada para o dimensionamento do tempo de verde, foi considerada na análise das travessias reguladas por sinalização da Cidade do Porto presente no capítulo seguinte, onde poderemos verificar se as travessias se encontram em vigor com a legislação.

5.4. TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS FORA DAS INTERSECÇÕES

Nos atravessamentos regulados por sinalização luminosa em troços de via, a sua geometria depende principalmente do comprimento de atravessamento, e portanto da existência ou não de placa de refúgio central (Seco *et al*, 2008). Na Figura 5.2 podemos ver os dois tipos de atravessamento mais utilizados em Portugal, sendo o alinhamento da travessia contínuo.



Figura 5.2 - Travessias fora das intersecções (adaptado de HMSO, 1987)

Na Figura 5.3 podemos ver uma outra solução para travessias fora das intersecções, tratando-se neste caso de travessias enviesadas à esquerda e à direita. Neste tipo de solução devem existir sempre guardas de proteção devido às deslocações numa zona de maior perigo e o seu sentido deve ser sempre contra a corrente de tráfego, pois assim a visibilidade dos peões se torna mais clara e segura, onde os veículos podem ser visualizados de frente.

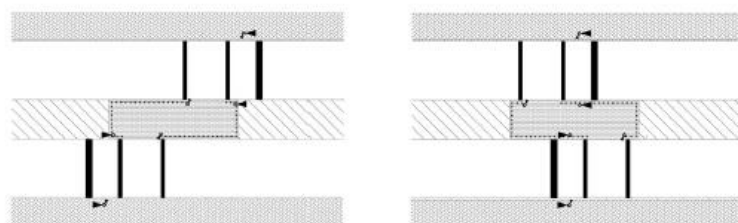


Figura 5.3 - Travessias enviesadas fora das intersecções (adaptado de HMSO, 1987)

5.5. TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS EM INTERSEÇÕES

Em cruzamentos regulados por sinalização luminosa, a temporização semafórica apresentada aos vários utilizadores, condutores e peões, depende dos volumes de tráfego envolvidos e da importância relativa que se pretende atribuir a cada grupo. Apesar dos critérios de instalação responderem normalmente às exigências do tráfego dos veículos, o seu funcionamento pode provocar paragens desnecessárias aos condutores sempre que exista uma utilização incorreta da fase destinada aos peões. De modo a evitar estes problemas, as várias soluções apresentadas para o tratamento da fase pedonal em intersecções são as seguintes (Seco *et al*, 2008):

- Adoção de uma fase exclusiva para peões, onde não é permitido qualquer movimento por parte dos veículos, Figura 5.4. É um tipo de solução bastante penalizante para os veículos e que causa maiores atrasos, tendo como objetivo o aumento da segurança do peão. Considera-se justificável criar uma fase própria sempre que:
 - O volume de peões de atravessamento num ramo de entrada da intersecção exceda os 300 peões/hora;
 - O movimento de viragem dos veículos seja superior a 700 veículos/hora durante o tempo de verde e o volume de peões superior a 50 peões/hora;
 - Exista um número significativo de peões com exigências especiais (crianças, idosos, peões de mobilidade condicionada, etc.)

No entanto, as fases dedicadas aos peões podem tornar-se problemáticas se a duração dos ciclos for demasiado extensa, com tempos de espera elevados e levando-os a correr riscos devido a atravessamentos fora da fase em que lhes é permitido.

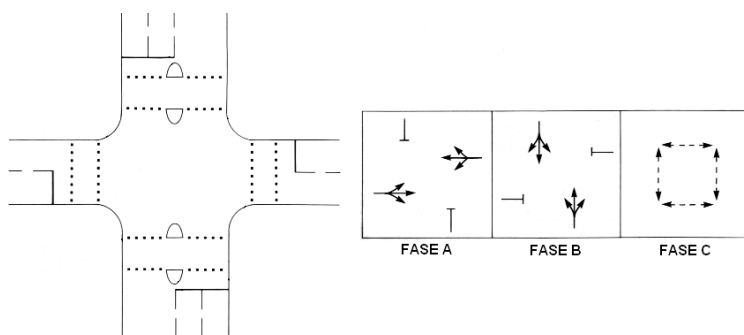


Figura 5.4 - Fase exclusiva para peões

- Criação de fases onde é permitido o atravessamento dos peões em conjunto com os movimentos de viragem dos veículos, Figura 5.5. Neste tipo de solução deve ter-se em consideração de que quando é dado o sinal de verde aos peões, o movimento de viragem conflituante dos veículos deve ser à direita, por proporcionarem maior segurança do que as viragens à esquerda, pois os raios são normalmente mais pequenos, a distância à travessia é por norma mais baixa e as velocidades também são menores. No entanto, as viragens à esquerda são por vezes inevitáveis e é necessário contar com o auxílio dos condutores para que a segurança de ambos seja garantida.

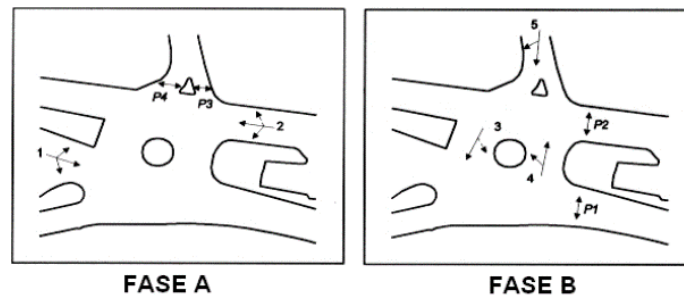


Figura 5.5 - Conflito entre peões e movimentos de viragem dos veículos

- Adoção de atravessamento em duas fases distintas, sendo que para este caso a travessia é obrigada a possuir placa de refúgio central para que os peões possam aguardar em segurança até que lhes seja permitido completar atravessamento. Na Figura 5.6 podemos ver um exemplo deste tipo de solução, sendo que neste caso se trata de uma travessia enviesada.

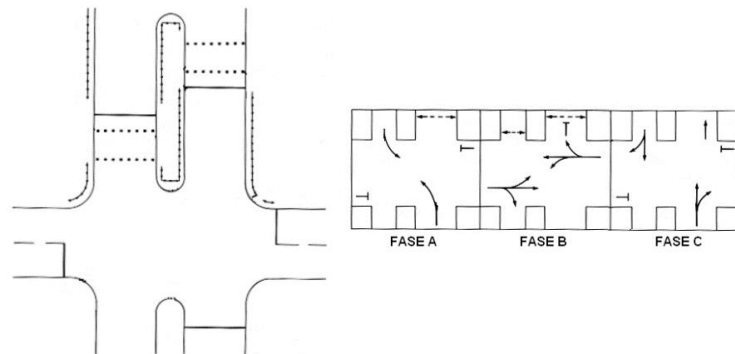


Figura 5.6 - Atravessamento em 2 fases com travessia enviesada

- Atravessamento distanciado do cruzamento, Figura 5.7. Este tipo de solução justifica-se se a procura do cruzamento for próxima da sua capacidade. Relativamente à distância que a travessia se encontra da intersecção, esta deve ser inferior a 50 metros, dispondo de uma zona de espera para os veículos, contudo torna-se uma solução prejudicial para os peões dado que as distâncias a percorrer são naturalmente maiores.

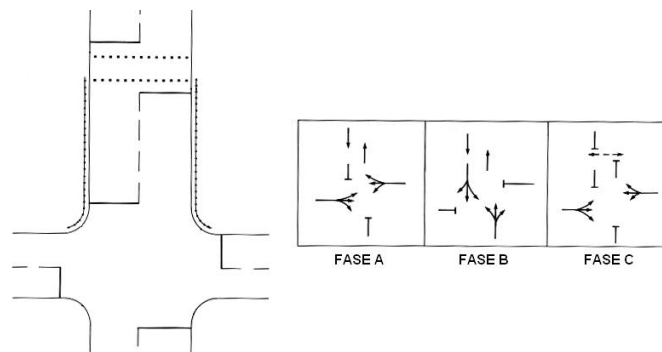


Figura 5.7 - Atravessamento distanciado do cruzamento

5.6. TÉCNICAS E DISPOSITIVOS DE AUMENTO DE SEGURANÇA

5.6.1. BOTONEIRA

A botoneira, Figura 5.8, é um dispositivo que permite ao peão dar a informação ao sistema de que se encontra na travessia disponível para efetuar o atravessamento. A sua principal vantagem centra-se numa melhor gestão global do sistema, dado que a fase pedonal pode ser acionada apenas quando solicitada pelo peão, garantindo assim uma maior capacidade das vias destinadas ao tráfego dos veículos. No entanto, este tipo de equipamento apresenta alguns aspetos negativos, entre os quais (Silva, 2001):

- **Custos de manutenção** – Este tipo de dispositivo apresenta algum nível de complexidade exigindo um maior investimento inicial e custos de manutenção constantes. Para garantir o seu funcionamento é necessário que estes equipamentos sejam verificados periodicamente, o que por vezes não é assegurado.
- **Deficiente utilização** – Dado que o acionamento da botoneira não tem efeitos imediatos, isto é, existe um tempo de preparação para que o sistema inicie a fase pedonal, os peões podem concluir que o sistema simplesmente não está a funcionar e que o seu tempo de espera não vai sofrer qualquer alteração. Outros peões simplesmente ignoram existência destes dispositivos pela incompreensão do seu funcionamento.
- **Acionamentos inúteis** – O facto dos peões poderem acionar a botoneira assim que o pretendam fazer e posteriormente aproveitar de um intervalo livre na corrente de tráfego para atravessar a via durante o sinal vermelho. Isto pode provocar problemas na capacidade das vias, obrigando a paragens e tempos de espera desnecessários aos veículos.

Relativamente ao seu posicionamento nos passeios deve ser efetuado de forma criteriosa de modo a que possam ser alcançados pelo maior número de peões, é recomendável que a botoneira se localize a uma altura do piso compreendida entre os 0.8 e 1.2 metros (Teles, 2007)



Figura 5.8 - Exemplo de botoneira da Cidade do Porto

5.6.2. DISPOSITIVOS DE CONTAGEM REGRESSIVA

Outra forma de fornecer aos peões informação em tempo real é através deste tipo de dispositivo que apresenta o número de segundos que faltam para o fim da fase de atravessamento. Torna-se assim, clara a definição do tempo que os peões têm para efetuar a travessia, permitindo também que os peões com

maiores dificuldades de locomoção tenham uma maior percepção do tempo que lhes resta para efetuar o atravessamento. Na Figura 5.9, podemos ver um exemplo de um dispositivo de contagem regressiva da Cidade do Porto.



Figura 5.9 - Exemplo de dispositivo de contagem regressiva da Cidade do Porto

5.6.3. DISPOSITIVOS DE DETEÇÃO DE PEÕES

Em Portugal, o meio mais utilizado para que os sistemas de controlo semaforico consigam incorporar a procura pedonal é através das tradicionais botoneiras. Contudo, estes dispositivos não respondem da melhor forma à procura pedonal de cada atravessamento, provocando tempos de espera desnecessários tanto nos condutores como nos peões. Posto isto, a melhor forma de resolver este problema é através dos sistemas de deteção pedonal passiva, onde os peões podem ser detetados automaticamente sendo a informação transmitida em tempo real ao controlador do sistema.

5.6.3.1. Deteção por sensores de infravermelhos

A deteção passiva por sensores de infravermelhos, Figura 5.10, deteta automaticamente a presença de peões na zona de espera através de alterações na radiação térmica causada por movimentos no seu campo de visão. Assim que o peão entre na zona alvo do detetor, o controlador dá sinal ao sistema de que os peões se encontram em espera para efetuar o atravessamento (Silva, 2001).



Figura 5.10 - Sensor de infravermelhos em Bristol, Reino Unido (www.fhwa.dot.gov)

Este tipo de equipamento, para além da deteção de peões na zona de espera também pode ser utilizado para a deteção de peões na travessia, otimizando assim a duração da fase de atravessamento, diminuindo-a ou prolongando-a consoante a presença de peões mais rápidos ou mais lentos, respetivamente. Na Figura 5.11 é ilustrado um exemplo do funcionamento desta tecnologia.



Figura 5.11 - Travessia com deteção através de sensores de infravermelhos (www.flir.com)

5.6.3.2. Deteção por microondas

Os detetores do tipo de microondas funcionam emitindo uma radiação eletromagnética com uma banda de frequência da região dos Giga Hertz. Processando as características da energia refletida pelos objetos existentes no seu campo de emissão, o detetor consegue assinalar a presença de peões através dos seus movimentos (Silva, 2001).

Na prática este tipo de detetores têm a mesma funcionalidade dos detetores passivos por infravermelhos, permitindo a monitorização da zona de espera e da zona de atravessamento em tempo real, podendo igualmente estimar o número de peões na travessia (Costa *et al*, 1998).

5.6.3.3. Tapetes de pressão

Os tapetes de pressão são também utilizados nas entradas de edifícios de comércio ou serviços. O funcionamento é similar aos sensores de presença dos veículos constituídos por espiras de indução eletromagnética. Nessa conformidade, apenas fornecem informação da presença de peões exatamente no local onde estão instalados, sendo que para tal é necessário que o peão se encontre sobre o tapete (Silva, 2001).

Na prática, a fase de atravessamento pode ser acionada quando o tapete deteta a presença de peões, podendo funcionar em conjunto com as botoneiras, evitando a chamada inútil da fase de atravessamento nos casos em que o peão aproveita de um intervalo na corrente de tráfego para realizar a travessia. Na Figura 5.12 encontra-se um exemplo real de uma travessia com este tipo de dispositivo, na placa de refúgio central.



Figura 5.12 - Exemplo de travessia com tapete de pressão em San Francisco, USA (www.globalride-sf.org)

6

AVALIAÇÃO DE TRAVESSIAS REGULADAS POR SINALIZAÇÃO LUMINOSA DA CIDADE DO PORTO

6.1. INTRODUÇÃO

Este estudo foi realizado no sentido de avaliar a qualidade e a segurança oferecida pelas travessias reguladas por sinalização luminosa da Cidade do Porto. O levantamento dos dados, passou pela observação de 27 locais, num total de 119 travessias, todas situadas em intersecções. O período de registo teve início dia 27 de Abril e terminou dia 6 de Maio de 2014. Os equipamentos utilizados para a recolha dos dados necessários foram, um cronómetro digital e uma fita métrica com 20 metros de comprimento.

Relativamente a equipamentos existentes, foi registada a presença da botoneira em cada uma das travessias. Este tipo de equipamento tem como objetivo principal, o conforto apresentado ao peão e visa minimizar o tempo de espera até poder ser iniciado o atravessamento.

No que se refere aos aspetos físicos, foram considerados os comprimentos de cada travessia para que fosse possível o cálculo das velocidades a serem praticadas pelos peões em condições de segurança.

Em termos operacionais, foram registadas as temporizações presentes no plano de regulação, através da visualização da sinalização semafórica, e a sua caracterização encontra-se definida no decorrer do presente capítulo. Conforme já referido, e em conjunto com os comprimentos registados, foi assim possível calcular as velocidades a serem praticadas em condições de segurança, ou seja, sem que exista conflito com os veículos que circulam na via onde se apresenta cada atravessamento. Os dados recolhidos permitiram também, a análise do nível de serviço presente, onde é avaliada a qualidade oferecida aos utilizadores das travessias semaforizadas da Cidade.

6.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS

6.2.1. TIPO DE TRAVESSIAS

Os três tipos de travessia selecionados foram de uma, duas e três vias, adiante designados por tipo 1, 2 e 3. Nas travessias compostas por refúgio central a temporização analisada foi realizada para cada atravessamento de faixa de rodagem, mesmo que o tempo de verde fornecido fosse o necessário para realizar o atravessamento completo das duas faixas de rodagem, incluindo o refúgio central.

Foi adotada esta solução para que fosse possível uma melhor caracterização dos tempos apresentados ao peão em cada atravessamento. Nas figuras abaixo podemos ver três exemplos dos vários tipos de travessia analisados neste estudo.



Figura 6.1 - Travessia do tipo 1 - Uma via



Figura 6.2 - Travessia do tipo 2 - Duas vias



Figura 6.3 - Travessia do tipo 3 - Três vias

6.2.2. COMPRIMENTO DA TRAVESSIA

Através do equipamento já referido, foi medido o comprimento de cada travessia, ou largura da faixa da rodagem com aproximação à décima. Esta precisão tornou-se um fator importante para possibilitar o cálculo exato das velocidades a serem praticadas em cada atravessamento.

6.2.3. TEMPORIZAÇÃO

Dado que o comando dos sinais luminosos da Cidade do Porto é atuado pelo tráfego devido à presença dos detetores de veículos e das botoneiras, o tempo de verde destinado aos veículos em cada fase vai sofrendo alterações ao longo do ciclo, mantendo-se constantes os tempos de transição (tempo de amarelo/verde intermitente e tempo de limpeza/tudo vermelho). Os tempos assinalados nas folhas de medições apresentadas em anexo são os verificados no momento do registo. Apresenta-se a seguir a definição dos vários tempos medidos em cada travessia.

6.2.3.1. Tempo de verde

Corresponde ao tempo concedido ao peão para iniciar o atravessamento, excluindo o tempo de verde intermitente. No local foi de fácil identificação, pois é exatamente o tempo total em que a informação semafórica para o peão se encontra com o sinal verde.

6.2.3.2. Tempo de segurança

Dado que o último instante imposto por lei para os peões iniciarem o atravessamento é no momento exato em que o sinal apresenta o fim do verde/início do verde intermitente, o tempo de segurança definido neste estudo está relacionado com o tempo de verde intermitente e com o tempo de limpeza ou tudo vermelho.

Para as travessias em que os veículos se encontram imediatamente parados antes da travessia, o tempo de segurança é de fácil identificação, é o tempo desde o fim do verde para o peão até ao início do verde para o veículo. No entanto, existem situações em que a travessia se encontra a uma certa distância do local, onde os veículos conflituantes aguardam sinal de permissão para avançar, denominada por distância de conflito. Posto isto, optou-se por incluir ao tempo de limpeza, o tempo que o veículo demora a chegar à travessia. Isto podia ser calculado através da velocidade do veículo considerada para questões de dimensionamento, 10 m/s, contudo não foi possível medir a distância entre os veículos e a travessia. Nestas condições e de modo a tornar o tempo de segurança mais próximo do que acontece na realidade, o tempo considerado passou a ser o tempo desde o início do verde intermitente até à chegada do veículo à travessia.

Resumindo, o tempo de segurança é o tempo necessário para que os peões consigam efetuar a travessia em condições de segurança, sem que os veículos conflituem com o peão antes de ser terminado o atravessamento.

6.2.3.3. Tempo de espera

O tempo de espera está inteiramente condicionado pelo acionamento da botoneira, bem como pela presença dos detetores de veículos. Conforme já referido, estes equipamentos alteram o tempo de espera ao longo do ciclo consoante as necessidades que o sistema tem de atuar perante a informação que lhe é recebida.

O tempo foi medido para a situação mais desfavorável, que acontece na fase em que a chegada do peão à travessia é imediatamente após não lhe ser permitido iniciar o atravessamento. É assim o tempo, desde o fim do verde da travessia até à próxima fase de verde.

6.2.4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS INDICADORES

A segurança e o conforto oferecido aos peões foi analisada com recurso a diversos tipos de indicadores cujo conceito e método de cálculo serão a seguir apresentados. Complementarmente foi determinado o nível de serviço em cada travessia, segundo as metodologias propostas pelo HCM (2000).

6.2.4.1. Velocidade mínima

As velocidades mínimas apresentam-se como um fator de extrema importância para avaliar as condições proporcionadas aos peões com dificuldades de locomoção, onde se incluem designadamente os idosos e as crianças. Definiu-se como sendo a velocidade a que um peão se pode deslocar quando inicia o atravessamento imediatamente após a abertura do sinal verde sem que exista conflito com os veículos da fase seguinte.

É portanto o quociente entre o comprimento da travessia e a soma do tempo de segurança com o tempo de verde, definidos anteriormente.

6.2.4.2. Velocidade de segurança

Conforme já referido, a velocidade do peão considerada em projeto é por norma 1.2 m/s, e foi através desta condição que se fizeram as verificações necessárias para identificar o número de travessias em que este requisito não é cumprido. Definiu-se assim como sendo a velocidade a que o peão é obrigado a deslocar-se quando inicia o atravessamento imediatamente no instante de transição do verde para o verde intermitente, estipulado por lei como o último instante permitido para os peões iniciarem o atravessamento. Sempre que o atravessamento é iniciado neste instante o peão necessita de praticar determinada velocidade para que não se encontre na travessia quando o veículo efetua a sua chegada.

É portanto o quociente entre o comprimento da travessia e o tempo de segurança.

6.2.5. EXEMPLO TIPO

Em anexo apresentam-se as folhas de medição relativas ao trabalho efetuado no campo, bem como a respetiva localização das ruas onde foram realizados os registos. A título de exemplo apresentam-se de seguida as informações recolhidas na Rua de Gonçalo Cristóvão.



Figura 6.4 - Imagem superior da Rua Gonçalo de Cristóvão

Tabela 6.1 - Dados recolhidos no cruzamento da Rua Gonçalo Cristóvão

Travessias		P1	P2	P3
Comprimento (m)		9.4	7.6	6.5
Tempo (s)	Verde	16	16	72
	Segurança	6	6	6
	Espera	84	84	28
Velocidade (m/s)	Mínima	0.43	0.35	0.08
	Segurança	1.57	1.27	1.08
Tipologia		3	2	1
Botoneira (s/n)		s	s	n
Nível de serviço		D	D	A

6.3. RESULTADOS OBTIDOS

Grande parte dos resultados e das análises presentes neste estudo foram apresentados através de tabelas e histogramas. Relativamente aos intervalos dos histogramas presentes em cada análise, foi considerada uma variação entre um valor superior ao inicial até um valor igual ou inferior ao valor final de cada intervalo.

6.3.1. TIPO DE TRAVESSIA

Conforme já referido, a recolha de dados inseriu-se num total de 119 travessias. Na Tabela 6.2 podemos verificar que as travessias do tipo 2, duas vias, foram claramente as predominantes, com 43.7% dos casos. As travessias do tipo 1 e 3 apresentaram valores idênticos com um total de 27.7 e 28.6%, respetivamente.

Tabela 6.2 - Tipo de travessia

Tipo de travessia	Nº de casos	%
1	33	27.7
2	52	43.7
3	34	28.6
Total	119	100.0

6.3.2. COMPRIMENTO DA TRAVESSIA

Nas figuras apresentadas abaixo encontram-se os histogramas representativos da gama de comprimentos observados para cada tipo de travessia estudada.

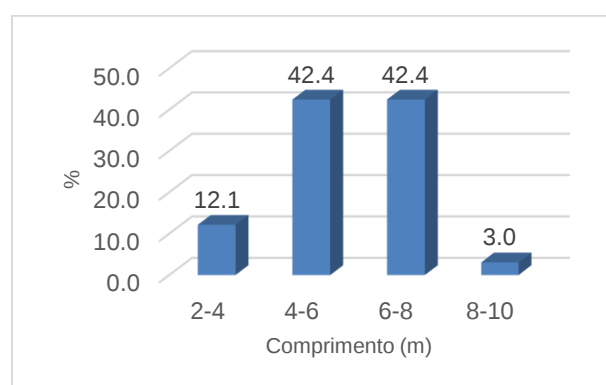


Figura 6.5 - Comprimento das travessias do tipo 1

Podemos verificar que para as travessias do tipo 1, a gama de comprimentos com maior relevância é, com aproximadamente 85% dos casos, entre os 4 e os 8m. Apesar de não serem os valores mais adequados para o comprimento de uma via de circulação, que ronda aproximadamente os 3m, isto

acontece porque em grande parte das intersecções estudadas, as travessias de uma via são compostas por lugares de estacionamento imediatamente antes ou depois da travessia, e por outro lado, dado que parte das vias estudadas são utilizadas por veículos pesados de passageiros, como por exemplo os autocarros, as travessias tomam valores de comprimento maiores para possibilitar as suas mudanças de direção.

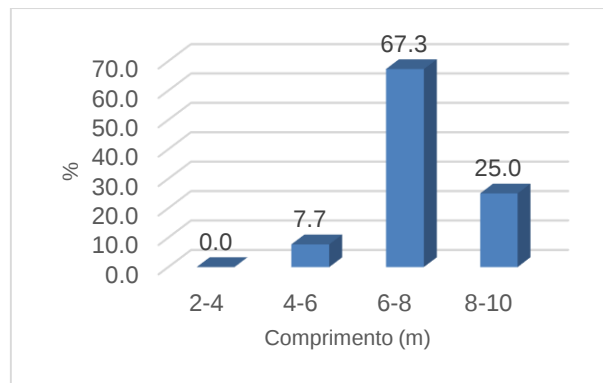


Figura 6.6 - Comprimento das travessias do tipo 2

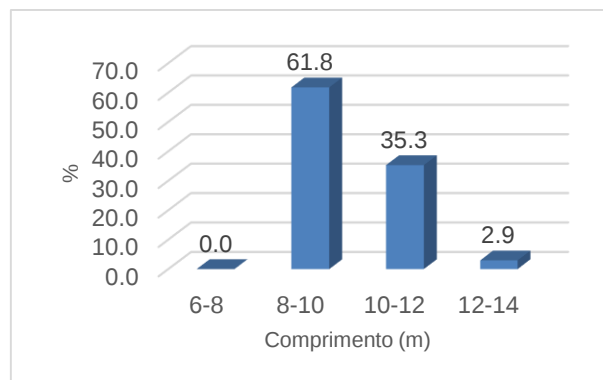


Figura 6.7 - Comprimento das travessias do tipo 3

Relativamente às travessias do tipo 2 e 3, a gama de comprimentos observados apresentam-se dentro da normalidade, sendo as suas percentagens significativas de 67.3% entre os 6 e os 8m para as travessias do tipo 2 e de 61.8% entre os 8 e os 10m para as travessias do tipo 3.

Fazendo uma análise geral dos vários tipos de travessia, Tabela 6.3, podemos verificar que os valores observados variam entre um mínimo de 2.9m e um máximo de 13.2m, sendo a média 7.6m.

Como era de esperar, a gama de comprimentos aumenta conforme o tipo de travessia devido ao consequente aumento do número de vias.

Tabela 6.3 - Comprimento das travessias

Comprimentos (m)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Mínimo	2.9	5.5	8.9
Médio	5.6	7.3	10.1
Máximo	8.4	9.7	13.2

6.3.3. BOTONEIRA

As botoneiras são essenciais em travessias onde a fase pedonal possa eventualmente não estar garantida devido à baixa procura de determinada travessia. Trata-se de um dispositivo inserido nas colunas de ambos os lados da travessia e permite ao peão dar o sinal ao sistema de que se encontra na travessia disponível para iniciar o atravessamento.

Apesar de ter como objetivo o aumento da segurança e do conforto do peão, a confiança que é depositada nestes dispositivos não é muito elevada. Os motivos principais inserem-se fundamentalmente na resposta por parte do sistema semaforico, que na generalidade não tem efeitos imediatos, e na possibilidade do equipamento estar avariado, que suscita bastante incerteza no peão. Contudo, a sua fiabilidade e funcionamento não foi possível de concluir.

Analisando a amostra total, verificou-se que 79% das travessias em estudo dispõem de botoneira. As travessias do tipo 1 são as que apresentam o valor mais baixo, com 72.7% dos casos. As travessias do tipo 2 e 3 apresentam valores similares com 80.8 e 82.5%, respetivamente.

6.3.4. TEMPORIZAÇÃO SEMAFÓRICA

6.3.4.1. Tempo de verde

Segundo o Decreto-Lei n.º 123/97 já referido, o tempo de verde do peão deve estar aberto o tempo suficiente para que os peões consigam efetuar o atravessamento em segurança, a uma velocidade de 0.4 m/s. Quer isto dizer, que esta velocidade é para os peões que iniciem o atravessamento no instante em que é aberto o sinal verde da travessia e a terminem no final do período de verde. O valor da velocidade é dado então, pelo quociente entre o comprimento da travessia e o tempo de verde.

No sentido de verificar o número de travessias que se encontram ou não em vigor com a legislação, foram analisados os tempos de verde real em função do tempo de verde legal, isto é, o tempo de verde necessário para permitir os atravessamentos à velocidade de 0.4 m/s. Para tal, apresentou-se um histograma para cada tipo de travessia, figuras 6.8, 6.9 e 6.10, onde são apresentados os valores percentuais que estão ou não de acordo com a legislação. Para os valores percentuais que não se encontram em vigor, foi sinalizado o intervalo de tempo, abaixo do tempo de verde legal (colunas a vermelho).

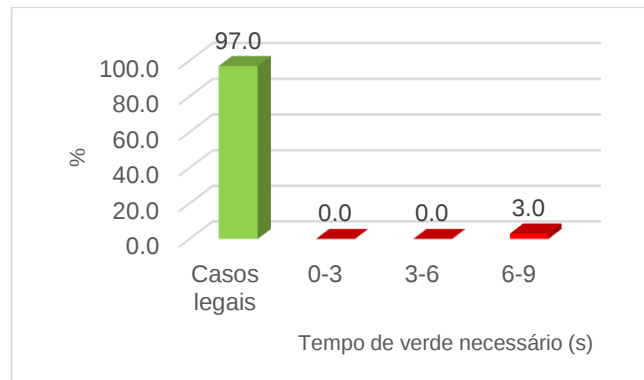


Figura 6.8 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 1

As travessias do tipo 1 são as que apresentam o maior número de casos em que o tempo de verde se encontra em vigor com a legislação, com 97% dos casos.

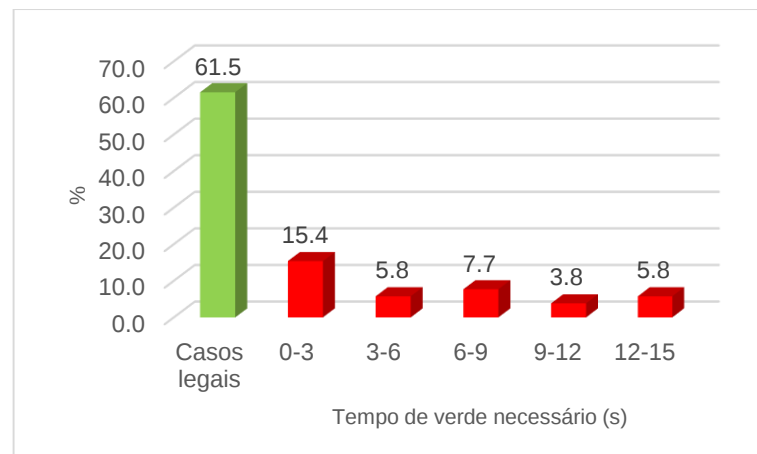


Figura 6.9 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 2

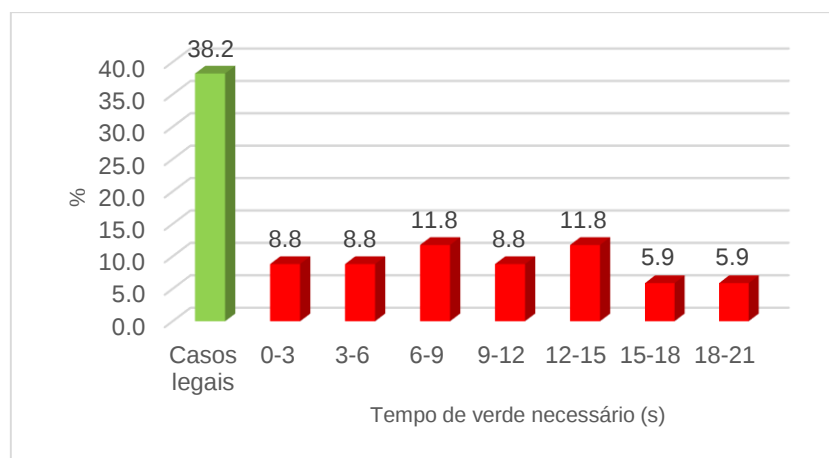


Figura 6.10 - Comparação entre o tempo de verde real e o tempo de verde legal em travessias do tipo 3

As travessias do tipo 2 e 3 são as que apresentam o maior número de travessias que não estão de acordo com a legislação, isto é, apenas 61.5 e 38.2% respetivamente, garantem um tempo de verde suficiente para que a travessia possa ser realizada a uma velocidade de 0.4 m/s. É também importante referir que a correção a fazer nestes dois tipos de travessias é bastante elevada, dado que os tempos de verde abaixo dos tempos de verde legal se estendem aproximadamente até aos 20s. Podemos assim afirmar que, com o aumento do número de vias, os tempos de verde não apresentam a duração necessária para que a velocidade exigida na legislação, seja cumprida. Fazendo uma análise geral, das 119 travessias estudadas, 42 não se encontram em vigor com os que está presente no Decreto-Lei nº.123/97.

Após esta análise e dado que a velocidade mínima estipulada por lei só se apresenta para o tempo de verde, optou-se por comparar a velocidade de 0.4 m/s com as velocidades mínimas definidas neste estudo, onde para além do tempo de verde, também é incluído o tempo de segurança (tempo de verde intermitente + tempo de limpeza).

6.3.4.2. Tempo de espera

A rapidez é uma condição essencial na qualidade das infraestruturas pedonais e é de fácil perceção de que quanto menores forem os entraves nos percursos pedonais, mais o peão se sentirá incentivado a efetuar as suas deslocações a pé. Sendo assim, o tempo de espera contribui de um modo significativo para a atratividade de um percurso pedonal.

Em travessias onde os tempos de espera são elevados, a impaciência sentida pelos peões pode originar comportamentos de risco que afetam a sua segurança, principalmente por existir a possibilidade de arriscarem o atravessamento fora do período de verde. Enquanto foi realizado o levantamento dos dados, foram apurados alguns destes sinais de impaciência por parte dos peões, como por exemplo, o acionamento da botoneira variadas vezes por o sinal de verde não abrir imediatamente, o atravessamento da faixa de rodagem sem permissão para tal, e até mesmo a ser realizado parte do atravessamento e sentirem-se obrigados a recuar devido à chegada repentina de veículos. Todo este tipo de situações provocam insegurança, tanto nos peões como nos condutores, sendo o principal objetivo, a segurança de ambos. Na Tabela 6.4 apresentam-se alguns valores para o tempo máximo de espera, baseados em observações de sinais de impaciência e desobediência à sinalização (Rouphail *et al*, 1998).

Tabela 6.4 - Valores recomendados para o tempo de espera máximo em travessias

Autor	Tempo de espera máximo (s)
Brilon, Alemanha	60
Dixon, Florida EUA	40
Hunt and Griffiths, Reino Unido	30
Dunn and Pretty, Austrália	30
Kaiser, EUA	30

Relativamente aos valores obtidos neste estudo, apresentam-se nos histogramas abaixo indicados a gama de tempos de espera observados para cada tipo de travessia.

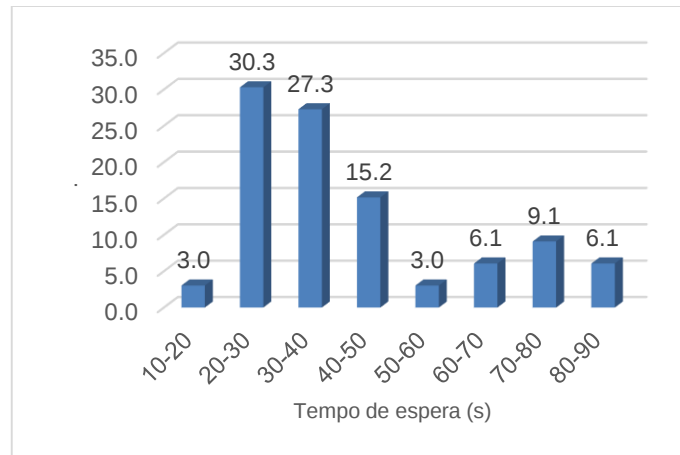


Figura 6.11 - Tempo de espera em travessias do tipo 1

As travessias do tipo 1 apresentam grande parte dos seus tempos de espera entre os 20 e os 40s, com aproximadamente 60% dos casos. Dado que são travessias de curta distância, é de esperar que a gama de valores apresentados seja mais baixo comparativamente com os restantes tipos de travessia.

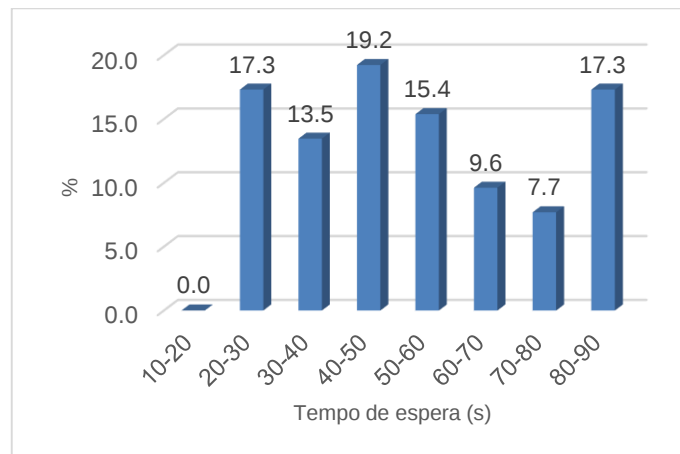


Figura 6.12 - Tempo de espera em travessias do tipo 2

As travessias do tipo 2 apresentam os seus valores um pouco mais dispersos, com percentagens próximas dos 15% para os intervalos entre os 20 e os 60s. Entre os 60 e os 80s o número de casos ocorridos é menor, tomando de novo o valor mais representativo, na ordem dos 17%, entre os 80 e os 90s.

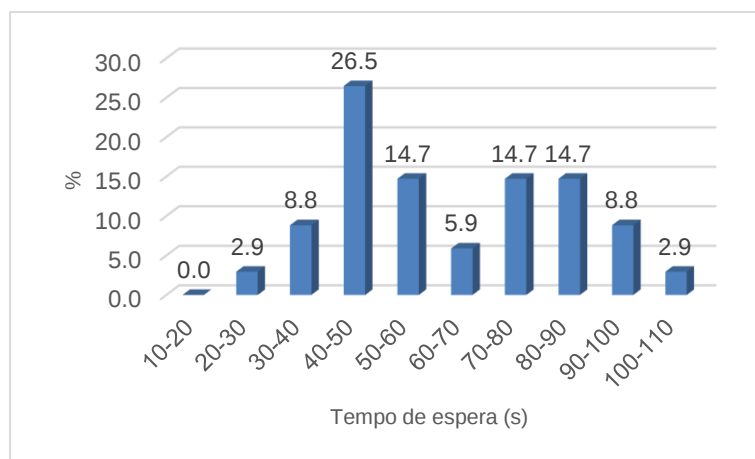


Figura 6.13 - Tempo de espera em travessias do tipo 3

Relativamente às travessias do tipo 3 é possível verificar que o intervalo de tempo geral é mais elevado do que nos restantes tipos, estendendo-se até aos 110s. A sua percentagem mais significativa encontra-se, com 26.5% entre os 40 e os 50s. É de referenciar também que aproximadamente 12% dos casos apresentam um tempo de espera acima dos 90s.

Na Tabela 6.5, apresentam-se os valores representativos para cada tipo de travessia, nomeadamente os valores mínimos, médios e máximos. Fazendo uma análise geral, podemos verificar que o tempo médio de espera tem um aumento aproximadamente constante com o aumento do número de vias.

Tabela 6.5 - Tempo de espera

Tempo de espera (s)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Mínimo	20	21	28
Médio	43	53	63
Máximo	83	90	101

Na Tabela 6.6, podemos ver a percentagem do número de casos em que o tempo de espera é superior a 1 minuto, maior valor apresentado para os tempos de espera aceites pelos peões sem que lhes sejam causados sinais de impaciência ou desobediência, anteriormente apresentado na Tabela 6.4, bem como a percentagem total do tempo de espera relativamente ao tempo total do ciclo para o peão (tempo de verde + tempo de espera) segundo o tipo de travessia.

Tabela 6.6 - Percentagem do tempo de espera

Tempo de espera (%)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Superior a 1 minuto	21.2	34.6	47.1
Do tempo total do	50.0	64.2	71.6

As travessias do tipo 2 e 3 são as que apresentam o maior número de casos para tempos de espera superiores a 1 minuto, na ordem dos 35 e 47%, respetivamente.

Relativamente à percentagem total do tempo de espera, a média apresentada para os 3 tipos de travessias é na ordem dos 62%, o que quer dizer que mais de metade do tempo total do ciclo é passado a aguardar permissão de passagem.

Em resumo, os valores médios apresentados são em geral elevados, e é de esperar que os peões se sintam impacientes e com vontade de realizar os atravessamentos fora do tempo em que lhes é permitido.

6.3.5. VELOCIDADES

6.3.5.1. Velocidade mínima

Conforme referido no ponto 6.3.4.1, optou-se por comparar a velocidade estipulada por lei, 0.4 m/s, com as velocidades mínimas definidas neste estudo, onde foi incluído o tempo de verde intermitente e o tempo de limpeza. Deste modo, a comparação das velocidades tornou-se mais realista, dado que os peões que avançam no instante imediato em que é aberto o sinal de verde, podem terminar o atravessamento fora do tempo de verde.

Nas figuras e tabela abaixo, encontram-se os histogramas e os valores representativos das velocidades mínimas para cada tipo de travessia.

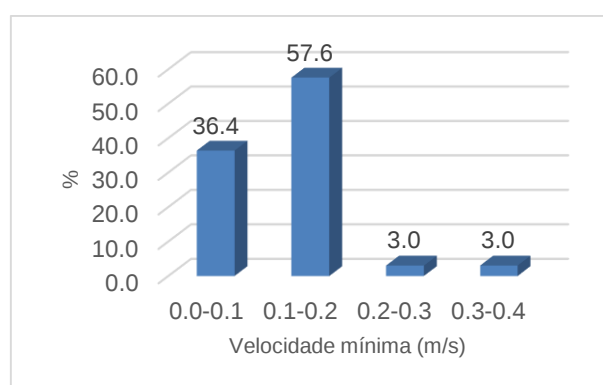


Figura 6.14 - Velocidade mínima em travessias do tipo 1

Fazendo uma análise às travessias do tipo 1, podemos verificar que as velocidades são inferiores a 0.4 m/s em 100% dos casos. As percentagens significativas são de 36.4 e 57.6% para os intervalos entre 0.0 a 0.1 m/s e 0.1 a 0.2 m/s, respetivamente.

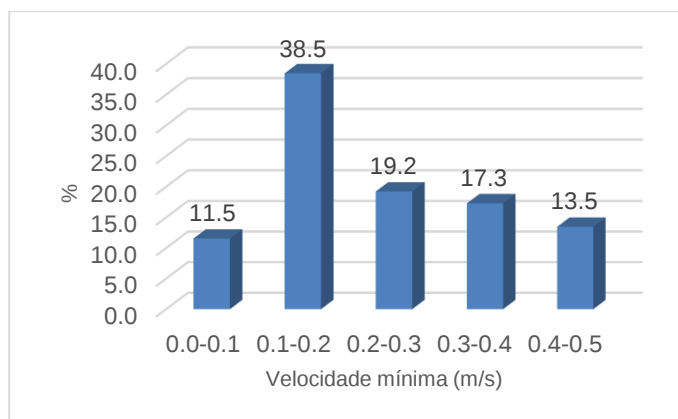


Figura 6.15 - Velocidade mínima em travessias do tipo 2

Para as travessias do tipo 2 podemos verificar que as velocidades encontram grande parte dos seus valores entre os 0.1 e os 0.2 m/s, com 38.5% dos casos. Relativamente ao número de casos em que a velocidade é superior aos 0.4 m/s, as travessias do tipo 2 apresentam uma percentagem de 13.5%.

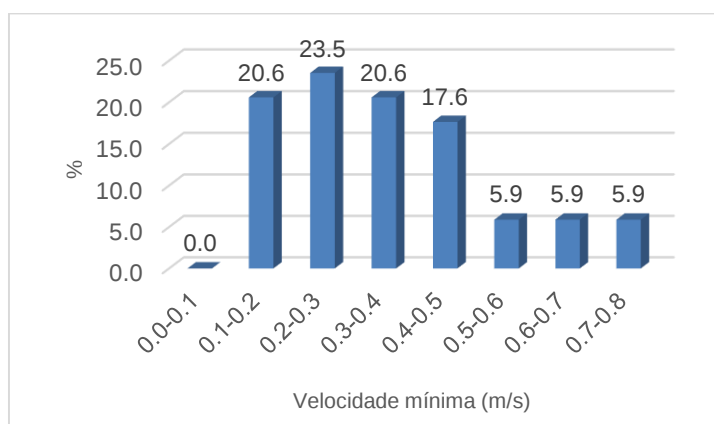


Figura 6.16 -Velocidade mínima em travessias do tipo 3

As travessias do tipo 3 encontram os seus valores um pouco mais dispersos, apresentando 80% das suas velocidades inferiores a 0.5 m/s. Ao compararmos com a velocidade de 0.4 m/s, verificou-se que é o tipo de travessia que menos cumpre o requisito, com aproximadamente 35% dos casos.

Em conclusão, analisando todas as travessias de forma generalizada, foi possível concluir que das 119 travessias estudadas, 19 apresentam uma velocidade mínima superior aos 0.4 m/s, totalizando uma percentagem de aproximadamente 16%, cerca de metade em comparação com a velocidade mínima calculada com o tempo de verde (ponto 6.3.4.1.). Em termos de segurança, as travessias do tipo 3 são as que apresentam maiores preocupações.

Tabela 6.7 - Velocidade mínima

Velocidade mínima (m/s)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Mínimo	0.05	0.08	0.18
Médio	0.13	0.24	0.37
Máximo	0.38	0.49	0.76

6.3.5.2. Velocidade de segurança

A velocidade de segurança foi definida como sendo a velocidade a que o peão é obrigado a deslocar-se quando inicia o atravessamento no último instante em que lhe é permitido sem que exista conflito com o veículo da fase seguinte. Este é um fator determinante na avaliação da segurança da travessia, dado que as velocidades pedonais estão limitadas a certos valores em função do grupo de peões considerado.

A velocidade considerada normalmente em projeto para o tempo de limpeza é de 1.2 m/s, foi com base neste valor que a velocidade de segurança foi analisada.

Nas tabelas 6.8 e 6.9 podemos verificar as velocidades e os tempos de segurança registados. As velocidades variaram entre um mínimo de 0.36 e um máximo de 2.28 m/s, sendo a média 1.08 m/s. Os tempos de segurança apresentados apresentam-se similares para os vários tipos de travessia.

Tabela 6.8 - Velocidade de segurança

Velocidade de segurança (m/s)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Mínimo	0.36	0.29	0.66
Médio	0.78	0.99	1.48
Máximo	1.28	1.68	2.28

Tabela 6.9 - Tempo de segurança

Tempo de segurança (s)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Mínimo	5	5	5
Médio	8	8	8
Máximo	15	23	16

Nas figuras 6.17, 6.18 e 6.19 apresentam-se os histogramas das velocidades de segurança registadas segundo o tipo de travessia.

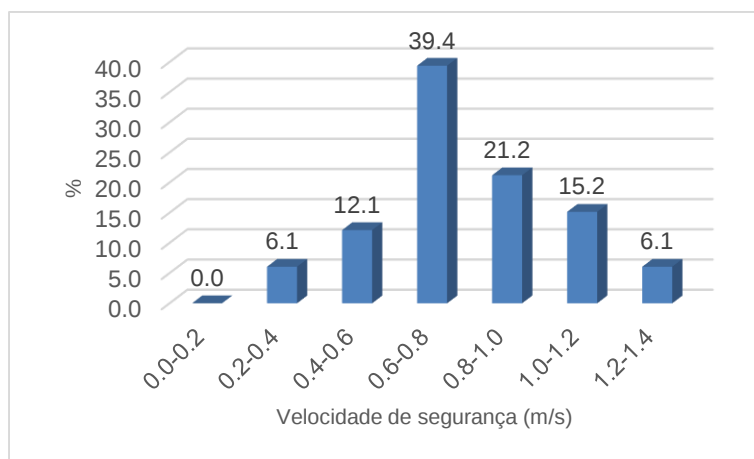


Figura 6.17 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 1

As travessias do tipo 1 apresentaram 39.4% dos seus casos com velocidades compreendidas entre os 0.6 e os 0.8 m/s. Ao compararmos os seus valores com a velocidade de 1.2 m/s podemos verificar que a condição é praticamente cumprida com aproximadamente 94% dos casos.

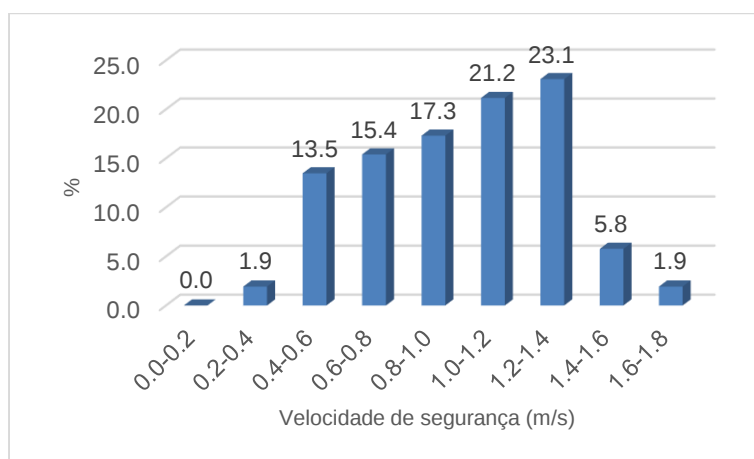


Figura 6.18 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 2

Relativamente às travessias do tipo 2, podemos constatar que as velocidades se encontram um pouco dispersas, também por ser o tipo de travessia com o maior número de casos de estudo. No entanto o seu maior grupo encontra-se muito próximo da velocidade de projeto de 1.2 m/s. Em termos percentuais, cerca de 31% das travessias concentram as suas velocidades acima de 1.2 m/s.

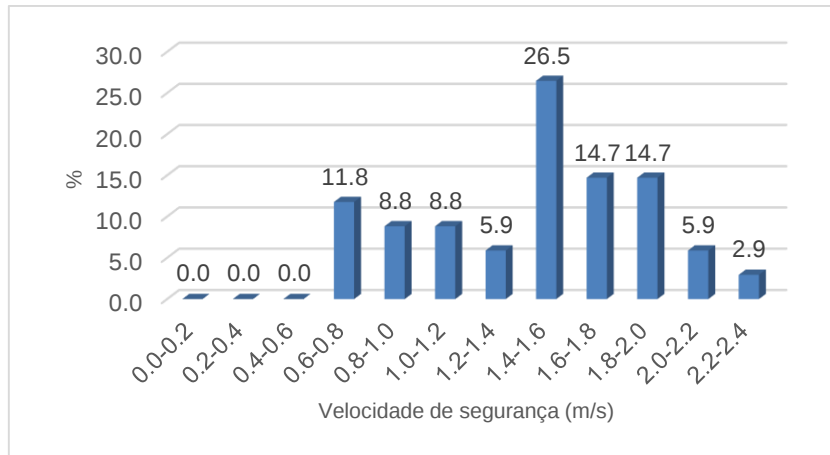


Figura 6.19 - Velocidade de segurança em travessias do tipo 3

Como era de esperar, e devido à sua gama de comprimentos mais elevada, as travessias do tipo 3 são as que apresentam maiores preocupações ao nível da segurança, com aproximadamente 71% das travessias com velocidades acima de 1.2 m/s. O grupo mais representativo encontra-se compreendido entre 1.4 e 1.6 m/s, com 26.5% dos casos. Torna-se assim possível constatar que os peões que iniciem o atravessamento no final do período de verde terão que contar com a colaboração dos condutores para que consigam atingir o final da travessia em condições de segurança.

Em conclusão as travessias do tipo 2 e 3 são as que apresentam maiores preocupações. Isto pode ser justificado pela sua gama de comprimentos ser superior às travessias do tipo 1 e pelo facto dos tempos de segurança apresentarem valores similares para os três tipos de travessia.

6.3.6. NÍVEIS DE SERVIÇO

Dado que para cada travessia foi registado o tempo total do ciclo semaforico (tempo de verde + tempo de espera), foi possível calcular os níveis de serviço para cada travessia através do atraso médio sofrido por peão, tendo sido considerado que o tempo de verde útil pôde ser substituído pelo tempo de verde real. A estimativa do atraso médio por peão é dada por (TRB, 2000):

$$d = \frac{0,5*(C-g)^2}{C} \quad (6.1)$$

Em que:

d – Atraso médio do peão (seg.);

g – Tempo de verde útil para o peão (seg.);

C – Duração do ciclo semaforico (seg.).

Na Tabela 6.10, podemos observar os níveis de serviço obtidos para cada tipo de travessia.

Analisando separadamente cada um dos tipos, as travessias do tipo 1 são as que apresentam em geral a melhor classificação, com 57.6% dos casos a ser registado o nível de serviço A. As travessias do tipo 2,

apesar de terem grande parte percentual, 34.6% com o nível de serviço A, apresentam aproximadamente 23% das travessias abaixo do nível de serviço C, onde a qualidade oferecida pela travessia é relativamente fraca. Relativamente às travessias do tipo 3 e conforme já referido, foram as que apresentam piores condições de qualidade, com aproximadamente 32% dos casos abaixo do nível de serviço C.

É de referenciar que aproximadamente 3% da amostra total das travessias analisadas, com um total de 4 casos, apresentaram o nível de serviço E, onde as condições de circulação são degradadas.

Tabela 6.10 - Níveis de serviço segundo o tipo de travessia

Nível de serviço	Tipo 1		Tipo 2		Tipo 3	
	Nº de casos	%	Nº de casos	%	Nº de casos	%
A	19	57.6	18	34.6	5	14.7
B	8	24.2	12	23.1	10	29.4
C	3	9.1	10	19.2	8	23.5
D	2	9.1	11	21.2	8	23.5
E	0	0.0	1	1.9	3	8.8
F	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	33	100.0	52	100.0	34	100.0

Fazendo uma análise isolada às travessias em que foi obtido o nível de serviço E, Tabela 6.11, podemos verificar que os tempos de espera apresentados são muito elevados, todos eles iguais ou superiores a 1.5 minutos. Nestes casos, as velocidades mínimas e de segurança apresentaram-se também acima dos valores considerados anteriormente, 1.2 e 0.4 m/s, respetivamente. É possível assim afirmar, que estas 4 travessias apresentam uma qualidade fraca a todos os níveis, nomeadamente no que diz respeito ao conforto e à segurança.

Tabela 6.11 - Análise das travessias com nível de serviço E

Nº de casos	Tipo de travessia	Nível de serviço	Tempo de espera (s)	Velocidade de segurança (m/s)	Velocidade mínima (m/s)
1	2	E	90	1.30	0.43
2	3	E	95	1.55	0.44
3	3	E	95	1.55	0.44
4	3	E	90	1.78	0.59

No sentido de analisar uma possível relação entre o nível de serviço apresentado pelo HCM (2000) em travessias semaforizadas e os indicadores estudados, nomeadamente, o tempo de espera, a velocidade mínima e a velocidade de segurança, verificou-se o nível de serviço para as situações mais gravosas de cada um destes indicadores, tendo-se utilizado como critério um acréscimo de 50% aos valores limite atrás estabelecidos. Assim, para o caso do tempo de espera consideraram-se como altamente gravosos

os tempos superiores a 90s ($1.5 \times 60s$), para a velocidade de segurança consideraram-se as velocidades superiores a 1.6 m/s ($1.5 \times 1.2m/s$), enquanto para a velocidade mínima o limite estabelecido foi de 0.6 m/s ($1.5 \times 0.4m/s$). Nas tabelas abaixo apresentadas, podemos ver os níveis de serviço obtidos para cada uma destas situações.

Tabela 6.12 - Nível de serviço para tempos de espera superiores a 90s

Nº de casos	Tipo de travessia	Tempo de espera (s)	Nível de serviço
1	3	95	E
2	3	95	E
3	3	91	D
4	3	101	D

Tabela 6.13 - Nível de serviço para velocidades de segurança superiores a 1.80 m/s

Nº de casos	Tipo de travessia	Velocidade de segurança (m/s)	Nível de serviço
1	3	2.10	A
2	3	1.90	B
3	3	1.88	C
4	3	1.86	C
5	3	2.28	B
6	3	1.88	B
7	3	1.88	B
8	3	2.14	C

Tabela 6.14 - Nível de serviço para velocidades mínimas superiores a 0.6 m/s

Nº de casos	Tipo de travessia	Velocidade mínima (m/s)	Nível de serviço
1	3	0.66	C
2	3	0.76	B
3	3	0.75	B
4	3	0.63	C

Analisando os níveis de serviço obtidos para cada um dos indicadores apresentados, foi possível concluir que apenas existe uma relação direta com o tempo de espera, o que era de esperar, dado que no cálculo do atraso médio por peão, o tempo total do ciclo é igual à soma do tempo de verde com o tempo de

espera. Para tempos superiores a 90s, onde a paciência dos peões é levada ao extremo, os níveis de serviço apresentam-se dentro dos níveis mais baixos, D e E. Já para as velocidades mínimas e de segurança, os níveis de serviço obtidos apresentam-se como aceitáveis, A, B e C, quando na realidade não são. Nestas travessias a segurança do peão não está garantida.

Não esquecendo que os atravessamentos da rede viária são a componente de maior preocupação ao nível da segurança, devido à possibilidade acrescida de contacto entre peão/veículo, torna-se importantíssimo falar deste aspeto quando se está a avaliar uma travessia. É através do aumento da segurança que as travessias tendem reduzir a sua sinistralidade.

O HCM 2000 tornou-se o grande documento seguido para avaliar as várias componentes das infraestruturas pedonais, onde incidem os passeios, as travessias e as zonas de espera. Fazendo uma análise ao procedimento de cálculo apresentado para a avaliação desta componente das infraestruturas pedonais ou seja, as travessias semaforizadas, foi possível verificar algumas deficiências na sua caracterização. O indicador apresentado pelo HCM 2000 é atraso médio por peão, sendo este indicador baseado no tempo total do ciclo e no tempo de verde útil. É fácil de perceber então, que o tempo de espera tem uma enorme influência no valor obtido para o atraso médio. Apesar do tempo de espera ser de extrema importância no que se refere à qualidade e ao conforto, a segurança é o requisito mais importante. Assim, a avaliação da segurança de travessias semaforizadas para além do tempo de espera deveria considerar também as velocidades de segurança, pois com a consideração de ambos os indicadores seria possível uma melhor caracterização das travessias a todos os níveis, apresentando uma avaliação direcionada tanto para o conforto e para qualidade, bem como para a segurança.

7

CONCLUSÕES

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

Uma das principais conclusões que se pode retirar, apenas pela observação dos nossos meios urbanos, é a falta de hierarquização viária e de planeamento que ainda existe e que se continua a verificar em projectos recentes. É crucial que haja uma outra abordagem ao projectar núcleos urbanos, que sejam alteradas as prioridades, afastando o tráfego viário para um plano secundário e integrado com os restantes utilizadores das infraestruturas. É importante criar condições para uma utilização sustentável do espaço público, devolvendo-o aos peões, melhorando as condições de mobilidade para os modos suaves de deslocação e projectando espaços que sejam usufruídos de um modo mais sustentável por todos.

Relativamente ao caso de estudo presente nesta dissertação, “Avaliação das Travessias Reguladas por Sinalização Luminosa da Cidade do Porto”, é importante realçar antes de mais, a velocidade do peão no dimensionamento dos tempos de atravessamento, sendo para o efeito adotada a velocidade de 1.2 m/s. Neste aspecto considera-se que o valor seja razoável e não prejudicial para o tráfego de veículos e para nível de capacidade das vias.

No que diz respeito à presente legislação existe um grande trabalho de revisão a fazer para que os tempos de verde se encontrem de acordo com a velocidade mínima apresentada para a realização dos atravessamentos durante o tempo de verde. Segundo a bibliografia consultada, o tempo de verde mínimo varia entre os 4 e os 7 segundos, sendo que neste aspecto todas as travessias se apresentaram com tempos superiores ao valor indicado.

Quanto aos equipamentos existentes, a botoneira é apresentada praticamente em todas as travessias. No entanto, deveria ser considerada a possibilidade de instalação de alguns dos dispositivos de detecção pedonal apresentados neste documento em conjunto com a botoneira, onde a segurança, o conforto e a gestão dos atravessamentos tenderiam a ser melhorados. Para tal, seria necessário um esforço monetário elevado, pois a instalação e manutenção deste tipo de equipamentos apresenta custos elevados.

Relativamente ao conforto, os tempos de espera apresentaram-se em geral elevados, o que leva à impaciência dos peões e consequentemente se pode traduzir em situações de insegurança no peão devido à realização dos atravessamentos fora do tempo que lhes é concedido. O principal motivo é o facto de o tráfego de veículos ser a principal preocupação no dimensionamento dos sinais luminosos. Através instalação de dispositivos de detecção pedonal seria possível a adoção de estratégias de regulação mais flexíveis, tendo a fase de atravessamento pedonal uma duração variável em função da informação em tempo real. Conseguir-se-ia deste modo aumentar a qualidade e a segurança do atravessamento sem alterar de forma significativa a qualidade de circulação oferecida aos veículos.

No que diz respeito à segurança, podemos afirmar que é necessária uma colaboração por parte dos condutores para que os atravessamentos sejam realizados de um modo seguro. É necessário um ajuste nos tempos de limpeza cumprindo a velocidade de 1.2 m/s no dimensionamento desses mesmos tempos e ter em consideração o comprimento das travessias para que seja possível proteger os peões que eventualmente possam iniciar o atravessamento no último instante em que lhes é concedido.

Quanto à metodologia de cálculo apresentada pelo HCM (2000) foi possível concluir que os níveis de serviço apresentados apenas se encontram relacionados com o conforto, ou seja, com o tempo de espera. Conforme já referido, o indicador utilizado pelo HCM (2000) para a qualificação do nível de serviço é o atraso médio por peão, calculado através do tempo total do ciclo e do tempo de verde útil para o peão. De notar que este é um documento bastante utilizado a nível mundial, sendo que a segurança deveria ser um requisito incluído no nível de serviço apresentado para qualificar as travessias reguladas por sinalização luminosa. Para tal, seria necessária a consideração de outros indicadores, como por exemplo a velocidade de segurança. Assim, independentemente do tempo de verde que determinada travessia possa ter, seria avaliada a segurança na realização do atravessamento.

7.2. PROPOSTAS FUTURAS

Relativamente à legislação seria de reconsiderar o presente Decreto-Lei nº. 123/97 de 22 de Maio onde são apresentadas as exigências relativas aos atravessamentos pedonais de nível, nomeadamente para travessias semaforizadas. Neste Decreto-Lei só são apresentadas exigências referentes ao tempo de verde mínimo e à presença dos sinais acústicos para os invisuais. Para além destes deveriam ser considerados também valores mínimos para o tempo de limpeza, em função do comprimento das travessias e da velocidade de 1.2 m/s.

Numa perspetiva futura e dado que o tempo para a realização deste estudo não foi muito extenso, seria de realizar uma avaliação que englobasse uma amostra maior e que considerasse também outros tipos de travessia, pois neste trabalho se consideraram apenas os atravessamentos por faixa de rodagem, independentemente de ter refúgio ou não. Relativamente aos tempos medidos, existiria também a possibilidade de apresentar valores mais próximos da realidade, nomeadamente nos tempos de segurança, dado que a medição destes tempos foi realizada através da tentativa de visualização do menor tempo possível, ou seja, o tempo do veículo mais rápido a chegar à travessia nos casos em que a travessia se encontrasse a determinada distância (denominada distância de conflito) do local de paragem dos veículos.

BIBLIOGRAFIA

- ANSR (2012). *Ano 2012 Sinistralidade Rodoviária*. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Ministério da Administração Interna.
- Brandão, P., Carrelo, M., Águas, S. (2002). *O Chão da Cidade, Guia de Avaliação do Design de Espaço Público*. Centro Português de Design, Lisboa.
- Câmara Municipal de Lisboa (2013a). *Plano de Acessibilidade pedonal de Lisboa: Objetivos e Enquadramento*. Vol. 1, Lisboa.
- Câmara Municipal de Lisboa (2013b). *Plano de Acessibilidade pedonal de Lisboa: Via Pública*. Vol. 2, Lisboa.
- Câmara Municipal de Lisboa (2013c). *Plano de Acessibilidade pedonal de Lisboa: Articulação com a Rede de Transporte Público*. Vol. 4, Lisboa.
- Coelho, M., (2011). *Os Peões e a Mobilidade Urbana*. Dissertação de Mestrado em Vias de Comunicação e Transportes, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Costa, A., Seco, A., Vasconcelos, A, Dias, M. (1998). *Regras para Instalação de Detetores Pedonais*. Projeto: “Comodidade e Segurança em Atravessamentos Pedonais: Passadeiras Inteligentes”, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra.
- Diário da República, Decreto-Lei nº.123/1997 de 22 de Maio.
- Diário da República, Decreto-Lei nº.163/2006 de 8 de Agosto.
- Fruin, John J. (1971). *Pedestrian Planning and Design*. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, New York.
- Gehl, J. (2006). *La humanización del espacio urbano, La vida social entre los edificios*. Reverté, Barcelona.
- HMSO (1995). *Local Transport Note 1/95: The Assessment of Pedestrian Crossings*. Department of Transport, London.
- HMSO (1987). *Roads and Traffic in Urban Areas*. Institution of Highways and Transportation, London.
- ITE (1998). *Design and Safety of Pedestrian Facilities: A Recommended Practice of the Institute of Transportation Engineers*. Institute of Transportation Engineers, Washington D.C.
- ITF (2012). *Pedestrian Safety, Urban Space and Health*. OECD Publishing.
- Kirschbaum, J. B. (2001). *Designing Sidewalks and Trails for Access: Part II Of II: Best Practices Design Guide*. US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Organização Mundial da Saúde (2009). *Guia Global das Cidades Amigas das Pessoas Idosas*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Pita, F.V. (2003). *Estratégias e Planeamento da Mobilidade e Segurança de Peões*. Dissertação de Mestrado em Transportes, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Roughail, N. et al. (1998). *Capacity Analysis of Pedestrian and Bicycle Facilities: Recommended Procedures for the Pedestrians Chapter of the Highway Capacity Manual*. Federal Highway Administration, McLean VA.
- Seco, A., Macedo, A., Costa, A. (2008). *Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes - Peões*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.

Silva, J. (2001). *Novas Soluções na Otimização de Atravessamentos Pedonais Regulados por Sinalização Luminosa*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Soares, Rita (2013). *Estratégia para a Promoção da Utilização dos Modos Suaves*. Plano intermunicipal de mobilidade e transportes da região de Aveiro: Seminário de divulgação e de participação pública, 12 de Junho de 2013, Aveiro.

Teles, P. (2007). *Guia de Acessibilidade e Mobilidade para Todos*. Secretariado de Estado Adjunta e da Reabilitação.

TRB (2000). *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C.

SITES CONSULTADOS

<http://sinistralidadeportuguesa.blogspot.pt/2011/08/visao.html>

https://www.fhwa.dot.gov/environment/bicycle_pedestrian/overview/pbssumm.cfm

<http://www.flir.com/cs/emea/en/view/?id=60028>

<http://www.globalride-sf.org/phtos.html>

http://www.oecd-ilibrary.org/transport/pedestrian-safety-urban-space-and-health_9789282103654-en

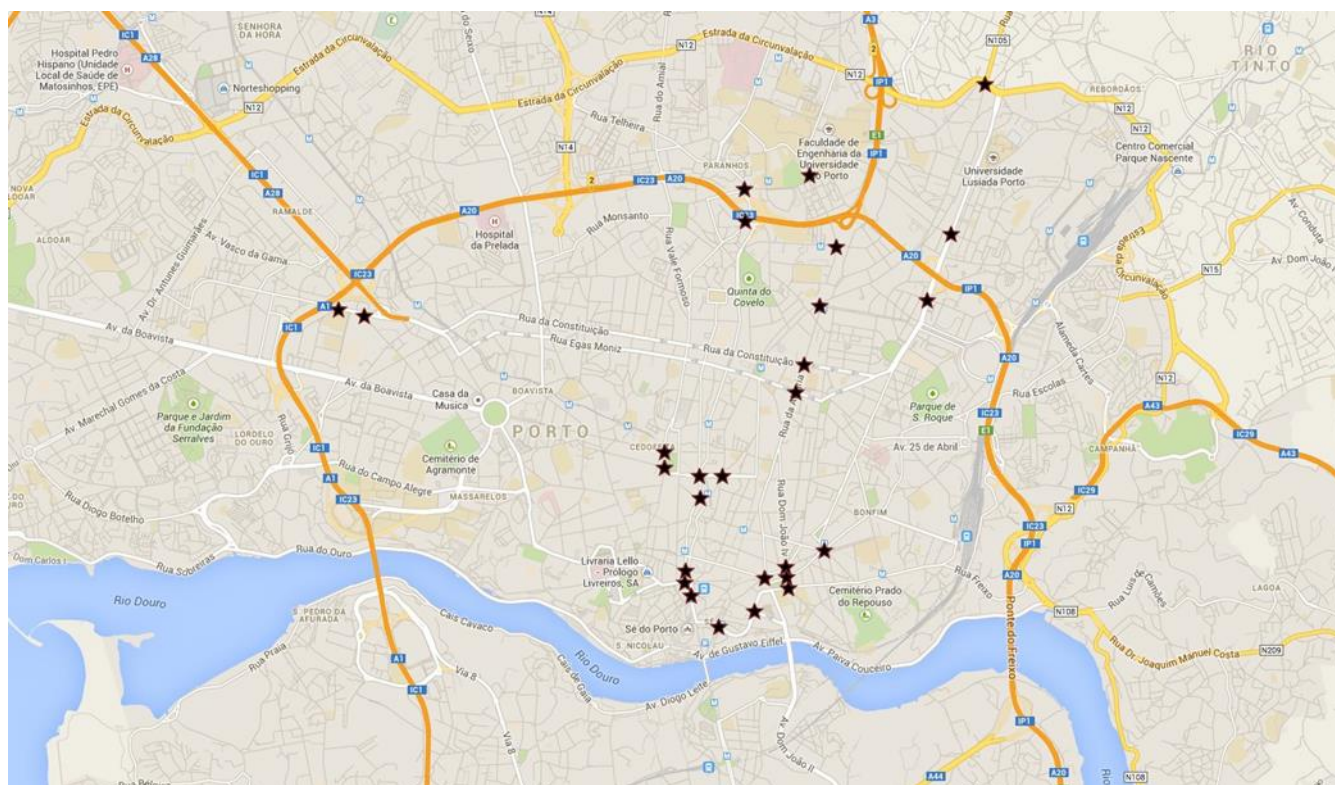
<http://www.regiaoadeaveiro.pt/Download.aspx?file=y2pY+XvxaBZ5ky+qPIxd0MH2q1t1zwe7v0IB7xVSXmpKe8DTtvfEMc8uFVJ2EkzA6CZNXZUZwoncyNFTI0WPk+bKMkHcxyRMLGogxq6vqKY=&name=Apresenta%C3%A7%C3%A3o+2-Modos+Suaves>

<http://www.ansr.pt/LinkClick.aspx?fileticket=szAd34aelrU%3d&tabid=402&mid=1338&language=pt-PT>

ANEXOS

RECOLHA DE DADOS – CIDADE DO PORTO

LOCAIS DE REFERÊNCIA



Local de referência: Praça da República

Intersecção: Rua da Lapa / Rua da Boavista / Praça da República



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Comprimento		6.7	6.4	6.9	8.4	6.3	4.3
Tempo (s)	Verde	69	69	27	36	45	35
	Segurança	7	7	11	6	10	6
	Espera	47	47	77	50	48	60
Velocidade (m/s)	Mínima	0.09	0.08	0.09	0.20	0.11	0.10
	Segurança	0.96	0.91	0.63	1.40	0.63	0.72
Tipologia		2	1	1	2	2	1
Botoneira (s/n)		s	s	s	s	s	s
Nível de serviço		A	A	C	B	B	B

Local de referência: Praça da República

Intersecção: Rua de Álvares de Cabral / Praça da República



Travessias		P1	P2
Comprimento		10.5	7.8
Tempo (s)	Verde	49	39
	Segurança	5	5
	Espera	41	77
Velocidade (m/s)	Mínima	0.19	0.18
	Segurança	2.10	1.56
Tipologia		3	2
Botoneira (s/n)		s	n
Nível de serviço		A	C

Local de referência: Viaduto de Gonçalo Cristovão

Intersecção: Rua de Camões / Rua de Gonçalo Cristovão



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5
Comprimento		6.5	7.2	8.4	6.8	7.9
Tempo (s)	Verde	65	13	52	47	57
	Segurança	6	12	5	11	6
	Espera	25	43	43	43	40
Velocidade (m/s)	Mínima	0.09	0.29	0.15	0.12	0.13
	Segurança	1.08	0.60	1.68	0.62	1.32
Tipologia		2	2	2	1	2
Botoneira (s/n)		n	s	s	s	n
Nível de serviço		A	B	A	A	A

Local de referência: Viaduto de Gonçalo Cristovão

Intersecção: Rua de Gonçalo Cristovão / Rua do Bonjardim



Travessias		P1	P2	P3
Tempo (s)	Comprimento	9.4	7.6	6.5
	Verde	16	16	72
	Segurança	6	6	6
	Espera	84	84	28
Velocidade (m/s)	Mínima	0.43	0.35	0.08
	Segurança	1.57	1.27	1.08
Tipologia		3	2	1
Botoneira (s/n)		s	s	n
Nível de serviço		D	D	A

Local de referência: Metro da Trindade

Intersecção: Rua de Camões / Rua Alferes Malheiro



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		6.2	6.4	6.2	9.5
Tempo (s)	Verde	13	59	64	45
	Segurança	5	5	5	5
	Espera	89	38	30	52
Velocidade (m/s)	Mínima	0.34	0.10	0.09	0.19
	Segurança	1.24	1.28	1.24	1.90
Tipologia		2	2	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	n	s
Nível de serviço		D	A	A	B

Local de referência: Câmara Municipal do Porto

Intersecção: Avenida dos Aliados / Rua de Sampaio Bruno



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		9.4	5.1	5.1	9.4
	Verde	20	55	65	12
Tempo (s)	Segurança	5	5	5	6
	Espera	65	27	21	73
Velocidade (m/s)	Mínima	0.38	0.09	0.07	0.52
	Segurança	1.88	1.02	1.02	1.57
Tipologia		3	1	1	3
Botoneira (s/n)		s	n	n	s
Nível de serviço		C	A	A	D

Local de referência: Praça da Liberdade

Intersecção: Praça da Liberdade



Travessias		P1	P2	P3
Comprimento	Verde	9.7	9.4	9.4
	Segurança	34	42	27
Tempo (s)	Espera	6	6	13
		50	40	50
Velocidade (m/s)	Mínima	0.24	0.20	0.24
	Segurança	1.62	1.57	0.72
Tipologia		3	3	3
Botoneira (s/n)		s	s	s
Nível de serviço		B	A	B

Local de referência: Estação de S. Bento

Intersecção: Rua Mouzinho Silveira / Praça Almeida Garrett / Avenida Dom Afonso Henriques



Travessias		P1	P2	P3
Comprimento		9.3	9.3	9.3
Tempo (s)	Verde	15	15	21
	Segurança	6	6	24
	Espera	95	95	91
Velocidade (m/s)	Mínima	0.44	0.44	0.27
	Segurança	1.55	1.55	0.66
Tipologia		3	3	3
Botoneira (s/n)		s	s	s
Nível de serviço		E	E	D

Local de referência: Universidade Lusófona do Porto

Intersecção: Rua Saraiva de Carvalho / Rua Arnaldo Gama / Rua Augusto Rosa / Rua Duque Loulé



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		9.3	9.6	6.4	9.3
Tempo (s)	Verde	10	10	43	9
	Segurança	9	11	6	5
	Espera	57	57	32	59
Velocidade (m/s)	Mínima	0.49	0.46	0.13	0.66
	Segurança	1.03	0.87	1.07	1.86
Tipologia		2	3	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	n	s
Nível de serviço		C	C	A	C

Local de referência: Central de camionagem da Batalha

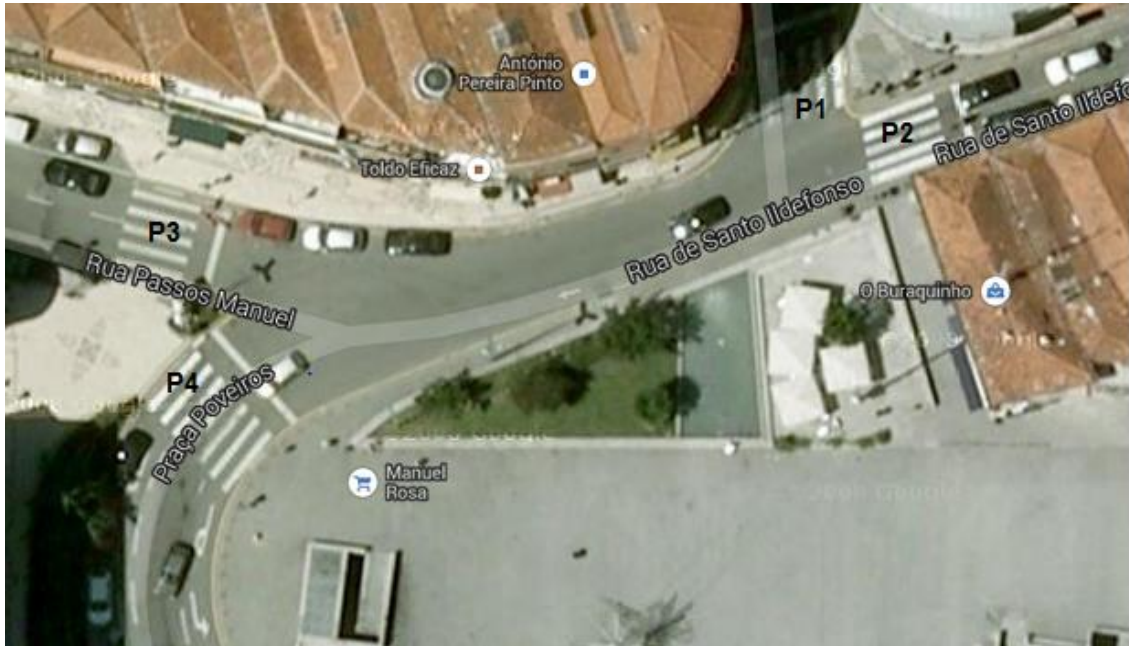
Intersecção: Rua Duque Loulé / Rua Alexandre Herculano



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento	Verde	9.4	11.4	8.4	11.3
	Segurança	11	5	10	6
Tempo (s)	Espera	41	47	41	46
	Mínima	0.47	0.76	0.44	0.75
Velocidade (m/s)	Segurança	0.85	2.28	0.84	1.88
Tipologia		2	3	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		B	B	B	B

Local de referência: Praça dos Povoeiros

Intersecção: Rua da Alegria / Rua de Santo Ildefonso / Rua Passos Manuel / Praça Povoeiros



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento	Verde	6.2	5.5	6.5	8.9
	Segurança	5	5	5	5
Tempo (s)	Espera	53	58	90	90
	Mínima	0.12	0.11	0.43	0.59
Velocidade (m/s)	Segurança	1.24	1.10	1.30	1.78
Tipologia		2	2	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		B	B	E	E

Local de referência: Largo Padrão

Intersecção: Rua Santo Ildefonso / Rua Dom João IV / Rua Coelho Neto / Rua Formosa



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Comprimento		6.0	7.5	7.0	6.7	8.4	8
Tempo (s)	Verde	27	12	21	33	37	26
	Segurança	6	8	10	14	6	7
	Espera	38	38	25	21	24	22
Velocidade (m/s)	Mínima	0.18	0.38	0.23	0.14	0.20	0.24
	Segurança	1.00	0.94	0.70	0.48	1.40	1.14
Tipologia		1	1	2	2	2	2
Botoneira (s/n)		s	s	n	s	s	n
Nível de serviço		B	B	A	A	A	A

Local de referência: Jardim de S. Lázaro

Intersecção: Passeio São Lázaro / Rua Dom João IV / Rua Morgado Mateus



Travessias		P1	P2*	P3
Comprimento	Verde	6.4	3.8	7.4
	Segurança	13	6	6
Tempo (s)	Espera	26	26	41
	Mínima	0.15	0.11	0.37
Velocidade (m/s)	Segurança	0.49	0.63	1.23
Tipologia		1	1	2
Botoneira (s/n)		s	s	s
Nível de serviço		A	A	B

- *A figura apresentada encontra-se desatualizada, após construções na via a travessia 2 reduziu o seu número de vias, passando a ter uma via (Tipo 1).

Local de referência: Jardim de S. Lázaro

Intersecção: Rua Dom João IV / Av. Rodrigues de Freitas / Rua de S. Victor



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		9.1	6.5	6.7	7.2
Tempo (s)	Verde	22	28	8	32
	Segurança	9	6	6	10
	Espera	35	27	52	20
Velocidade (m/s)	Mínima	0.29	0.19	0.48	0.17
	Segurança	1.01	1.08	1.12	0.72
Tipologia		2	1	2	1
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		B	A	C	A

Local de referência: Campo 24 de Agosto

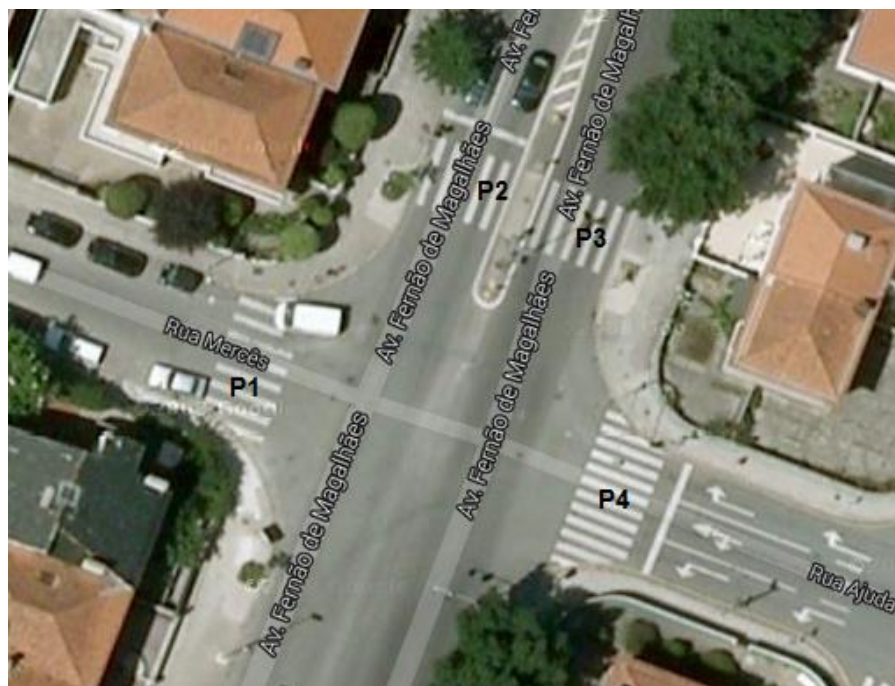
Intersecção: Rua de Fernandes Tomás / Campo 24 de Agosto / Rua Morgado Mateus / Rua Duque Saldanha / Rua Ferreira Cardoso / Rua do Bonfim



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Comprimento		5.3	7.6	8.8	10.5	6.8	11.5	6.8	7.4
Tempo (s)	Verde	32	35	9	15	14	13	32	31
	Segurança	5	5	11	8	8	16	9	15
	Espera	25	28	51	47	48	47	30	28
Velocidade (m/s)	Mínima	0.14	0.19	0.44	0.46	0.31	0.40	0.17	0.16
	Segurança	1.06	1.52	0.80	1.31	0.85	0.72	0.76	0.49
Tipologia		1	2	2	3	2	3	2	1
Botoneira (s/n)		n	s	s	s	n	n	s	s
Nível de serviço		A	A	C	B	B	B	A	A

Local de Referência: Avenida Fernão de Magalhães

Intersecção: Avenida Fernão de Magalhães / Rua Ajuda / Rua Mercês



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		9.7	6.9	6.8	10.7
Tempo (s)	Verde	47	15	15	47
	Segurança	14	7	12	6
	Espera	28	66	66	28
Velocidade (m/s)	Mínima	0.16	0.31	0.25	0.20
	Segurança	0.69	0.99	0.57	1.78
Tipologia		2	2	2	3
Botoneira (s/n)		n	s	s	n
Nível de serviço		A	C	C	A

Local de referência: Avenida Fernão de Magalhães

Intersecção: Rua da Vigorosa / Av. Fernão Magalhães



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Comprimento		7.3	8.9	7.7	6.7	5.5	10.4
Tempo (s)	Verde	39	17	17	53	15	16
	Segurança	14	7	13	6	8	13
	Espera	32	58	58	31	70	73
Velocidade (m/s)	Mínima	0.14	0.37	0.26	0.11	0.24	0.36
	Segurança	0.52	1.27	0.59	1.12	0.69	0.80
Tipologia		1	2	2	2	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s	s	s
Nível de serviço		A	C	C	A	C	C

Local de referência: Estação de Metro dos Combatentes

Intersecção: Rua da Alegria / Rua de Costa Cabral / Av. Combatentes da Grande Guerra



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Comprimento		6.1	5.9	6.5	7.6	6.4	6.7	7.2
Tempo (s)	Verde	57	71	42	11	69	20	21
	Segurança	7	7	7	14	5	14	7
	Espera	34	33	31	82	24	81	77
Velocidade (m/s)	Mínima	0.10	0.08	0.13	0.30	0.09	0.20	0.26
	Segurança	0.87	0.84	0.93	0.54	1.28	0.48	1.03
Tipologia		1	1	2	2	1	2	2
Botoneira (s/n)		n	n	n	s	s	s	s
Nível de serviço		A	A	A	D	A	D	D

Local de referência: Jardim do Marquês de Pombal

Intersecção: Rua da Constituição / Rua da Alegria



Travessias		P1	P2	P3
Tempo (s)	Comprimento	9.4	11.2	9.5
	Verde	42	31	42
	Segurança	5	7	6
	Espera	42	55	44
Velocidade (m/s)	Mínima	0.20	0.29	0.20
	Segurança	1.88	1.60	1.58
Tipologia		3	3	3
Botoneira (s/n)		n	s	n
Nível de serviço		B	B	B

Local de referência: Jardim do Marquês de Pombal

Intersecção: Rua da Alegria / Rua Latino Coelho



Travessias		P1	P2	P3
Comprimento		9.5	7.3	9.5
	Verde	44	35	44
Tempo (s)	Segurança	8	6	8
	Espera	38	57	38
Velocidade (m/s)	Mínima	0.18	0.18	0.18
	Segurança	1.19	1.22	1.19
Tipologia		3	2	3
Botoneira (s/n)		n	s	n
Nível de serviço		A	B	A

Local de referência: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Intersecção: Estrada da Circunvalação / Rua de Costa Cabral / Rua Heróis de Pátria / Rua Dom Afonso Henriques



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Comprimento		7.4	4.8	8.1	11.1	8.2	6.6	9.6
Tempo (s)	Verde	35	36	25	35	25	18	36
	Segurança	12	5	16	7	10	23	8
	Espera	61	61	89	101	80	85	79
Velocidade (m/s)	Mínima	0.16	0.12	0.20	0.26	0.23	0.16	0.22
	Segurança	0.62	0.96	0.51	1.59	0.82	0.29	1.20
Tipologia		2	1	2	3	2	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s	s	s	s
Nível de serviço		B	B	D	D	D	D	C

Local de referência: Largo Campo Lindo

Intersecção: Saída da VCI, direcção Paranhos / Rua da Igreja de Paranhos



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		5.2	5.1	5.1	5.1
Tempo (s)	Verde	36	35	35	35
	Segurança	6	13	8	8
	Espera	46	45	45	45
Velocidade (m/s)	Mínima	0.12	0.11	0.12	0.12
	Segurança	0.87	0.39	0.64	0.64
Tipologia		1	1	1	1
Botoneira (s/n)		s	n	n	n
Nível de serviço		B	B	B	B

Local de referência: Estação de Metro do Polo Universitário

Intersecção: Rua Igreja de Paranhos / Rua Delfim Maia / Rua Doutor Manuel Pereira da Silva / Rua Dionísio dos Santos



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5
Tempo (s)	Comprimento	4.6	4.6	8.4	6.1	13.2
	Verde	66	66	25	72	25
	Segurança	7	7	12	6	10
	Espera	37	37	73	34	73
Velocidade (m/s)	Mínima	0.06	0.06	0.23	0.08	0.38
	Segurança	0.66	0.66	0.70	1.02	1.32
Tipologia		1	1	1	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s	s
Nível de serviço		A	A	C	A	C

Local de referência: Faculdade de Economia da Universidade do Porto

Intersecção: Rua Doutor Manuel Pereira / Rua Doutor Manuel Laranjeira / Rua Actor Ferreira da Silva



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		10.7	8.8	7.6	11.2
Tempo (s)	Verde	12	12	12	12
	Segurança	5	11	5	12
	Espera	57	69	77	65
Velocidade (m/s)	Mínima	0.63	0.38	0.45	0.47
	Segurança	2.14	0.80	1.52	0.93
Tipologia		3	2	2	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		C	C	D	C

Local de referência: Estação de Metro de Salgueiros

Intersecção: Rua Augusto Lessa / Rua Doutor Manuel Laranjeira / Rua Aval de Baixo



Travessias		P1	P2	P3	P4	P5
Comprimento		6.2	6.1	9.8	9.5	10.8
Tempo (s)	Verde	62	22	22	22	22
	Segurança	7	10	6	11	6
	Espera	41	81	81	81	81
Velocidade (m/s)	Mínima	0.09	0.19	0.35	0.29	0.39
	Segurança	0.89	0.61	1.63	0.86	1.80
Tipologia		2	1	3	3	3
Botoneira (s/n)		s	s	s	s	s
Nível de serviço		A	D	D	D	D

Local de referência: Estádio do Bessa Século XXI

Intersecção: Avenida do Bessa / Rua João de Deus



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		9.4	5.9	2.9	4.1
	Verde	20	20	16	72
Tempo (s)	Segurança	6	6	5	6
	Espera	79	82	83	31
Velocidade (m/s)	Mínima	0.36	0.23	0.14	0.05
	Segurança	1.57	0.98	0.58	0.68
Tipologia		3	2	1	1
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		D	D	D	A

Local de referência: Estádio do Bessa Século XXI

Intersecção: Avenida do Bessa / Rua Professor Damião Peres



Travessias		P1	P2	P3	P4
Comprimento		6.0	3.4	2.9	6.3
Tempo (s)	Verde	13	14	56	29
	Segurança	4	5	8	5
	Espera	81	72	30	67
Velocidade (m/s)	Mínima	0.33	0.18	0.05	0.19
	Segurança	1.20	0.68	0.36	1.26
Tipologia		2	1	1	1
Botoneira (s/n)		s	s	s	s
Nível de serviço		D	D	A	C