



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Avaliação do Sistema Pedonal para Melhoria da Mobilidade Urbana

Adriana Proença Sousa

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil: Geotecnia e Ambiente
(Ciclo de estudos integrado)

Orientador: Prof.^a Doutora Bertha Maria Batista dos Santos
Co-orientador: Prof. Doutor Jorge Humberto Gaspar Gonçalves

Covilhã, outubro de 2016

Dedicatória

Á minha avó Chica.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio e colaboração de diversas pessoas às quais gostaria de expressar os meus mais profundos agradecimentos e reconhecimento pela ajuda prestada no decorrer da sua elaboração.

Aos professores Bertha Santos e Jorge Gonçalves, os meus mais profundos agradecimentos pela orientação, apoio e incentivo concedidos e pela formação e ensinamentos prestados ao longo da elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, José e Ascensão, e ao meu irmão, Zé, pelo amor, carinho, compreensão e incentivo permanentemente demonstrados.

Ao meu namorado, David, pela amizade, companheirismo e ajuda na elaboração deste trabalho.

À minha família, tios e primos por todo o carinho, ajuda e compreensão.

Aos meus amigos e colegas pelo apoio, amizade e por todos os bons momentos passados.

Um grande bem-haja a todos!

Resumo

As características do espaço pedonal podem contribuir de forma decisiva para o desempenho sustentável da mobilidade urbana e conseqüentemente para a qualidade da vivência nos espaços construídos. Um espaço pedonal livre de obstáculos, com declives suaves, contínuo, agradável, atraente e seguro, é sem dúvida um espaço que convida à sua fruição e socialização das populações.

Com o objetivo de melhorar as condições existentes para a circulação de peões, o trabalho exposto apresenta a descrição de um conjunto de abordagens que permitem avaliar a qualidade do ambiente pedonal, tendo sido adotada a abordagem PEQI, adaptada à realidade pedonal portuguesa, para desenvolver um caso de estudo.

O caso de estudo incidiu sobre parte do sistema pedonal da cidade da Covilhã, nomeadamente sobre as zonas que apresentam uma procura pedonal significativa, quer devido à existência de atividades de comércio, serviços e lazer, quer porque constituem ligações importantes no sistema de transportes públicos urbanos.

Os principais passos efetuados para a aplicação da metodologia ao caso de estudo consistiram na preparação de formulários, na formação de equipas de observadores, na recolha de dados, na introdução e organização dos mesmos numa base de dados para a obtenção da classificação PEQI, na introdução de toda a informação alfanumérica e geográfica num SIG e na produção de cartas temáticas. A visualização dos resultados obtidos num SIG possibilitou uma rápida interpretação da situação analisada, o que permite agilizar no futuro todo o processo de requalificação dos espaços pedonais.

No geral, pode concluir-se que para a rede avaliada, cerca de 78 % das interseções apresentaram condições não satisfatórias ou fracas condições para a circulação de peões e que aproximadamente 76% dos segmentos de rua revelaram condições básicas de circulação. Estes resultados sugerem a necessidade de intervenção no sistema pedonal por forma a melhorar a sua qualidade.

Palavras-chave

Ambiente pedonal, PEQI, SIG, metodologia de avaliação, mobilidade sustentável, sistema pedonal.

Abstract

The features of the pedestrian space can contribute decisively to the sustainable performance of urban mobility and consequently to improve the quality of the built environment. A pedestrian space free of obstacles, with slight slopes, continuous, agreeable, attractive and safe, is definitely a space that invites to your enjoyment and socialization.

With the aim of improving the pedestrian circulation conditions, the present document describes a set of approaches for assessing the quality of the pedestrian environment, having been adopted the PEQI approach, adapted according to the Portuguese pedestrian reality, to develop a case study.

The case study focused on part of the pedestrian system of Covilhã city, in particular on the areas that have a significant pedestrian flow, either because of the presence of commercial activities, services and recreation, either because they are important links of the public transport system.

The main methodological steps taken the case study consisted in the preparation of forms, formation of observer teams, collecting data, introduction and organization of data in a database for obtaining the PEQI classification, introduction of all the alphanumeric and geographic information in a SIG and production of thematic maps. Displaying graphically the results in a GIS allows a quick interpretation of the situation under analysis, allowing in the future a streamline process of pedestrian spaces requalification.

Overall, it can be concluded from the evaluated network that about 78% of the intersections presented a poor or not suitable pedestrian environment and that approximately 76% of the street segments revealed the existence of basic pedestrian conditions. These outcomes point to the need to intervene and improve the quality of the pedestrian system.

Keywords

Pedestrian environment, PEQI, SIG, assessment methodology, sustainable mobility, pedestrian system.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento do tema	1
1.2.	Objetivos da dissertação	2
1.3.	Estrutura do conteúdo	2
1.4.	Abordagem metodológica	3
2.	Ambiente pedonal em meio urbano	5
2.1.	Características do peão	5
2.1.1.	Definição de peão	5
2.1.2.	Grupos especiais de peões	5
2.1.3.	Área ocupada pelo peão	6
2.2.	Infraestruturas pedonais	7
2.2.1.	Passeios	8
2.2.2.	Travessias pedonais	10
2.2.3.	Soluções de apoio ao peão	21
2.2.4.	Medidas de acalmia de tráfego	25
3.	Avaliação da qualidade do ambiente pedonal	41
3.1.	Índices de avaliação	42
3.1.1.	Pedestrian Environment Quality Index (PEQI)	42
3.1.2.	Pedestrian Safety Index (PSI)	54
3.1.3.	Pedestrian Environment Data Scan (PEDS)	59
3.1.4.	Highway Capacity Manual (HCM, 2010)	65
3.2.	Considerações sobre as metodologias apresentadas	70
3.3.	Abordagem PEQI para Portugal	75
3.3.1.	Alterações	76
3.4.	Pesos dos indicadores e pontuação do índice	83
4.	Caso de estudo: Avaliação da qualidade do ambiente pedonal na cidade da Covilhã	89
4.1.	Introdução (Aspetos gerais)	89
4.1.1.	Interseções	89
4.1.2.	Hierarquização rodoviária	95
4.2.	Metodologia	97
4.3.	Enquadramento geográfico e delimitação da área de estudo	98
4.4.	Recolha e tratamento de dados	99
4.4.1.	Interseções	100
4.4.2.	Segmentos de rua	105
4.4.3.	Base de dados da Avaliação da Qualidade do Ambiente Pedonal	111
4.5.	Classificação PEQI e análise de resultados	115
4.5.1.	Interseções	115
4.5.2.	Segmentos de rua	118

4.6. Análise de sensibilidade	121
4.7. Cartas temáticas	124
5. Conclusões e trabalhos futuros	125
Bibliografia	129
ANEXOS	131
I. Classificação PEQI	131
II. Cartas temáticas de alguns indicadores	131
III. Outros anexos	131

Lista de Figuras

Figura 2.1 - (a) Espaço ocupado por um peão (HCM, 2010); (b) Espaço ocupado por uma pessoa com mobilidade reduzida em cadeira de rodas (Decreto-Lei n.º. 163/06 de 8 de Agosto)	7
Figura 2.2 - Definição de largura livre de um passeio (HCM, 2010)	8
Figura 2.3 - Larguras mínimas necessárias para a circulação de pessoas com mobilidade condicionada (AUSTROADS, 1988)	10
Figura 2.4 - Marcas rodoviárias em travessias de nível (DR n.º 22-A/98)	12
Figura 2.5 - Exemplos de travessias reguladas por sinais luminosos fora dos cruzamentos (adaptado de (HMSO, 1987))	14
Figura 2.6 - Travessia do tipo “Toucan” (Fonte: https://www.learnerdriving.com/learn-to-drive/highway-code/highwaycode?sec=1)	18
Figura 2.7 - Passagens superiores para peões (ODT, 1995)	20
Figura 2.8 - Passagens inferiores para peões (ODT, 1995)	21
Figura 2.9 - Redução do raio das curvas	22
Figura 2.10 - Prolongamento do passeio em cruzamentos (Seco, et al., 2008)	22
Figura 2.11 - Obstáculos que impedem o estacionamento (CROW, 1998)	23
Figura 2.12 - Refúgio para peões (Marques, 1994)	24
Figura 2.13 - (a) Gincana por recurso a curvas e contracurvas; (b) Gincana com separador central (adaptado de (Ewing, 1999))	27
Figura 2.14 - (a) Esquema de um estrangulamento a partir dos lados; (b) Esquema de um estrangulamento a partir do centro provocado por um separador central (Ewing, 1999)	27
Figura 2.15 - Esquemas de possíveis estreitamentos junto a entradas de interseções: (a) - (Ewing, 1999); (b) - (FHWA, 2002)	28
Figura 2.16 - Esquemas de possíveis reajustes de cruzamentos em T: (a) - (Ewing, 1999); (b) - (FHWA, 2002)	29
Figura 2.17 - (a) Mini rotunda (Ança, Cantanhede); (b) Rotunda normal (Covilhã)	30
Figura 2.18 - Pré-avisos (Vila Boa, Guarda)	32
Figura 2.19 - Lomba redutora de velocidade numa zona residencial (Seixal)	33
Figura 2.20 - Passagem de peões elevada (http://www.circulaseguro.pt/educacao-rodoviaria/as-lombas-redutoras-de-velocidade)	34
Figura 2.21 - Interseção elevada (Seixal)	35
Figura 2.22 - Espaço urbano com uma via ao mesmo nível do passeio (Fundão)	36
Figura 2.23 - Semáforo de controlo de velocidade (Estrada Nacional 18, Guarda)	37

Figura 2.24 - Portão de entrada (Figueira da Foz)	38
Figura 2.25 - (a) Esquema de rua fechada ao trânsito automóvel (http://www.fhwa.dot.gov/); (b) Esquema de fechos parciais (MATD, 2001)	39
Figura 2.26 - Esquema de barreiras em interseções: (a) Barreira central (Ewing, 1999); (b) Barreira diagonal	39
Figura 3.1 - Formulário PEQI para caracterização de interseções	44
Figura 3.2 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua	45
Figura 3.3 - Representação da classificação PEQI (UCLA, 2009)	54
Figura 3.4 - Formulário PEDS para caracterização do ambiente pedonal	60
Figura 3.5 - Metodologia para determinação do NS pedonal	66
Figura 3.6 - Metodologia para cálculo do NS em interseções: (a) Interseções semaforizadas; (b) Interseções prioritárias	70
Figura 3.7 - Peão com mobilidade reduzida deslocando-se sobre um troço cuja inclinação transversal é superior a 2% (adaptado de http://incluase.blogspot.pt/2009/04/inclinacoes-do-passeio.html)	77
Figura 3.8 - Materiais de revestimento de passeios (Covilhã): (a) Calçada Portuguesa; (b): Blocos de encaixe; (c) Betão ou argamassa de cimento	78
Figura 3.9 - Formulário PEQI para caracterização de interseções após a alteração à abordagem PEQI	79
Figura 3.10 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua após a alteração à abordagem PEQI	80
Figura 4.1 - Intersecção prioritária: (a) sem canalização de tráfego; (b) com canalização de tráfego (Seco, <i>et al.</i> , 2008)	91
Figura 4.2 - Exemplos de tipologias de rotundas (Seco, <i>et al.</i> , 2008)	92
Figura 4.3 - Exemplos de interseções com sinais luminosos (Seco, <i>et al.</i> , 2008)	94
Figura 4.4 - Exemplo de cruzamento parcial desnivelado em ambiente suburbano (Seco, <i>et al.</i> , 2008)	94
Figura 4.5 - Fluxograma das operações realizadas para determinação e representação da qualidade do ambiente pedonal	97
Figura 4.6 - Localização do caso de estudo - Concelho da Covilhã	98
Figura 4.7 - Localização da rede em estudo	99
Figura 4.8 - Localização e representação dos tipos de interseção	101
Figura 4.10 - Ilustração da folha de cálculo das interseções	104
Figura 4.11 - Localização e hierarquia rodoviária das vias	105
Figura 4.12 - Exemplo de um formulário dos segmentos de rua preenchido	107

Figura 4.13 - Ilustração da folha de cálculo dos segmentos de rua	110
---	-----

Lista de Histogramas

Histograma 4.1 - Classificação PEQI para as interseções	115
Histograma 4.2 - Classificação PEQI para as interseções prioritárias	116
Histograma 4.3 - Classificação PEQI para as interseções do tipo “rotunda”	116
Histograma 4.4 - Classificação PEQI para as interseções semaforizadas	117
Histograma 4.5 - Classificação PEQI para os segmentos de rua	118
Histograma 4.6 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras principais	119
Histograma 4.7 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras locais	119
Histograma 4.8 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias de acesso local	120
Histograma 4.9 - Comparação das propostas 1 e 2 com o PEQI adaptado	123

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Largura perdida em passeios devido a obstáculos (HCM, 2010)	9
Tabela 2.2 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Pelican” (Seco, et al., 2008)	15
Tabela 2.3 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Puffin” (Seco, et al., 2008)	16
Tabela 2.4 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Toucan” (Seco, et al., 2008)	17
Tabela 3.1 - Pesos a adotar para cada indicador do formulário “Interseções” (adaptado de (UCLA, 2009))	49
Tabela 3.2 - Determinação do PEQI nas Interseções (adaptado de (UCLA, 2009))	50
Tabela 3.3- Pesos a adotar para cada indicador do formulário “Segmentos de Rua” (adaptado de (UCLA, 2009))	51
Tabela 3.4 - Determinação do PEQI nos Segmentos de Rua (adaptado de (UCLA, 2009))	53
Tabela 3.5 - Classificação e código de cores para a pontuação PEQI	53
Tabela 3.6 - Profundidade de avaliação (D) atribuída por cada autor a cada indicador considerado	56
Tabela 3.7 - Número de autores que avaliaram o indicador i com a profundidade de avaliação j	56
Tabela 3.8 - Exemplos de critérios e expressões de cálculo na determinação do SI_i	57
Tabela 3.9 - Interpretação do PSI	59
Tabela 3.10 - Descrição qualitativa do espaço pedonal (HCM, 2010)	67
Tabela 3.11 - Critério NS: Modo pedonal	69
Tabela 3.12 - Critério NS: Modo pedonal (quando não existe passeio)	69
Tabela 3.13 - Indicadores considerados nas diferentes auditorias	72
Tabela 3.14 - Valores dos pesos dos indicadores do formulário dos segmentos de rua após alterações à abordagem PEQI	85
Tabela 3.15 - Pesos das secções na pontuação do PEQI (para os segmentos de rua)	87
Tabela 4.1 - Classificação das vias urbanas a partir do seu nível hierárquico (adaptado de (Santos, 2002) e (Seco, et al., 2008))	96
Tabela 4.2 - Código das freguesias	102
Tabela 4.3 - Código do tipo de intersecção	102
Tabela 4.4 - Relação entre o número de ramos e o tipo de intersecção	104
Tabela 4.5 - Extensão dos segmentos de rua avaliados por tipo de via	110

Tabela 4.6 - Campos da base de dados das interseções	112
Tabela 4.7 - Campo da base de dados dos segmentos de rua	113
Tabela 4.8 - Cenário 1: Alterações efetuadas ao peso das secções na pontuação PEQI	122
Tabela 4.9 - Cenário 2: Alterações efetuadas ao peso das secções na pontuação PEQI	122

Lista de Acrónimos

ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
DCI	Diâmetro do círculo inscrito
HCM	Highway Capacity Manual
MAT	Medidas de Acalmia de Tráfego
NS	Nível de Serviço
NUT	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
PEDS	Pedestrian Environmental Data Scan
PEQI	Pedestrian Environmental Quality Index
PSI	Pedestrian Safety Index
SFDPH	San Francisco Department of Public Health
SI	Safety indicator score
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SPACES	Systematic Pedestrian and Cycling Environment Scan
TMD	Tráfego médio diário
TMDA	Tráfego médio diário anual

1. Introdução

1.1. Enquadramento do tema

Desde sempre existiu necessidade por parte das pessoas de se deslocarem, seja por atividades de carácter económico, social ou ainda de lazer.

Com o constante desenvolvimento da sociedade atual, verifica-se que existe uma grande variedade de meios de deslocação que vão desde os veículos motorizados, aos veículos não motorizados e à componente pedonal.

No que diz respeito ao tráfego automóvel, o seu aumento prejudica a qualidade de vida das áreas urbanas, sendo deste modo necessário prever um conjunto de infraestruturas pedonais ou cicláveis como alternativa à utilização da rede rodoviária para viagens curtas.

Desta forma, torna-se necessário garantir uma harmonia entre as diferentes redes e meios de transporte através da aplicação do conceito de mobilidade sustentável, o qual promove os modos de deslocação suaves e os transportes coletivos.

De facto, andar a pé é um modo de transporte altamente sustentável pelas seguintes razões (Amoroso, et al., 2012):

- Todas as viagens incluem pequenas ligações/percursos realizados a pé, pelo que algumas melhorias nas infraestruturas pedonais podem ser incluídas no orçamento das intervenções programadas para outras redes de transporte;
- Reduz a quantidade de combustíveis consumidos e por conseguinte, as emissões de gases libertados para a atmosfera;
- É um meio de deslocação económico, uma vez que não requer investimento nouro meio de transporte ou em combustível;
- Promove benefícios sociais e económicos adicionais como o exercício, que torna as pessoas saudáveis, e a diversão.

Assim, é da responsabilidade das autarquias locais munir as áreas urbanas com infraestruturas que encorajem as pessoas a caminhar e a andar de bicicleta, como é o caso de passeios, ciclovias e travessias/ligações entre as várias redes de transporte, bem como proceder à gestão das mesmas.

1.2. Objetivos da dissertação

Este trabalho tem como principal objetivo criar uma ferramenta que permita apoiar e promover, em particular junto das autarquias locais das cidades de pequena/média dimensão, o desenvolvimento de planos sustentáveis de mobilidade urbana, em particular na área da mobilidade e segurança pedonal em espaços públicos. Deste modo, pretende-se adaptar à realidade do sistema pedonal português, uma metodologia de classificação da qualidade dos espaços pedonais em ambiente urbano.

Pretende-se ainda, com base na metodologia desenvolvida, analisar o ambiente pedonal de uma cidade de pequena/média dimensão através da aplicação a um caso de estudo, a Covilhã, incluindo o tratamento e visualização da informação obtida e produzida num SIG. A utilização de um SIG permitirá organizar e gerir toda a informação alfanumérica e geográfica de forma integrada e localizar de forma fácil e sustentada as áreas geográficas com maiores problemas a nível pedonal.

1.3. Estrutura do conteúdo

O presente documento está dividido em cinco capítulos, sendo apresentado neste primeiro capítulo o tema do trabalho, os objetivos a atingir, tal como uma breve descrição da organização do mesmo e da metodologia aplicada.

O segundo capítulo encontra-se dividido em duas partes, sendo que na primeira definem-se os conceitos básicos associados ao peão e apresentam-se os grupos especiais de peões e a área ocupada por estes no sistema pedonal. A segunda parte refere-se às infraestruturas pedonais, apresentando-se aspetos relativos aos passeios, travessias pedonais, soluções de apoio ao peão e medidas de acalmia de tráfego.

No capítulo 3 são apresentadas as metodologias adotadas por três auditorias de avaliação da qualidade do ambiente pedonal e uma metodologia para a avaliação das condições de circulação dos peões, bem como algumas considerações sobre as mesmas. Neste capítulo é também apresentada uma justificação para a escolha da auditoria adotada no caso de estudo, assim como das alterações propostas para a mesma.

No quarto capítulo descreve-se detalhadamente o caso de estudo, apresentando-se aspetos relacionados com o enquadramento geográfico e a delimitação da área de estudo, a recolha e o tratamento de dados, a estrutura da base de dados adotada, a classificação do ambiente pedonal obtida e ainda uma análise de resultados.

Por último, o capítulo 5 apresenta as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido e aponta para um conjunto de aspetos a desenvolver no futuro.

1.4. Abordagem metodológica

Com o objetivo de avaliar a qualidade do ambiente pedonal, o presente trabalho foi desenvolvido com base na seguinte abordagem metodológica:

- Estudo das necessidades dos peões e das infraestruturas pedonais;
- Pesquisa de metodologias de auditoria para avaliação da qualidade do ambiente pedonal;
- Análise das vantagens e desvantagens de cada auditoria e eleição da auditoria que melhor caracteriza, do ponto de vista da sua adaptação ao cenário Português, o ambiente pedonal;
- Alterações à abordagem da auditoria adotada de acordo com a realidade pedonal portuguesa;
- Tratamento da rede viária do concelho da Covilhã no software ArcGIS®;
- Delimitação da área de estudo de acordo com o fluxo pedonal existente;
- Planeamento da recolha de dados;
- Recolha de dados através do preenchimento dos formulários;
- Preparação de uma base de dados em Microsoft Excel® e introdução dos dados recolhidos na mesma;
- Determinação da classificação de avaliação da qualidade do ambiente pedonal;
- Associação da informação recolhida e tratada à componente geográfica da rede pedonal no ArcGis®;
- Análise dos resultados obtidos;
- Criação de cartas temáticas dos resultados no software ArcGIS®.

2. Ambiente pedonal em meio urbano

2.1. Características do peão

As características e as aptidões física, mental e intelectual dos peões são aspetos fundamentais para um correto dimensionamento de qualquer elemento do sistema pedonal. A dimensão do corpo humano determina, por exemplo, a altura e largura mínimas necessárias à circulação de peões, que por sua vez, influênciam as dimensões dos passeios, travessias e rampas, entre outros.

2.1.1. Definição de peão

Peão é todo o indivíduo que recorre à marcha a pé como forma de locomoção, sem utilizar quaisquer modos motorizados, independentemente do local em que se movimenta (Pita, 2003).

Segundo a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) (ANSR, 2014), define-se como peão a pessoa que transita na via pública a pé ou que conduza à mão velocípedes de duas rodas (vulgo, bicicletas) sem carro atrelado, carros de crianças ou de pessoas com deficiência motora e carros de mão, ou que utilize patins, trotinetes ou outros meios de circulação análogos sem motor, cadeiras de roda equipadas com motor elétrico, ou ainda, crianças até aos 10 anos de idade que conduzam velocípedes nos passeios e que não ponham em perigo ou perturbem outros peões.

É importante referir que a idade, o género e a condição física são os fatores mais importantes na caracterização do peão, existindo outros fatores que influenciam o seu comportamento, tais como o motivo da deslocação, a hora do dia, as condições climatéricas e ainda as características do meio envolvente.

2.1.2. Grupos especiais de peões

Fazem parte dos grupos especiais de peões as crianças, os idosos e as pessoas com mobilidade reduzida.

O comportamento e desempenho destes peões perante o ambiente rodoviário não é o mesmo comparativamente aos peões ditos normais, e por isso, é necessário ter especial atenção à sua proteção e segurança.

As crianças, para além do seu comportamento imprevisível, apresentam uma estatura reduzida, o que dificulta a sua deteção por parte dos condutores, pois facilmente ficam escondidos atrás

de obstáculos como mobiliário urbano ou veículos estacionados. Só a partir dos 12 anos de idade as crianças adquirem capacidades cognitivas e sensoriais semelhantes aos dos adultos, que lhes permitem compreender a complexidade do tráfego rodoviário.

Relativamente aos idosos (indivíduos com mais de 65 anos), estes constituem atualmente uma percentagem significativa da população portuguesa, pelo que representam um grupo de peões cada vez mais importante. Devido ao processo normal de envelhecimento, os idosos tendem a deslocar-se mais lentamente, com piores reflexos e maiores tempos de percepção-reação. Têm também tendência a ter problemas de visão e audição, que aliados à perda de memória se traduzem em dificuldade na compreensão do ambiente rodoviário.

Por fim, o grupo dos peões com mobilidade reduzida é composto por pessoas que possuem deficiências físicas, mentais ou sensoriais, ou ainda, por qualquer pessoa que tenha dificuldade em deslocar-se, mesmo que temporariamente, como por exemplo o caso das grávidas. Nestes casos, a velocidade de marcha é mais lenta, os problemas sensoriais afetam a capacidade de percepção do meio envolvente, e em muitos casos, os peões necessitam de mais espaço ou que este possua características especiais para se deslocarem.

Torna-se assim necessário prever um conjunto de características específicas para as infraestruturas pedonais que facilitem a movimentação destes grupos de peões com comodidade e segurança.

2.1.3. Área ocupada pelo peão

Qualquer peão, parado ou em movimento, ocupa um determinado espaço.

Apesar de caminhar ser um ato garantido para a maioria das pessoas, os peões com mobilidade condicionada tendem a necessitar de acessórios que auxiliem a sua deslocação.

Deste modo, a regulamentação do espaço pedonal deverá ter como ponto de partida este grupo de peões, uma vez que ocupam uma área maior. Em Portugal, o enquadramento legislativo que suporta este aspeto é o Decreto-Lei n.º 163/2006 de 8 de Agosto.

Em planta, o corpo de um adulto ocupa uma área de cerca 0,14 m². No entanto, supondo que normalmente o peão transporta artigos pessoais e que o contacto físico com outros peões deverá ser ocasional, considera-se que o espaço ocupado por um peão é representado por uma elipse de 0,50 m x 0,60 m, perfazendo uma área de 0,30 m² (HCM, 2010).

Por outro lado, um peão que utilize uma cadeira de rodas para se deslocar ocupa uma área de cerca 0,9 m², como mostra a figura 2.1.

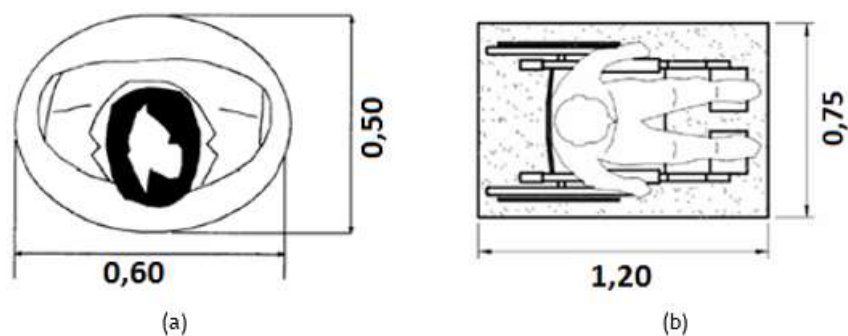


Figura 2.1 - (a) Espaço ocupado por um peão (HCM, 2010); (b) Espaço ocupado por uma pessoa com mobilidade reduzida em cadeira de rodas (Decreto-Lei nº. 163/06 de 8 de Agosto)

Neste último caso, é importante ter em conta a manobrabilidade, pois o peão pode sentir a necessidade de mudar de direção ou inverter o sentido do seu movimento. Assim, a área anteriormente apresentada deve ser aumentada para $2,0 \text{ m}^2$, pois a circunferência descrita por uma cadeira de rodas em que as duas rodas giram em sentidos opostos tem no mínimo $0,8 \text{ m}$ de raio.

2.2. Infraestruturas pedonais

Ao conjunto de infraestruturas que permitem aos peões a realização de viagens em condições de segurança, comodidade e rapidez dá-se o nome de rede pedonal.

A rede pedonal tem também a função de assegurar a existência de um espaço vital mínimo que permita aos peões realizarem atividades sociais e de lazer que não impliquem necessariamente deslocarem-se.

As infraestruturas que compõem a rede pedonal são:

- Os passeios e zonas pedestrianizadas (tais como escadarias, escadarias em rampa, rampas e outros espaços de circulação ou permanência de peões);
- Atravessamentos da rede viária (travessias pedonais, de nível ou desniveladas);
- Zonas de interface modal (peão/transporte coletivo; transporte coletivo/transporte coletivo; peão/transporte individual).

É necessário garantir uma rede pedonal segura, cómoda, homogénea, atrativa e que permita aos peões deslocarem-se com rapidez, sem descuidar a harmonia desta com as restantes redes de transportes (clicáveis, viária e de transportes públicos).

2.2.1. Passeios

A maior afluência de peões ocorre em meio urbano, e como tal, é necessário garantir passeios com características adequadas à circulação pedonal e à realização de atividades de lazer e convívio, como por exemplo a visualização de montras, a prática de exercício físico ou ainda as conversas em grupo.

Quando se projeta um espaço pedonal, o primeiro fator a ter em conta é a ocupação do solo, procurando adequar o espaço pedonal às diferentes utilizações, sejam elas de circulação ou espera. Outro aspeto a ter em consideração é a existência de obstáculos no passeio que impeçam os peões de utilizar todo o espaço disponível, tais como elementos de mobiliário urbano ou vegetação, entre outros.

Tendo em conta estes aspetos, surgiu a necessidade de criar o conceito de largura livre do passeio, que corresponde ao espaço efetivamente disponível para os peões se deslocarem e realizarem as atividades descritas anteriormente (ver figura 2.2).



Figura 2.2 - Definição de largura livre de um passeio (HCM, 2010)

É importante referir que a existência de um obstáculo isolado não afeta significativamente a funcionalidade global dum passeio ou zona pedonal, ao invés do que acontece quando se verifica a repetição periódica de um obstáculo, como por exemplo de árvores ou candeeiros.

Na tabela 2.1, apresentam-se alguns valores correspondentes à largura perdida devido à existência de certos tipos de obstáculos.

Tabela 2.1 - Largura perdida em passeios devido a obstáculos (HCM, 2010)

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 do 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

2.2.1.1. Largura desejável e mínima dos passeios

O Decreto-Lei nº 123/97 de 22 de Maio estabelecia no Anexo I, capítulo I, ponto 1.2, uma largura mínima dos passeios e vias de acesso de 2,25 m. Entretanto, com a publicação do Decreto-Lei nº 163/2006 de 8 de Agosto e a consequente revogação do Decreto-Lei nº 123/97, a definição de largura dos passeios passou a ser efetuada em termos de largura livre.

Assim, este Decreto-Lei regulamenta que os percursos pedonais devem ter em todo o seu desenvolvimento um canal de circulação contínuo e desimpedido de obstruções com uma largura livre não inferior a 1,20 m, medida ao nível do passeio, à exceção das vias principais e das vias distribuidoras, em que a largura livre não deve ser inferior a 1,50 m.

Os pequenos acessos pedonais no interior de áreas plantadas, cujo comprimento total não seja superior a 7 m, podem ter uma largura livre não inferior a 0,90 m.

A figura 2.3 apresenta as larguras mínimas necessárias para a circulação de pessoas com mobilidade condicionada.

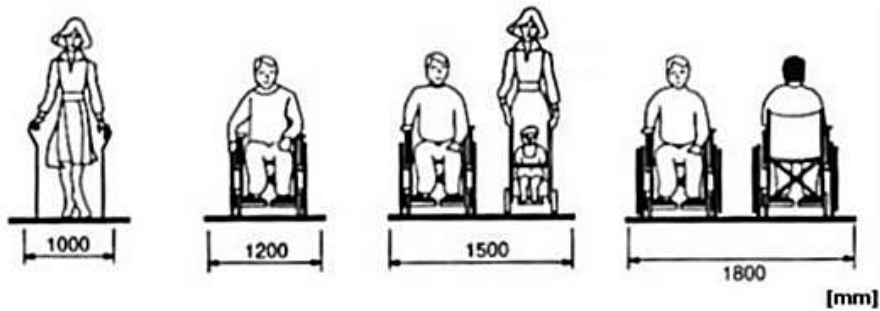


Figura 2.3 - Larguras mínimas necessárias para a circulação de pessoas com mobilidade condicionada (AUSTROADS, 1988)

2.2.1.2. Características do revestimento e inclinação do passeio

O revestimento do passeio deve ter uma superfície (Decreto-Lei n.º163/2006 de 8 de Agosto):

- Estável - não se desloca quando sujeita às ações mecânicas decorrentes do uso normal;
- Durável - não é desgastável pela ação da chuva ou de lavagens frequentes;
- Firme - não é deformável quando sujeito às ações mecânicas decorrentes do uso normal;
- Contínua - não possui juntas com uma profundidade superior a 0,005m.

Em Portugal, geralmente os passeios são revestidos com Calçada Portuguesa (calcário, basalto ou granito) ou blocos de encaixe ou betão.

A inclinação longitudinal do passeio, na direção do percurso, deve ser inferior a 5% enquanto, a inclinação transversal não deve ser superior a 2% (Decreto-Lei n.º163/2006 de 8 de Agosto).

2.2.2. Travessias pedonais

O principal objetivo das travessias pedonais é garantir a segurança dos peões, uma vez que é nestes pontos da rede pedonal que se verifica um conflito (potencial) entre os peões, utentes mais vulneráveis do sistema de transportes, e os veículos, apresentando consequentemente maior risco de acidentes.

Para além da segurança, as travessias pedonais devem ser cómodas para os seus utilizadores, nomeadamente para os que possuem mobilidade condicionada, promovendo a construção de rampas com declives adequados e o rampeamento dos passeios para facilitar o deslocamento de pessoas em cadeira de rodas, ou ainda elementos tácteis no pavimento para o guiamento dos invisuais.

Outro fator importante é a atratividade destes locais, pelo que é necessário garantir que os peões efetuem o atravessamento no local destinado a esse efeito. Deste modo, é fundamental

ter em atenção que é difícil para o peão aceitar a imposição de um local de atravessamento muito afastado do trajeto mais curto, principalmente se o perigo percebido não for elevado.

A rapidez é também um objetivo a atingir, pelo que o tempo de atravessamento não deve ser excessivo, não esquecendo, no entanto, que este é um objetivo comum a todos os utilizadores da estrada.

2.2.2.1. Tipologia das travessias pedonais

O funcionamento das travessias pedonais é baseado no espaço ocupado e no tempo utilizado por peões e veículos, sendo estes os dois principais critérios que definem os tipos de travessias pedonais.

Deste modo, do ponto de vista do espaço as travessias pedonais podem ser de nível e desniveladas, e no tempo, reguladas ou não por sinalização luminosa.

1) Travessias pedonais de nível

Este tipo de atravessamento ocorre ao nível da faixa de rodagem, como o próprio nome indica, e está localizado em pontos criteriosamente escolhidos de forma a orientar o comportamento de peões e condutores para as regras de prioridade, de modo a evitar conflitos.

Estes locais apresentam maior segurança para os peões em relação ao atravessamento num local de nível não sinalizado como travessia pedonal, com a desvantagem de que por vezes implicam um alongamento do percurso. Os condutores são alertados para a presença destes locais através de sinalização vertical específica, o que lhes permite tomar as medidas de precaução adequadas na aproximação a estes locais. Os atravessamentos nas travessias de nível podem ocorrer em uma ou duas fases, devendo existir para o segundo caso uma placa de refúgio de peões, aumentando assim a segurança.

a) Travessias de nível sem regulação por sinais luminosos

São travessias identificadas com as marcas M11 (zebra) e M11a (guias) (Regulamento de Sinalização do Trânsito, Decreto Regulamentar n.º 22 - A/98 de 1 de Outubro), conforme se ilustra a figura 2.4.

Têm como vantagens ser uma solução de baixo custo e permitir rápida e facilmente formalizar o local de atravessamento. Esta solução recomenda-se apenas para pequenos volumes de peões e veículos e para velocidades baixas de circulação (dos veículos).

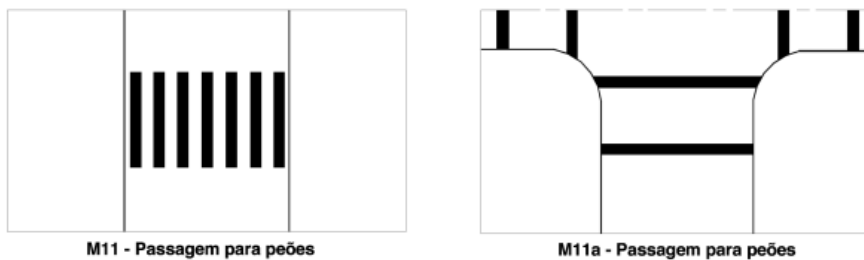


Figura 2.4 - Marcas rodoviárias em travessias de nível (DR n.º 22-A/98)

b) Travessias de nível reguladas por sinais luminosos

Neste tipo de atravessamento há uma definição clara do comportamento que os peões e os condutores devem adotar, determinado pelas cores convencionais da sinalização luminosa, que define os períodos de tempo em que podem ou não avançar, sendo portanto uma solução mais segura que a anterior.

No entanto, esta é uma solução mais cara pois os custos inerentes à instalação e manutenção da sinalização luminosa são mais elevados.

A sua eficiência depende do programa de regulação adotado para os sinais luminosos, sendo que o tempo de espera dos peões não deve ser elevado, uma vez que estes podem adotar um comportamento audaz ao realizar o atravessamento quando o sinal luminoso se encontra no vermelho, ou ainda, ao realizar o atravessamento fora do local indicado para tal.

As travessias pedonais reguladas por sinalização luminosa podem existir integradas nos planos de regulação que gerem o tráfego nas interseções semaforizadas, ou ainda, numa secção corrente da faixa de rodagem, sendo que a fase destinada ao avanço dos peões é geralmente obtida a pedido destes.

i) Travessias reguladas por sinais luminosos fora das interseções

Segundo as Normas Australianas (cit. por (Seco, *et al.*, 2008)), a adoção de uma travessia pedonal semaforizada fora das interseções requer que se verifique uma das seguintes condições:

- Volume de peões superior a 350 peões/h e volume de veículos superior a 600 veículos/h no conjunto dos 2 sentidos, ou 1000 veículos/h no caso de existir uma placa central de refúgio para peões. Estes valores devem observar-se num período de 3 horas de um dia normal da semana.
- Para cada uma das 8 horas de um dia normal:

- Volume de peões superior a 175 peões/h;
- Volume de veículos superior a 600 veículos/h em ambos os sentidos ou 1000 veículos/h no caso de existir separador central de refúgio de peões;
- Não existir outra travessia pedonal nas proximidades.
- Em frente a uma escola se em 2 períodos distintos de 1 hora de um dia normal de aulas ocorrer simultaneamente:
 - Volume de peões superior a 50 peões/h;
 - Volume de veículos superior a 600 veículos/h;
 - Produto do volume de peões pelo volume de veículos superior a 40000 peões x veículos/h.
- A travessia pedonal existente não semaforizada tem um nível de perigosidade elevado devido ao comprimento do atravessamento, ou a velocidades ou volume de tráfego elevados.
- Na travessia pedonal existente não semaforizada ou próximo dela, tiverem ocorrido 2 ou mais acidentes em 3 anos, suscetíveis de serem evitados com sinalização luminosa.
- Na travessia pedonal existente a simultaneidade de volumes elevados de peões e veículos provocar atrasos excessivos aos veículos.

Para além destas condições recomenda-se a instalação de sinais luminosos em travessias pedonais sempre que estejam localizadas próximo de importantes pólos geradores de tráfego de peões ou que haja necessidade de proteger peões com características especiais (peões de mobilidade reduzida motores, crianças, idosos, etc.).

A geometria deste tipo de travessia depende principalmente do comprimento do atravessamento, e portanto, da existência ou não de placa central de refúgio dos peões.

Na figura 2.5 mostram-se, esquematicamente, as travessias alinhadas com ou sem separador central onde o atravessamento deverá ser tanto quanto possível contínuo, e as travessias enviesadas à direita e à esquerda, sendo que o primeiro tipo é preferível ao segundo, pois os peões ao percorrerem a placa central encaram os veículos de frente.

Em qualquer dos casos não deverá ser permitido o estacionamento junto ao local de atravessamento e, pelo menos em relação às travessias enviesadas, devem existir guardas de proteção e de encaminhamento dos peões.

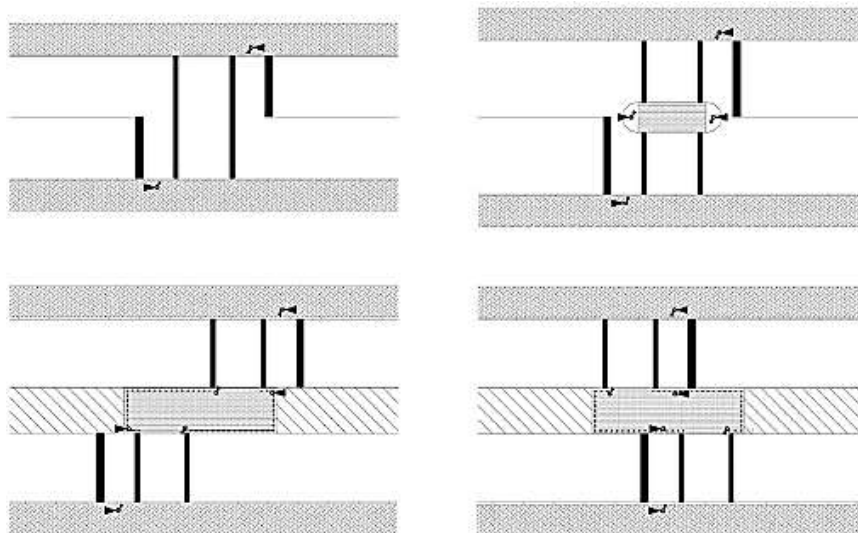


Figura 2.5 - Exemplos de travessias reguladas por sinais luminosos fora dos cruzamentos (adaptado de (HMSO, 1987))

(1) Travessia do tipo “Pelican”

Os atravessamentos do tipo “Pelican” (Pedestrian Light Controlled Crossing) surgiram no decorrer da década de 70 e constituem a solução de travessia pedonal fora de interseções mais disseminada no Reino Unido.

Segundo HMSO (1995, cit. por (Seco, *et al.*, 2008)), a utilização deste tipo de travessias deve ser sustentada por uma análise estruturada que contempla vários aspetos relevantes delineada na Local Transport Note 1/95.

Estas soluções recorrem a sinalização luminosa colocada nos pontos extremos das travessias atribuindo aos peões um período fixo de atravessamento o qual é apenas ativado pelo acionamento de botoneiras. No final da fase de atravessamento dos peões a indicação fornecida a estes altera-se de verde para verde intermitente. Os automóveis dispõem do clássico sistema de três luzes para controlar os seus movimentos, sendo incluída uma fase de amarelo intermitente que se inicia durante o período de verde intermitente dos peões e que permite a estes avançar se todos os peões já tiverem completado a travessia.

As versões mais recentes deste tipo de travessia recorrem a detetores do tipo microondas, para que no caso de não se registar movimento automóvel a fase pedonal seja antecipada, à custa da diminuição do período de verde destinado ao movimento automóvel.

Na tabela 2.2 são apresentados os diferentes tempos de um ciclo e as temporizações da travessia tipo “Pelican”.

Tabela 2.2 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Pelican” (Seco, et al., 2008)

Período	Utilização	Parâmetros de variação	Informação luminosa		Temporização (segundos)
			Peões	Veículos	
A	Período de movimento automóvel	Volume de tráfego	Peão vermelho imóvel (aguarde)	Verde fixo (continue se a via estiver desimpedida)	20 a 60 (tempos fixos) 6 a 60 (atuando)
B	Aviso standard de paragem aos veículos	Nenhum	Peão vermelho imóvel	Amarelo fixo (pare a não ser que seja inseguro imobilizar o veículo)	3
C	Período de limpeza automóvel	Atuação dos veículos	Peão vermelho imóvel	Vermelho fixo (pare e aguarde atrás da barra de paragem na faixa de rodagem)	1 a 3
D	Convite ao atravessamento	Largura da via, peões deficientes, travessias com refúgio central	Peão verde em movimento com sinal audível se existente (atravesse com precaução)	Vermelho fixo	4 para $l \leq 7,5m$ 5 para $7,5 \leq l \leq 10,5m$ 6 para $10,5 < l \leq 12,5m$ 7 para $l > 12,5m$
E	Aviso aos peões para desimpedir a via e não atravessarem, veículos permanecem imobilizados, a utilizar em atravessamentos divididos	Condições locais	Peão verde em movimento intermitente (não inicie o atravessamento)	Vermelho fixo	0 ou 2
F	Idêntico ao período anterior mas com os veículos autorizados a prosseguir se a via estiver liberta de peões	Largura da via	Peão verde em movimento intermitente (não inicie o atravessamento)	Amarelo intermitente (ceda prioridade aos peões no atravessamento - eles são prioritários)	6 mais 1 segundo adicional por cada 1,2m acima de 6m com um máximo de 18 seg.
G	Tempo de limpeza adicional precedendo o período de movimento automóvel	Largura da via	Peão vermelho imóvel	Amarelo intermitente	1 para $l \leq 10,5m$ 2 para $l > 10,5m$

Nota: O período D poderá ser incrementado em 2s caso existam dificuldades no atravessamento.

Este tipo de travessias apresenta algumas desvantagens como:

- Tempo de atravessamento inadequado para utilizadores mais lentos;
- O verde intermitente revelou-se confuso o que provoca ansiedade nalguns casos;
- Atrasos desnecessários para os veículos quando o peão que solicita a travessia consegue atravessar antes de lhe ser concedido o período de verde ou o faz rapidamente;
- Demoras excessivas para os peões devido ao tempo mínimo entre fases pedonais.

(2) Travessia do tipo “Puffin”

Segundo Davies (1999, cit. por (Seco, *et al.*, 2008)), os atravessamentos do tipo “Puffin” (Pedestrian User-Friendly Intelligent crossings) foram desenvolvidos, na década de 90, com o intuito de ultrapassar as desvantagens descritas anteriormente para as travessias do tipo “Pelican”.

Em termos práticos, as travessias do tipo “Puffin” são semelhantes às anteriores mas recorrem, para além de botoneiras, à utilização de detetores pedonais o que lhes permite uma gestão mais flexível do tempo concedido a cada meio de transporte, diminuindo assim as demoras desnecessárias. Esses detetores são de dois tipos: detetores de passeio e detetores de atravessamento. Os primeiros têm como função assinalar a presença de peões numa zona que supostamente indicia a sua intenção de realizar o atravessamento. Estes detetores podem anular o pedido efetuado através da botoneira no caso de o peão ter realizado o atravessamento num intervalo na corrente de tráfego. O segundo tipo de detetores destina-se a verificar a existência de peões a efetuar o atravessamento podendo-se, caso seja necessário, incrementar o tempo de limpeza destinado a esta fase.

Na tabela 2.3 indicam-se as temporizações e sequências de fases preconizadas neste caso.

Tabela 2.3 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Puffin” (Seco, *et al.*, 2008)

Período	Utilização	Parâmetros de variação	Informação luminosa		Temporização (segundos)
			Peões	Veículos	
1	Período de movimento automóvel	Volume de tráfego	Peão vermelho imóvel (aguarde)	Verde fixo (continue se a via estiver desimpedida)	20 a 60 (tempos fixos) 6 a 60 (atuando)
2	Amarelo fixo para os veículos	Nenhum	Peão vermelho imóvel	Amarelo (pare a não ser que seja inseguro imobilizar o veículo)	3
3	Período de limpeza automóvel	Atuação dos veículos	Peão vermelho imóvel	Vermelho fixo (pare e aguarde atrás da barra de paragem na faixa de rodagem)	1 a 3
4	Convite ao atravessamento	Largura da via, peões deficientes, travessias com refúgio central	Peão verde em movimento com sinal audível se existente (atravesse com precaução)	Vermelho	4 para $l \leq 7,5m$ 5 para $7,5 \leq l \leq 10,5m$ 6 para $10,5 < l \leq 12,5m$ 7 para $l > 12,5m$
5	Os peões não devem iniciar o atravessamento	Tipo de detetor	Peão vermelho imóvel (não inicie o atravessamento)	Vermelho	1 - 5
6	Finalização do tempo de atravessamento	Largura da via	Peão vermelho imóvel	Vermelho	0 - 22 (período pedonal extensível)

Tabela 2.3 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Puffin” (Seco, et al., 2008) (continuação)

Período	Utilização	Parâmetros de variação	Informação luminosa		Temporização (segundos)
			Peões	Veículos	
7	Tempo adicional de limpeza para os peões	Deteção pedonal	Peão vermelho imóvel	Vermelho	0 - 3 (Valor máximo apenas se os peões continuam a ser detetados)
8	Tempo adicional de limpeza para os peões	Alteração do intervalo na corrente pedonal	Peão vermelho imóvel	Vermelho	0 - 3 (apenas ativado para variações no intervalo de peões)
9	Aviso de iminência de verde aos veículos	Nenhum	Peão vermelho imóvel	Vermelho e amarelo (pare)	2

Nota: O período 4 poderá ser incrementado em 2s caso existam dificuldades no atravessamento.

(3) Travessia do tipo “Toucan”

As travessias do tipo “Toucan” (Two-Can Cross) são similares aos atravessamentos do tipo “Puffin”, diferindo apenas no facto de serem projetadas a pensar nos peões e nos ciclistas em simultâneo, pelo que, para além dos detetores de aproximação dos veículos e dos peões, devem incorporar detetores da passagem de bicicletas. A sua conceção ganha importância na garantia da continuidade de caminhos pedonais ou ciclovias partilhadas.

Na tabela 2.4 encontra-se descrito o modo de operação desta solução e na figura 2.6 encontra-se representado um esquema de um atravessamento do tipo “Toucan”.

Tabela 2.4 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Toucan” (Seco, et al., 2008)

Período	Utilização	Parâmetros de variação	Informação luminosa		Temporização (segundos)
			Peões	Veículos	
I	Período de movimento automóvel	Volume de tráfego	Peão vermelho imóvel (aguarde)	Verde fixo (continue se a via estiver desimpedida)	20 a 60 (tempos fixos) 6 a 60 (atuando)
II	Aviso standard de paragem aos veículos	Nenhum	Peão vermelho imóvel	Amarelo (pare a não ser que seja inseguro imobilizar o veículo)	3
III	Período de limpeza automóvel	Atuação dos veículos	Peão vermelho imóvel	Vermelho (pare e aguarde atrás da barra de paragem na faixa de rodagem)	1 a 3
IV	Convite ao atravessamento	Largura da via, peões deficientes, travessias com refúgio central	Peão verde em movimento com sinal audível se existente (atravesse com precaução)	Vermelho	4 para $l \leq 7,5m$ 5 para $7,5 \leq l \leq 10,5m$ 6 para $10,5 < l \leq 12,5m$ 7 para $l > 12,5m$
V	Os peões não devem iniciar o atravessamento	Nenhum	Tudo apagado - nenhum sinal (não inicie a travessia)	Vermelho	3
VI	Finalização do tempo de atravessamento	Largura da via	Tudo apagado (1)	Vermelho	0 - 22 (período pedonal extensível)

Tabela 2.4 - Ciclo e temporizações dos atravessamentos “Toucan” (Seco, et al., 2008)(continuação)

Período	Utilização	Parâmetros de variação	Informação luminosa		Temporização (segundos)
			Peões	Veículos	
VII	Tempo adicional de limpeza para os peões	Deteção pedonal dentro da passadeira	Tudo apagado	Vermelho	0 - 3 (Valor máximo apenas se os peões continuam a ser detetados a efetuar o atravessamento)
VIII	Tudo vermelho	Tempo de limpeza	Vermelho	Vermelho	1 - 3
IX	Aviso standard de paragem aos veículos	Nenhum	Peão vermelho imóvel	Vermelho e amarelo (pare)	2



Figura 2.6 - Travessia do tipo “Toucan” (Fonte: <https://www.learnerdriving.com/learn-to-drive/highway-code/highwaycode?sec=1>)

ii) Travessias em interseções semaforizadas

Em interseções regulados por sinais luminosos a repartição do tempo entre os diferentes grupos de utilizadores (peões e condutores) com interesses conflitantes depende dos volumes de tráfego envolvidos e da importância relativa que se pretende atribuir a cada grupo, tendo em conta que o benefício a um dado grupo representa, genericamente, o prejuízo do outro.

Existem vários tipos de solução para o tratamento dos peões em interseções semaforizadas (Seco, et al., 2008):

- Ausência de sinalização luminosa específica para os peões, realizando-se os atravessamentos nos períodos em que não existe tráfego automóvel em determinado ramo da estrada. Esta solução é normalmente aplicada se o volume de peões for baixo, em vias de sentido único ou com placa central de refúgio para peões.
- Criação de uma fase para uso exclusivo dos peões, não sendo aí permitido qualquer avanço de tráfego automóvel, tornando-se assim uma solução mais penalizadora (mais morosa) para os veículos. Para além das razões relacionadas com a segurança dos peões, considera-se justificável criar uma fase exclusiva para peões se: O volume de

peões de atravessamento num ramo de entrada do cruzamento exceder 300 peões/h; O movimento de viragem dos veículos for superior a 700 veículos/h durante o tempo de verde, combinado com um volume de peões superior a 50 peões/h; Existir um número significativo de peões com exigências especiais (crianças, idosos, peões de mobilidade reduzida motores, etc.).

- Criação de fases em que é permitido o avanço simultâneo de peões e de movimentos de viragem, devendo os veículos dar prioridade aos peões que tenham iniciado o atravessamento.
- Atravessamento em duas fases, que obriga à existência de uma placa central de refúgio onde os peões possam aguardar em segurança a fase que lhes permite completar o atravessamento, e que pode ser combinado com a travessia enviesada atrás referida.
- Travessia afastada do cruzamento, desde que esta se encontre a uma distância inferior a 50 metros, que permite uma zona de espera para os veículos. Esta solução embora penalize os peões devido a um alongamento do percurso, pode justificar-se se a procura do cruzamento for próxima da sua capacidade.

2) Travessias pedonais desniveladas

Têm como principal objetivo evitar qualquer conflito entre peões e veículos, fazendo-se o atravessamento por cima (passagens superiores) ou por baixo (passagens inferiores) da faixa de rodagem, tornando este tipo de travessia mais segura que as travessias pedonais de nível.

A sua utilização depende da perceção adquirida pelo peão no que diz respeito ao esforço adicional que é necessário para efetuar o atravessamento e ao ganho a nível da segurança.

Segundo as Normas Americanas (cit. por (Seco, *et al.*, 2008)), a adoção de travessias desniveladas justifica-se se no período de ponta de 4 horas o volume de peões for superior a 300², e o volume de veículos exceder 10000 ou o tráfego médio diário (TMD) for maior do que 35000 veículos/dia. No que respeita à velocidade média dos veículos ela deve ser superior a 60 km/h. Por outro lado não deverá existir a uma distância de 200 m qualquer travessia pedonal que possa ser utilizada em absolutas condições de segurança (semaforizada ou desnivelada).

O acesso às travessias desniveladas deve ser em rampa (ou elevadores) de modo a facilitar o acesso a peões com mobilidade reduzida.

O declive das rampas deve ser igual ou inferior a 5% e estas devem ser protegidas com o recurso a guardas metálicas.

a) Passagens superiores

O atravessamento pedonal é efetuado a um nível superior ao da faixa de rodagem onde circulam os veículos.

Este tipo de passagens pode ser conseguido mantendo a plataforma da estrada e construindo a passagem superior e os respetivos acessos, ou rebaixando a faixa de rodagem e mantendo a passagem para circulação dos peões aproximadamente de nível.

Nas passagens superiores, preferencialmente cobertas, a largura mínima é de 2,40 metros sendo necessário garantir desníveis superiores a 5,50 m, como mostra a figura 2.7.

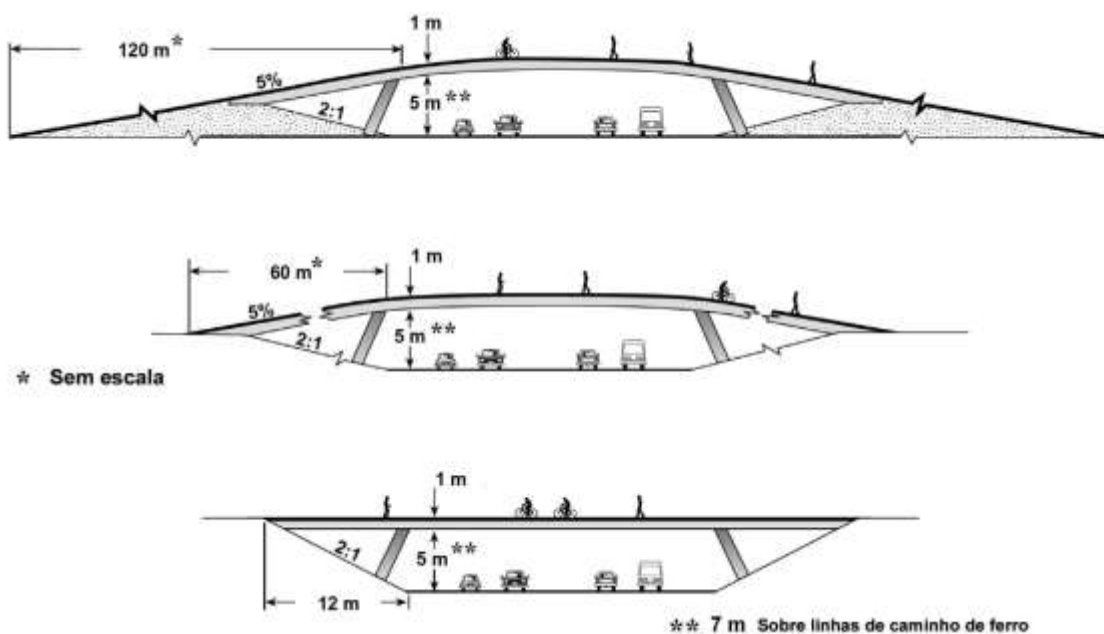


Figura 2.7 - Passagens superiores para peões (ODT, 1995)

As passagens superiores são, em geral, mais baratas de implementar que as passagens inferiores, melhoram o sentimento de segurança contra crimes mas impõem percursos maiores e mais difíceis de ultrapassar por parte dos cidadãos mais condicionados fisicamente.

b) Passagens inferiores

O atravessamento pedonal ocorre a um nível inferior ao da faixa de rodagem. Nas passagens inferiores a largura mínima é de 3,50 m e a altura livre deve ser superior a 3 m, como ilustra a figura 2.8.

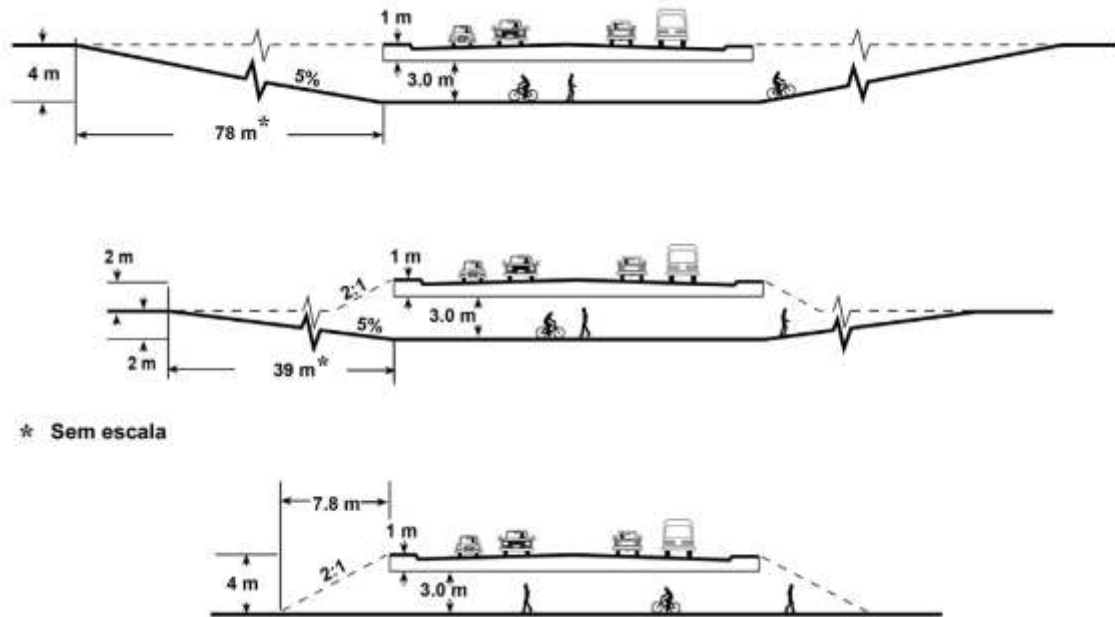


Figura 2.8 - Passagens inferiores para peões (ODT, 1995)

Nestes casos dever-se-ão usar trajetos abertos, bem ventilados, com saída preferencialmente visível e com sinalização de orientação durante o trajeto, necessitando de especial cuidado os problemas de drenagem. Devem ser bem iluminados e com vigilância permanente através de circuitos internos de TV, de modo a reduzir os problemas relacionados com a segurança pessoal dos peões, que ocorrem mais frequentemente em períodos do dia com menor volume de peões e à noite. São, em geral mais, onerosas que as passagens superiores, principalmente quando há necessidade de escavações, mas os percursos impostos são mais curtos e fáceis de vencer que a alternativa superior.

2.2.3. Soluções de apoio ao peão

De modo a que o peão possa efetuar o atravessamento com maior segurança recorre-se muitas vezes à alteração da geometria das vias, pois desta forma reduz-se o tempo de exposição dos peões e o condutor do veículo é alertado para a necessidade de reduzir a velocidade de circulação, pois ele identifica o local de atravessamento para peões através da sinalização vertical, sinais sonoros ou pavimentos diferenciados.

2.2.3.1. Redução do raio das curvas (curvas de raios múltiplos)

Com esta solução pretende-se reduzir a velocidade de circulação dos veículos, bem como o tempo de exposição dos peões, uma vez que proporciona uma diminuição do comprimento do atravessamento. Nestes casos é necessário verificar se as necessidades de manobrabilidade dos veículos, nomeadamente dos pesados, são satisfeitas e, quando necessário, prever proteções

que previnam o galgamento proposicionado dos passeios. Convém também verificar eventuais problemas relacionados com o estacionamento ilegal, que pode causar redução da capacidade viária.

Na figura 2.9 apresenta-se o efeito da redução do raio na extensão do atravessamento, verificando-se que o tempo de exposição do peão é menor quando o raio da curva é mais pequeno.

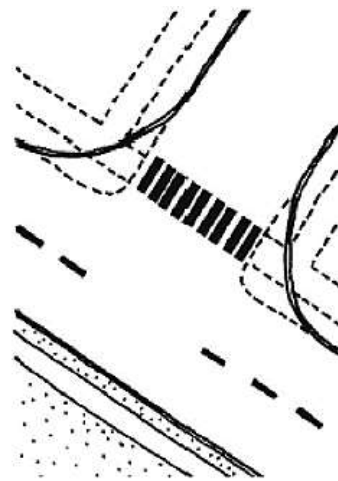


Figura 2.9 - Redução do raio das curvas

2.2.3.2. Prolongamento do passeio

Esta solução visa reduzir o comprimento de atravessamento e baixar a velocidade dos veículos, com a vantagem de que é criada uma área adicional que pode ser utilizada como local de espera dos peões de forma a melhorar a sua visibilidade (ver figura 2.10). O estacionamento ilegal tende a reduzir, uma vez que o número de lugares oferecidos também diminui mas é mais evidente.

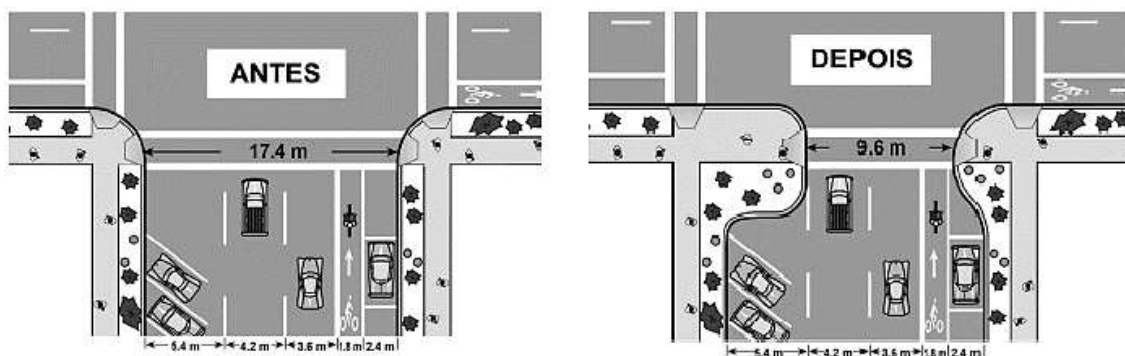


Figura 2.10 - Prolongamento do passeio em cruzamentos (Seco, et al., 2008)

Em determinadas situações é necessário proteger o local de espera dos peões com obstáculos (ver figura 2.11), impossibilitando o estacionamento em cima dos passeios.

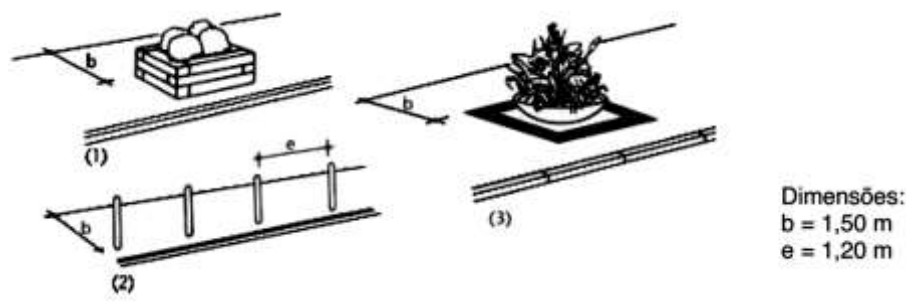


Figura 2.11 - Obstáculos que impedem o estacionamento (CROW, 1998)

2.2.3.3. Tratamento/Sobrelevação das superfícies de atravessamento

As zonas de atravessamento podem sofrer um tratamento superficial através da utilização de um material diferenciado que contraste com o pavimento alertando, deste modo, os condutores para a existência de peões. Em vias cujo tráfego automóvel tem menos importância, tais como vias de acesso local ou vias distribuidoras locais (e, em casos excepcionais, em vias distribuidoras principais), poderá ser interessante manter a cota dos passeios ao longo da zona de atravessamento pedonal, obrigando os veículos a galgar um pequeno desnível e a circular com velocidades mais baixas.

2.2.3.4. Refúgio para peões

A criação de uma placa central de refúgio para peões deve ser considerada em ruas com 4 ou mais vias, quando os veículos circulam com velocidade elevada e o volume de peões for significativo ou, em particular, se existirem peões com mobilidade reduzida. Nestes casos o atravessamento passa a ser feito em duas fases, transformando uma faixa com dois sentidos em duas faixas com um único sentido. Esta solução, devido ao estreitamento que sugere, impõe uma certa redução na velocidade dos veículos e uma diminuição da distância de atravessamento com exposição aos veículos.

É um tipo de solução que permite simplificar e tornar mais seguro o atravessamento criando uma área de espera para os peões tornando-os mais visíveis e, por outro lado, melhorando as suas condições de visibilidade sem consequências ao nível da prioridade do tráfego viário e com poucas alterações ao nível da capacidade.

A adoção desta solução exige espaço disponível na faixa de rodagem e pode provocar uma acumulação de lixo e água no local. As correntes de tráfego ficam mais próximas e os peões podem ter um falso sentido de segurança, podendo mesmo aumentar o perigo de acidente no caso da visibilidade de o refúgio ser deficiente.

Os refúgios de peões (ver figura 2.12) devem obedecer, sempre que possível, as seguintes recomendações (Seco, *et al.*, 2008):

- Comprimento mínimo de 3 metros;
- Largura desejável 2,00 m e mínima de 1,20m de modo a garantir proteção adequada aos peões;
- Existência de sinal vertical de contorno de obstáculo;
- Existência de uma boa iluminação do local;
- Verificação das necessidades de manobra dos veículos pesados:
 - Largura das faixas de rodagem $\geq 3,00$ m;
 - Junto aos cruzamentos afastar $\geq 3,00$ m da linha de cedência de prioridade;
- Não colocação junto a paragens de BUS, pois pode impedir as ultrapassagens, provocando assim um possível bloqueio da via;
- Eventualmente dever-se-á proibir o estacionamento na zona;
- Pode ser instalada isoladamente ou em conjunto com passareiras ou semáforos.

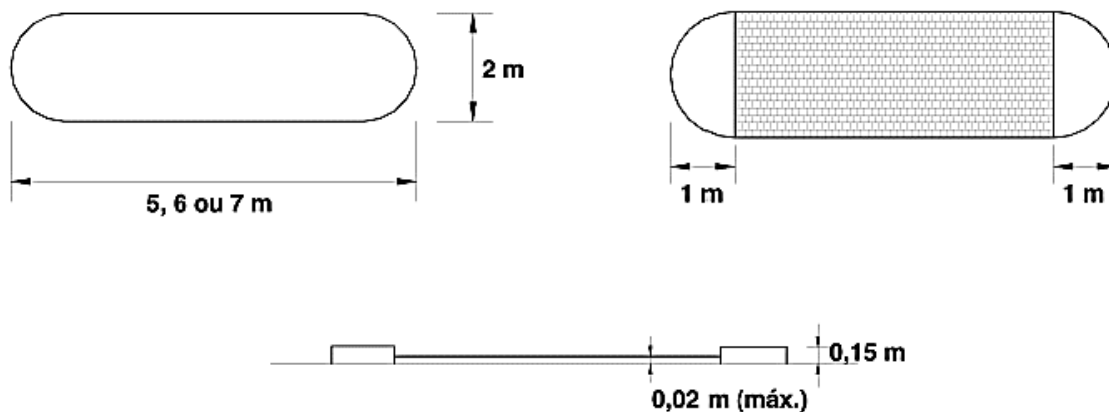


Figura 2.12 - Refúgio para peões (Marques, 1994)

2.2.3.5. Pormenores construtivos de proteção aos peões

Com o intuito de proteger os peões mais desfavorecidos, nomeadamente os deficientes, as crianças e os idosos, existem alguns pormenores construtivos que devem ser considerados (Seco, *et al.*, 2008):

- Rebaixamento dos passeios, de modo a facilitar o movimento dos peões de mobilidade reduzida;
- Utilização de sinais sonoros nas sinalizações luminosas para informar os invisuais;
- Utilização de elementos tácteis para guiamento e alerta dos invisuais;
- Instalação de guardas para canalização dos movimentos dos peões e uma distância de 0,50 metros da berma, de modo a evitar toques nos veículos;
- Garantia de que as guardas ou outros elementos não limitam a visibilidade;

- Trajetos com canalização o mais próximo possível dos trajetos naturais dos peões;
- Boa iluminação dos locais destinados aos peões;
- Aplicação de materiais antiderrapantes em zonas onde existam problemas de aderência com o piso molhado.

2.2.4. Medidas de acalmia de tráfego

Em Portugal não existe ainda uma definição formal de acalmia de tráfego, no entanto, de acordo com bibliografia científica internacional associada a este assunto a definição mais consensual é: *“Implementação de um conjunto coerente de técnicas que, alterando adequadamente a geometria convencional das vias induz os condutores dos veículos automóveis a alterarem o seu comportamento, contribuindo para um aumento da segurança real e induzida dos utilizadores mais vulneráveis da via, contribuindo ainda para uma requalificação do espaço urbano quer em termos paisagísticos quer ambientais.”*

Com a implementação destas medidas pretendem-se atingir os seguintes objetivos (Bastos Silva, *et al.*, 2011):

- Reduzir a velocidade média de circulação dos veículos;
- Eliminar/reduzir o tráfego de atravessamento;
- Reduzir o número e a gravidade dos acidentes;
- Reduzir os níveis de ruído;
- Reduzir as emissões de gases nocivos para a saúde;
- Aumentar o sentimento de segurança por parte de todos os utentes do meio rodoviário;
- Requalificar o espaço urbano paisagística e ambientalmente;
- Melhorar a qualidade de vida.

É importante referir que estes objetivos só são concretizáveis com um conjunto coerente e integrado de medidas. Assim sendo, a implementação de medidas de acalmia de tráfego aposta essencialmente na compatibilização das condições de circulação dos diversos meios de transporte, promovendo o respeito pelos utilizadores mais vulneráveis (peões e ciclistas) e aumentando a sua segurança.

As medidas de acalmia de tráfego são geralmente subdivididas em dois grupos distintos:

- Medidas de controlo de velocidade;
- E medidas de controlo de volume de tráfego.

2.2.4.1. Tipologia de Medidas de Controlo de Velocidade

Estas medidas caracterizam-se essencialmente por alterações impostas nos alinhamentos horizontais e verticais dos arruamentos.

1) Alterações aos alinhamentos horizontais

As alterações aos alinhamentos horizontais englobam todas as medidas que obrigam os condutores a desviar a sua trajetória em planta mediante a circunscrição de curvas e contra curvas. Podem ser dos tipos:

a) Gincanas

São definidas como desvios horizontais sucessivos impostos no traçado de uma estrada, tornando-a sinuosa por meio da incorporação sucessiva de curvas e de contra curvas e tem como objetivo principal impedir a prática de velocidades de circulação superiores à velocidade desejada para o local (ver figura 2.13 a). É usual a sua materialização por recurso à implementação de ilhéus separadores no centro da faixa de rodagem, ou em zonas urbanas, com recurso à implementação de caixas de vegetação junto às bermas ou através de baias de estacionamento dispostas alternadamente em ambos os lados da faixa de rodagem (ver figura 2.13 b).

De um modo geral, a sua aplicabilidade deve ter em atenção a classificação hierárquica da via em análise e o tráfego médio diário anual (TMDA) envolvido.

É adequada a sua implementação em vias com TMDA compreendido entre os 4000 e os 8000 veículos (Mowatt, 1990), ou em vias com TMDA até 20 000 veículos (MATD, 2001) desde que associadas a geometrias pouco restritivas. Nos casos em que há uma redução do número de vias, as gincanas são indicadas em vias cujo TMDA é inferior a 3000 veículos e para velocidades de projeto inferiores ou iguais a 40 km/h (Ewing, 1999). A redução a uma única via com sentidos reversíveis deverá limitar-se a zonas centrais e residenciais.

Nas gincanas sem separador central, o volume de tráfego deve ser preferencialmente semelhante nos dois sentidos, de modo a diminuir a tendência de invasão da via adjacente na procura de trajetórias diretas.

As entradas nas localidades são um local privilegiado para integração de gincanas, podendo recorrer-se a geometrias que imponham a moderação de velocidade dos veículos nos movimentos de entrada, sem contudo condicionar os movimentos de saída.

Segundo PennDOT (2001, cit. por (Bastos Silva, *et al.*, 2011)), não devem ser colocadas gincanas em traneis de inclinação superior a 8%.

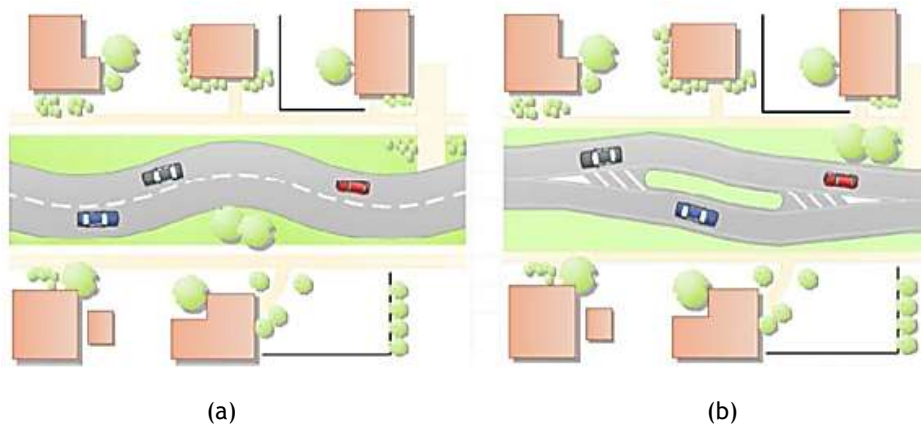


Figura 2.13 - (a) Gincana por recurso a curvas e contracurvas; (b) Gincana com separador central (adaptado de (Ewing, 1999))

b) Estrangulamentos

Os estrangulamentos são materializados pela redução da largura da faixa destinada ao tráfego de veículos. É conseguido através do estrangulamento da faixa de rodagem a partir dos lados (ver figura 2.14 a), o qual pode ser efetuado através do alargamento dos passeios, da construção de pequenos espaços verdes laterais à faixa de rodagem, pela introdução de lugares de estacionamento, pela construção de ciclovias, etc., ou a partir do centro da faixa de rodagem (ver figura 2.14 b), incorporando separadores centrais.

Tem como objetivo principal induzir a redução da velocidade de circulação dos veículos, mas também, quando associados à passagem de peões, encurtar a distância de atravessamento e, conseqüentemente, a exposição ao risco de atropelamento.

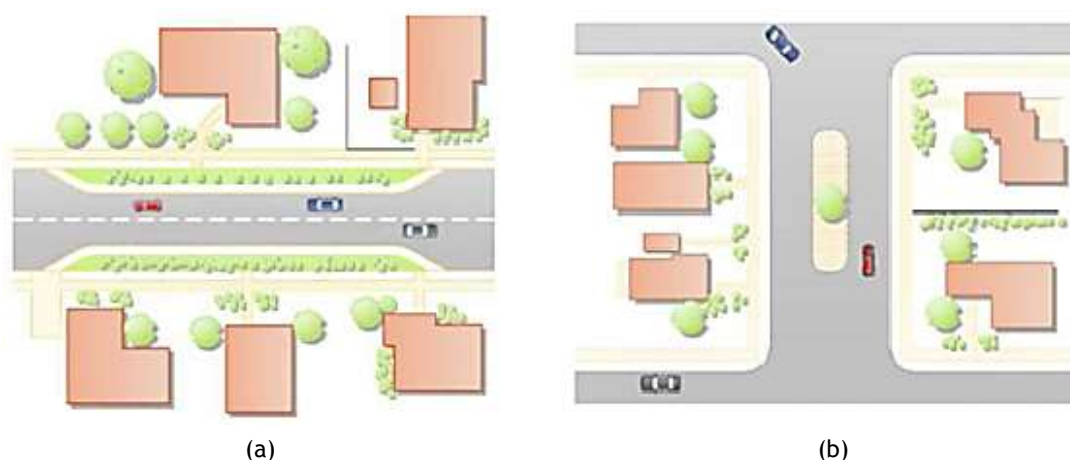


Figura 2.14 - (a) Esquema de um estrangulamento a partir dos lados; (b) Esquema de um estrangulamento a partir do centro provocado por um separador central (Ewing, 1999)

Os estrangulamentos são aplicáveis a todos os tipos de vias, incluindo o atravessamento de povoações. A sua implementação é adequada em vias com TMDA até 15 000 veículos, embora seja considerada aceitável até 20 000 veículos/dia (Delaware Department of Transportation, 2000); (MATD, 2001)). A velocidade base das vias intervencionadas deve ser limitada a 70 km/h, idealmente até 50 km/h ou a 40 km/h se levar à redução do número de vias (Herrstedt, 1993).

São recomendados em zonas onde se pretenda proteger os peões, principalmente se se verificar a presença regular de peões com dificuldades motoras, idosos e crianças, e podem ser utilizados em cruzamentos onde se pretenda apoiar as manobras de viragem à esquerda, mediante a criação de vias de desaceleração e armazenamento de veículos que aguardem o direito à passagem.

Sempre que o volume de tráfego na hora de ponta seja superior a 600 veículos no conjunto dos 2 sentidos, o estrangulamento não deve conduzir à diminuição do número de vias (Bastos Silva, *et al.*, 2011).

É importante realçar que este tipo de solução não é adequado a locais onde existam ciclovias e onde os mesmos possam exigir a sua interrupção.

c) Estreitamento junto às entradas de interseções

É um tipo de solução que consiste em prolongar o passeio no interior do cruzamento, como ilustra a figura 2.15.

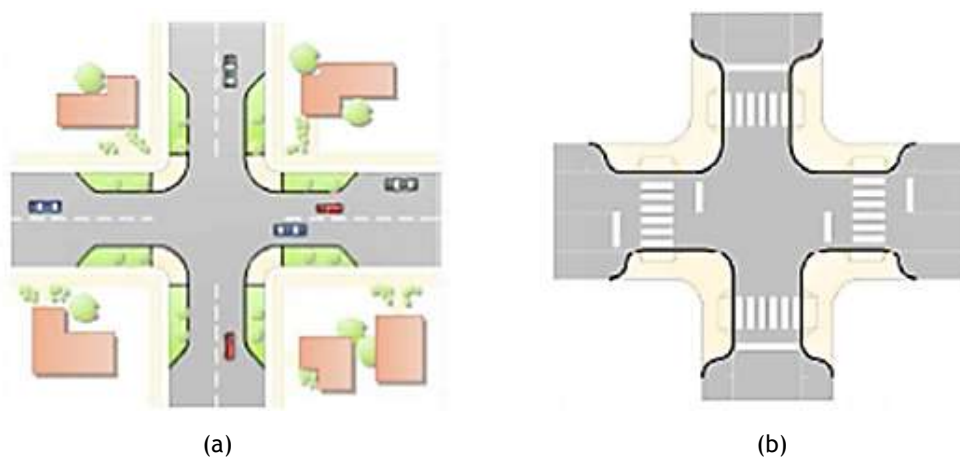


Figura 2.15 - Esquemas de possíveis estreitamentos junto a entradas de interseções:

(a) - (Ewing, 1999); (b) - (FHWA, 2002)

Desta prática, resulta uma diminuição do comprimento de atravessamento, ao mesmo tempo que é criada uma área que pode ser utilizada como local de espera dos peões aumentando os níveis de visibilidade sobre os mesmos, fatores que contribuem para um aumento da segurança

destes. Estas áreas podem, por vezes, conter obstáculos de modo a evitar o estacionamento ilegal em cima do passeio.

Condiciona ainda o comportamento dos condutores levando-os a praticar velocidades de circulação mais baixas, devido à redução do raio de viragem, e a reduzir a prática do estacionamento ilegal nas entradas dos cruzamentos.

O domínio de aplicabilidade dos estreitamentos é o mesmo do apontado para os estrangulamentos da via (ver ponto anterior).

Na figura 2.16 podem observar esquemas de possíveis ajustes de cruzamento em T, que induzem a redução da velocidade na aproximação ao cruzamento através da quebra de alinhamentos e canalização de movimentos. Estas alterações podem também ser aplicadas com o intuito de alterar alinhamentos ou as hierarquias de prioridades das vias, tornando movimentos não prioritários em prioritários e melhorando a visibilidade na aproximação ao cruzamento.

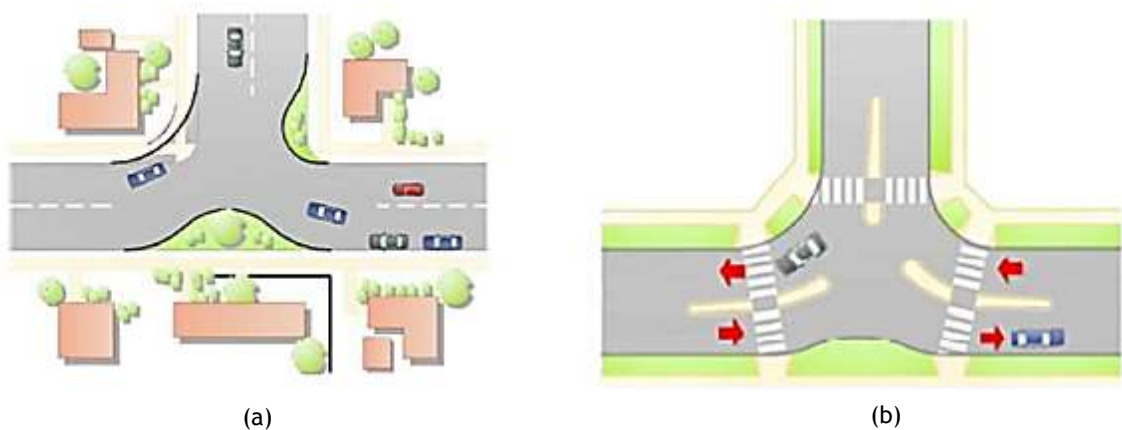


Figura 2.16 - Esquemas de possíveis reajustes de cruzamentos em T:
(a) - (Ewing, 1999); (b) - (FHWA, 2002)

d) Rotundas

Define-se por Interseção Giratória ou Rotunda um ordenamento geométrico simples caracterizado pela convergência de diversos ramos numa praça central de forma geralmente circular e intransponível, em torno da qual é estabelecido um sentido único de circulação, assumido como prioritário em relação aos movimentos de entrada (Bastos Silva, et al., 2011):

As rotundas utilizadas como medida de acalmia de tráfego podem ser classificadas como mini-rotundas ou como rotundas normais de dimensão compacta consoante o diâmetro do círculo inscrito (DCI) seja inferior ou superior a 28 metros.

As rotundas normais são dimensionadas considerando que a ilha central é intransponível (ver figura 2.17 b), embora possam ser ladeadas por uma faixa galgável destinada a facilitar as manobras dos veículos de maiores dimensões (rotundas semi-galgáveis).

As mini-rotundas são de pequenas dimensões pelo que podem impor restrições à circulação de alguns veículos, nomeadamente veículos longos no caso de estas serem fisicamente materializadas (DCI entre os 18 m e os 28m), ou a todo o tipo de veículos se se tratar de mini-rotundas simplesmente pintadas (DCI entre os 14m e os 18m) (ver figura 2.17 a).

Em locais onde é significativa a presença de ciclistas é frequente implementarem-se medidas de apoio que minimizem a ocorrência de conflitos veículo-ciclista, tais como a implementação de uma ciclovia no extradorso do anel ou associadas/compatibilizadas com a rede pedonal.

As ilhas centrais devem ser constituídas por materiais de cor contrastante e no caso das mini-rotundas através da utilização de pavimentos que apresentam texturas irregulares e desconfortáveis para se revelarem suficientemente desincentivadoras à sua utilização por parte dos veículos ligeiros. Como medida de acalmia de tráfego, as rotundas visam incentivar os condutores a adotar velocidades de circulação moderadas. Estas podem ainda ser implementadas com o objetivo de regular o tráfego em cruzamentos com procura elevada.

Segundo Hoz e Pozueta (1995, cit. por (Bastos Silva, et al., 2011)), geralmente, as rotundas caracterizam-se por possuírem um domínio de aplicabilidade vasto, adaptando-se tanto a zonas urbanas como interurbanas. São aplicáveis para responder a variados volumes de tráfego e velocidades.

Quando concebidas como medida de acalmia de tráfego devem ser preferencialmente limitadas a vias sujeitas a níveis de procura de tráfego baixos a moderados (volumes horários inferiores a 800 veículos, por entrada) (MATD, 2001).



(a)



(b)

Figura 2.17 - (a) Mini rotunda (Ança, Cantanhede); (b) Rotunda normal (Covilhã)

1) Alterações nos alinhamentos verticais

As alterações aos alinhamentos verticais abrangem todas as mediadas que implicam a alteração da cota do pavimento. De seguida são apresentados os principais tipos de alterações considerados.

a) Pré - Avisos

Os pré-avisos caracterizam-se pela repetição, de forma variável, de bandas ou faixas transversais à faixa de rodagem, tendo como principal função alertar os condutores através do ruído e da vibração que produzem à passagem do veículo, e através do efeito visual (ver figura 2.18). Estes podem ser de dois tipos: bandas sonoras ou bandas cromáticas.

As bandas sonoras são constituídas por elementos mais agressivos de maior espessura, enquanto as bandas cromáticas são constituídas por uma espessura de tinta com poucos milímetros de altura.

Os pré-avisos são colocados na parte central da via, numa largura suficiente para abranger os dois rodados de qualquer veículo.

Com a implementação de pré-avisos pretende-se alertar os condutores para a aproximação de uma zona/troço com algum grau de conflituosidade e de risco, pelo que estes têm de adaptar o seu comportamento às novas condições de circulação, que pode passar por uma redução na velocidade.

Esta solução tem um domínio de aplicabilidade vasto, pelo que podem ser implementadas em qualquer tipo de vias independentemente dos volumes de tráfego ou velocidades envolvidas.

São normalmente utilizadas na proximidade de locais que requerem uma atenção especial por parte dos condutores, sejam entradas em localidades, locais de intenso tráfego pedonal, na aproximação a travessias pedonais ou a outras medidas de acalmia de tráfego mais restritivas.



Figura 2.18 - Pré-avisos (Vila Boa, Guarda)

b) Lombas redutoras de velocidade

Estas lombas apresentam-se como uma elevação da cota da superfície do pavimento numa faixa colocada transversalmente à faixa de rodagem, como ilustra a figura 2.19, com a finalidade de produzir um impacto físico e visual no condutor, obrigando-o a reduzir a sua velocidade de circulação.

A sua altura é significativamente superior à dos pré-avisos e podem ser aplicadas de forma isolada ou em sequência, espaçadas entre si de uma distância pré-definida. É a medida de acalmia mais extensivamente utilizada porque apresenta uma elevada eficiência em termos de redução de velocidade devido ao incómodo imposto ao condutor durante a transposição das elevações introduzidas e ao risco de danos graves nos veículos quando transpostas a velocidades elevadas.

Quando associadas a ciclovias, as lombas devem ser preferencialmente interrompidas a uma distância de 1,20 metros, tendo sempre presente que embora se revelem extremamente favoráveis à circulação dos ciclistas, esta faixa tem o inconveniente de poder ser incorretamente utilizada pelos condutores que circulam com apenas um rodado sobre a lomba. Sempre que tal aconteça poderá ser promovida a segregação física da ciclovia em relação à faixa de rodagem.

Os locais mais apropriados para a implementação de lombas são as vias de acesso local integradas em zonas residenciais e comerciais. A aplicação das lombas deve ser, preferencialmente, limitada a vias com TMDA inferiores a 3000 veículos (Delaware Department

of Transportation, 2000) ou a 4000 veículos em zonas residenciais e 5000 veículos em zonas centrais (SCDOT, 2006; MATD, 2001).

Não são recomendadas para trajetos com intenso tráfego de pesados e veículos de emergência.



Figura 2.19 - Lomba redutora de velocidade numa zona residencial (Seixal)

c) Passagens pedonais elevadas e plataformas

As passagens pedonais elevadas são lombas com formato trapezoidal em que a parte superior é plana e preparada para a circulação de peões (ver figura 2.20). Quando são estendidas ao longo de um trecho, são geralmente designadas de plataformas (Bastos Silva, *et al.*, 2011).

No caso das passagens pedonais elevadas, importa utilizar tratamentos superficiais na secção plana que salvaguardem a circulação dos peões em conforto e segurança, melhorando a sua aparência e notoriedade. Pode também estar associada ao atravessamento de ciclistas.

Com esta medida pretende-se evidenciar a presença de peões, facilitar os atravessamentos pedonais através do nivelamento das travessias em relação aos passeios, e por consequência, alertar o condutor para a necessidade de reduzir a velocidade de circulação.

À semelhança das lombas redutoras de velocidade, trata-se de medidas essencialmente indicadas para serem implementadas em zonas residenciais, comerciais e centrais.

As plataformas elevadas são aplicáveis em locais com intensidades de tráfego superiores aos permitidos para as lombas, admitindo-se a sua implementação em locais com TMDs máximos de

10 000 veículos (MATD, 2001; Delaware Department of Transportation, 2000; (Seco, *et al.*, 2008)).



Figura 2.20 - Passagem de peões elevada

(<http://www.circulaseguro.pt/educacao-rodoviaria/as-lombas-redutoras-de-velocidade>)

d) Interseções elevadas

São caracterizadas por uma plataforma elevada que abrange todo o interior de uma interseção e eventualmente os ramos afluentes nos troços de aproximação, ficando toda essa área a um nível muito próximo do nível do passeio, como ilustra a figura 2.21. O acesso ao interior da interseção é feito através de rampas localizadas nas entradas. Tem como objetivos reduzir a velocidade de circulação dos veículos nas interseções e aumentar o nível de alerta por parte do condutor para a potencial existência de peões, diminuindo os conflitos veículo-peão.

As interseções elevadas aplicam-se sobretudo em vias locais, nomeadamente em zonas residenciais, comerciais e centrais, onde o tráfego pedonal é mais elevado e onde a velocidade de circulação máxima permitida é de 50 km/h.

É indicada a sua implementação em vias com TMDA entre os 6500 e os 10 000 veículos.



Figura 2.21 - Interseção elevada (Seixal)

e) Vias ao mesmo nível do passeio

Nestas vias procuram-se atingir efeitos semelhantes aos resultantes da aplicação de plataformas e de interseções elevadas, com a diferença de que a faixa de rodagem e os passeios estão situados à mesma cota, deixando de haver segregação física de espaços destinados aos diferentes utilizadores (Bastos Silva, *et al.*, 2011), como se apresenta na figura 2.22. Assim, promove-se a utilização conjunta e harmoniosa do mesmo espaço por diferentes tipos de utilizadores. O seu tratamento superficial e enquadramento urbanístico procuram incutir nos condutores a sensação de que estes se encontram num espaço destinado primeiramente ao peão, onde devem adotar comportamentos compatíveis com a sua presença.

Tal como nas plataformas e interseções elevadas, as vias ao mesmo nível do passeio são particularmente indicadas para zonas centrais, comerciais e residenciais, preferencialmente se as vias foram dos tipos distribuidora local ou de acesso local.

Esta solução só deve ser adotada em locais onde o TMDA esteja compreendido entre os 500 e os 5000 veículos e a velocidade praticada seja inferior a 30 km/h.



Figura 2.22 - Espaço urbano com uma via ao mesmo nível do passeio (Fundão)

3) Outras Soluções de Controlo de Velocidade

a) Semáforos de Controlo de Velocidade

As soluções semafóricas de controlo de velocidade são constituídas por um sistema que deteta a velocidade dos veículos, alternando entre o sinal verde e o sinal vermelho consoante o valor registado ultrapasse ou não o limite de velocidade imposto. É uma das medidas mais utilizadas em Portugal.

Pelo facto de não imporem alterações físicas às infraestruturas, muitas referências da especialidade não consideram esta solução como medida de acalmia de tráfego.

A implementação de semáforos revela-se particularmente útil na marcação de transições entre ambientes rodoviários em locais onde não é possível alterar a geometria da via, devido a restrições financeiras ou falta de espaço físico (Bastos Silva, *et al.*, 2011).

Não devem ser utilizados como medida de acalmia de tráfego de uso generalizado, mas como forma de alerta pontual para a aproximação de uma zona de risco acrescido, e devidamente integrados com soluções combinadas de medidas de acalmia que permitam controlar de forma física o comportamento dos condutores.

Esta solução é eficaz na redução localizada de velocidade, sendo que a reação normal perante os semáforos de controlo de velocidade é a diminuição da velocidade na aproximação, seguida de uma aceleração após a sua passagem (Bastos Silva, *et al.*, 2011).

Segundo Craveiro (2004, cit. por (Bastos Silva, *et al.*, 2011)), em meio urbano o nível de respeito ao sistema é elevado (violação inferior a 2%), embora se preveja que em espaços rurais este nível desça consideravelmente, principalmente durante a noite.

Como desvantagens consideram-se o aumento da demora sofrida pelos utilizadores deste sistema, os níveis de poluição e os consumos de combustível resultantes do processo pára-arranca e ainda o facto da sua implementação e manutenção serem dispendiosas.

A figura 2.23 ilustra um semáforo de controlo de velocidade na Estrada Nacional 18, onde a aproximação de veículos a velocidades superiores ao limite de velocidade imposto faz alternar o sinal verde para vermelho.



Figura 2.23 - Semáforo de controlo de velocidade (Estrada Nacional 18, Guarda)

b) Portões de entrada

Os portões de entrada consistem em introduzir um conjunto de alterações na infraestrutura e/ou introduzir alguns elementos complementares que têm como finalidade alertar o condutor para uma mudança no ambiente rodoviário (entre o ambiente interurbano e urbano).

Funcionam por coação psicológica induzindo os condutores a adotarem um comportamento compatível com a vivência urbana, de modo a moderarem a sua velocidade e a adotarem um comportamento mais cauteloso.

Podem ser implementados isoladamente ou como complemento de outras medidas de acalmia.

De modo a garantir a sua eficácia, o portão de entrada deve ser visualmente notório e bem visível pelos condutores, pelo que o recurso a elementos verticais, tais como postes de iluminação ou árvores, têm-se revelado extremamente eficazes no controlo dos níveis de visibilidade (Ewing, 1999).

A figura 2.24 apresenta o portão de entrada na cidade da Figueira da Foz.



Figura 2.24 - Portão de entrada (Figueira da Foz)

2.2.4.2. Tipologia de Medidas de Controlo do Volume de Tráfego

As medidas de controlo de velocidade estão diretamente ligadas às medidas de controlo de volumes de tráfego.

Estas medidas não são diretamente aplicáveis no tratamento de atravessamentos de localidades por estradas nacionais ou regionais, contudo, podem ser aplicáveis em situações particulares, como é o caso dos trechos cujo reordenamento funcional possa exigir a reestruturação da rede viária local e envolvente e o condicionamento de acessos locais, por recurso a medidas físicas de controlo (Bastos Silva, *et al.*, 2011).

1) Fecho de Ruas ao Trânsito

Esta solução é conseguida com recurso a sinalização e/ou barreiras físicas que condicionam a circulação de determinados meios de transporte (ver figura 2.25). É frequente a colocação de barreiras que impedem a circulação de veículos em determinadas ruas ou sentidos de circulação, permitindo a passagem de peões e de ciclistas, ou ainda, de transportes coletivos. Normalmente, também os residentes, os veículos de emergência, de manutenção e limpeza e os transportes de carga e descarga podem circular nestas vias. O fecho de uma rua pode ser total (em ambos os sentidos) ou apenas parcial (num sentido).

Com esta medida pretende-se reduzir ou eliminar o tráfego de atravessamento, criando espaços harmoniosos e de socialização.

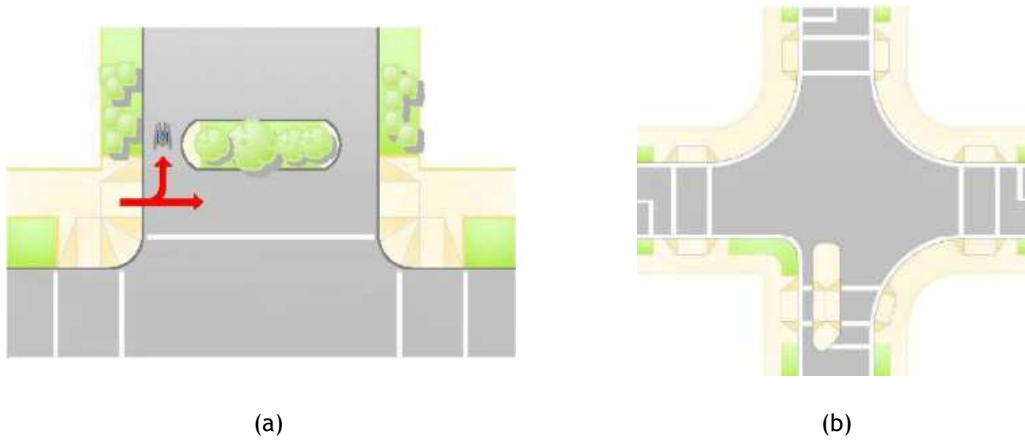


Figura 2.25 - (a) Esquema de rua fechada ao trânsito automóvel (<http://www.fhwa.dot.gov/>); (b) Esquema de fechos parciais (MATD, 2001)

2) Barreiras em interseções

Estas barreiras visam impedir a execução de determinados movimentos direcionais. São materializadas no local através da colocação de ilhéus direcionais ou de separadores centrais nas interseções, como ilustra a figura 2.26.

Dependendo da tipologia ou do formato do ilhéu, este pode impedir o acesso a uma determinada rua ou apenas condicionar alguns movimentos indesejados, seja por razões de segurança ou como forma de controlar eventuais disfunções da rede viária local.

Permitem eliminar pontos de conflito e movimentos conflituosos, ou proteger zonas que se destinam preferencialmente à passagem de peões ou ciclistas.

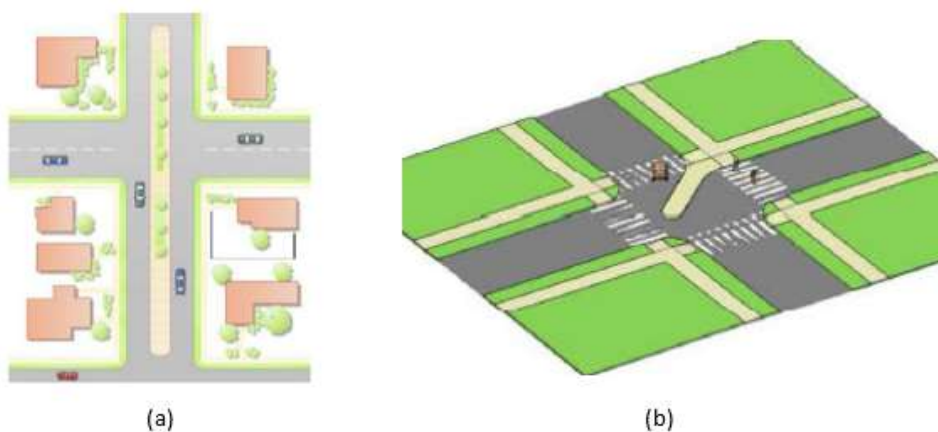


Figura 2.26 - Esquema de barreiras em interseções: (a) Barreira central (Ewing, 1999); (b) Barreira diagonal

3. Avaliação da qualidade do ambiente pedonal

Ambientes que permitem e incentivam as pessoas a caminhar contribuem para estilos de vida saudáveis, ruas mais seguras, igualdade social e qualidade ambiental.

É internacionalmente aceite que as viagens de curta duração, em geral até uma distância de cerca de 1km, são na sua maioria (mais de 90%) realizadas a pé.

Infelizmente, fatores associados à política e ao planeamento dos transportes, à ocupação do solo, entre outros, resultam em impedimentos significativos à pedonalização do espaço urbano como uma forma viável de transporte. Existem ainda outras barreiras que desencorajam a atividade pedonal, como é o caso das longas distâncias entre os locais de residência, trabalho e serviços, dos cruzamentos perigosos, das passagens pedonais inadequadas e dos passeios insuficientes ou pouco seguros para caminhar.

Por forma a diagnosticar o grau de pedonalização das áreas urbanas é necessário reunir um conjunto de dados sobre a infraestrutura, como por exemplo a largura dos passeios, a presença de iluminação de rua para peões, a existência de “buffers”, entre outros, e considerar uma componente de análise, a fim de se localizarem as áreas geográficas com mais necessidades a nível pedonal e definir um plano de intervenção com vista a mitigar, ou mesmo eliminar, as barreiras existentes.

Tendo em conta o exposto, surgiram as auditorias pedonais. Estas avaliam os desejos e as necessidades dos peões, bem como as deficiências existentes nas infraestruturas construídas.

Neste capítulo serão abordados quatro métodos de avaliação da qualidade do ambiente pedonal nomeadamente, o Pedestrian Environment Quality Index (PEQI), o Pedestrian Safety Index (PSI) e o Pedestrian Environmental Data Scan (PEDS) e o Nível de Serviço (NS) presente no Highway Capacity Manual (HCM). Apresentam-se também algumas considerações sobre os mesmos, bem como a escolha do índice adotado e as respetivas adaptações efetuadas.

3.1. Índices de avaliação

3.1.1. Pedestrian Environment Quality Index (PEQI)

O Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal (PEQI) foi desenvolvido em 2008 pelo Departamento de Saúde Pública de San Francisco (SFDPH) (SFDPH, 2008); (UCLA, 2009); (City of Austin Planning and Development Review Department)) e visa, como o próprio nome indica, avaliar a qualidade do ambiente pedonal, bem como, informar acerca da necessidade de planeamento do mesmo.

A informação necessária para a determinação do PEQI é recolhida em dois formulários. A escolha do formulário a usar é em função do elemento da rede a analisar, existindo um formulário para a recolha de informação nas interseções e outro para os segmentos de rua.

O formulário das interseções possui 1 secção e 10 indicadores e o dos segmentos de rua incorpora 5 secções (“Tráfego de veículos”, “Passeios”, “Ocupação do solo”, “Aspetos estéticos e de segurança” e “Grau de pedonalização percebido pelo peão”) e 27 indicadores.

Na secção “Interseções” são registados o tipo e as características da interseção que conferem acesso e mobilidade aos peões. De modo a que o peão se sinta cómodo e seguro, é necessário que as passagens para peões apresentem sinalização vertical adequada, marcação no pavimento e sinalização e recursos que reduzam a velocidade do tráfego e aumentem a visibilidade do peão. Para além desta informação, é também registado se o local de atravessamento possui rampa ou lancil rebaixado, a presença de medidas de acalmia de tráfego e a existência de sinais adicionais para peões.

Na secção “Tráfego de veículos” pretende-se avaliar os fatores que comprometem a segurança física dos peões. Colisões entre veículos e peões representam problemas significativos na saúde pública, com especial atenção para as áreas urbanas, onde o número de acidentes deste tipo é mais elevado. Registam-se nesta secção o número de vias e os sentidos de tráfego, o limite de velocidade permitido no segmento e a existência de medidas de acalmia de tráfego.

Em “Passeios” procede-se ao levantamento de todas as características dos passeios. Os passeios são uma componente importante do sistema pedonal, pelo que se projetados e conservados corretamente proporcionam aos seus utilizadores uma experiência pedonal segura. Nesta secção procede-se ao levantamento dos seguintes dados: largura do passeio, inclinações transversal e longitudinal, material de revestimento do passeio, estado da superfície do passeio, existência de obstruções no passeio, presença de lancil, número de acessos para automóveis no passeio, árvores, jardins (públicos e privados), bancos públicos e presença de “buffers” entre o passeio e a via.

Na “Ocupação do solo” contabilizam-se os usos comerciais e os elementos históricos e artísticos presentes na rua. A presença de locais de comércio, locais históricos e/ou artísticos melhoram a qualidade estética da rua, encorajando a atividade pedonal, pelo que está associada a uma maior movimentação de pessoas.

Os “Aspetos estéticos e de segurança” permitem registar informação sobre a forma como as características físicas do ambiente moldam a perceção de segurança das pessoas e portanto, da sua vontade ou conforto em caminhar. A prevenção à criminalidade é um aspeto importante considerado e está muitas vezes ligado a estratégias de *design*, como é o caso da iluminação de rua e do uso comercial do espaço, que contribuem para promover a segurança dos peões. Nesta secção registam-se a presença de graffitis ilegais, lixo, iluminação de rua para peões, zonas em construção, edifícios devolutos, lotes vagos e a existência de bicicletários na rua.

Por fim, é avaliado o grau de pedonalização percebido pelo peão. Nesta secção as questões são de carácter subjetivo e de opinião pessoal, sendo que dependem da perceção da pessoa que está a avaliar o segmento de rua. As questões colocadas baseiam-se no campo visual, no sentimento de segurança, na existência de odores, no ruído e por último, é avaliado o ambiente pedonal como um todo.

Nas figuras 3.1 e 3.2 apresentam-se o formulário das interseções e o formulário dos segmentos de rua com os respetivos códigos.

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal

Formulário	INTERSEÇÕES										
ID Interseção											
Interseção entre	rua 1		e						rua 2		
		0 direções	1 direção	2 direções	3 direções	4 ou + direções					
1	Travessia pedonal		0	1	2	3	4				
2	Passadeira de nível tipo "Zebra"		0	1	2	3	4				
3	Sinalização luminosa para peões	Com contagem decrescente	0	1	2	3	4				
		Sem contagem decrescente	0	1	2	3	4				
4	Sinal de Stop		0	1	2	3	4				
5	Sinalização "No Turn On Red"		0	1	2	3	4				
6	Rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento		0	1	2	3	4				
	Interseção semaforizada		Sim	1	Não	0	Se NÃO, passar para o item 8				
7	SÓ ATRAVESSE A RUA COM LUZ VERDE PARA OS PEÕES OU SINALIZAÇÃO LUMINOSA A PERMITIR A PASSAGEM DE PEÕES										
	Medir a maior largura de atravessamento da interseção.										
	a. Medir o tempo de atravessamento (em segundos)					Inserir valor		segundos			
b. Medir a distância de atravessamento (em metros)					Inserir valor		metros				
8	Travessia do tipo "scramble"		Sim	1	Não	0					
9	Medidas de acalmia de tráfego nas interseções - <i>Assinalar todas as medidas existentes</i> Nenhuma = 0 1 ou 2 medidas = 1 3 ou 4 medidas = 2 5 ou mais medidas = 3		Nenhuma								
			Tratamento das superfícies de atravessamento (textura, cor ou material)								
			Separador central								
			Mini-rotunda								
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))								
			Ciclovia na interseção								
			Encerramento parcial da via / estrangulamento a partir dos lados da via								
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego								
			Prolongamento/extensão do passeio								
			Iluminação das travessias pedonais								
		Outro:									
10	Sinais adicionais para peões		Sim	1	Não	0					
Observações: (Adicionar qualquer informação que seja relevante)											

Figura 3.1 - Formulário PEQI para caracterização de interseções

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal

Formulário	SEGMENTOS				
Preencher UM formulário para cada lado da rua					
ID Segmento					
Nome da rua					
Entre			e		
Lado da rua	Assinale	N	S	E	O

Tráfego de veículos						
11	Número de vias (não incluir vias exclusivas para viragem)	4	4 ou mais vias			
		3	3 vias			
		2	2 vias			
		1	1 via			
		0	Nenhuma via			
12	Dois sentidos de tráfego	Sim	1	Não	0	
13	Limite de velocidade / Velocidade máxima imposta por sinalização vertical	Não imposta por sinalização		20 Km/h		60 Km/h
				30 Km/h		70 Km/h
				40 Km/h		80 Km/h
				50 Km/h		90 Km/h
14	Medidas de acalmia de tráfego Escolher todas as opções presentes Nenhuma = 0 1 ou mais = 1		Nenhuma			
			Separador central			
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))			
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego			
			Bandas sonoras			
			Limite de velocidade imposto (por exemplo: por sinalização)			
			Gincanas			
			Outra:			

Figura 3.2 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua

Passeios					
15	Largura do passeio	0	Sem passeio		
		1	Menor que 1,5m		
		2	Entre 1,5m e 2,5m		
		3	Entre 2,5m e 3,5m		
		4	Maior que 3,5m		
16	Estado da superfície do passeio (Um impedimento é entendido como algo que representa perigo de tropeçar ou interrompe a continuidade da superfície do passeio) - <i>Escolher apenas uma opção.</i>	0	Sem passeio		
		1	Impedimentos significativos		
		2	Alguns impedimentos		
		3	Sem impedimentos		
17	Obstruções significativas no passeio (Uma obstrução é qualquer objeto que provoca uma redução ou variação da largura do passeio ou que obriga os peões a baixarem-se para passar por baixo) - <i>Escolher apenas uma opção.</i>	0	Sem passeio		
		1	Obstruções permanentes		
		2	Obstruções temporárias		
		3	Obstruções permanentes e temporárias (ambas)		
		4	Sem obstruções		
18	Presença de lancil	Sim	1	Não	0
19	Acessos para automóveis no passeio		N.º de acessos (exemplo: acessos a garagens)		
20	Árvores <i>Escolher a opção que melhor descreve o segmento de rua</i>	1	Alinhadas de forma contínua ao longo da rua		
		2	Algumas árvores; Esporadicamente alinhadas ao longo da rua		
		3	Sem árvores		
21	Jardins (públicos e privados)	Sim	1	Não	0
22	Bancos públicos (incluindo os das paragens de autocarro)	Sim	1	Não	0
23	Presença de "buffers" entre o passeio e a via <i>Escolher todas as opções presentes</i>		Nenhum		
			Ciclovia		
			Estacionamento paralelo à rua - sem restrição de tempo		
			Estacionamento paralelo à rua - com restrição de tempo		
			Margem pavimentada ou arrelvada		
Ocupação do solo					
24	Montras e locais de venda a retalho		N.º de estabelecimentos (de todo o tipo)		
25	Locais de interesse histórico ou artístico	Sim	1	Não	0

Figura 3.2 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua (continuação)

Aspectos estéticos e de segurança					
26	Graffitis ilegais	1	Muitos graffitis		
		0	Poucos ou nenhuns graffitis		
27	Lixo	Sim	1	Não	0
28	Iluminação de rua para peões <i>Escolher apenas uma opção</i>	1	Iluminação privada		
		2	Iluminação pública		
		3	Iluminação privada e pública (ambas)		
		0	Sem iluminação de rua para peões		
29	Zonas em construção	Sim	1	Não	0
30	Edifícios devolutos	Sim	1	Não	0
31	Lotes vagos	Sim	1	Não	0
32	Existência de bicicletários na rua	Sim	1	Não	0

Grau de pedonalização percebida pelo peão: Assinale o número que melhor descreve o segmento de rua									
33	Este segmento de rua é visualmente atrativo para caminhar?	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente				
		1	2	3	4				
34	Existe um sentimento de segurança ao caminhar ao longo deste segmento de rua?	1	2	3	4				
35	Verifica-se a existência de odores fortes em parte ou ao longo do segmento de rua (gases de veículos, cheiro a urina, cheiro a lixo, etc.)?	Sem odor	Pouco odor	Algum odor	Muito odor				
		1	2	3	4				
36	Como classificaria o ruído neste segmento de rua?	Sem ruído	Pouco ruído	Algum ruído	Muito ruído				
		1	2	3	4				
37	Numa escala de 1 a 10, quão "caminhável" é este segmento de rua?	Não "caminhável"			Muito "caminhável"				
		1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 3.2 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua (continuação)

Para iniciar o processo de determinação do PEQI é necessário delimitar e fazer uma análise prévia da área que se pretende avaliar. Com a análise da área de estudo pretende-se identificar os problemas/indicadores específicos que não estejam incorporados no formulário original do PEQI. Esses indicadores podem ser incluídos no PEQI mediante as seguintes recomendações (UCLA, 2009):

- Cada questão deve apenas perguntar sobre um problema específico (não devem agrupar-se varias ideias numa pergunta);
- As respostas devem ser simples e específicas de modo a facilitar a escolha, por parte dos observadores, da situação mais próxima da realidade;
- Não devem incluir-se demasiados indicadores novos, pois pode tornar o formulário muito extenso e pouco apelativo para quem avalia o ambiente pedonal;
- Por fim, não é recomendável a exclusão de indicadores do formulário original.

O passo seguinte corresponde ao planeamento da recolha de dados. Como referido anteriormente, os formulários de recolha da informação necessária para a determinação do índice PEQI permitem avaliar dois elementos distintos da rede: as interseções e os segmentos de rua. A recolha de informação no formulário dos segmentos de rua pode ser efetuada em simultâneo para ambos os lados da rua ou em alternativa, para o pior lado da rua. Deve atribuir-se a cada interseção e a cada segmento um identificador único, que pode ser numérico.

Relativamente à recolha de dados, esta deve ser realizada com equipas de dois elementos e como tal, é necessário que todos os envolvidos recebam formação adequada, teórica e prática, de modo a que compreendam e se sintam confortáveis com cada um dos indicadores.

Posteriormente os dados são inseridos num programa de cálculo, como por exemplo o Microsoft Excel®, sendo atribuído a cada resposta um determinado peso, de forma a serem obtidas as pontuações PEQI para cada interseção e segmento de rua.

Os pesos a adotar para os indicadores do formulário “Interseções” são os apresentados na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Pesos a adotar para cada indicador do formulário “Interseções”
(adaptado de (UCLA, 2009))

	Indicador	Código	Peso	Com sinalização luminosa		Com sinalização vertical	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1	Travessia pedonal	0	8	8		8	
		1	11				
		2	15				
		3	18				
		4	21		21		21
2	Passadeira de nível tipo “Zebra”	0	8	8		8	
		1	11				
		2	16				
		3	20				
		4	24		24		24
3a	Sinalização luminosa para peões com contagem decrescente	1	9	5			
		2	13				
		3	17				
		4	21				
		0	5				
3b	Sinalização luminosa para peões sem contagem decrescente	0	5				
		1	7				
		2	11				
		3	15				
		4	19		21		
4	Sinal de Stop	0	8			16	
		1	11				
		2	16				
		3	20				
		4	24				48
5	Sinalização “No Turn On Red”	0	5	5			
		1	8				
		2	11				
		3	15				
		4	19		19		
6	Rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento	0	5	5		5	
		1	8				
		2	11				
		3	15				
		4	19		19		19
7	Interseção semaforizada	0	veja o passo abaixo				
		1	7.ab				
7a,b	Velocidade de atravessamento (m/s)	≤ 1,0	9	9			
		≥ 1,0	20		20		
8	Travessia do tipo “scramble”	0	5	5			
		1	19		19		
9	Medidas de acalmia de tráfego nas interseções	0	9	9		9	
		1 ou 2	15				
		3 ou 4	17				
		5 ou mais	20		20		20
10	Sinais adicionais para peões	0	7	7		7	
		1	17		17		17
				61	180	53	149

A pontuação do índice PEQI para o caso das interseções é calculada em função da existência de sinalização luminosa para peões, como indicado na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Determinação do PEQI nas Interseções (adaptado de (UCLA, 2009))

Interseção com Sinalização Luminosa	Interseção sem Sinalização Luminosa
Passo 1	
Adicionar: <i>(Sinalização luminosa para peões + " No Turn on Red" + Velocidade de atravessamento + Travessia do tipo "Scramble")</i> ...	Considerar: <i>Sinal de STOP * 2</i> ...
Passo 2	
Adicionar ao valor anterior: <i>(Travessia Pedonal + Passadeira de Nível tipo "Zebra + Rampa ou Lancel Rebaixado no Local de Atravessamento + MAT^a nas Interseções + Sinais Adicionais para Peões)</i> ...	
Passo 3	
Para ajustar a pontuação a uma escala de 0 - 100, usar a seguinte expressão: $PEQI = \frac{(Pontuação\ não\ ajustada - Pontuação\ mínima)}{(Pontuação\ máxima - Pontuação\ mínima)} \times 100$	

Nota: ^a Medidas de Acalmia de Tráfego (MAT)

Os pesos e expressões a considerar na obtenção do PEQI dos segmentos de rua obtêm-se segundo o apresentado nas tabelas 3.3 e 3.4, respetivamente.

Tabela 3.3- Pesos a adotar para cada indicador do formulário “Segmentos de Rua”
(adaptado de (UCLA, 2009))

	Indicador	Valor original	Peso	Pontuação mínima	Pontuação máxima
Tráfego de veículos	Número de vias	0	24	4	
		1	22		
		2	19		
		3	9		
		4	4		24
	Dois sentidos de tráfego	0	7	7	
		1	10		10
	Limite de velocidade	< 30	27	2	
		Não imposta	22		
		30 - 40	22		
		41 - 50	12		
Medidas de acalmia de tráfego	> 50	2		27	
	1	27	7		
	0	7		20	
				20	81
Passeios	Largura do passeio	0	4	4	
		1	7		
		2	13		
		3	19		
		4	22		22
	Estado da superfície do passeio	0	4	4	
		1	7		
		2	17		
		3	24		24
	Obstruções no passeio	0	5	5	
		1	9		
		2	10		
		3	8		
		4	15		15
	Presença de lancil	0	7	7	
		1	17		17
	Acessos para automóveis no passeio	0	17	5	
		1 a 5	15		
		5 ou mais	5		17
	Árvores	1	16	7	
		2	11		
		3	7		16
	Jardins	0	4	4	
		1	9		9
	Bancos públicos	0	7	7	
		1	13		13
Presença de "buffers"	Nenhum	4	4		
	Margem apenas	13			
	Estacionamento apenas	13			
	Ciclovia apenas	13			
	Quaisquer dois dos 3 acima	21			
	Todos os três	24		24	
				47	157

Tabela 3.3 - Pesos a adotar para cada indicador do formulário “Segmentos de Rua” (adaptado de (UCLA, 2009)(continuação)

	Indicador	Valor original	Peso	Pontuação mínima	Pontuação máxima
Ocupação do solo	Montras e locais de venda a retalho	0	9	9	
		1 a 2	11		
		3 ou mais	19		19
	Locais de interesse historico ou artistico	0	6	6	
		1	14		14
				15	33
Aspectos estéticos e de segurança	Graffitis ilegais	0	9	5	
		1	5		9
	Lixo	0	10	5	
		1	5		10
	Iluminação de rua para peões	0	7	7	
		1	15		
		2	20		
	Zonas em construção	3	25		25
		0	13	7	
	Edifícios devolutos	1	7		13
		0	13	7	
	Lotes vagos	1	7		13
		0	13	7	
	Existência de bicicletários na rua	0	5	5	
1		10		10	
				43	93
Grau de pedonalização percebido pelo peão	Visualmente atrativo	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Sentimento de segurança	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Odores fortes	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Ruido	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Grau de pedonalização percebido pelo peão	1	1	1	
		2	3		
		3	5		
		4	7		
5		9			
6		11			
7		13			
8		15			
9		17			
10		19		19	
				21	99

Tabela 3.4 - Determinação do PEQI nos Segmentos de Rua (adaptado de (UCLA, 2009))

Passo 1
<p>Adicionar:</p> <p><i>(Número de Vias + Dois Sentidos de Tráfego + Limite de Velocidade + MAT^a + Largura do Passeio + Estado da Superfície do Passeio + Obstruções + Lancil + Acesso para Automóveis + Árvores + Jardins + Bancos Públicos + "Buffers" + Montras + Local Histórico/Artístico + Graffitis + Lixo + Iluminação + Zonas em Construção + Edifícios Devolutos + Lotes Vagos + Bicicletários + Atratividade + Sentimento de Segurança + Odores + Ruído + Grau de pedonalização)</i></p> <p style="text-align: center;">...</p>
Passo 2
<p>Para ajustar a pontuação a uma escala de 0 - 100, usar a seguinte expressão:</p> $PEQI = \frac{(Pontuação\ não\ ajustada - Pontuação\ mínima)}{(Pontuação\ máxima - Pontuação\ mínima)} \times 100$

Nota: ^a Medidas de Acalmia de Tráfego (MAT)

Por fim, as pontuações finais podem ser associadas à rede viária e visualizadas num *software* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo desta forma observar num mapa a classificação PEQI (ver tabela 3.5) para a totalidade da área/rede considerada (ver Figura 3.3).

Na Tabela 3.5 é possível observar a classificação para a pontuação PEQI e as respetivas interpretações.

Tabela 3.5 - Classificação e código de cores para a pontuação PEQI






	Pontuação	Interpretação
	0 - 20	Condições não satisfatórias para a circulação de peões
	21 - 40	Fracas condições para a circulação de peões
	41 - 60	Condições básicas para a circulação de peões
	61 - 80	Condições razoáveis para a circulação de peões
	81 - 100	Condições ideais para a circulação de peões



Figura 3.3 - Representação da classificação PEQI (UCLA, 2009)

3.1.2. Pedestrian Safety Index (PSI)

Existem vários fatores que influenciam a segurança dos peões e que podem estar relacionados com as pessoas (peões ou condutores), com o tráfego e com as condições ambientais.

As crianças, os idosos e os deficientes são os utentes mais vulneráveis da rede viária, pelo que devem ser reunidas todas as condições necessárias para realizarem as suas viagens com a máxima segurança possível.

Uma grande parte da segurança dos peões é conseguida com melhorias nas infraestruturas por eles utilizadas. Menos vias de tráfego, medidas de acalmia de tráfego, separador central em vias com volumes de tráfego ou velocidades de circulação elevadas, presença de “buffers”, passeios e lancis rebaixados em bom estado, são exemplos de medidas eficazes para aumentar a segurança dos peões.

O modelo Pedestrian Safety Index (PSI) avalia as necessidades básicas dos peões de modo a que se sintam seguros durante os percursos efetuados. Para isso, o PSI permite identificar os problemas existentes e as melhorias a adotar, a fim de se obter um valor de PSI mais alto.

No cálculo do PSI consideram-se 24 indicadores: (1) velocidade de tráfego mais baixa, (2) “buffers” e barreiras, (3) número mínimo de vias de tráfego, (4) distância mais curta de atravessamento - em locais com prolongamento de passeio, (5) distância mais curta de atravessamento - existem locais com refúgio para peões, (6) paisagem e árvores, (7) estado da superfície do passeio, (8) marcação (travessia pedonal), (9) refúgio para peões, (10) passeio em esquina, (11) passeio em ambos os lados da via, (12) linha de cedência de passagem junto à travessia pedonal, (13) acessos para automóveis no passeio, (14) iluminação, (15) sinalização vertical a indicar a travessia pedonal, (16) pilaretes, (17) inclinação transversal, (18) elevador de acesso a ponte pedonal, (19) lancil rebaixado, (20) pavimento tátil de orientação, (21) pavimento tátil de advertência, (22) rampa, (23) inclinação longitudinal e (24) sinalização luminosa para peões junto à travessia pedonal.

Matematicamente, o valor do PSI é obtido através da expressão 3.1:

$$PSI = \sum_{i=1}^{24} c_i SI_i \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Onde:

PSI = Pedestrian Safety Index; i = número do indicador; c = coeficiente do indicador de segurança; SI = pontuação do indicador de segurança.

O coeficiente c traduz a eficácia de cada indicador de segurança para o índice PSI, isto é, a importância e a prioridade que assume cada indicador. Este coeficiente é avaliado em função da importância e do grau de profundidade de avaliação que o indicador apresenta, isto é, quanto mais reconhecida for a importância do indicador para a segurança dos peões, maior será o respetivo coeficiente.

São consideradas 3 categorias para classificar o grau de profundidade de avaliação dos indicadores (D). A tabela 3.6 apresenta os valores de D atribuídos por um conjunto de autores a cada indicador considerado. A tabela 3.7 mostra o número de autores que avaliaram o indicador i com a profundidade de avaliação j (Tabela N_{ij}).

Tabela 3.6 - Profundidade de avaliação (D) atribuída por cada autor a cada indicador considerado

Autores	Indicadores																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	2	3	2	2	3	0	1	1	0	3	0	1	2	1	1	3	1	1	1	1	0	2	1
2	0	2	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
3	1	1	0	1	0	2	1	1	0	0	3	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	2	1
4	0	2	0	0	0	2	1	1	2	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0
6	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
7	1	3	0	0	1	2	0	2	2	0	0	0	3	2	1	2	2	0	3	0	2	2	3	3
8	0	3	0	3	3	2	3	1	1	1	3	0	3	2	3	2	3	0	3	0	2	2	3	3
9	3	3	1	2	2	3	1	0	3	0	3	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	3	3	1	3	3	2	3	3	1	2	3	3	3	3	0	3	0	3	1	1	1	1	3	3
11	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	0	0	2	2	1	0	1	0	2	0	0	1	0	3
12	3	2	0	1	0	0	3	0	2	0	3	0	2	0	1	0	3	0	2	0	0	0	3	2
13	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	3	2	0	2	2	1	1	1	2	0	3	1	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	1
15	1	1	0	0	1	2	0	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	2	0	2	2	1	3	1	2	2	0	0	0	0	1	0	3	0	3	0	3	2	3	0
17	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	1	3
18	3	2	2	3	2	3	3	1	2	0	3	0	1	3	1	2	3	0	2	0	1	1	1	1
19	1	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	0	3	2	1	1	3	1	3	0	3	2	3	2
20	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	1	0	3	1	2	0	1	3

Tabela 3.7 - Número de autores que avaliaram o indicador i com a profundidade de avaliação j

D	Indicadores																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	7	3	3	4	3	3	6	7	3	2	0	1	2	5	11	4	6	2	2	4	4	4	3	5
2	0	9	1	6	7	10	1	3	7	5	0	1	3	7	2	7	2	0	4	0	2	4	2	2
3	10	6	4	4	5	5	8	3	5	1	13	2	5	4	3	0	8	1	7	1	3	1	6	6

A lista dos autores que avaliaram cada indicação pode ser consultada em *Pedestrian Safety index for evaluating street facilities in urban areas* (Asadi-Shekari, et al., 2015).

Desta forma, o coeficiente de cada indicador é obtido a partir da expressão 3.2:

$$c_i = \sum_{j=1}^3 D_j N_{ij} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

De tal modo que:

$c_1 = (7 \times 1) + (0 \times 2) + (10 \times 3) = 37$; $c_2 = 39$; $c_3 = 17$; $c_4 = 28$; $c_5 = 32$; $c_6 = 38$; $c_7 = 32$; $c_8 = 22$; $c_9 = 32$; $c_{10} = 15$; $c_{11} = 39$; $c_{12} = 9$; $c_{13} = 23$; $c_{14} = 31$; $c_{15} = 24$; $c_{16} = 18$; $c_{17} = 34$; $c_{18} = 5$; $c_{19} = 31$; $c_{20} = 7$; $c_{21} = 17$; $c_{22} = 15$; $c_{23} = 25$; $c_{24} = 27$.

Relativamente ao indicador de segurança (SI_i), este é calculado comparando os padrões de segurança definidos pelos autores para as diferentes hierarquias viárias com as condições existentes na rua.

O SI_i é traduzido por um número entre 0 (zero) e 1, em que um maior cumprimento dos padrões corresponde ao valor 1 e o não ajuste dos mesmos resulta em 0.

Na tabela 3.8 apresentam-se exemplos dos critérios e expressões de cálculo considerados na definição do valor de SI_i (para os indicadores (1), (3) (11) e (13)). A descrição detalhada do cálculo de SI_i para todos os indicadores é apresentada em *Pedestrian Safety index for evaluating street facilities in urban areas* (Asadi-Shekari *et al.*, 2014).

Tabela 3.8 - Exemplos de critérios e expressões de cálculo na determinação do SI_i

Descrição de avaliação do indicador	Exemplo (Rua Canberra)
<p>(1) Velocidade de tráfego mais baixa</p> $SI_1 = \begin{cases} 0 & \text{se } S > 50 \\ 1 & \text{se } S \leq 50 \end{cases}$ <p>S = Velocidade média de circulação na rua (km/h)</p>	<p>Limite de velocidade: 50 km/h</p> <p>$SI_1 = 1$</p>
<p>(3) Número mínimo de vias de tráfego</p> $SI_3 = \begin{cases} 0 & \text{se } n^\circ \text{ de vias} > 5 \\ 0,25 & \text{se } n^\circ \text{ de vias} = 5 \\ 0,50 & \text{se } n^\circ \text{ de vias} = 4 \\ 0,75 & \text{se } n^\circ \text{ de vias} = 3 \\ 1 & \text{se } n^\circ \text{ de vias} \leq 2 \end{cases}$	<p>Número de vias = 4</p> <p>$SI_3 = 0,50$</p>

Tabela 3.8 - Exemplos de critérios e expressões de cálculo na determinação do SI_i (continuação)

<p>(11) Passeio em ambos os lados da via</p> $SI_{11} = \frac{(a + m)}{2}$ $a = \begin{cases} 1 & \text{se } P_1 \geq 1 \\ P_1 & \text{se } P_1 < 1 \end{cases}$ $P_1 = l_1/N_1$ <p>l_1 = comprimento do passeio num lado (m)</p> <p>N_1 = Comprimento da rua - Comprimento da interseção num lado (m)</p> $m = \begin{cases} 1 & \text{se } P_2 \geq 1 \\ P_2 & \text{se } P_2 < 1 \end{cases}$ $P_2 = l_2/N_2$ <p>l_2 = comprimento do passeio no lado oposto (m)</p> <p>N_2 = Comprimento da rua - Comprimento da interseção no outro lado (m)</p>	<p>$l_1 = 250+430=680$</p> <p>$N_1 = 680$</p> <p>$P_1 = 680/680 = 1$</p> <p>$a = 1$</p> <p>$l_2 = 256+431=687$</p> <p>$N_2 = 687$</p> <p>$P_2 = 687/687 = 1$</p> <p>$m = 1$</p> $SI_{11} = \frac{(1 + 1)}{2} = 1$
<p>(13) Acessos para automóveis no passeio</p> $SI_{13} = \frac{C}{N}$ <p>C = Número de acessos para automóveis no passeio padrão</p> <p>N = Número de acessos para automóveis que a rua tem</p> <p>$SI_{13} = 1$ se não houver acessos para automóveis no passeio</p>	<p>Não tem acessos para automóveis no passeio</p> <p>$SI_{13} = 1$</p>

O valor em percentagem do PSI é determinado através da expressão 3.3:

$$PSI (\%) = \frac{PSI}{\sum_{i=1}^{24} c_i} \times 100 \quad (\text{Eq. 3.3})$$

A tabela 3.9 mostra as 5 classes consideradas no modelo PSI, assim como a interpretação em termos de qualidade da segurança oferecida aos peões.

Tabela 3.9 - Interpretação do PSI

Classificação PSI (%)	Pontuação	Interpretação
A	80 - 100	Máxima qualidade (muito agradável)
B	60 - 79	Alta qualidade (aceitável)
C	40 - 59	Média qualidade (raramente aceitável - potencial para a implementação de medidas de melhoramento)
D	20 - 39	Baixa qualidade (desconfortável)
E	0 - 19	Mínima qualidade (desagradável)

3.1.3. Pedestrian Environment Data Scan (PEDS)

O Pedestrian Environment Data Scan (PEDS) é uma das inúmeras ferramentas de avaliação ambiental que surgiram recentemente, tendo sido desenvolvido com o objetivo de recolher uma série de dados relativos ao ambiente natural e construído (Clifton, et al., 2007).

Este índice foi adaptado do *Systematic Pedestrian and Cycling Environment Scan* (SPACES), desenvolvido especificamente para a Austrália, para ser aplicado nos Estados Unidos da América, através da modificação de algumas questões de modo a serem obtidas mais informações sobre o ambiente pedonal.

Um dos objetivos considerados no desenvolvimento do PEDS foi equilibrar o tempo de levantamento de dados (economia de tempo) com a necessidade de recolher informações detalhadas sobre o meio ambiente de forma prática e clara, tendo resultado num formulário limitado a uma página (ver figura 3.4).

Nome:		
ID do segmento:		
Data:		
Hora:		
Área de estudo:		
Condições meteorológicas:		
0. Tipo de segmento		
Rua com baixo volume de tráfego	<input type="checkbox"/>	1
Rua com elevado volume de tráfego	<input type="checkbox"/>	2
Caminho para andar a pé ou de bicicleta - passe à secção C	<input type="checkbox"/>	3
A. Ambiente		
1. Ocupação do solo (marcar todos os que se aplicam)		
Habitação unifamiliar	<input type="checkbox"/>	1
Habitação multifamiliar	<input type="checkbox"/>	2
Casas móveis pré-fabricadas	<input type="checkbox"/>	3
Escritórios/Institucional	<input type="checkbox"/>	4
Restaurante/Café/Comércio	<input type="checkbox"/>	5
Industrial	<input type="checkbox"/>	6
Vago/Não desenvolvido	<input type="checkbox"/>	7
Recreativo	<input type="checkbox"/>	8
2. Inclinação		
Plano	<input type="checkbox"/>	1
Inclinação ligeira	<input type="checkbox"/>	2
Inclinação acentuada	<input type="checkbox"/>	3
3. Intersecções no segmento		
O segmento tem uma intersecção de 3 vias	<input type="checkbox"/>	1
O segmento tem uma intersecção de 4 vias	<input type="checkbox"/>	2
O segmento tem uma intersecção de outro tipo	<input type="checkbox"/>	3
O segmento é contínuo mas tem becos sem saída	<input type="checkbox"/>	4
O segmento não tem saída	<input type="checkbox"/>	5
Não há intersecções no segmento	<input type="checkbox"/>	6
B. Infraestruturas pedonais (passe à frente se não existirem)		
4. Tipo de infraestrutura pedonal (marcar todos os que se aplicam)		
Trilho (caminho de terra desgastado)	<input type="checkbox"/>	1
Trilho pavimentado	<input type="checkbox"/>	2
Passeio	<input type="checkbox"/>	3
Rua pedonal (fechada a automóveis)	<input type="checkbox"/>	4
Nas restantes questões da secção B, marcar a situação que melhor descreve a infraestrutura pedonal acima seleccionada.		
5. Material de revestimento do caminho (marcar todos os que se aplicam)		
Cimento	<input type="checkbox"/>	1
Betão	<input type="checkbox"/>	2
Pavimento em blocos de encaixe ou pedra lisa	<input type="checkbox"/>	3
Brita	<input type="checkbox"/>	4
Terra ou areia	<input type="checkbox"/>	5
6. Estado da superfície do caminho / Manutenção		
Pobre (muitas irregularidades, fendas e buracos)	<input type="checkbox"/>	1
Razoável (alguns irregularidades, fendas e buracos)	<input type="checkbox"/>	2
Bom (muito poucas irregularidades, fendas e buracos)	<input type="checkbox"/>	3
Em manutenção	<input type="checkbox"/>	4

Figura 3.4 - Formulário PEDS para caracterização do ambiente pedonal

7. Obstruções no caminho (marcar todos os que se aplicam)		
Postes ou sinais		1
Estacionamento		2
Vegetação		3
Caixotes do lixo		4
Outros		5
Nenhuns		6
8. "Buffers" entre a infraestrutura pedonal e a via (marcar todos os que se aplicam)		
Cerca		1
Árvores		2
Arbustos		3
Vista/Panorama		4
Margem arrelvada		5
Nenhum		6
9. Distância do início do passeio ao lancil		
Na borda		1
< 1,50 m		2
> 1,50 m		3
10. Largura do passeio		
< 1,20 m		1
Entre 1,20 m e 2,40 m		2
> 2,40 m		3
Se não existe passeio, passe à secção C.		
11. Rebaixamento do lancil		
Nenhum		1
1 a 4		2
> 4		3
12. Continuidade do passeio		
Passeio completo		1
Passeio incompleto		2
13. Conectividade do passeio com outros passeios / travessias pedonais		
Número de conexões		1
C. Atributos da estrada		
14. Estado da superfície da estrada		
Pobre (muitas irregularidades, fendas e buracos)		1
Razoável (algumas irregularidades, fendas e buracos)		2
Bom (muito poucas irregularidades, fendas e buracos)		3
Em manutenção		4
15. Número de vias		
N.º mínimo de vias para atravessar		1
N.º máximo de vias para atravessar		1
16. Limite de velocidade imposto		
Nada afixado		1
(Km/h):		1
17. Estacionamento na rua (se não há marcação no pavimento, verifique apenas se há carros estacionados)		
Em paralelo ou na diagonal		1
Nenhum		2

Figura 3.4 - Formulário PEDS para caracterização do ambiente pedonal (continuação)

18. N.º de lugares de estacionamento		
0 a 5		1
6 a 25		2
26 ou mais		3
19. Tem de atravessar um estacionamento para chegar à maioria dos edifícios?		
Sim		1
Não		2
20. Presença de acessos para automóveis no passeio		
< 2		1
Entre 2 e 4		2
> 4		3
21. Dispositivos de controlo de tráfego (marcar todos os que se aplicam)		
Semáforos		1
Sinal de STOP		2
Rotundas		3
Lombas curtas ("bumps")		4
Chincanas		5
Nenhum		6
22. Travessias pedonais		
Nenhuma		1
1 a 2		2
3 a 4		3
4 ou mais		4
23. Características da travessia pedonal (marcar todos os que se aplicam)		
Sinal "Yield to Ped Paddles"		1
Sinalização luminosa para peões		2
Refúgio para peões		3
Prolongamento do passeio		4
Passagem superior / Passagem inferior		5
Sinal de aviso de travessia pedonal		6
Amarelo intermitente		7
Sinal de partilha da via com outros meios de transporte		8
Nenhum		9
24. Infraestruturas para bicicletas (marcar todos os que se aplicam)		
Sinal de rota de bicicletas		1
Ciclovia		2
Bicicletário (visível)		3
Aviso de passagem de bicicletas		4
Nenhum		5
D. Ambiente pedonal / ciclável		
25. Iluminação na estrada ou caminho		
Iluminação orientada para a estrada		1
Iluminação de rua para peões		2
Outro tipo de iluminação		3
Sem iluminação		4

Figura 3.4 - Formulário PEDS para caracterização do ambiente pedonal (continuação)

26. Comodidades (marcar todos os que se aplicam)		
Caixotes de lixo públicos		1
Bancos		2
Fontes de água		3
Vendedores de rua/Máquinas de venda automática		4
Nenhum		5
27. Existem ajudas do tipo "wayfinding"?		
("Wayfinding" é um conjunto de pistas construídas por elementos visuais, auditivos, tácteis, entre outros, que permitem às pessoas movimentarem-se dentro de um espaço de maneira segura e informada.)		
Sim		1
Não		2
28. Número de árvores de sombra presentes na área para caminhadas?		
Nenhumas ou muito poucas		1
Algumas		2
Muitas/Densas		3
29. Nível de espaço livre		
Pouco ou nenhum		1
Algum		2
Muito		3
30. Existem linhas de alta tensão ao longo do segmento de rua?		
Baixa tensão/Linha de distribuição		1
Alta tensão/Linha de transmissão		2
Nenhum		3
31. Limpeza e manutenção geral		
Pobre (Muito lixo, graffiti e mobiliário urbano degradado)		1
Razoável (Algum lixo, graffiti e mobiliário urbano degradado)		2
Bom (Nenhum lixo, graffiti e mobiliário urbano degradado)		3
32. Existe harmonia entre as construções existentes?		
Pouca ou nenhuma		1
Alguma		2
Muita		3
33. Distância entre os edifícios e o passeio		
Junto ao passeio (na borda)		1
Até 6 m afastado dos passeio		2
Mais do que 6 m afastados do passeio		3
34. Altura dos edifícios		
Baixos		1
Médios		2
Altos		3
35. Paragens de autocarro		
Com abrigo		1
Com banco		2
Apenas com poste de sinalização		3
Sem paragens de autocarro		4
Avaliação subjetiva (Marque 1 = Concordo plenamente; 2 = Concordo; 3 = Discordo e 4 = Discordo plenamente)		
Este segmento de rua é atrativo para caminhar?		
Este segmento de rua é atrativo para andar de bicicleta?		
Exite um sentimento de segurança ao caminhar ao longo do segmento de rua?		
Exite um sentimento de segurança a andar de bicicleta ao longo do segmento de rua?		

Figura 3.4 - Formulário PEDS para caracterização do ambiente pedonal (continuação)

Segundo Clifton, *et al.* (2006), a contribuição do PEDS para o campo crescente das auditorias ao ambiente pedonal reside nas seguintes áreas:

- Consideração de uma variedade abrangente de elementos ambientais;
- Aplicação eficiente e confiável;
- Integração de tecnologia portátil;
- Desenvolvimento de materiais de formação detalhados e documentação de apoio;
- Extensos testes de confiabilidade do instrumento e da sua aplicação.

A auditoria PEDS, tal como a maioria das auditorias, é destinada a ser aplicada em segmentos da rede pedonal ou caminhos pedonais. Isto permite uma certa flexibilidade na definição do comprimento ou limites dos segmentos a considerar com base na natureza da área que vai ser avaliada.

Na aplicação do PEDS os segmentos são geralmente delimitados pelas ruas transversais ou interseções. No caso de o comprimento do segmento ser superior a 215m, deve ser subdividido para assegurar a sua consistência. A cada segmento é dado um código identificador único que os diferencia e que auxilia, posteriormente, na integração dos dados numa base de dados geográficos.

Os observadores recolhem a informação de cada segmento, avaliando ambos os lados da estrada de uma só vez, com exceção dos segmentos adjacentes a vias com elevado volume de tráfego em que a auditoria é realizada para cada lado da rua separadamente. Esta situação acontece quando existem obstáculos nestas vias (como o elevado volume, velocidade de tráfego ou largura da estrada) que dificultam o atravessamento, tornando a travessia pouco segura para os peões.

O levantamento de dados em campo deve ser efetuado por dois observadores, de forma a melhorar a confiabilidade e garantir a segurança dos mesmos.

O formulário utilizado está dividido em 4 secções, sendo elas: o ambiente no segmento (de uma forma geral), as instalações pedonais, os atributos da estrada e o ambiente pedonal e ciclável (de uma forma mais particular).

Uma vez que o reconhecimento da qualidade geral do ambiente pedonal não deve ser entendida como a soma dos itens individuais, quatro itens de avaliação subjetivos foram adicionados numa secção separada, de forma a avaliar o meio como um todo.

Para testar a confiabilidade da auditoria PEDS foi realizado um tratamento estatístico da informação recolhida pelos diferentes observadores. Daí resultaram três métodos que avaliam

a uniformidade dos dados recolhidos: a estatística KAPPA, a concordância percentual e o coeficiente de correlação de concordância.

Para uma melhor compreensão destes métodos recomenda-se a leitura do artigo *The development and testing of an audit for the pedestrian environment* (Clifton, et al., 2007).

De um modo geral, pode afirmar-se que a metodologia da auditoria PEDS mostrou resultados de confiabilidade encorajadores, uma vez que a maior parte dos materiais de formação e protocolos foram alterados em resposta às questões, comentários e problemas encontrados pelos observadores durante o processo de desenvolvimento da mesma.

3.1.4. Highway Capacity Manual (HCM, 2010)

Segundo o Highway Capacity Manual (HCM,2010), o modo pedonal consiste em realizar uma viagem a pé ao longo de uma estrada ou infraestrutura pedonal (ou pelo menos uma parte da viagem). Os peões caminham a velocidades diferentes, dependendo da sua idade, das suas capacidades e das características do ambiente (p.e., o clima) e como tal, os procedimentos do HCM geralmente contabilizam essa inconsistência. Os passeios e caminhos podem ser utilizados para mais do que apenas caminhar, como por exemplo, podem ser utilizados por pessoas em cadeiras de rodas e *skaters*, no entanto o HCM reflete apenas a perspetiva pedonal.

Neste manual é possível encontrar uma abordagem à avaliação do sistema pedonal através da determinação do Nível de Serviço oferecido pelas mesmas. O Nível de Serviço (NS) é uma estratificação quantitativa do desempenho que uma ou mais medidas representam na qualidade do serviço oferecido. A qualidade de serviço, por sua vez, descreve o grau de funcionamento da infraestrutura a partir da perspetiva do viajante. A apresentação de resultados é definida numa escala de A, que corresponde a uma situação em que a qualidade do serviço é ótima, a F, que representa um funcionamento muito deficiente do sistema.

Se seguida descreve-se de forma sumária a metodologia geral proposta no HCM (2010) para avaliar o funcionamento das infraestruturas pedonais em meio urbano em termos de serviço para os peões.

O funcionamento dessas infraestruturas na perspetiva dos peões é avaliado separadamente para cada lado da rua e a metodologia usada é aplicável apenas a segmentos de rua limitados por duas interseções semaforizadas ou prioritárias (*two-way STOP-controlled*).

A metodologia de avaliação do NS pedonal pode ser traduzida através de uma série de quatro passos, como se mostra na figura 3.5.

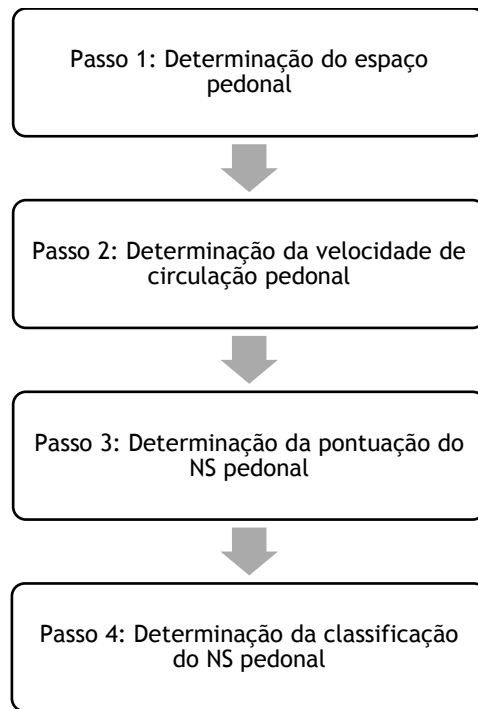


Figura 3.5 - Metodologia para determinação do NS pedonal

A metodologia permite determinar um conjunto de medidas para avaliar o funcionamento das infraestruturas em termos de serviço para peões. Cada medida descreve um aspeto diferente da viagem do peão ao longo da infraestrutura.

Uma das medidas obtidas é a pontuação do NS. Esta pontuação dá uma indicação da perceção pedonal geral das infraestruturas ao longo de uma viagem. Outra medida é a velocidade média dos peões em movimento ao longo da infraestrutura. A terceira medida baseia-se no conceito de “Espaço” disponível para cada peão em movimento. O “Espaço” representa a quantidade média de área de passeio disponível para cada peão que caminha ao longo da infraestrutura. Uma área maior é mais desejável na perspetiva dos peões.

A tabela 3.10 fornece uma descrição qualitativa do espaço pedonal que pode ser utilizado para avaliar o desempenho dos passeios a partir da perspetiva do “Espaço”.

As primeiras duas colunas da tabela indicam as condições de fluxo. O fluxo ocasional de peões é típico da maioria das infraestruturas, enquanto o fluxo em pelotão é relevante em infraestruturas constituídas por segmentos mais curtos (p.e., áreas centrais) com interseções sinalizadas.

Tabela 3.10 - Descrição qualitativa do espaço pedonal (HCM, 2010)

Espaço pedonal (m ² /p)		Descrição
Fluxo ocasional	Fluxo em pelotão	
>5,6	>49	A deslocação é efetuada no percurso desejado, não há necessidade de alterar movimentos
>3,7-5,6	>8-49	Ocasionalmente é necessário ajustar o percurso para evitar conflitos
>2,2-3,7	>4-8	Frequentemente é necessário ajustar o percurso para evitar conflitos
>1,4- 2,2	>2-4	Restrições na velocidade de deslocação e na capacidade para ultrapassar os peões mais lentos
>0,75 - 1,4	>1-2	Restrições na velocidade de deslocação e capacidade de ultrapassagem dos peões mais lentos muito limitada
≤0,75	≤1	Restrições muito significativas da velocidade de deslocação, contacto frequente com outros utilizadores

De seguida é apresentada uma descrição dos passos que é necessário efetuar para obter o NS pedonal.

Passo 1: Determinação do espaço pedonal

Os peões são sensíveis à quantidade de espaço que os separa de outros peões e dos obstáculos enquanto caminham ao longo do passeio. O indicador utilizado na definição das fronteiras entre os diversos níveis de serviço é o “Espaço” disponível para cada peão em movimento. Este passo é apenas considerado quando existe passeio no lado da rua em análise.

O espaço pedonal para uma determinada infraestrutura pedonal é calculado com recurso à expressão 3.4:

$$A_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{A_{p,i}}} \quad (\text{Eq. 3.4})$$

Onde

$A_{p,F}$ = espaço pedonal da infraestrutura pedonal (m²/p),

L_i = comprimento do segmento i (m),

m = número de segmentos na infraestrutura, e

$A_{p,i}$ = espaço pedonal para o segmento i (m²/p).

O espaço pedonal é determinado para cada segmento utilizando os procedimentos descritos no capítulo 17 do Volume 3 do HCM (2010). É função da largura livre do passeio, do fluxo pedonal por unidade de largura do passeio e da velocidade média pedonal.

O espaço pedonal da infraestrutura reflete o espaço fornecido no passeio ao longo do segmento. Não é considerada a área de circulação de canto (esquinas) nem a área de circulação nas travessias pedonais das interseções. No entanto, o técnico que efetua a análise deve verificar se os espaços junto às interseções (cantos/esquinas) e as travessias pedonais são adequadamente cómodos para os peões.

Passo 2: Determinação da velocidade de circulação dos peões

A velocidade de circulação em infraestruturas pedonais é o rácio entre o comprimento da infraestrutura pedonal e o tempo que se demora a percorrer a infraestrutura. Este valor representa uma velocidade média equivalente pedonal que reflete a velocidade de circulação ao longo do passeio e os atrasos que ocorrem no limite das interseções.

A velocidade de circulação pedonal da infraestrutura pedonal é calculada utilizando a expressão 3.5:

$$S_{Tp,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{Tp,seg,i}}} \quad (\text{Eq. 3.5})$$

Onde:

$S_{Tp,F}$ é a velocidade de circulação pedonal para a infraestrutura pedonal (m/s);

$S_{Tp,seg,i}$ é a velocidade de circulação pedonal no segmento i (m/s).

A velocidade de circulação pedonal é determinada para cada segmento utilizando os procedimentos descritos no capítulo 17 do Volume 3 do HCM (2010). É calculada a partir de informação sobre parâmetros como o comprimento do segmento, a velocidade média pedonal e o atraso ocorrido quando o peão caminha paralelamente ao segmento.

Em geral, uma velocidade de circulação igual ou superior a 1,2 m/s é considerada desejável, enquanto uma velocidade de circulação de 0,60 m/s ou inferior é considerada inadequada.

Passo 3: Determinação da pontuação do NS pedonal

A pontuação do NS representa uma média do NS ponderada pelo comprimento dos segmentos individuais que compõem a infraestrutura pedonal. A pontuação dos segmentos é determinada utilizando os procedimentos descritos no capítulo 17 do Volume 3 do HCM (2010). A pontuação para a infraestrutura pedonal é obtida utilizando a expressão 3.6:

$$I_{p,F} = \frac{\sum_{i=1}^m I_{p,seg,i} \times L_i}{\sum_{i=1}^m L_i} \quad (\text{Eq. 3.6})$$

Onde

$I_{p,F}$ = pontuação do NS para peões em infraestruturas pedonais,

$I_{p,seg,i}$ = pontuação do NS para peões para o segmento i.

Passo 4: Determinação da classificação do NS para peões

O NS oferecido pelas infraestruturas pedonais é determinado utilizando a pontuação do NS do passo 3 e o espaço médio pedonal obtido no passo 1. Os valores destas duas medidas de desempenho são comparadas com os valores da tabela 3.11 para determinar o NS para uma direção específica da viagem ao longo da infraestrutura em estudo. Se o passeio não existe e os peões são obrigados a caminhar na estrada, o NS é determinado utilizando os critérios da tabela 3.12, uma vez que o conceito de espaço pedonal não se aplica.

Tabela 3.11 - Critério NS: Modo pedonal

Pontuação do NS pedonal	NS por Espaço Médio Pedonal (m^2/p)					
	>5,6	>3,7-5,6	>2,2-3,7	>1,4-2,2	>0,75-1,4 ^a	$\leq 0,75^a$
$\leq 2,00$	A	B	C	D	E	F
>2,00-2,75	B	B	C	D	E	F
>2,75-3,50	C	C	C	D	E	F
>3,50-4,25	D	D	D	D	E	F
>4,25-5,00	E	E	E	E	F	F
>5,00	F	F	F	F	F	F

Nota: ^a Em situações de fluxo cruzado o limite do NS E-F é $1,2 m^2/p$.

Tabela 3.12 - Critério NS: Modo pedonal (quando não existe passeio)

LOS	Pontuação LOS
A	$\leq 2,00$
B	>2,00-2,75
C	>2,75-3,50
D	>3,50-4,25
E	>4,25-5,00
F	>5,00

O NS obtido para as infraestruturas pedonais deve ser interpretado com alguma precaução, uma vez que pode indicar como aceitável o funcionamento de uma determinada infraestrutura quando, na realidade, alguns dos seus segmentos não apresentam um NS aceitável.

O HCM 2010 também incorpora duas metodologias para determinar o NS em interseções, nomeadamente em interseções semaforizadas e em interseções prioritárias, como se pode observar na figura 3.6.

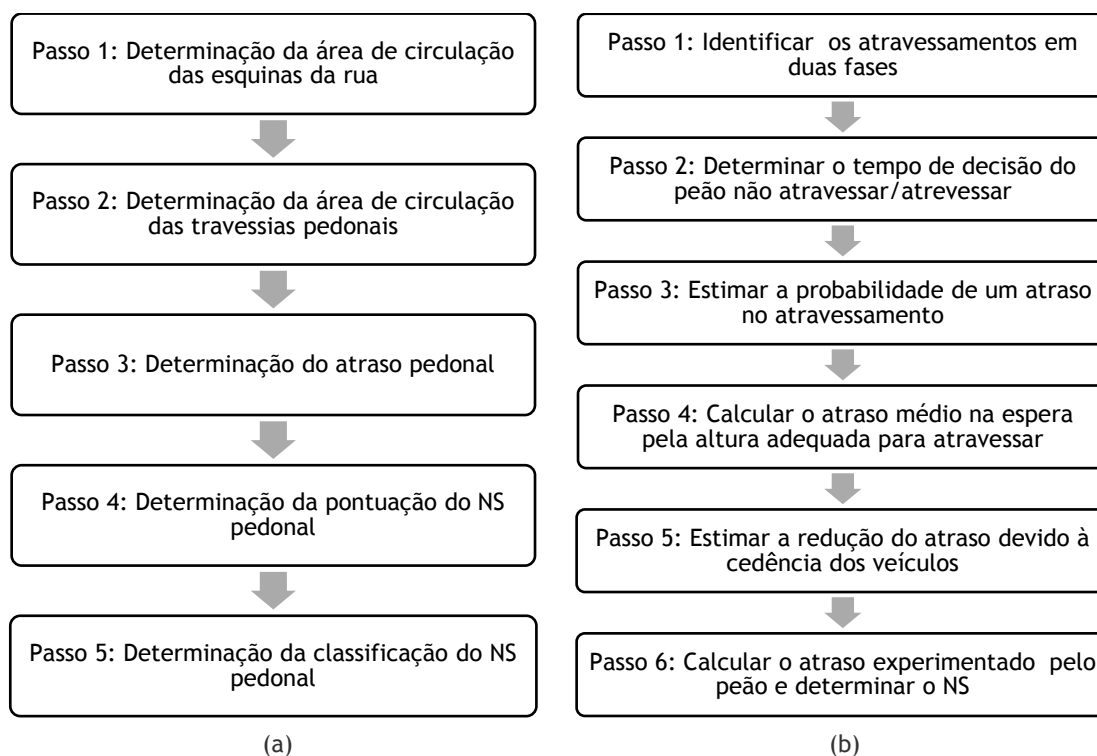


Figura 3.6 - Metodologia para cálculo do NS em interseções: (a) Interseções semaforizadas; (b) Interseções prioritárias

No caso das interseções semaforizadas, o NS é determinado para cada uma das travessias pedonais existentes na interseção e a interpretação do NS é efetuada em termos de intervalos da pontuação, igual à usada para os segmentos de rua.

Por sua vez, nas interseções prioritárias a determinação do NS é efetuada para a interseção e o NS é definido com base no atraso experimentado pelo peão, segundo a tabela 19-2 do *Highway Capacity Manual 2010*.

3.2. Considerações sobre as metodologias apresentadas

Devido ao crescente interesse pela saúde pública e pela qualidade do ambiente, pode afirmar-se que surgiram recentemente inúmeras auditorias que permitem avaliar a qualidade do meio/sistema pedonal.

Apesar destas auditorias serem desenvolvidas com a mesma finalidade, a de recolher informação sobre o ambiente pedonal para avalia-lo e informar acerca das melhorias que podem ser realizadas nas infraestruturas, de forma a torna-las mais cómodas e seguras para os peões, existem algumas diferenças entre as abordagens apresentadas.

Por exemplo, o PEDS tem como principal desvantagem, relativamente às outras auditorias mencionadas, o facto de os dados recolhidos não serem agregados num único índice que permita avaliar (pontuar) de forma global o ambiente e as condições oferecidas aos peões.

Por sua vez, o PEQI assenta na recolha de um conjunto de informações sobre o sistema pedonal que são usados na obtenção um índice de avaliação global para cada interseção e segmentos de rua. Para o efeito incorpora dois formulários de recolha de dados, ao invés do PEDS e do PSI, que apenas incorporam um formulário de recolha de dados para segmentos de rua.

Enquanto o PSI está mais direccionado para a segurança do peão, incorporando questões concretas relativamente às infraestruturas pedonais, o PEDS e o PEQI avaliam também a perceção do peão relativamente ao meio que o rodeia, incorporando nos seus formulários questões gerais e de opinião pessoal.

Uma recomendação comum a todas as auditorias é a recolha de dados em equipas de dois elementos, bem como a formação de todos os envolvidos através de aulas práticas e teóricas e de protocolos e apresentações de vídeos e fotos exemplificativas de cada item a avaliar. Esta medida visa garantir uma maior confiabilidade dos dados que são recolhidos e também a própria segurança dos observadores.

Uma vantagem do PEQI, comparativamente ao PEDS e ao PSI, é a possibilidade de incorporar mais facilmente indicadores específicos presentes na área que se pretende avaliar e a de reformular o peso dos indicadores novos e dos já existentes no formulário original.

O PSI e o PEDS são semelhantes na medida em que é realizado um estudo estatístico que avalia a confiabilidade dos dados recolhidos. No caso da expressão que é utilizada para calcular o valor do PSI esta confiabilidade é garantida pela consideração do coeficiente c , que representa a importância de cada indicador para a segurança do peão em função dos estudos realizados por vários autores sobre cada um dos indicadores. No caso do PEDS, a confiabilidade foi avaliada através da análise dos dados recolhidos para 995 segmentos de rua que posteriormente foram analisados de forma a avaliar a uniformidade entre os dados recolhidos pelos vários observadores (estatística KAPPA). Este estudo permitiu que o formulário PEDS, os protocolos e materiais de formação fossem sendo alterados em resposta às questões, comentários e problemas encontrados durante o processo de recolha de dados.

Uma característica comum a todas as auditorias mencionadas é também o facto de os dados recolhidos poderem ser transferidos e tratados numa folha de cálculo automático, como as do Microsoft Excel®, permitindo criar uma base de dados informática e, em conjunto com a informação geográfica da rede pedonal, a preparação e visualização de mapas de indicadores e índices num *software* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Este procedimento permite

identificar mais facilmente as áreas que necessitam de melhoramentos nas infraestruturas pedonais e obter uma perceção global da situação da infraestrutura.

A tabela 3.13 apresenta o conjunto de indicadores considerados na avaliação do ambiente pedonal para as abordagens descritas neste capítulo (PEQI original, PSI, PEDS, PEQI adaptado).

Tabela 3.13 - Indicadores considerados nas diferentes auditorias

	Indicadores	Auditorias			
		PEQI original	PSI	PEDS	PEQI adaptado
Interseções	Travessia pedonal	x			x
	Passadeira de nível tipo "Zebra"	x			x
	Sinalização luminosa para peões	x			x
	Sinal de STOP e/ou cedência de passagem	x			x
	"No Turn On Red Sign"	x			
	Amarelo intermitente na viragem				x
	Rampa ou lancil rebaixado	x			x
	Travessia do tipo "Scramble"	x			x
	Medidas de acalmia de tráfego	x			x
	Sinais adicionais para peões	x			x
Segmentos de rua	Número de vias de tráfego	x	x	x	x
	Sentidos de tráfego	x			x
	Limite de velocidade	x	x	x	x
	Medidas de acalmia de tráfego	x		x	x
	Interseções no segmento			x	
	Travessias pedonais ao longo do segmento		x	x	

Tabela 3.13 - Indicadores considerados nas diferentes auditorias (continuação)

	Indicadores	Auditorias			
		PEQI original	PSI	PEDS	PEQI adaptado
Segmentos de rua	Prolongamento do passeio		x	x	
	Réfugio para peões		x	x	
	Linha de cedência de passagem junto à travessia pedonal		x		
	Sinalização vertical a indicar a travessia pedonal		x	x	
	Sinalização luminosa para peões junto à travessia pedonal		x	x	
	Amarelo intermitente junto à travessia pedonal			x	
	Estacionamento ao longo do segmento			x	
	Ajudas do tipo "wayfinding"			x	
	Tipo de infraestrutura pedonal			x	
	Passeio em ambos os lados da via		x		
	Passeio em esquina		x		
	Continuidade do passeio			x	
	Conectividade do passeio com outros passeios / travessias pedonais			x	
	Largura do passeio	x		x	x
	Distância do início do passeio ao lancil			x	
	Inclinação longitudinal		x	x	x
	Inclinação transversal		x		x
	Rampa		x		
	Elevador de acesso a ponte pedonal		x		
Material de revestimento do passeio			x	x	

Tabela 3.13 - Indicadores considerados nas diferentes auditorias (continuação)

	Indicadores	Auditorias			
		PEQI original	PSI	PEDS	PEQI adaptado
Segmentos de rua	Pavimento tátil de advertência		x		
	Estado da superfície do passeio (impedimentos)	x	x	x	x
	Obstruções no passeio	x		x	x
	Presença de lancil	x			x
	Rebaixamento do lancil		x	x	
	Acessos para automóveis no passeio	x	x	x	x
	Árvores	x	x	x	x
	Jardins (públicos e privados)	x			x
	Bancos públicos	x		x	x
	Presença de “buffers”	x	x	x	x
	Ocupação do solo	x		x	x
	Graffitis ilegais	x		x	x
	Lixo	x		x	x
	Iluminação para peões	x	x	x	x
	Zonas em construção/Edifícios devolutos	x			x
	Existência de bicicletários na rua	x			x
	Infraestruturas para bicicletas			x	
	Comodidades (Fontes de água, caixotes do lixo, etc...)				
	Nível de espaço livre			x	
Existência de linhas de alta tensão			x		

Tabela 3.13 - Indicadores considerados nas diferentes auditorias (continuação)

	Indicadores	Auditorias			
		PEQI original	PSI	PEDS	PEQI adaptado
Segmentos de rua	Harmonia entre as construções existentes			x	
	Distância entre os edifícios e o passeio			x	
	Altura dos edifícios			x	
	Questões subjetivas de avaliação da qualidade do ambiente pedonal como um todo	x		x	x

Relativamente ao HCM 2010, a metodologia para determinação do NS avalia a qualidade de funcionamento das infraestruturas pedonais, quer para segmentos isolados como para a infraestrutura como um todo, incorporando alguns dos indicadores do ambiente pedonal utilizados nas auditorias. A incorporação de um indicador relativo ao nível de serviço oferecido pelo segmento ou infraestrutura na determinação dos índices globais, como o PEQI e o PSI, poderia tornar a análise e a avaliação do ambiente pedonal mais completa.

Após uma análise detalhada das vantagens e desvantagens de cada auditoria, o PEQI foi o índice adotado, pois para além de ser possível avaliar as interseções e os segmentos de rua tendo em conta as suas particularidades, também permite adicionar novos indicadores e alterar os pesos dos já existentes, com maior facilidade.

3.3. Abordagem PEQI para Portugal

Como mencionado anteriormente, uma das vantagens do PEQI é a adaptação da metodologia à área que se pretende estudar. Como tal, é importante analisar previamente a área de estudo e observar se existem problemas específicos e se eles estão ou não incorporados nos campos dos formulários originais do PEQI. Caso não estejam incorporados, é possível incluir novos indicadores e reformular a distribuição dos pesos pelos campos considerados.

3.3.1. Alterações

De modo a adequar o formulário original à realidade pedonal portuguesa, o formulário PEQI sofreu as seguintes alterações:

- No formulário das interseções, o indicador “No Turn On Red Signals/Signs”, passou a designar-se “Amarelo intermitente na viragem (para automóveis)”;
- No formulário dos segmentos de rua, foram adicionados os indicadores “Inclinação longitudinal”, “Inclinação transversal” e “Material de revestimento do passeio” à secção “Passeios”;
- No formulário dos segmentos de rua, os indicadores “Zonas em construção” e “Edifícios devolutos” foram agrupados num único indicador, na secção “Aspetos estéticos e de segurança”.

Como anteriormente referido, o índice PEQI foi desenvolvido pelo SFDPH nos Estados Unidos da América, pretendendo-se com este estudo que seja adaptado à realidade pedonal portuguesa. Tendo em conta a adaptação pretendida e o facto de o sinal “No Turn On Red” ser muito comum nos Estados Unidos da América, mas não ser utilizado em Portugal, este campo foi substituído pelo “Amarelo intermitente na viragem”. O “Amarelo intermitente na viragem permite a passagem de veículos, desde que se faça com precaução e com respeito pelas regras da prioridade. A presença do sinal “No Turn on Red” permite que os veículos, perante um sinal vermelho num semáforo, virem à direita quando o caminho está livre. Destina-se a permitir o movimento do tráfego com risco mínimo, desde que seja realizado com cuidado.

Um dos motivos da adição dos indicadores “Inclinação longitudinal” e “Inclinação transversal” é o facto de Portugal ser um país que apresenta vários contrastes a nível de relevo, destacando-se as diferenças entre o Norte e o Sul do território. A Norte do Rio Tejo há uma predominância de áreas montanhosas e planaltos, ao invés do Sul onde se encontram várias planícies e pequenas elevações. Esta variação do relevo ao longo do território nacional influencia e é claramente visível nos sistemas pedonais urbanos construídos.

As inclinações longitudinais e transversais têm uma influência bastante considerável na experiência pedonal de qualquer peão, especialmente nos que têm mobilidade reduzida. Em Portugal, a regulamentação em vigor, o Decreto-Lei nº 163/2006 de 8 de Agosto estabelece que a inclinação longitudinal dos passeios não deverá ser superior a 5% e a inclinação transversal deve ser inferior a 2%. Outro motivo para a incorporação destes indicadores prende-se com o facto de estes serem contabilizados na determinação de outros índices de avaliação da qualidade do ambiente pedonal, tais como o PSI e o PEDS, descritos nos pontos 3.1.2 e 3.1.3, respetivamente.

A figura 3.7 ilustra a dificuldade sentida por um peão em cadeira de rodas ao se deslocar num passeio com inclinação transversal superior a 2%. Essa dificuldade também é sentida se a inclinação longitudinal for muito elevada, uma vez que o esforço físico também será muito maior.

Os troços de percursos pedonais cuja inclinação longitudinal é igual ou superior a 5% devem ser considerados rampas, e portanto, devem satisfazer o especificado na secção 2.5 do Decreto-Lei nº 163/2006.



Figura 3.7 - Peão com mobilidade reduzida deslocando-se sobre um troço cuja inclinação transversal é superior a 2% (adaptado de <http://incluase.blogspot.pt/2009/04/inclinacoes-do-passeio.html>)

O indicador "Material de revestimento do passeio" é uma das características dos passeios que não está incorporada no PEQI, mas que é considerado em outros índices de referência usados no âmbito da avaliação da qualidade do ambiente pedonal, como é o caso do PEDS ou ainda, do "Walking Suitability Assessment Form" (WSAF) (Emergy, et al., 2003).

Aquando da escolha destes materiais é essencial garantir boas condições de aderência, sobretudo em tempos de chuva. Como tal, é importante a consideração deste indicador na avaliação da qualidade do ambiente pedonal.

Em Portugal, como material de revestimento dos passeios é frequente o uso da típica Calçada Portuguesa, que pode ser de calcário, basalto ou granito, e de blocos de encaixe ou betão e betão ou argamassa de cimento (ver figura 3.8).

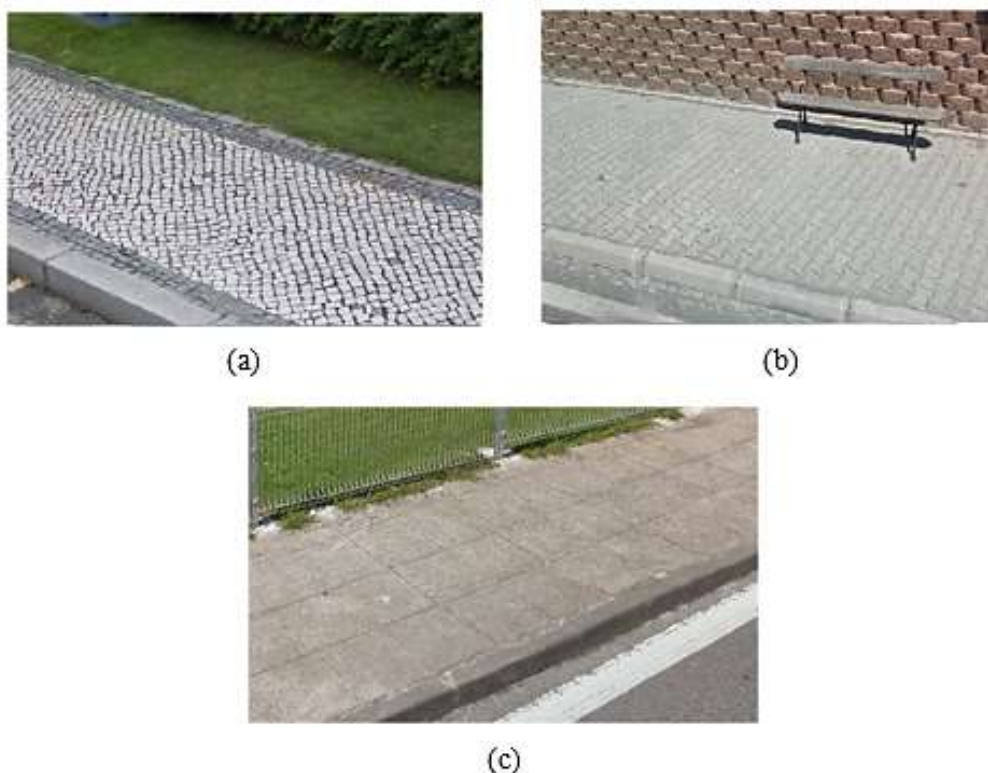


Figura 3.8 - Materiais de revestimento de passeios (Covilhã): (a) Calçada Portuguesa; (b): Blocos de encaixe; (c) Betão ou argamassa de cimento

A utilização em passeios de revestimentos constituídos por blocos de encaixe ou calçada Portuguesa apresentam a vantagem de poderem ser facilmente removidos para realizar trabalhos de manutenção ou outros.

A junção dos indicadores “Zonas em construção” com “Edifícios devolutos” teve como princípio base o facto de que a sensação de desconforto e insegurança sentidos pelo peão perante estas duas situações ser idêntica, não se justificando o facto de eles penalizarem a pontuação PEQI em duplicado. Por este motivo, optou-se por agregar os dois indicadores num só, passando a designar-se de “Zonas em construção/Edifícios Devolutos”.

Outras alterações foram efetuadas com o objetivo de tornar claro para o observador a identificação da resposta que melhor se assemelha à realidade, nomeadamente na secção “Passeios”, em que o campo “Obstruções permanentes” passou a designar-se de “Obstruções permanentes/Largura variável do passeio”, e no campo “Sem obstruções”, que passou a “Sem obstruções/Largura do passeio uniforme”.

As Figura 3.9 e 3.10 apresentam os formulários adaptados à realidade portuguesa.

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal

Formulário	INTERSEÇÕES						
ID Interseção							
Interseção entre	rua 1	e	rua 2				
		0 direções	1 direção	2 direções	3 direções	4 ou + direções	
1	Travessia pedonal	0	1	2	3	4	
2	Passadeira de nível tipo "Zebra"	0	1	2	3	4	
3	Sinalização luminosa para peões	Com contagem decrescente	0	1	2	3	4
		Sem contagem decrescente	0	1	2	3	4
4	Sinal de Stop e/ou Sinal de cedência de passagem	0	1	2	3	4	
5	Amarelo intermitente na viragem (para automóveis)	0	1	2	3	4	
6	Rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento	0	1	2	3	4	
	Interseção semaforizada	Sim	1	Não	0	Se NÃO, passar para o item 8	
7	SÓ ATRAVESSE A RUA COM LUZ VERDE PARA OS PEÕES OU SINALIZAÇÃO LUMINOSA A PERMITIR A PASSAGEM DE PEÕES						
	Medir a maior largura de atravessamento da interseção.						
	a. Medir o tempo de atravessamento (em segundos)				Inserir valor	segundos	
b. Medir a distância de atravessamento (em metros)				Inserir valor	metros		
8	Travessia do tipo "scramble"	Sim	1	Não	0		
9	Medidas de acalmia de tráfego nas intersecções - <i>Assinalar todas as medidas existentes</i> Nenhuma = 0 1 ou 2 medidas = 1 3 ou 4 medidas = 2 5 ou mais medidas = 3		Nenhuma				
			Tratamento das superfícies de atravessamento (textura, cor ou material)				
			Separador central				
			Mini-rotunda				
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))				
			Ciclovia na intersecção				
			Encerramento parcial da via / estrangulamento a partir dos lados da via				
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego				
			Prolongamento/extensão do passeio				
			Iluminação das travessias pedonais				
	Outro:						
10	Sinais adicionais para peões	Sim	1	Não	0		
Observações: (Adicionar qualquer informação que seja relevante)							

Figura 3.9 - Formulário PEQI para caracterização de interseções após a alteração à abordagem PEQI

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal

Formulário	SEGMENTOS				
Preencher UM formulário para cada lado da rua					
ID Segmento					
Nome da rua					
Entre			e		
Lado da rua	Assinale	N	S	E	O

Tráfego de veículos						
11	Número de vias (não incluir vias exclusivas para viragem)	4	4 ou mais vias			
		3	3 vias			
		2	2 vias			
		1	1 via			
		0	Nenhuma via			
12	Dois sentidos de tráfego	Sim	1	Não	0	
13	Limite de velocidade / Velocidade máxima imposta por sinalização vertical	Não imposta por sinalização		20 Km/h		60 Km/h
				30 Km/h		70 Km/h
			40 Km/h		80 Km/h	
			50 Km/h		90 Km/h	
14	Medidas de acalmia de tráfego Escolher todas as opções presentes Nenhuma = 0 1 ou mais = 1		Nenhuma			
			Separador central			
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))			
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego			
			Bandas sonoras			
			Limite de velocidade imposto (por exemplo: por sinalização)			
			Gincanas			
	Outra:					

Figura 3.10 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua após a alteração à abordagem PEQI

Passeios					
15	Largura do passeio	0	Sem passeio		
		1	Menor que 1,5m		
		2	Entre 1,5m e 2,5m		
		3	Entre 2,5m e 3,5m		
		4	Maior que 3,5m		
16	Inclinação longitudinal $\geq 5\%$	Sim	1	Não	0
17	Inclinação transversal $\leq 2\%$	Sim	1	Não	0
18	Material de revestimento do passeio	0	Não revestido		
		1	Calçada Portuguesa (calçário, basalto, granito)		
		2	Pavimento em blocos de encaixe ou betão		
			Outro:		
19	Estado da superfície do passeio (Um impedimento é entendido como algo que representa perigo de tropeçar ou interrompe a continuidade da superfície do passeio) - Escolher apenas uma opção.	0	Sem passeio		
		1	Impedimentos significativos		
		2	Alguns impedimentos		
		3	Sem impedimentos		
20	Obstruções significativas no passeio (Uma obstrução é qualquer objeto que provoca uma redução ou variação da largura do passeio ou que obriga os peões a baixarem-se para passar por baixo) - Escolher apenas uma opção.	0	Sem passeio		
		1	Obstruções permanentes / Largura do passeio variável		
		2	Obstruções temporárias		
		3	Obstruções permanentes e temporárias (ambas)		
		4	Sem obstruções /Largura do passeio uniforme		
21	Presença de lancil	Sim	1	Não	0
22	Acessos para automóveis no passeio		N.º de acessos (exemplo: acessos a garagens)		
23	Árvores Escolher a opção que melhor descreve o segmento de rua	1	Alinhadas de forma contínua ao longo da rua		
		2	Algumas árvores; Esporadicamente alinhadas ao longo da rua		
		3	Sem árvores		
24	Jardins (públicos e privados)	Sim	1	Não	0
25	Bancos públicos (incluindo os das paragens de autocarro)	Sim	1	Não	0
26	Presença de "buffers" entre o passeio e a via Escolher todas as opções presentes		Nenhum		
			Ciclovia		
			Estacionamento paralelo à rua - sem restrição de tempo		
			Estacionamento paralelo à rua - com restrição de tempo		
			Margem pavimentada ou arrelvada		

Figura 3.10 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua após a alteração à abordagem PEQI (continuação)

Ocupação do solo					
27	Montras e locais de venda a retalho		N.º de estabelecimentos (de todo o tipo)		
28	Locais de interesse histórico ou artístico	Sim	1	Não	0

Aspectos estéticos e de segurança					
29	Graffitis ilegais		Muitos graffitis		
		1	Poucos ou nenhuns graffitis		
30	Lixo	Sim	1	Não	0
			Iluminação privada		
31	Iluminação de rua para peões Escolher apenas uma opção		Iluminação pública		
		1	Iluminação privada e pública (ambas)		
		2	Sem iluminação de rua para peões		
		3			
32	Zonas em construção / Edifícios devolutos	Sim	1	Não	0
33	Lotes vagos	Sim	1	Não	0
34	Existência de bicicletários na rua	Sim	1	Não	0

Grau de pedonalização percebida pelo peão: Assinale o número que melhor descreve o segmento de rua						
35	Este segmento de rua é visualmente atrativo para caminhar?	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente	
		1	2	3	4	
36	Existe um sentimento de segurança ao caminhar ao longo deste segmento de rua?	1	2	3	4	
		Sem odor	Pouco odor	Algum odor	Muito odor	
37	Verifica-se a existência de odores fortes em parte ou ao longo do segmento de rua (gases de veículos, cheiro a urina, cheiro a lixo, etc.)?	1	2	3	4	
		Sem ruído	Pouco ruído	Algum ruído	Muito ruído	
38	Como classificaria o ruído neste segmento de rua?	1	2	3	4	
		Não "caminhável"			Muito "caminhável"	
39	Numa escala de 1 a 10, quão "caminhável" é este segmento de rua?	1 2 3 4 5			6 7 8 9 10	
		Observações: (Adicionar qualquer informação que seja relevante)				

Figura 3.10 - Formulário PEQI para caracterização de segmentos de rua após a alteração à abordagem PEQI (continuação)

3.4. Pesos dos indicadores e pontuação do índice

O principal objetivo das alterações efetuadas aos pesos dos indicadores, para além de considerar a inclusão dos novos indicadores no cálculo, é o de aumentar a contribuição da secção “Passeios” na determinação da pontuação PEQI. Esta decisão foi tomada baseada no pressuposto de que um ambiente pedonal bem construído favorece a verificação de boas condições de segurança, incluindo os aspetos relacionados com as características dos espaços utilizados em simultâneo pelo tráfego automóvel e pedonal, e promove positivamente aspetos estéticos e o grau de pedonalização percebida pelos utilizadores da infraestrutura.

Para o caso das interseções, os pesos dos indicadores mantiveram-se em relação à versão original, uma vez que o indicador que sofreu alterações foi o “No Turn On Red Signals/signs” que passou a designar-se de “Amarelo intermitente na viragem”, sem alteração dos pesos.

Relativamente ao indicador “Velocidade de atravessamento”, o Decreto-Lei n.º 163/2006 de 8 de Agosto refere que *“o sinal verde de travessia de peões deve estar aberto o tempo para permitir a travessia, a uma velocidade de 0,4 m/s...”*, no entanto, o Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes (2008) - Volume 8, considera como valor de referência para a velocidade média de circulação dos peões 1,2 m/s.

A velocidade de atravessamento adotada para diferenciar os pesos deste campo foi de 1,0 m/s, pois para além de ser a recomendada no PEQI, é a que melhor se ajusta entre os valores das velocidades referidos em cima.

O mesmo não aconteceu com pesos dos indicadores presentes no formulário dos segmentos de rua, onde se verificaram as alterações que a seguir se descrevem.

O peso do indicador “Medidas de Acalmia de Tráfego”, na secção “Tráfego de Veículos”, foi aumentado quando existem uma ou mais medidas de acalmia no segmento em análise. Este aumento baseou-se no facto de as medidas de acalmia de tráfego terem um impacto muito significativo na redução da velocidade do tráfego automóvel, aumentando a visibilidade sobre os peões e reduzindo potenciais atropelamentos. A influência deste indicador na pontuação máxima do PEQI passou de 4,3 % para 5,7 %.

Na auditoria PSI, o coeficiente *c* (eficácia do indicador) associado à “Inclinação transversal” é maior que o coeficiente *c* adotado para a “Inclinação longitudinal”, no entanto, na adaptação do PEQI optou-se por atribuir o mesmo peso a ambos. Isto justifica-se uma vez que, embora a “Inclinação transversal” tenha uma grande influência na comodidade dos peões, verifica-se em Portugal uma presença significativa de zonas urbanas construídas em locais de relevo acentuado, o que aumenta a relevância do indicador “Inclinação longitudinal”.

Deste modo foi definido um peso de 4 e 22 para ambas as inclinações. No caso da inclinação longitudinal o peso de 4 é atribuído para a condição verdadeira (valores iguais ou superiores a 5%), enquanto o peso de 22 é atribuído para a falsa. Isto traduz-se numa influência na pontuação mínima e máxima de 2,6% e 4,3%, respetivamente. O oposto acontece na inclinação transversal, onde há uma inversão dos valores dos pesos, sendo o peso de 22 destinado à condição verdadeira (valores iguais ou inferiores a 2%).

No que diz respeito ao material de revestimento do passeio, foi atribuída um peso maior ao revestimento com blocos de encaixe ou betão, uma vez que este material apresenta um melhor comportamento em termos de garantia das condições de aderência, mantendo-se com uma superfície mais texturada mesmo em tempo de chuva, não representando tanto perigo para os peões. Assim, se o passeio não for revestido tem um peso de 5, se for revestido com Calçada Portuguesa tem um peso de 10 e caso seja revestido em blocos de encaixe ou betão tem um peso de 15.

Todos os restantes indicadores da secção “Passeios” mantiveram os seus pesos originais.

Na secção “Aspetos estéticos e de segurança”, a junção dos indicadores “Zonas em construção” e “Edifícios devolutos” representa uma redução para metade no peso destes indicadores. Assim, antes da agregação tinham uma influência de 9,2% na pontuação mínima do índice PEQI, que passou a ser de 4,6%, e uma influência de 5,0% na pontuação máxima, que passou para 2,5%.

Na tabela 3.14 pode observar-se os pesos para cada indicador do formulário dos segmentos de rua, após as alterações efetuadas à abordagem PEQI original.

Tabela 3.14 - Valores dos pesos dos indicadores do formulário dos segmentos de rua após alterações à abordagem PEQI

	Item	Valor original	Valor ponderado	Pontuação mínima	Pontuação máxima
Tráfego de veículos	Número de vias	0	24	4	
		1	22		
		2	19		
		3	9		
		4	4		24
	Dois sentidos de tráfego	0	7	7	
		1	10		10
	Limite de velocidade	< 30	27	2	
		Não imposta	22		
		30 - 40	22		
		41 - 50	12		
		> 50	2		27
	Medidas de acalmia de tráfego	1+	27	7	
	0	7		27	
				20	88
Passeios	Largura do passeio	0	4	4	
		1	7		
		2	13		
		3	19		
		4	22		22
	Inclinação longitudinal \geq 5%	0	22	4	
		1	4		22
	Inclinação transversal \leq 2%	0	4	4	
		1	22		22
	Material de revestimento do passeio	0	5	5	
		1	10		
		2	15		15
	Estado da superfície do passeio	0	4	4	
		1	7		
		2	17		
		3	24		24
	Obstruções no passeio	0	5	5	
		1	9		
		2	10		
		3	8		
		4	15		15
	Presença de lancil	0	7	7	
		1	17		17
	Acessos para automóveis no passeio	0	17	5	
		1 a 5	15		
		5 ou mais	5		17
	Árvores	1	16	7	
		2	11		
		3	7		16
	Jardins	0	4	4	
		1	9		9
	Bancos públicos	0	7	7	
		1	13		13
Presença de "buffers"	Nenhum - 0	4	4		
	Margem apenas -1	13			
	Estacionamento apenas -1	13			
	Ciclovia apenas -1	13			
	Quaisquer dois dos 3 acima -2	21			
	Todos os três -3	24		24	
				60	216

Tabela 3.14 - Valores dos pesos dos indicadores do formulário dos segmentos de rua após alterações à abordagem PEQI (continuação)

	Item	Valor original	Valor ponderado	Pontuação mínima	Pontuação máxima
Ocupação do solo	Montras e locais de venda a retalho	0	9	9	
		1 a 2	11		
		3 ou mais	19		19
	Locais de interesse histórico ou artístico	0	6	6	
		1	14		14
				15	33
Aspectos estéticos e de segurança	Graffitis ilegais	0	9	5	
		1	5		9
	Lixo	0	10	5	
		1	5		10
	Iluminação de rua para peões	0	7	7	
		1	15		
		2	20		
	Zonas em construção/Edifícios devolutos	3	25		25
		0	13	7	
	Lotes vagos	1	7		13
		0	13	7	
	Existência de bicicletários na rua	1	7		13
		0	5	5	
					10
				36	80
Grau de pedonalização percebido pelo peão	Visualmente atrativo	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Sentimento de segurança	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Odores fortes	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Ruido	1	20	5	
		2	15		
		3	10		
		4	5		20
	Grau de pedonalização percebido pelo peão	1	1	1	
		2	3		
		3	5		
		4	7		
5		9			
6		11			
7		13			
8		15			
9	17				
10	19		19		
				21	99

A determinação da pontuação PEQI é efetuada como na metodologia original, segundo as orientações das tabelas 3.2 e 3.4.

Assim, a tabela 3.15 apresenta o peso que as 5 secções do formulário dos segmentos de rua têm na pontuação PEQI antes e depois de adaptado para a realidade portuguesa.

Tabela 3.15 - Pesos das secções na pontuação do PEQI (para os segmentos de rua)

	Peso na pontuação mínima original (%)	Peso na pontuação máxima original (%)	Peso na pontuação mínima após alterações (%)	Peso na pontuação máxima após alterações (%)
Tráfego de veículos	14	17	13	17
Passeios	32	34	39	42
Ocupação do solo	10	7	10	6
Aspetos estéticos e de segurança	29	20	24	16
Grau de pedonalização	14	21	14	19

4. Caso de estudo: Avaliação da qualidade do ambiente pedonal na cidade da Covilhã

4.1. Introdução (Aspetos gerais)

Neste ponto apresentam-se algumas definições e indicações que dizem respeito aos tipos de interseção e à hierarquia rodoviária. Com esta informação pretende-se enquadrar a forma como se procedeu à identificação das interseções e dos segmentos de rua.

As descrições efetuadas tiveram por base a consulta dos volumes 4, 5, 6 e 7 do Manual do Planeamento de Acessibilidades e da Gestão Viária (Seco, *et al.*, 2008).

4.1.1. Interseções

As interseções são pontos onde duas ou mais correntes de tráfego se cruzam, separam ou juntam gerando conflitos que são regulados e resolvidos de acordo com regras predefinidas e específicas de funcionamento.

Seguidamente apresentam-se os motivos pelos quais as interseções são pontos críticos:

- São locais onde geralmente têm início as situações de congestionamento do tráfego automóvel;
- Aproximadamente dois terços de todos os acidentes com feridos e/ou mortos ocorrem nestes pontos;
- São locais onde habitualmente se fazem sentir os conflitos de interesses entre as redes rodoviárias e as redes pedonais ou de ciclovias, ou mesmo com os sistemas ferroviários ligeiros.

Numa abordagem inicial, as interseções podem ser divididas em: interseções de nível, onde duas ou mais correntes de tráfego se cruzam à mesma cota num ponto comum; e interseções desniveladas, em que as vias e/ou ramos da interseção se interseccionam a níveis diferentes.

As interseções de nível são muito vulgares nas redes viárias urbanas, pois são uma solução económica e permitem maior adaptabilidade ao espaço.

As soluções adotadas para as interseções diferenciam-se entre si relativamente a um conjunto variado de aspetos, designadamente no que diz respeito ao princípio de regulação, ao potencial

de desempenho, ao tipo de hierarquização dos eixos afluentes ou ao grau de impacto sobre o espaço envolvente.

De acordo com os princípios da regulação, as interseções de nível podem ser subdivididas em três tipologias, designadamente:

- Interseções prioritárias;
- Interseções giratórias ou rotundas;
- Interseções semaforizadas.

De notar que, dentro de cada uma dessas tipologias existem vários subtipos com características próprias, assim como soluções mistas, como por exemplo as interseções parcialmente desniveladas.

4.1.1.1. Interseções prioritárias

As interseções prioritárias caracterizam-se pela atribuição de diferentes níveis de prioridade a diferentes movimentos direcionais de tráfego ou ramos de acesso. Essa atribuição é feita retirando prioridade a determinados ramos de acesso ou movimentos direcionais, através da aplicação de sinais verticais de STOP (sinal do tipo B2 do Código da Estrada) ou cedência de passagem (sinal do tipo B1), desejavelmente acompanhados da correspondente sinalização horizontal.

Conhecem-se diversos subtipos de interseções prioritárias, que regidas pelos mesmos princípios, se distinguem pelo grau de canalização (ver figura 4.1) e segregação dos diferentes movimentos direcionais, apresentando potenciais de desempenhos muito distintos.

Deste modo, esta categoria pode ser subdividida consoante o número de ramos (3 ramos em “T” ou “Y”; 4 ramos em “Cruz” ou em “X”; múltipla; e desalinhada), o ângulo de inserção (ortogonal ou oblíquo) e a canalização (sem canalização; com canalização demarcada; e/ou com canalização materializada).

Esta é uma solução simples de implementar e de baixo custo. No entanto o seu custo tende a crescer significativamente no caso de soluções mais complexas com significativos graus de canalização e segregação dos movimentos. O seu funcionamento garante níveis de capacidade média/baixa, conseguindo-se uma otimização da mesma através da canalização e segregação do tráfego.

A sua principal desvantagem são os níveis de segurança geralmente inferiores aos das restantes tipologias de nível, com exceção da prioridade à direita, em que se aplica uma regra geral básica que concede a prioridade a um veículo sempre que este se apresente pela direita

relativamente a qualquer outro que se aproxime ao mesmo tempo da interseção, caracterizando-se pela inexistência de qualquer sinalização horizontal e vertical de atribuição de prioridades.

As interseções prioritárias revelam-se eficientes, quando implementadas em interseções com níveis moderados de tráfego onde, devido à geometria ou ao tráfego, existe uma dominância de um dos eixos que a ela acedem.

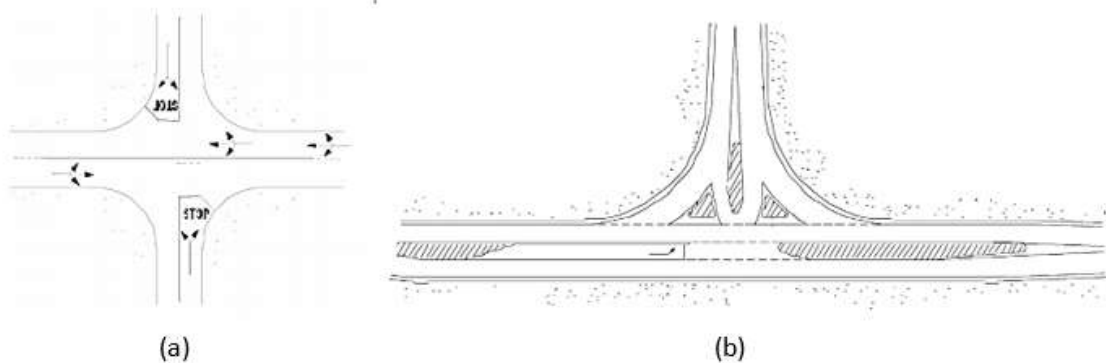


Figura 4.1 - Interseção prioritária: (a) sem canalização de tráfego; (b) com canalização de tráfego (Seco, *et al.*, 2008)

4.1.1.2. Interseções giratórias (rotundas)

As rotundas caracterizam-se pela circulação dentro do cruzamento em sentido obrigatório contrário ao ponteiro dos relógios, utilizando uma faixa de rodagem que se desenvolve em volta de uma placa central de formato mais ou menos circular.

Os veículos que pretendem entrar na rotunda deverão dar prioridade àqueles que já se encontram no seu interior. Este tipo de regulação é muito mais eficiente que o anterior, uma vez que evita que em períodos de tráfego significativo o cruzamento bloqueie.

A regulação de prioridade não tem, mas deve, ser feita com recurso à aplicação de sinais verticais de cedência de passagem (sinal do tipo B1 do Código da Estrada), acompanhados da respetiva sinalização horizontal.

Existem diversos subtipos de rotundas que, embora mantenham os mesmos princípios genéricos de regulação de prioridade e de forma de circulação, apresentam diferenças significativas no seu potencial de desempenho e conseqüentemente na sua aplicabilidade (ver ilustrações da figura 4.2).

Destacam-se as seguintes tipologias: rotundas “normais”; mini-rotundas; rotundas desniveladas (onde se verifica o desnivelamento do eixo viário principal, que praticamente não “sente” o efeito da existência do cruzamento, sendo a rotunda de nível apenas responsável pela

regulação do tráfego dos eixos secundários e do tráfego de entrada e saída do eixo principal); e rotundas duplas.

Enquanto soluções de nível, as rotundas apresentam um custo de investimento moderado quando comparadas com as restantes tipologias de interseções, com exceção das desniveladas, relevando no entanto alguma inflexibilidade e exigência no que respeita às características do espaço ocupado (dimensão e forma).

Adaptam-se perfeitamente bem a funcionamentos com níveis globais de procura de tráfego muito diferentes, apresentando potencialidades para gerar níveis de capacidade elevados.

Outra grande vantagem das rotundas, quando bem dimensionadas, é o facto de elas induzirem naturalmente os condutores para a necessidade de mudança de comportamento, associado muitas vezes à prática de velocidades mais baixas. Neste sentido, as rotundas, quando bem enquadradas no sistema, podem funcionar como uma medida de acalmia de tráfego.

Todavia, as rotundas não são eficazes em zonas onde se prevejam elevados níveis de tráfego pedonal e de ciclistas. No caso dos peões, se por um lado os atravessamentos pedonais colocados nas vias de acesso nas suas proximidades apresentam, normalmente, bons níveis de segurança, por outro lado, a existência de rotundas tende a criar circuitos pedonais extensos, uma vez que não devem existir travessias pedonais formais no seu anel interno. Do ponto de vista dos ciclistas, estes são muitas vezes prejudicados devido ao desrespeito da prioridade por parte dos condutores e pela diferença de velocidades entre ciclistas e automóveis, fatores que tendem a dar origem a alguns problemas de sinistralidade associados a ciclistas.

Outro aspeto menos positivo prende-se com o facto de que é particularmente indicada para interseções com vias de importância funcional e fluxos de tráfego semelhantes, uma vez que, ao impor a perda de prioridade a todas as entradas, dá importância idêntica a todas. As rotundas desniveladas, pelo contrário, são particularmente adequadas para a interligação de eixos viários com tráfegos significativos mas de níveis hierárquicos diferentes, em que se pretende que os principais movimentos não sofram reduções de velocidade significativas.



Figura 4.2 - Exemplos de tipologias de rotundas (Seco, *et al.*, 2008)

4.1.1.3. Interseções semaforizadas

As interseções semaforizadas caracterizam-se pela atribuição em diferentes períodos de tempo e através de sinalização luminosa, de direito absoluto ou parcial de entrada aos diferentes movimentos direcionais de tráfego que têm trajetórias conflitantes (ver figura 4.3). A regulação da prioridade é assim feita com recurso a um sistema de sinais luminosos (semáforos).

Existe um conjunto de subtipos diferentes dependendo do tipo de funcionamento adotado que, pode ser a “tempos fixos” ou “atuado”, ou ainda, de forma “isolada” ou “coordenada”.

As soluções a tempos fixos funcionam com base em planos de regulação pré-definidos, que funcionam sempre, ou em períodos bem definidos, da mesma forma, ao passo que quando se recorre aos sinais luminosos atuados existe a possibilidade de, em tempo real, realizar ajustamentos em resposta a alterações verificadas na procura.

Por sua vez, nas soluções coordenadas existe um esforço estruturado de coordenação do funcionamento de vários cruzamentos adjacentes de modo a otimizar o funcionamento global da rede, enquanto nas soluções isoladas o plano de regulação apenas tende a otimizar o funcionamento de um cruzamento face a determinados padrões de procura nos diversos acessos.

São soluções moderadas do ponto de vista do custo de investimento e do espaço ocupado, sendo menos exigente ao nível do espaço do que as soluções do tipo rotunda, mas com maiores exigências no que respeita aos custos de manutenção e exploração, bem como de “know-how” na sua implementação, do que as restantes tipologias de nível.

Este tipo de intersecção é particularmente adequado para zonas urbanas onde: as condições de implementação são mais condicionadas; se verifica um maior nível de conflito com o sistema pedonal; se regista a maior densidade geográfica de cruzamentos e maior complexidade e variabilidade das correntes de tráfego.

A atribuição de diferentes períodos de tempo do direito absoluto ou parcial de entrada no cruzamento às diferentes correntes de tráfego permite uma segregação temporal dos conflitos entre veículos e entre veículos e peões, proporcionando um aumento dos níveis de segurança.

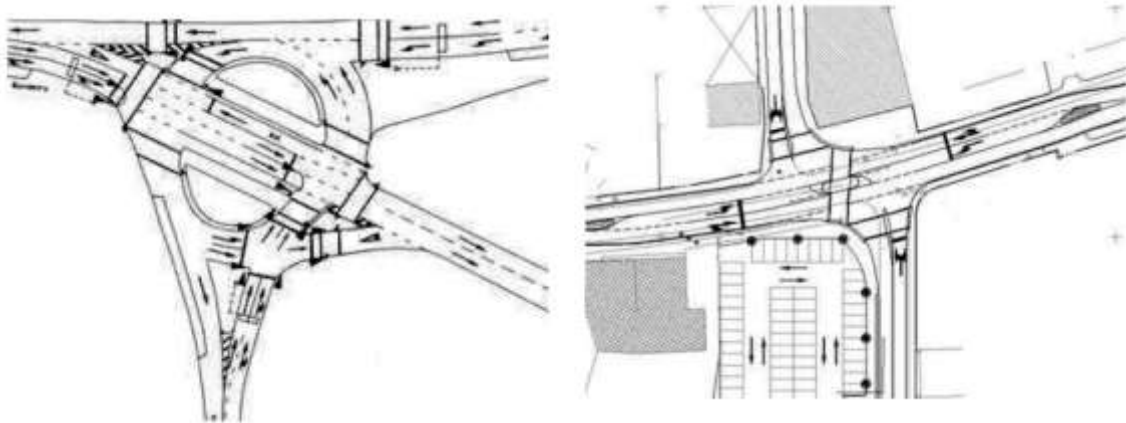


Figura 4.3 - Exemplos de interseções com sinais luminosos (Seco, *et al.*, 2008)

4.1.1.4. Interseções desniveladas

As interseções desniveladas caracterizam-se pela eliminação total ou parcial dos conflitos entre movimentos direcionais que se cruzam através da sua segregação espacial, reduzindo assim, em princípio, os níveis de sinistralidade envolvendo veículos (ver figura 4.4).

Esta solução apresenta um custo de investimento e espaço ocupado muito mais elevado que as tipologias referenciadas anteriormente, no entanto, estas soluções são capazes de oferecer níveis muito elevados de capacidade, fluidez e rapidez do tráfego, particularmente aos movimentos dominantes.

Dependendo do tipo de desnivelamento adotado, parcial ou total, trata-se de uma tipologia capaz de ser aplicada quer em situações de confluência de vias de importância semelhante quer a situações onde um dos eixos é dominante.

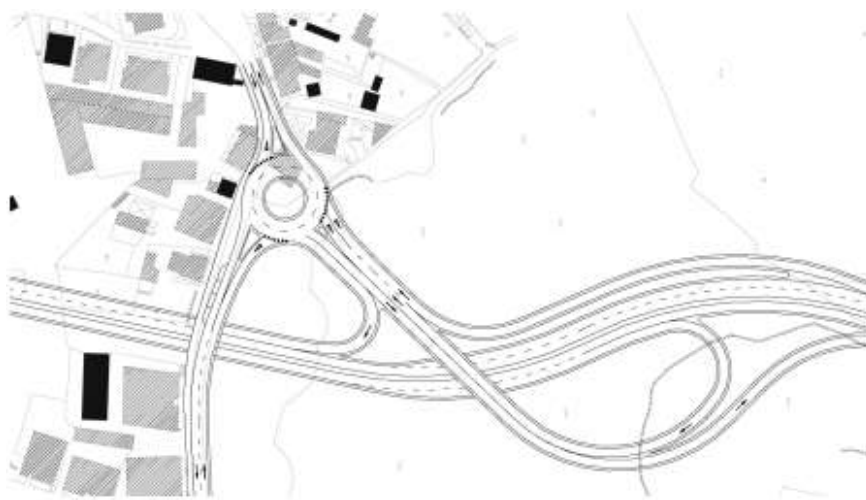


Figura 4.4 - Exemplo de cruzamento parcial desnivelado em ambiente suburbano (Seco, *et al.*, 2008)

4.1.2. Hierarquização rodoviária

Os arruamentos rodoviários urbanos e rurais dão resposta a um conjunto variado de funções, desde a garantia da mobilidade através da circulação rodoviária motorizada (e, por vezes, também ferroviária) e da sua acessibilidade aos diferentes espaços, até ao suporte das deslocações pedonais ou outras não motorizadas, incluindo funções sociais próprias da normal vivência urbana.

Assim, qualquer rede rodoviária passa por uma estruturação baseada numa hierarquização funcional, resultando dois grandes conjuntos de vias: as vias estruturantes (função de circulação) e as vias locais (função de acesso e de vivência urbana).

No entanto, segundo o Institute of Highways and Transportation with the Department of Transport (HMSO, 1987), a hierarquia das vias pode ainda ser apresentada da seguinte forma:

- Vias coletoras;
- Vias distribuidoras principais;
- Vias distribuidoras locais;
- Vias de acesso local.

A hierarquização apresentada tem em consideração a existência de níveis intermédios entre as vias estruturantes e as vias locais. Na tabela 4.1 são apresentadas as principais características associadas a cada nível hierárquico.

Tabela 4.1 - Classificação das vias urbanas a partir do seu nível hierárquico (adaptado de (Santos, 2002) e (Seco, *et al.*, 2008))

Níveis Hierárquicos Funcionais	Características gerais	Hierarquia Rodoviária	Características particulares
Vias Estruturantes	<ul style="list-style-type: none"> - Garantem as ligações entre diferentes zonas funcionais de um aglomerado urbano; - São vocacionadas para os grandes trajetos que apresentam fluidez de tráfego. - Deseja-se que as mesmas apresentem níveis de segurança máximos. 	Vias coletoras	<ul style="list-style-type: none"> - Nível mais elevado das vias estruturantes; - Vias de grande capacidade de tráfego; - Salvo indicação em contrário, não existe circulação de peões e não é permitido estacionar ao longo da mesma; - Velocidades de circulação tendencialmente superiores a 80 Km/h.
		Vias distribuidoras principais	<ul style="list-style-type: none"> - Nível mais baixo das vias estruturantes; - Permitem o estacionamento, cargas e descargas, mas em zonas não críticas para a fluidez do tráfego; - É permitida a circulação de peões, em trajetos pedonais formais adjacentes às vias e o atravessamento deve ser “encaminhado” para travessias pedonais formalizadas, normalmente passadeiras semaforizadas; - Velocidades de circulação na ordem dos 50 Km/h.
Vias Locais	<ul style="list-style-type: none"> - Garantem acessos aos espaços urbanos onde se localizam todas as atividades, garantindo assim a acessibilidade às propriedades; - Apresenta qualidade ambiental e de vida elevadas. 	Vias distribuidoras locais	<ul style="list-style-type: none"> - Nível mais elevado das vias locais; - O estacionamento e cargas e descargas são aceitáveis mesmo próximo de cruzamentos; - É permitida a circulação de peões, existindo atravessamentos formais, normalmente do tipo passadeira, destinados particularmente a servir os peões mais vulneráveis; - Velocidades de circulação na ordem dos 40 Km/h, de forma a reduzir a ocorrência e gravidade de acidentes.
		Vias de acesso local	<ul style="list-style-type: none"> - Nível mais baixo das vias locais, dando acesso direto às edificações e arredores; - O estacionamento é normalmente autorizado; - Espaço de partilha entre o automóvel e o peão com prioridade dada ao peão; - Velocidades de circulação limitadas a 30 Km/h, garantindo assim alguma segurança na circulação dos peões.

4.2. Metodologia

O fluxograma da figura 4.5 apresenta a sequência de operações realizadas desde o tratamento da componente geográfica da rede rodoviária em ArcGIS® até à obtenção da classificação PEQI e a sua representação.

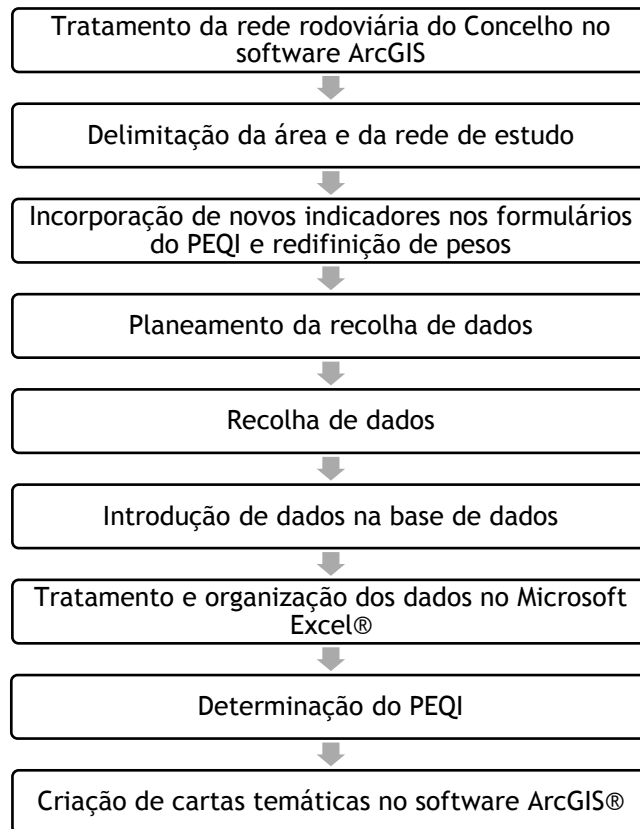


Figura 4.5 - Fluxograma das operações realizadas para determinação e representação da qualidade do ambiente pedonal

Nos pontos seguintes são apresentadas as principais operações realizadas na determinação da pontuação PEQI, designadamente, a delimitação da rede em estudo, a recolha e o tratamento de dados e a análise de resultados.

4.3. Enquadramento geográfico e delimitação da área de estudo

Administrativamente, o Concelho da Covilhã insere-se na Região Centro do País, mais propriamente na NUT (Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos) de nível III - Beiras e Serra da Estrela - e na sub-região estatística da Cova da Beira, no distrito de Castelo Branco.

O Concelho possui uma área de mais de 550 km² e tem uma população estimada em 51 797 habitantes (Censos 2011), distribuídos em 21 freguesias, designadamente: Aldeia de São Francisco de Assis, Boidobra, Cortes do Meio, Dominguiso, Erada, Ferro, Orjais, Paul, Peraboa, São Jorge da Beira, Sobral de São Miguel, Tortosendo, Unhais da Serra, Verdelhos, Barco e Coutada, Cantar Galo e Vila do Carvalho, Casegas e Ourondo, Covilhã e Canhoso, Peso e Vales do Rio, Teixoso e Sarzedo, Vale Formoso e Aldeia do Souto (ver figura 4.6).

Faz fronteira com outros 5 municípios: a norte com os municípios de Seia e Manteigas, a nordeste com a Guarda, a leste com Belmonte, a sul com o Fundão e a oeste com Pampilhosa da Serra e Arganil.

Enquanto cidade, a Covilhã situa-se na vertente oriental da Serra da Estrela, a cerca de 700 metros de altitude.



Figura 4.6 - Localização do caso de estudo - Concelho da Covilhã

O perímetro urbano do Concelho da Covilhã é formado por cinco freguesias: Covilhã e Canhoso, Teixoso e Sarzedo, Cantar-Galo e Vila do Carvalho, Boidobra e Tortosendo. No entanto, o caso de estudo, no qual se efetua a avaliação e a classificação do ambiente pedonal, foi desenvolvido para a freguesia da Covilhã e Canhoso, por esta ser considerada o centro urbano do concelho.

4.4. Recolha e tratamento de dados

Para a elaboração da base de dados para avaliação da qualidade do ambiente pedonal, procedeu-se inicialmente ao tratamento da rede rodoviária do concelho da Covilhã no *software* de sistemas de informação geográfica ArcGIS®.

Posteriormente, foi delimitada a área de estudo. Com a impossibilidade de avaliar todas as freguesias do concelho da Covilhã devido à sua extensa área, o caso de estudo desenvolveu-se na freguesia de Covilhã e Canhoso, onde estão localizados os principais pólos atrativos de comércio, serviços e lazer e onde, portanto, existe maior afluência de peões.

A rede em estudo foi definida tendo em conta os principais eixos que dão acesso a esses pólos. É importante referir que alguns dos segmentos de rua em estudo pertencem à freguesia de Boidobra, pelo facto de estarem localizados junto ao Centro Hospitalar Cova da Beira, como se pode observar na figura 4.7.

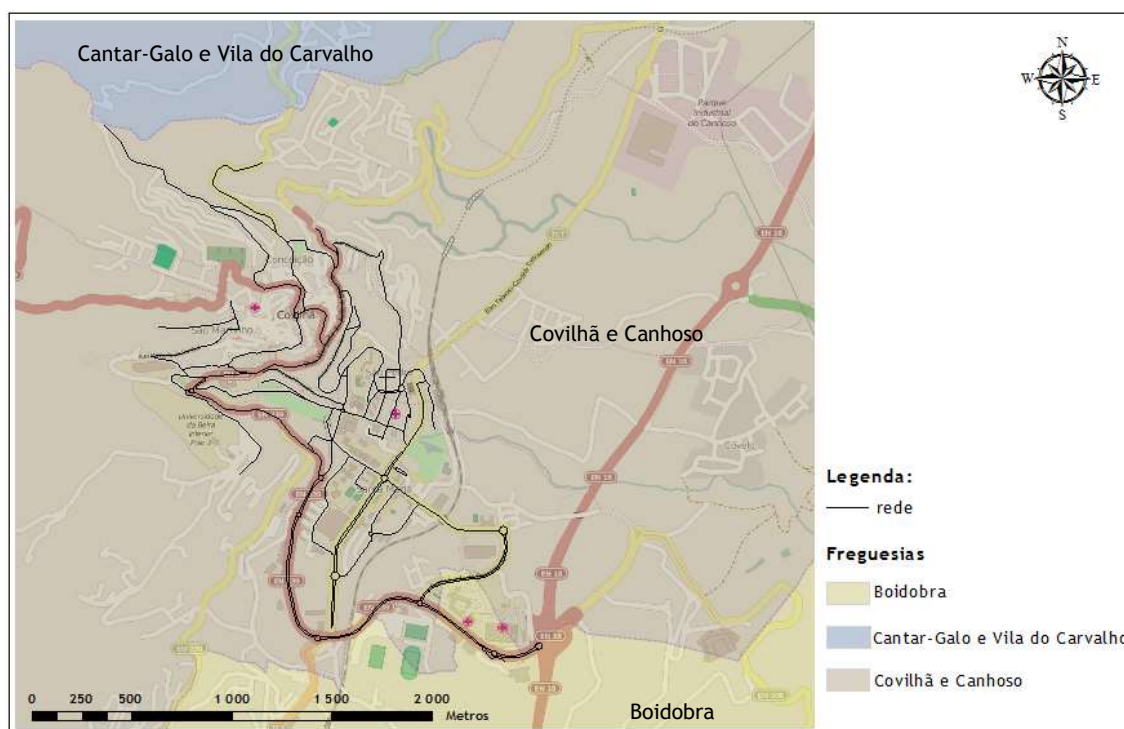


Figura 4.7 - Localização da rede em estudo

Delimitada a área de estudo, analisou-se a mesma com a finalidade de identificar características consideradas essenciais na análise e características específicas do ambiente rodoviário português que não estivessem integradas no formulário PEQI original. Sendo um dos principais objetivos do trabalho a adaptação do índice PEQI para avaliar o ambiente pedonal em Portugal, os indicadores incorporados refletem estes aspetos. No ponto 3.3.1 foram apresentadas as alterações efetuadas à abordagem PEQI original.

O passo que antecede a recolha de dados propriamente dita corresponde ao planeamento da mesma. Este passo envolveu as seguintes fases:

- Identificar cada segmento de rua e interseção com um código identificador único numérico;
- Determinar o número de interseções e segmentos de rua que vão ser analisados, de modo a que se possam providenciar formulários suficientes. No caso dos segmentos de rua optou-se por avaliar cada um dos lados da rua separadamente e como tal foram necessários o dobro dos formulários. Outros materiais necessários: uma prancheta, um lápis, uma fita métrica e um cronómetro (por equipa de observadores);
- Formar os observadores envolvidos na recolha dos dados sobre o tipo e forma de recolha da informação, através de uma exposição teórica e de aulas de treino práticas.

A recolha de dados envolveu duas equipas de dois elementos que avaliaram um total de 74 interseções e os dois lados de 126 segmentos de rua.

Os dados recolhidos foram posteriormente inseridos numa folha de cálculo Microsoft Excel® a fim de criar a base de dados alfanumérica e automatizar a obtenção do índice PEQI.

Por fim, os dados foram analisados e organizados para serem inseridos no *software* ArcGIS®, tendo sido associados à componente geográfica da rede viária através do identificador único definido para cada interseção e segmento de rua.

Nos pontos seguintes são apresentados aspetos particulares da recolha e do tratamento dos dados efetuado para as interseções e os segmentos de rua.

4.4.1. Interseções

Como referido anteriormente, foram avaliadas 74 interseções, das quais 41 são prioritárias, 16 são rotundas e 17 são interseções semaforizadas (ver figura 4.8). Na área de estudo não estão presentes interseções desniveladas.



Figura 4.8 - Localização e representação dos tipos de intersecção

O código identificador único numérico das intersecções é composto por 28 dígitos de acordo com as indicações que se seguem:

- Os primeiros 4 dígitos são referentes ao concelho da Covilhã (0503 segundo a codificação do Instituto Nacional de Estatística (2011));
- Os dois dígitos seguintes identificam a freguesia em que estão localizados as intersecções, de acordo com a tabela 4.2;
- Um dígito para o tipo de intersecção, de acordo com a tabela 4.3;
- Um dígito para o número de ramos que se intersectam ;
- Por fim, os últimos 20 dígitos dizem respeito ao código atribuído às ruas que se intersectam, considerando 5 o número máximo de ramos possíveis (consultar o Anexo III).

De seguida, apresenta-se um exemplo de um código identificador único atribuído a uma intersecção:

0503	05	2	3	0000 0000 0477 0617 0588
Concelho	Freguesia	Tipo de intersecção	Nº de ramos que se intersectam	Código das ruas que se intersectam

Tabela 4.2 - Código das freguesias

Código	Freguesia	Código	Freguesia
01	Aldeia de São Francisco de Assis	12	Orjais
02	Aldeia do Souto e Vale Formoso	13	Paul
03	Barco e Coutada	14	Peraboa
04	Boidobra	15	Peso e Vales do Rio
05	Covilhã e Canhoso	16	São Jorge da Beira
06	Cantar-Galo e Vila do Carvalho	17	Sobral de São Miguel
07	Casegas e Ourondo	18	Teixoso e Sarzedo
08	Cortes do Meio	19	Tortosendo
09	Dominguizo	20	Unhais da Serra
10	Erada	21	Verdelhos
11	Ferro		

Tabela 4.3 - Código do tipo de intersecção

Código	Tipo de intersecção
1	Prioritária
2	Semaforizada
3	Rotunda
4	Desnivelada

Com a atribuição do código identificador único e localização no mapa de cada intersecção procedeu-se à recolha de dados no campo. A figura 4.9 ilustra um exemplo de um formulário das intersecções preenchido.

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal							
Formulário		INTERSEÇÕES					
ID Interseção		0503 05 3 4 0000 0580 0391 0395 0391					
Interseção entre		rua 1	e	rua 2			
		0 direções	1 direção	2 direções	3 direções	4 ou + direções	
1	Travessia pedonal				X		
2	Passadeira de nível tipo "Zebra"				X		
3	Sinalização luminosa para peões	Com contagem decrescente	X				
		Sem contagem decrescente	X				
4	Sinal de Stop e/ou Sinal de cedência de passagem					X	
5	Amarelo intermitente na viragem (para automóveis)		X				
6	Rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento		X				
Interseção semaforizada		Sim		Não	X	Se NÃO, passar para o item 8	
SÓ ATRAVESSE A RUA COM LUZ VERDE PARA OS PEÕES OU SINALIZAÇÃO LUMINOSA A PERMITIR A PASSAGEM DE PEÕES Medir a maior largura de atravessamento da interseção.							
7		a. Medir o tempo de atravessamento (em segundos)				segundos	
		b. Medir a distância de atravessamento (em metros)				metros	
8	Travessia do tipo "scramble"		Sim		Não	X	
9	Medidas de acalmia de tráfego nas intersecções - Assinalar todas as medidas existentes		Nenhuma				
			X	Tratamento das superfícies de atravessamento (textura, cor ou material)			
			Separador central				
			Mini-rotunda				
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))				
			Ciclovia na intersecção				
			Encerramento parcial da via / estrangulamento a partir dos lados da via				
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego				
			X	Prolongamento/extensão do passeio			
			X	Iluminação das travessias pedonais			
		Outro:					
10	Sinais adicionais para peões		Sim		Não	X	
Observações: (Adicionar qualquer informação que seja relevante)							

Figura 4.9 - Exemplo de um formulário das interseções preenchido

Posteriormente, todos os dados foram introduzidos numa folha de cálculo previamente preparada para receber a informação e calcular automaticamente o valor da pontuação PEQI. A figura 4.10 demonstra como a informação é inserida nas células da folha de cálculo no Microsoft Excel®, no caso das interseções.

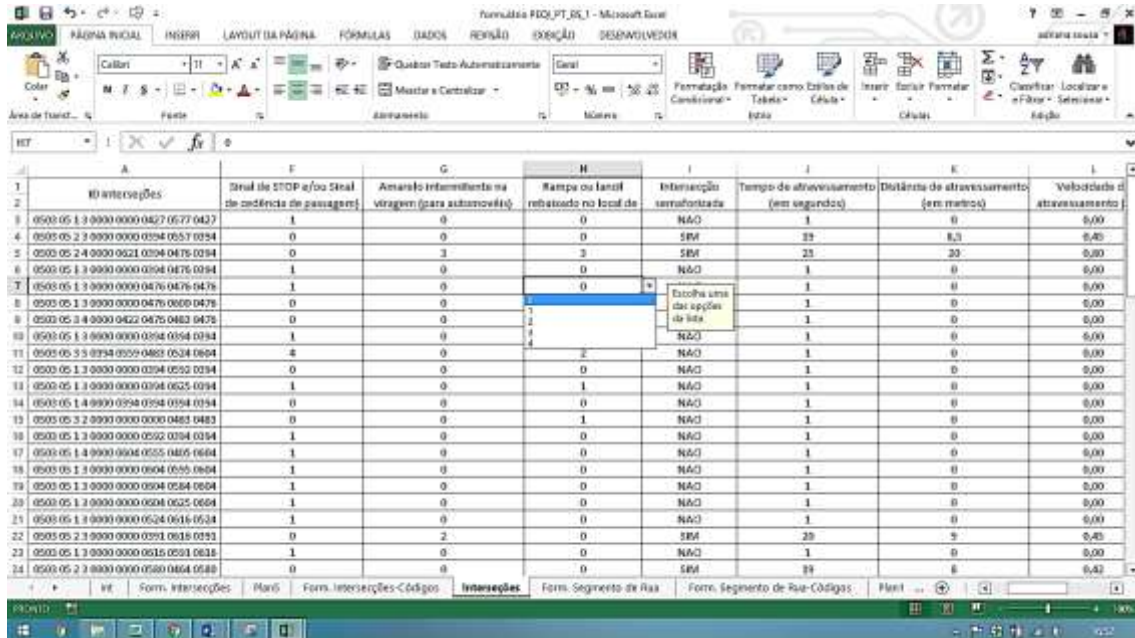


Figura 4.10 - Ilustração da folha de cálculo das interseções

Das interseções analisadas, 3 possuem 2 ramos, 53 interseções apresentam 3 ramos, 16 possuem 4 ramos e apenas 2 interseções são interseções por 5 ramos.

A tabela 4.4 relaciona o número de ramos com o tipo de interseção, onde se pode verificar que a maioria das interseções analisadas possui 3 ramos e são do tipo prioritária e semaforizada.

Tabela 4.4 - Relação entre o número de ramos e o tipo de interseção

Número de ramos	Tipo de interseção			
	Prioritária	Rotunda	Semaforizada	Desnivelada
2 Ramos	1	2	0	0
3 Ramos	36	5	12	0
4 Ramos	4	8	4	0
5 Ramos	0	1	1	0

4.4.2. Segmentos de rua

Foram recolhidos dados de ambos os lados de 126 segmentos, perfazendo um total de 252 formulários, dos quais 105 fazem parte de vias distribuidoras locais, 65 de vias distribuidoras principais e 82 de vias de acesso local. A figura 4.11 ilustra a hierarquia viária das ruas que compõem a área de estudo.

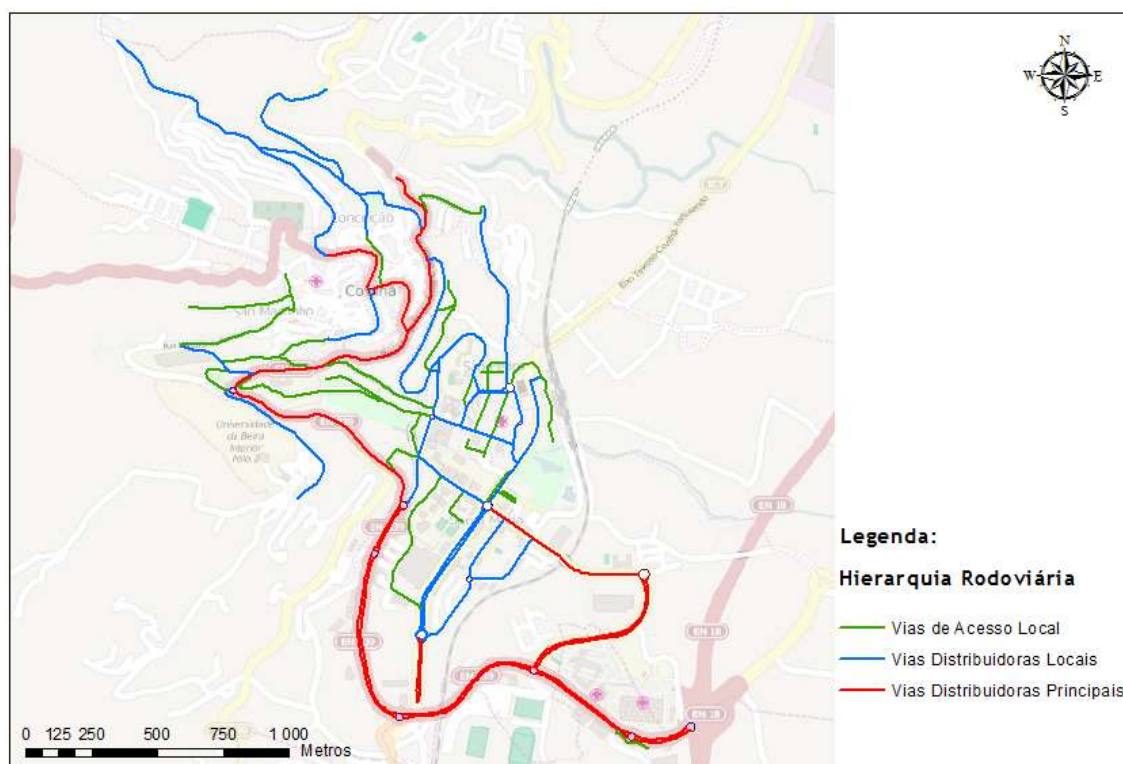


Figura 4.11 - Localização e hierarquia rodoviária das vias

O código identificador único atribuído aos segmentos de rua é composto por 14 dígitos, sendo que os 6 primeiros dígitos têm o mesmo significado dos das interseções (4 dígitos para o concelho e 2 dígitos para a freguesia). Para os restantes foi considerado:

- O 7º dígito diz respeito ao nível hierárquico da via a que pertence o segmento em análise, tomando os seguintes valores:
 - 1 para vias de acesso local;
 - 2 para vias distribuidoras locais;
 - 3 para vias distribuidoras principais;
 - 4 para vias coletoras.
- Os 4 dígitos seguintes referem-se ao código atribuído à rua onde se localiza o segmento (consultar o Anexo III);

- Um dígito para o sentido, que no caso de uma faixa de rodagem com dois sentidos é 0 (zero) e no caso de faixas unidirecionais, em função do sentido, pode adotar o valor de 1 ou 2;
- O último dígito representa o número do segmento, considerando que existem vários segmentos numa rua.

Apresenta-se um exemplo de um código identificador único atribuído a um segmento de rua:

0503	05	3	0392	1	1
Concelho	Freguesia	Hierarquia	Código da rua	Sentido	Nº do segmento

Com a atribuição do código identificador único e localização no mapa de cada segmento de rua procedeu-se à recolha de dados no campo. A figura 4.12 mostra o exemplo de um formulário dos segmentos de rua preenchido.

Índice de Qualidade do Ambiente Pedonal					
Formulário	SEGMENTOS				
Preencher UM formulário para cada lado da rua					
ID Segmento	0503 05 3 039Z 11				
Nome da rua	Alameda Pêgo da Covilhã				
Entre			e		
Lado da rua	Assinala	N	S	E	0

Tráfego de veículos					
11	Número de vias (não incluir vias exclusivas para viragem)		4 ou mais vias		
			3 vias		
		X	2 vias		
			1 via		
			Nenhuma via		
12	Dois sentidos de tráfego	Sim		Não	X
13	Limite de velocidade / Velocidade máxima imposta por sinalização vertical	Não imposta por sinalização		20 Km/h	60 Km/h
				30 Km/h	70 Km/h
				40 Km/h	80 Km/h
			X	50 Km/h	90 Km/h
14	Medidas de acalmia de tráfego Escolher todas as opções presentes		Nenhuma		
		X	Separador central		
			Redutores de velocidade (travessias pedonais elevadas, lombas curtas ("bumps"), lombas alongadas ("humps"))		
			Presença de depressões, sistema de drenagem ou outros elementos que abrandem de forma não intensional a velocidade do tráfego		
			Bandas sonoras		
			Limite de velocidade imposto (por exemplo: por sinalização)		
			Gincanas		
			Outra:		

Figura 4.12 - Exemplo de um formulário dos segmentos de rua preenchido

Passeios						
15	Largura do passeio		Sem passeio			
			Menor que 1,5m			
			Entre 1,5m e 2,5m			
		X	Entre 2,5m e 3,5m			
			Maior que 3,5m			
16	Inclinação longitudinal \leq 5%	Sim	X	Não		
17	Inclinação transversal \leq 2%	Sim	X	Não		
18	Material de revestimento do passeio		Não revestido			
			Calçada Portuguesa (calçário, basalto, granito)			
		X	Pavimento em blocos de encaixe ou betão			
			Outro:			
19	Estado da superfície do passeio (Um impedimento é entendido como algo que representa perigo de tropeçar ou interrompe a continuidade da superfície do passeio) - Escolher apenas uma opção.		Sem passeio			
			Impedimentos significativos			
		X	Alguns impedimentos			
			Sem impedimentos			
20	Obstruções significativas no passeio (Uma obstrução é qualquer objeto que provoca uma redução ou variação da largura do passeio ou que obriga os peões a baixarem-se para passar por baixo) - Escolher apenas uma opção.		Sem passeio			
		X	Obstruções permanentes / Largura do passeio variável			
			Obstruções temporárias			
			Obstruções permanentes e temporárias (ambas)			
			Sem obstruções /Largura do passeio uniforme			
21	Presença de lancil	Sim	X	Não		
22	Acessos para automóveis no passeio	0	N.º de acessos (exemplo: acessos a garagens)			
23	Árvores Escolher a opção que melhor descreve o segmento de rua		Alinhadas de forma contínua ao longo da rua			
			Algumas árvores; Esporadicamente alinhadas ao longo da rua			
		X	Sem árvores			
24	Jardins (públicos e privados)	Sim	X	Não		
25	Bancos públicos (incluindo os das paragens de autocarro)	Sim		Não	X	
26	Presença de "buffers" entre o passeio e a via Escolher todas as opções presentes		Nenhum			
			Ciclovia			
		X	Estacionamento paralelo à rua - sem restrição de tempo			
			Estacionamento paralelo à rua - com restrição de tempo			
			Margem pavimentada ou arrelvada			

Figura 4.12 - Exemplo de um formulário dos segmentos de rua preenchido (continuação)

Ocupação do solo					
27	Montras e locais de venda a retalho	1	N.º de estabelecimentos (de todo o tipo)		
28	Locais de interesse histórico ou artístico	Sim		Não	X

Aspectos estéticos e de segurança					
29	Graffitis ilegais		Muitos graffitis		
		X	Poucos ou nenhuns graffitis		
30	Lixo	Sim		Não	X
31	Iluminação de rua para peões Escolher apenas uma opção		Iluminação privada		
		X	Iluminação pública		
			Iluminação privada e pública (ambas)		
			Sem iluminação de rua para peões		
32	Zonas em construção / Edifícios devolutos	Sim		Não	X
33	Lotes vagos	Sim		Não	X
34	Existência de bicicletários na rua	Sim		Não	X

Grau de pedonalização percebida pelo peão: Assinale o número que melhor descreve o segmento de rua									
35	Este segmento de rua é visualmente atrativo para caminhar?	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente				
		1	2	3	4				
36	Existe um sentimento de segurança ao caminhar ao longo deste segmento de rua?	1	2	3	4				
		1	2	3	4				
37	Verifica-se a existência de odores fortes em parte ou ao longo do segmento de rua (gases de veículos, cheiro a urina, cheiro a lixo, etc.)?	Sem odor	Pouco odor	Algum odor	Muito odor				
		1	2	3	4				
38	Como classificaria o ruído neste segmento de rua?	Sem ruído	Pouco ruído	Algum ruído	Muito ruído				
		1	2	3	4				
39	Numa escala de 1 a 10, quão "caminhável" é este segmento de rua?	Não "caminhável"			Muito "caminhável"				
		1	2	3	4	5	6	7	8
Observações: (Adicionar qualquer informação que seja relevante)									

Figura 4.12 - Exemplo de um formulário dos segmentos de rua preenchido (continuação)

Posteriormente, todos os dados foram introduzidos numa folha de cálculo previamente preparada para receber a informação e calcular automaticamente o valor da pontuação PEQI. A figura 4.13 apresenta o aspeto da folha de cálculo no Microsoft Excel® para os segmentos de rua.

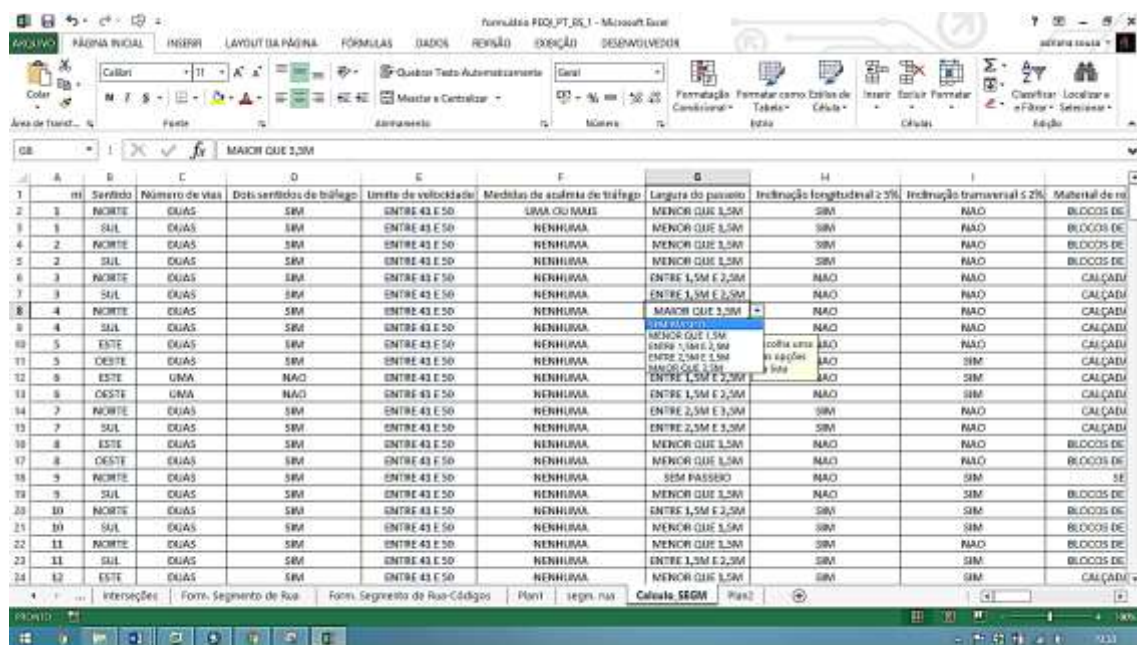


Figura 4.13 - Ilustração da folha de cálculo dos segmentos de rua

A tabela 4.5 apresenta a extensão total de segmentos de rua avaliados, bem como a extensão de segmentos avaliados por tipo de via (hierarquia rodoviária).

Tabela 4.5 - Extensão dos segmentos de rua avaliados por tipo de via

Nível hierárquico	Extensão (Km)
Vias de Acesso Local	7,3
Vias Distribuidoras Locais	10,6
Vias Distribuidoras Principais	9,4
Total	27,4

4.4.3. Base de dados da Avaliação da Qualidade do Ambiente Pedonal

Um dos principais objetivos das auditorias ao ambiente pedonal é a avaliação da qualidade do mesmo. Para tal, a base de dados deve:

- Permitir armazenar de forma fácil e fiável todos os dados resultantes do preenchimento dos formulários;
- Fornecer uma apresentação homogénea e prática das conclusões de cada observação;
- Permitir o tratamento de todos os dados e a produção de nova informação.

A base de dados desenvolvida numa folha de cálculo do Microsoft Excel® é composta por duas guias, uma que caracteriza as interseções e outra para os segmentos de rua.

No caso das interseções, a base de dados é constituída por um conjunto de linhas que correspondem a cada uma das interseções e por 28 colunas, sendo que 14 delas dizem respeito aos indicadores, designadamente: travessia pedonal, passadeira de nível do tipo “zebra”, sinalização luminosa para peões com contagem decrescente, sinalização luminosa para peões sem contagem decrescente, sinal de STOP e/ou cedência de passagem, amarelo intermitente na viragem, rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento, intersecção semaforizada, tempo de atravessamento, distância de atravessamento, travessia do tipo “scramble”, medidas de acalmia de tráfego e sinais adicionais para peões. Das restantes colunas 12 correspondem aos pesos das diferentes opções de resposta para os indicadores e as últimas 2 ao cálculo da pontuação final e da pontuação ajustada de 0 a 100 do PEQI.

No Anexo III, ponto 2 pode observar-se os campos da base de dados das interseções.

Na tabela 4.6 pode observar-se as diferentes opções para cada indicador e os respetivos pesos.

Tabela 4.6 - Campos da base de dados das interseções

	Indicador	Opções de resposta	Peso
1.	Travessia pedonal	0	8
		1	11
		2	15
		3	18
		4	21
2.	Passadeira de nível tipo "Zebra"	0	8
		1	11
		2	16
		3	20
		4	24
3.a	Sinalização luminosa para peões com contagem decrescente	1	9
		2	13
		3	17
		4	21
		0	5
3.b	Sinalização luminosa para peões sem contagem decrescente	0	5
		1	7
		2	11
		3	15
		4	19
4	Sinal de STOP e/ou Sinal de cedência de passagem	0	8
		1	11
		2	16
		3	20
		4	24
5	Amarelo intermitente na viragem (para automóveis)	0	5
		1	8
		2	11
		3	15
		4	19
6	Rampa ou lancil rebaixado no local de atravessamento	0	5
		1	8
		2	11
		3	15
		4	19
7	Interseção semaforizada	Não Sim	
7.a	Tempo de atravessamento	Inserir valor (segundos)	
7.b	Distância de atravessamento	Inserir valor (metros)	
7.ab	Velocidade de atravessamento (m/s)	$\leq 1,0$	9
		$\geq 1,0$	20
8	Travessia do tipo "scramble"	Não	5
		Sim	19
9	Medidas de acalmia de tráfego nas interseções	Nenhuma	9
		Uma	15
		Duas	15
		Três	17
		Quatro	17
		Cinco ou mais	20
10	Sinais adicionais para peões	Não	7
		Sim	17

No que respeita à base dados dos segmentos de rua, ela é constituída por um conjunto de linhas correspondentes a cada um dos segmentos de rua e 60 colunas das quais 29 são referentes aos indicadores. Das restantes 31, 29 correspondem aos pesos das opções de cada indicador e 2 ao cálculo da pontuação final e da pontuação ajustada de 0 a 100 do PEQI.

No Anexo III, ponto 3 pode observar-se os campos da base de dados das interseções.

Na tabela 4.7 são apresentados os 29 indicadores, bem como as opções de resposta para cada um e os pesos associados.

Tabela 4.7 - Campo da base de dados dos segmentos de rua

Indicador	Opções de resposta	Peso
Número de vias	Nenhuma	24
	Uma	22
	Duas	19
	Três	9
	Quatro ou mais	4
Dois sentidos de tráfego	Não	7
	Sim	10
Limite de velocidade	Menor que 30	27
	Não imposta	22
	Entre 30 E 40	22
	Entre 41 E 50	12
	Mais de 50	2
Medidas de acalmia de tráfego	Uma ou mais	27
	Nenhuma	7
Largura do passeio	Sem passeio	4
	Menor que 1,5 m	7
	Entre 1,5 m e 2,5 m	13
	Entre 2,5 m e 3,5 m	19
	Maior que 3,5 m	22
Inclinação longitudinal $\geq 5\%$	Não	22
	Sim	4
Inclinação transversal $\leq 2\%$	Não	4
	Sim	22
Material de revestimento do passeio	Sem revestimento	5
	Calçada Portuguesa	10
	Blocos de encaixe ou betão	15
Estado da superfície do passeio	Sem passeio	4
	Impedimentos significativos	7
	Alguns impedimentos	17
	Sem impedimentos	24
Obstruções no passeio	Sem passeio	5
	Obstruções permanentes	9
	Obstruções temporárias	10
	Ambas	8
	Sem obstruções	15
Presença de lancil	Não	7
	Sim	17
Acessos para automóveis no passeio	Nenhum	17
	Entre 1 e 4	15
	5 ou mais	5

Árvores	Alinhadas de forma contínua	16
	Algumas árvores	11
	Sem árvores	7
Jardins	Não	4
	Sim	9
Bancos públicos	Não	7
	Sim	13
Presença de "buffers"	Nenhum	4
	Margem apenas	13
	Estacionamento apenas	13
	Ciclovia apenas	13
	Quaisquer 2 dos 3 acima	21
	Todos os 3	24
Montras e locais de venda a retalho	Nenhuma	9
	Uma ou duas	11
	Três ou mais	19
Locais de interesse histórico ou artístico	Não	6
	Sim	14
Graffitis ilegais	Não	9
	Sim	5
Lixo	Não	10
	Sim	5
Iluminação de rua para peões	Sem iluminação para peões	7
	Iluminação privada	15
	Iluminação pública	20
	Ambas	25
Zonas em construção/Edifícios devolutos	Não	13
	Sim	7
Lotes vagos	Não	13
	Sim	7
Existência de bicicletários na rua	Não	5
	Sim	10
Visualmente atrativo	1	20
	2	15
	3	10
	4	5
Sentimento de segurança	1	20
	2	15
	3	10
	4	5
Odores fortes	1	20
	2	15
	3	10
	4	5
Ruido	1	20
	2	15
	3	10
	4	5
Grau de pedonalização percebido pelo peão	1	1
	2	3
	3	5
	4	7
	5	9
	6	11
	7	13
	8	15
	9	17
	10	19

No indicador “Limite de velocidade imposto”, quando não está presente nenhuma sinalização que indique o limite de velocidade, deve selecionar-se o limite legal, sendo que dentro de localidades este valor é de 50 Km/h.

4.5. Classificação PEQI e análise de resultados

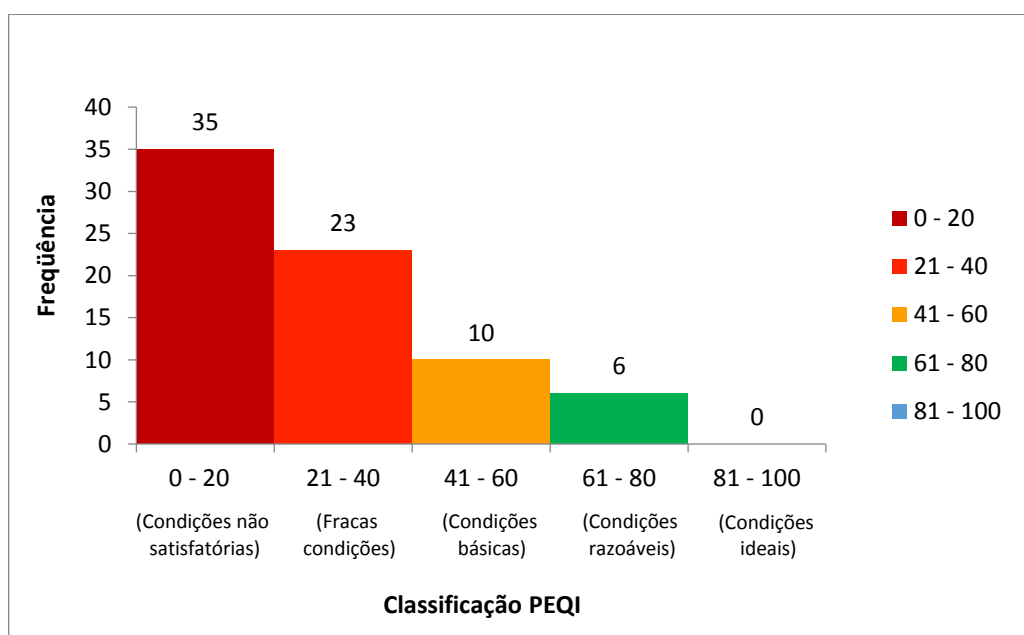
Depois de efetuados todos os passos descritos obtiveram-se os resultados da classificação PEQI para cada interseção e segmento de rua da rede analisada.

De seguida apresentam-se um conjunto de mapas e de histogramas de distribuição da classificação PEQI para as interseções e segmentos de rua, assim como uma análise dos resultados obtidos.

4.5.1. Interseções

A pontuação máxima obtida foi de 71 para uma interseção do tipo rotunda. Seis interseções obtiveram a pontuação mínima de 0 (zero), das quais 3 são semaforizadas e 3 prioritárias.

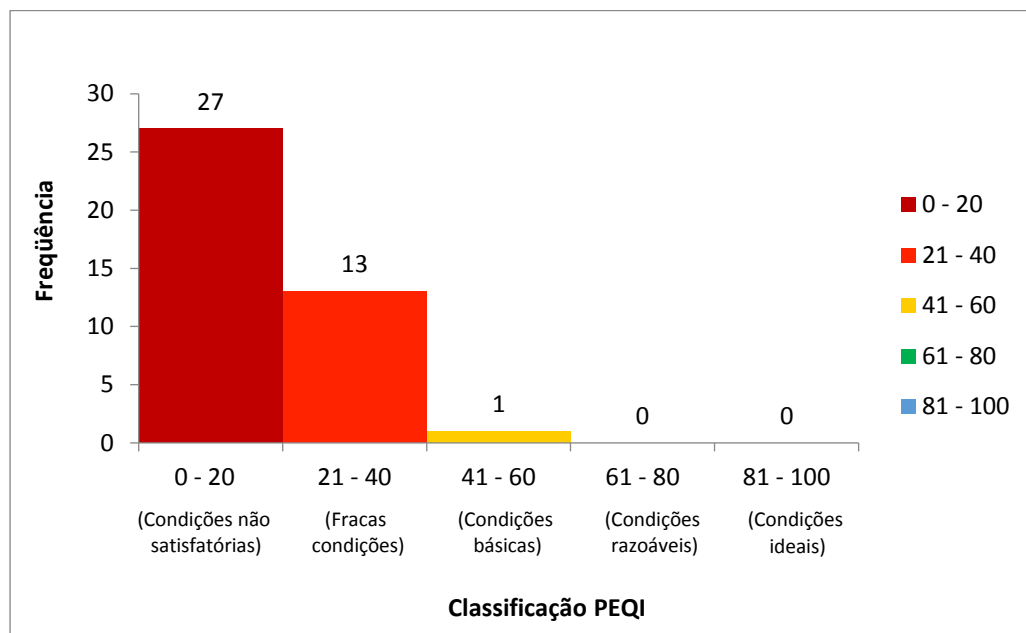
No histograma 4.1 é possível observar a distribuição de frequência das pontuações PEQI obtidas para as interseções, divididas pelas cinco classes da classificação PEQI.



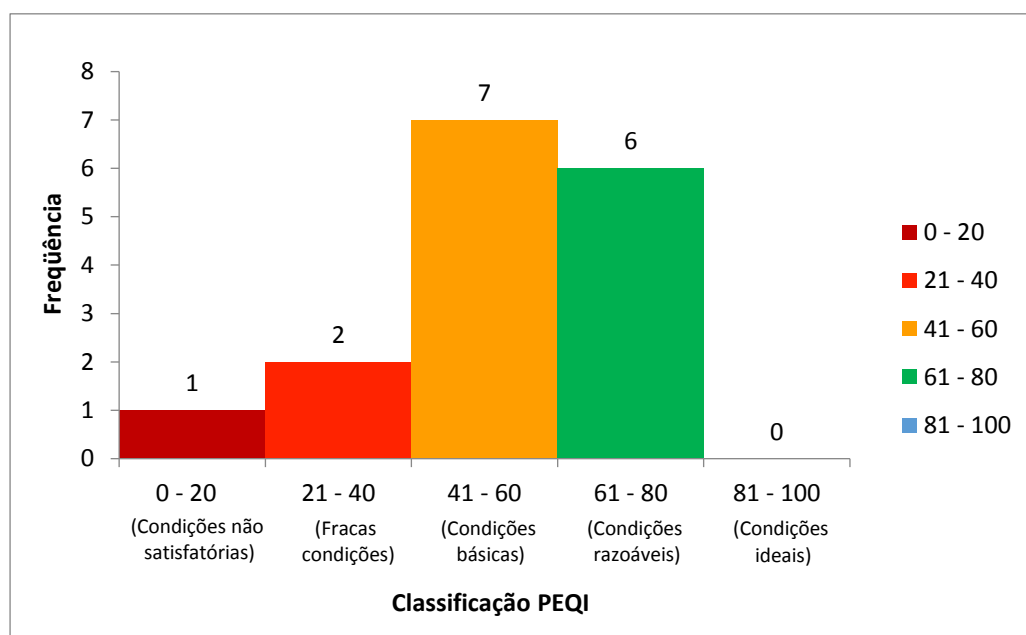
Histograma 4.1 - Classificação PEQI para as interseções

Da análise ao histograma 4.1 pode observar-se que das 74 interseções avaliadas, que cerca de 47% apresentaram condições não satisfatórias e 31% obtiveram fracas condições para a circulação de peões. Aproximadamente 14% e 8% apresentaram condições básicas e razoáveis, respetivamente. Pode também observar-se que nenhuma das interseções obteve a classificação máxima, o que significa que das interseções analisadas nenhuma apresenta, segundo o critério PEQI, condições ideais para a circulação de peões.

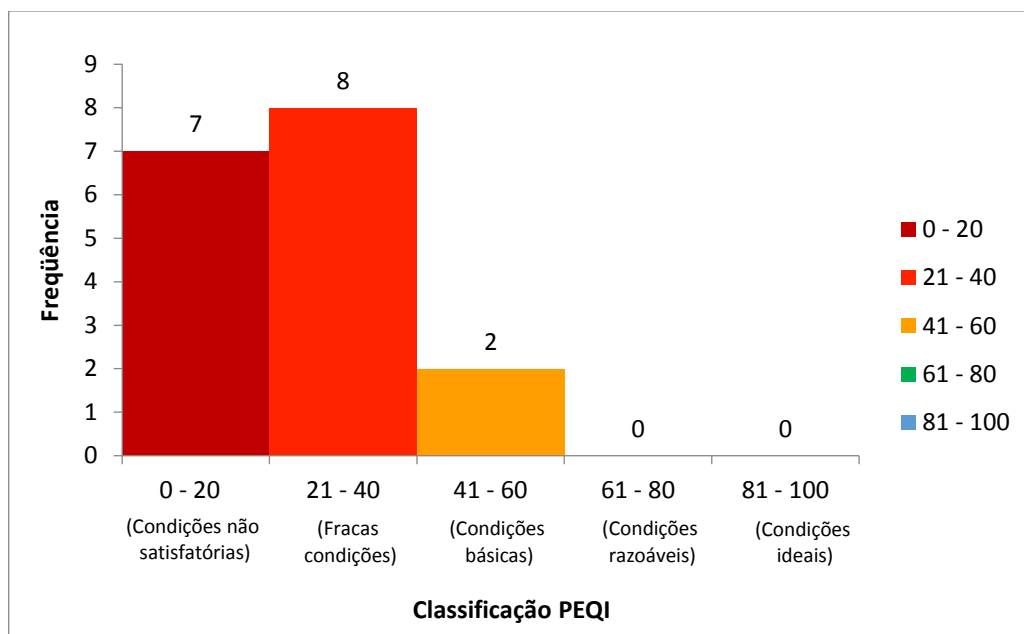
Os histogramas 4.2, 4.3 e 4.4 apresentam a distribuição da pontuação de PEQI por tipo de interseção.



Histograma 4.2 - Classificação PEQI para as interseções prioritárias



Histograma 4.3 - Classificação PEQI para as interseções do tipo "rotunda"



Histograma 4.4 - Classificação PEQI para as interseções semaforizadas

Da análise à pontuação PEQI por tipo de interseção pode observar-se que das interseções prioritárias (histograma 4.2), cerca de 66% apresentam condições não satisfatórias e 32% obtiveram fracas condições para a circulação de peões. Apenas uma intersecção obteve uma classificação entre 61 e 80, ou seja, com condições básicas para a circulação dos peões.

Através da observação do histograma 4.3 pode verificar-se que os resultados para as rotundas são mais encorajadores, sendo que aproximadamente 13% apresentam fracas condições para a circulação de peões, 44% revelam condições básicas e 38% das intersecções apresentam condições razoáveis. Salienta-se que estas últimas foram as que obtiveram a classificação máxima.

Das 17 interseções semaforizadas analisadas, 41% apresentam condições não satisfatórias, com uma classificação igual ou inferior a 20, e 47% apresentam fracas condições para a circulação dos peões, com uma classificação entre 21 e 40. Apenas 12% das interseções semaforizadas obtiveram uma classificação entre 41 e 60, o que indica condições básicas para a circulação dos peões (ver o histograma 4.4).

No geral, pode afirmar-se que os resultados obtidos para as intersecções não são satisfatórios, uma vez que aproximadamente metade das intersecções avaliadas apresentaram condições inadequadas para peões, obtendo uma pontuação PEQI inferior ou igual a 20.

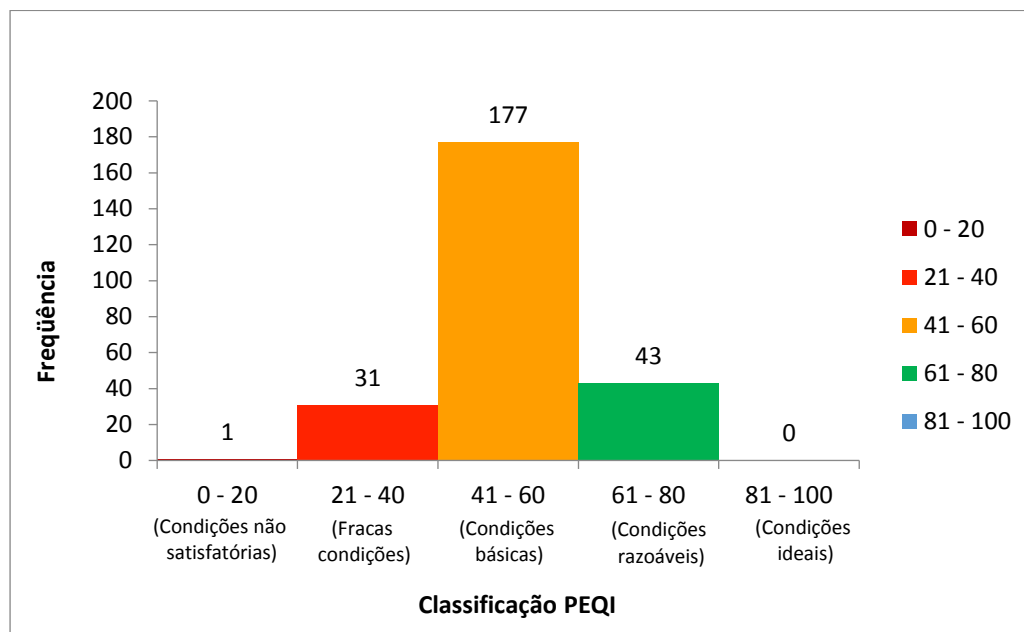
Em termos de distribuição espacial, pode observar-se na CT1 (Anexo I) que as interseções que obtiveram melhores classificações PEQI se situam na zona mais a sul, isto é, na considerada “zona nova” da cidade.

Pode também constatar-se que, ao analisar as interseções por tipos, as rotundas são as que apresentam melhores classificações, sendo que as 6 interseções que revelam condições razoáveis são deste tipo.

4.5.2. Segmentos de rua

Dos resultados obtidos para os segmentos de rua, a pontuação PEQI máxima obtida foi de 75, o que significa que existem condições razoáveis para a circulação dos peões. A pontuação mínima verificada foi de 20.

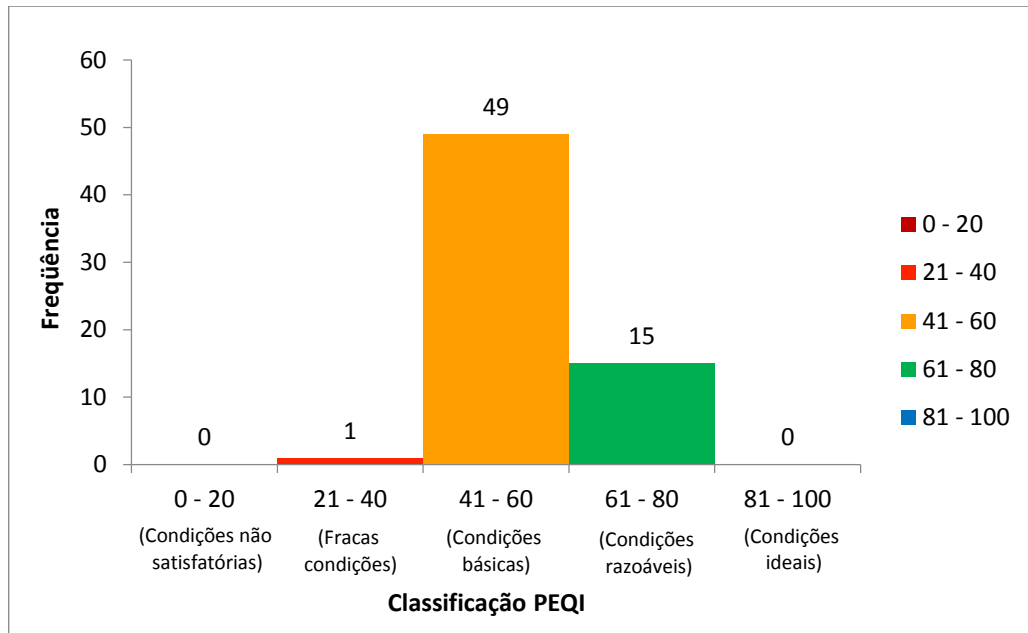
O histograma 4.5 apresenta a distribuição de frequência das pontuações PEQI obtidas para os segmentos de rua de acordo com as cinco classes da classificação PEQI.



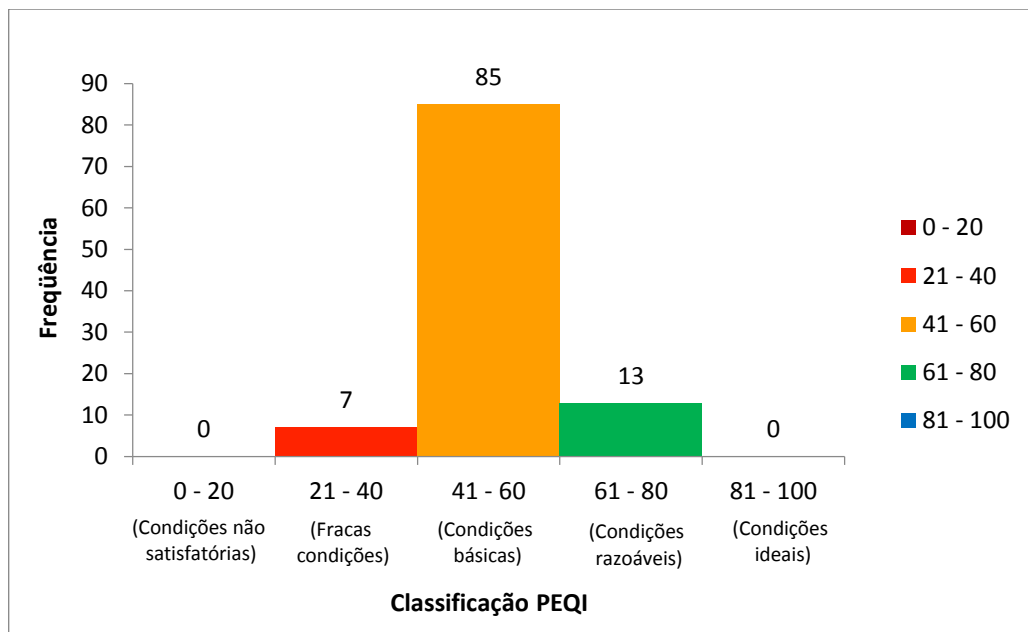
Histograma 4.5 - Classificação PEQI para os segmentos de rua

Relativamente aos segmentos de rua, pode observar-se no histograma 4.5 que cerca de 70% obtiveram uma classificação entre 41 e 60, apresentando condições básicas para a circulação de peões. Dos restantes segmentos de rua, 12% obtiveram uma classificação entre 21 e 40 e 17% uma classificação entre 61 e 80, o que significa fracas condições e condições razoáveis para circulação de peões, respetivamente.

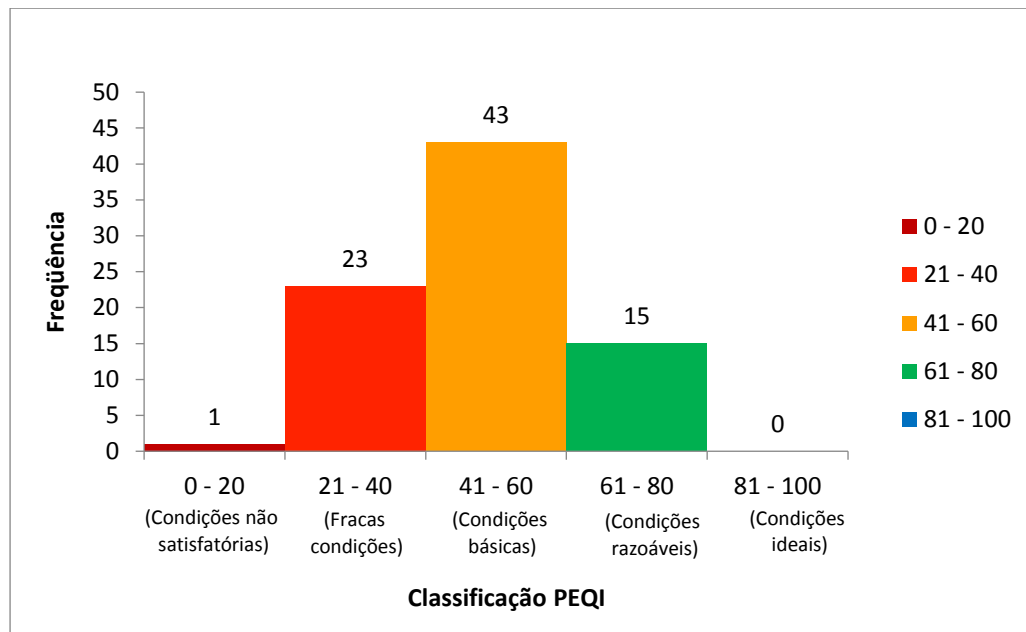
Os histogramas 4.6, 4.7 e 4.8 apresentam a distribuição da pontuação de PEQI por nível hierárquico das vias.



Histograma 4.6 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras principais



Histograma 4.7 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras locais



Histograma 4.8 - Classificação PEQI para os segmentos de rua pertencentes a vias de acesso local

Da observação do histograma 4.6, que diz respeito aos segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras principais, pode verificar-se que cerca de 75% e 23% apresentam condições básicas e condições razoáveis para a circulação de peões, respetivamente.

No que respeita aos segmentos de rua pertencentes a vias distribuidoras locais, pode observar-se no histograma 4.7 que a grande maioria obteve uma classificação PEQI compreendida entre 41 e 60 (81%), apresentando condições básicas para a circulação de peões. Apenas uma pequena percentagem de segmentos (7%) apresentaram condições não satisfatórias e 12% obtiveram uma classificação entre 61 e 80, ou seja, condições razoáveis para circulação de peões.

Por sua vez, nos segmentos de rua em vias de acesso local (ver histograma 4.8), 28% dos segmentos de rua apresentaram fracas condições, 52% obtiveram uma classificação entre 41 a 60, que indica condições básicas para a circulação dos peões, e apenas 18% segmentos atingiram uma classificação entre 61 e 80 (condições razoáveis).

De um modo geral pode concluir-se que a maioria dos segmentos de rua apresenta condições básicas para a circulação dos peões. Apenas um segmento obteve a classificação mínima (0-20), que indica condições não satisfatórias para a circulação de peões e nenhum segmento atingiu a classificação máxima, com condições ideais para a circulação de peões.

Tal como no caso das interseções, em termos de distribuição espacial, os segmentos de rua que obtiveram melhor classificação PEQI encontram-se situados na “zona nova” da cidade, como ilustra a CT2 presente no Anexo I.

Relativamente a outros aspetos particulares, como a largura do passeio, cerca de 11% dos segmentos analisados não possuem passeio em um ou em ambos os lados da via e aproximadamente 48% possuem passeio com largura compreendida entre 1,5 m e 2,5 m (ver CT3 no Anexo II). No que diz respeito ao estado da superfície do passeio, 70% dos passeios apresentam alguns impedimentos e 61% possui obstruções permanentes e/ou largura do passeio variável (ver no Anexo II a CT5 e CT6, respetivamente).

Ainda, no que toca à iluminação de rua para peões, cerca de 70% dos segmentos possui iluminação pública e os restantes 30 % não possuem qualquer tipo de iluminação (ver CT7 no Anexo II).

Como referido no capítulo 3, Portugal é um país que apresenta vários contrastes a nível de relevo. A área em estudo apresenta um relevo íngreme, com inclinações longitudinais iguais ou superiores a 5%, como se pode observar na CT4 do Anexo II.

4.6. Análise de sensibilidade

No sentido de avaliar o impacto de diferentes sensibilidades no que concerne à avaliação da qualidade do ambiente pedonal, decorrentes de diferentes valorizações dos principais critérios de avaliação, foi realizada uma análise de sensibilidade. Esta análise de sensibilidade pretende simular o impacto na pontuação do índice estudado, se o decisor optar por diferentes ponderações das definidas na metodologia, nomeadamente a influência dos pesos das secções “Tráfego de Veículos”, “Passeios”, “Ocupação do solo”, “Aspetos estéticos e de segurança” e “Grau de pedonalização” na pontuação PEQI.

Assim, num primeiro cenário optou-se por atribuir mais relevância aos indicadores relacionados com o “Tráfego de veículos” (+10%) e os “Aspetos estéticos e de segurança” (+5%) e retirar peso aos indicadores sobre “Passeios” (-5%) e “Grau de penalização” (-10%), mantendo o peso da secção “Ocupação do solo”, de acordo com a tabela 4.8. Com esta opção valorizou-se mais os conflitos com os veículos e os aspetos estéticos que são também dois fatores muito importantes na segurança do peão.

Tabela 4.8 - Cenário 1: Alterações efetuadas ao peso das secções na pontuação PEQI

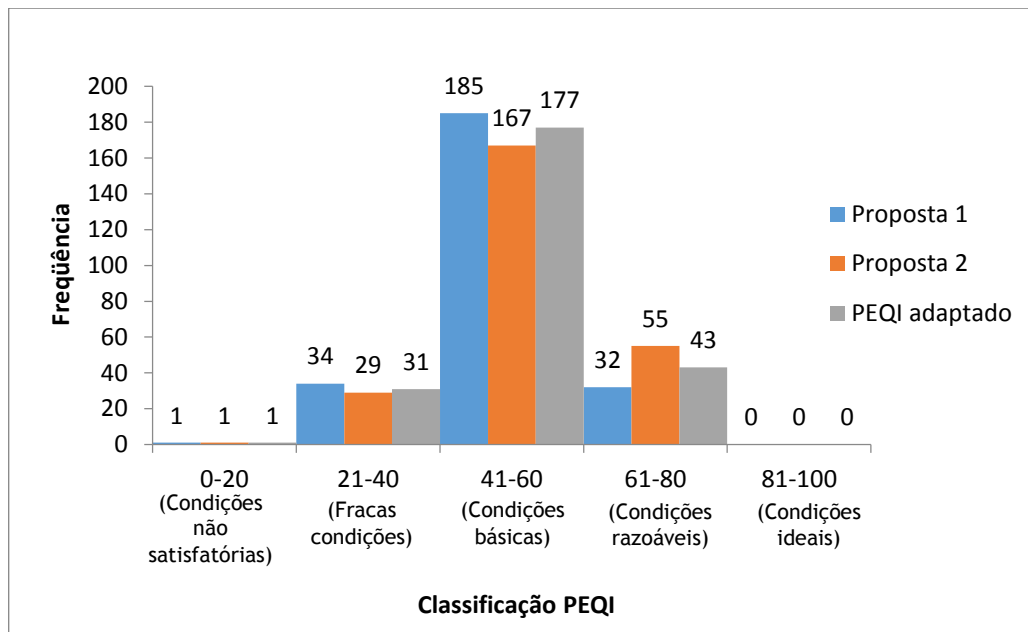
	Peso na pontuação mínima (%)	Peso na pontuação máxima (%)	Proposta 1	Peso na pontuação mínima (%)	Peso na pontuação máxima (%)
Tráfego de veículos	13	17	+10 %	14,3	18,7
Passeios	39	42	-5 %	37,05	39,9
Ocupação do solo	10	6	Mantem-se	10	6
Aspetos estéticos e de segurança	24	16	+5 %	25,2	16,8
Grau de pedonalização	14	19	-10 %	12,6	17,1

Num segundo cenário retirou-se 10 % à relevância dos indicadores relacionados com os “Aspetos estéticos e de segurança” e “Grau de pedonalização” e aumentou-se em 10 % a influência dos indicadores relacionados com o “Tráfego de veículos” e dos “Passeios”, como indica a tabela 4.9. Neste caso, deu-se prioridade as questões técnicas de projeto e de incompatibilidade peão/veículo e menor relevância as questões de estética e ao ambiente pedonal.

Tabela 4.9 - Cenário 2: Alterações efetuadas ao peso das secções na pontuação PEQI

	Peso na pontuação mínima (%)	Peso na pontuação máxima (%)	Proposta 2	Peso na pontuação mínima (%)	Peso na pontuação máxima (%)
Tráfego de veículos	13	17	+10 %	14,3	18,7
Passeios	39	42	+10 %	42,9	46,2
Ocupação do solo	10	6	Mantem-se	10	6
Aspetos estéticos e de segurança	24	16	-10 %	21,6	14,4
Grau de pedonalização	14	19	-10 %	12,6	17,1

Efetuada as alterações indicadas nas tabelas 4.8 e 4.9, obtiveram-se as distribuições de frequência das pontuações PEQI para os segmentos de rua de acordo com as cinco classes da classificação PEQI, representadas no histograma 4.9.



Histograma 4.9 - Comparação das propostas 1 e 2 com o PEQI adaptado

Comparando a proposta 1 com o PEQI adaptado, pode observar-se no histograma 4.9 que o número de segmentos de rua com condições fracas aumentou, bem como o número de segmentos com condições básicas e por sua vez, diminuiu o número de segmentos com condições razoáveis. Aparentemente a valorização de critérios relacionados com a atenuação dos conflitos veículo/peão e com a sensação de segurança dos peões, com a aplicação da metodologia sugerida, revela que a rede analisada está em piores condições que para o caso inicial.

Relativamente à proposta 2, observou-se exatamente o contrário, ou seja, diminuiu o número de segmentos com fracas condições e condições básicas para a circulação de peões e aumentou o número de segmentos com condições razoáveis. Assim, aparentemente a valorização de critérios relacionados com a atenuação dos conflitos veículo/peão e o projeto da infraestrutura pedonal, com a aplicação da metodologia sugerida, revela que a rede analisada está em melhores condições que para o caso inicial.

Deste modo, aparentemente a abordagem inicial é mais equilibrada tendo em conta o objetivo do trabalho. Ainda assim, a apresentação destes resultados demonstra que dependendo dos critérios que se pretenda valorizar, com a devida alteração dos pesos que traduzam essa preferência, a metodologia apresentará diferentes avaliações globais. Por exemplo, num estudo de carácter social talvez fosse mais interessante aumentar o peso da opinião dos observadores, e os resultados desse cenário valorizarão as secções que corresponderem a essas prioridades.

4.7. Cartas temáticas

Foram elaboradas as seguintes cartas temáticas, presentes nos anexos:

CT1 - Classificação PEQI das interseções (Anexo I)

CT2 - Classificação PEQI dos segmentos de rua (Anexo I)

CT3 - Largura dos passeios (Anexo II)

CT4 - Inclinação longitudinal (Anexo II)

CT5 - Estado da superfície do passeio (Anexo II)

CT6 - Obstruções significativas (Anexo II)

CT7 - Iluminação de rua para peões (Anexo II)

5. Conclusões e trabalhos futuros

Numa altura em que o aumento do preço dos combustíveis e as emissões de gases libertados para a atmosfera são realidades muito presentes, e que o tema “mobilidade sustentável” constitui uma preocupação atual, é necessário adequar as condições de mobilidade urbana à realidade de cada cidade.

Com o crescente número de auditorias pedonais existentes, principalmente adotadas noutros países mas adaptáveis a qualquer realidade, em conjunto com os regulamentos existentes que definem as condições de acessibilidade a satisfazer no projeto e na construção de espaços públicos, estão atualmente reunidas todas as condições para se criar e/ou harmonizar as deslocações rodoviárias e todas as outras consideradas suaves e limpas.

Do estudo efetuado às abordagens adotadas por 3 auditorias ao ambiente pedonal (PEQI, PSI e PEDS) e à metodologia HCM 2010 para a determinação do NS da circulação pedonal, foi possível concluir que em geral a avaliação pedonal é realizada separadamente para as interseções e segmentos de rua, baseada nas diferentes características que estes dois elementos apresentam e no comportamento dos peões nestes locais.

Pode também concluir-se que nas auditorias, normalmente a recolha de informação é organizada por temas, sobretudo no caso dos segmentos de rua, sendo os principais: as interseções, as características do tráfego automóvel, as características das infraestruturas pedonais (passeios e travessias pedonais), a ocupação do solo e os aspetos de estética e de segurança. Algumas auditorias pedonais, como é o caso do PEQI e do PEDS, incorporam ainda questões relacionadas com a perceção dos observadores relativamente ao grau de pedonalização (a atratividade visual, o sentimento de segurança, a existência de odores fortes, o ruído e a classificação geral do ambiente pedonal).

Os indicadores mais comuns presentes nas auditorias são: o número de vias de tráfego, o limite de velocidade imposto para os veículos, o estado da superfície do passeio, o número de acessos para automóveis no passeio, a presença de árvores e de “buffers”, e a iluminação de rua para peões.

A metodologia do HCM 2010 foi incluída neste trabalho porque permite avaliar a qualidade do funcionamento das infraestruturas pedonais, que está diretamente associada à qualidade do ambiente pedonal, como se pode constatar pela informação considerada no cálculo do NS, que incorpora aspetos e indicadores normalmente incluídos nas auditorias.

O índice adotado para avaliar a qualidade do ambiente pedonal no caso de estudo foi o PEQI, pois permite uma maior flexibilidade na incorporação de novos indicadores e na alteração dos pesos dos mesmos.

No formulário das interseções, apenas o indicador “No Turn On Red Signals/Signs”, por não ser utilizado em Portugal, foi substituído pelo “Amarelo intermitente na viragem”, sem alteração do peso.

Por sua vez, no formulário dos segmentos de rua procedeu-se à alteração do peso do indicador “Medidas de Acalmia de Tráfego”, foram adicionados 3 indicadores, designadamente a inclinação longitudinal, a inclinação transversal e os materiais de revestimento dos passeios, e ainda foram agrupados os indicadores “Zonas em construção” e “Edifícios devolutos”.

No que toca às medidas de acalmia de tráfego, o seu peso foi aumentado quando existem uma ou mais medidas presentes no segmento de rua em análise. Este indicador tinha uma influência de 4,3% na pontuação máxima do PEQI, que passou para 5,7%.

Relativamente às inclinações longitudinal e transversal, foi definido um peso de 4 e 22 para ambas as inclinações. No caso da inclinação longitudinal o peso de 4 é atribuído para a condição verdadeira (valores iguais ou superiores a 5%), enquanto o peso de 22 é atribuído para a falsa. Isto traduz-se numa influência na pontuação mínima e máxima de 2,6% e 4,3%, respetivamente. O oposto acontece na inclinação transversal, onde há uma inversão dos valores dos pesos, sendo o peso de 22 destinado à condição verdadeira (valores iguais ou inferiores a 2%).

No que respeita aos materiais de revestimento dos passeios, foi atribuído um peso de 5 para os passeios não revestidos ou não existentes, e de 15 para passeios revestidos com blocos de encaixe ou betão.

Na secção “Aspetos estéticos e de segurança”, a junção dos indicadores “Zonas em construção” e “Edifícios devolutos” representa uma redução do peso dos mesmos para metade. Assim, quando está presente uma ou as duas situações representam um peso de 7, ao invés de 14, e quando não existe nenhuma delas tem um peso de 13 em vez de 26.

Outras alterações foram efetuadas com o objetivo de tornar claro para o observador a identificação da resposta que melhor se assemelha à realidade, nomeadamente na secção “Passeios”, em que o campo “Obstruções permanentes” passou a designar-se de “Obstruções permanentes/Largura variável do passeio”, e no campo “Sem obstruções”, que passou a “Sem obstruções/Largura do passeio uniforme”.

De referir que todas as alterações efetuadas foram validadas com um estudo de sensibilidade aos resultados obtidos no caso de estudo, tendo revelado que os pesos atribuídos traduzem um índice essencialmente focado na componente de passeios, mas dando ainda uma importância significativa à componente do tráfego, da segurança pedonal e ao grau de pedonalização percebido pelo peão.

O caso de estudo incidiu sobre parte do sistema pedonal da cidade da Covilhã, nomeadamente sobre as zonas que apresentam uma procura pedonal significativa.

No que diz respeito às interseções, cerca de 47% apresentaram condições não satisfatórias e 31% condições fracas para a circulação de peões. Estes valores devem-se em muito à falta de travessias pedonais nestes locais. Apenas 22% apresentaram condições básicas ou razoáveis para a circulação de peões. As interseções que apresentaram melhores classificações PEQI foram as do tipo “rotunda”.

Por sua vez, cerca de 70 % dos segmentos de rua analisados obtiveram condições básicas, 12% apresentaram condições fracas para a circulação de peões, não se registando nenhum segmento com condições não satisfatórias e 17% apresentaram condições razoáveis para a circulação de peões. Dos segmentos de rua com condições razoáveis, 49% pertencem a vias distribuidoras locais, 36% a vias de acesso local e apenas 13% a vias distribuidoras principais.

Observando as cartas temáticas apresentadas nos anexos I pode verificar-se que em termos de distribuição espacial é na zona mais a sul da cidade que se registaram as melhores classificações PEQI, tanto para as interseções como para os segmentos de rua, mas este facto é facilmente explicado uma vez que corresponde à “zona nova” da cidade.

A recolha e análise dos dados em campo permitiram ainda concluir que:

- A cidade padece de uma deficiência ao nível das medidas de acalmia de tráfego, pois em 252 segmentos de rua analisados 211 não apresentaram qualquer medida de acalmia. Por sua vez, das 74 interseções analisadas 55 apresentaram uma ou mais medidas de acalmia, sendo que as mais utilizadas referem-se às características da travessia pedonal em si, como é o caso do tratamento das superfícies de atravessamento e iluminação das travessias pedonais;
- Existem apenas três ruas onde se verificou a presença de sinalização a impor um limite de velocidade. Num dos casos a rua é de sentido único, bastante estreita, sem passeio em ambos os lados da rua e onde frequentemente se cruzam veículos e peões. O limite de velocidade imposto é de 30 Km/h. Os outros dois casos situam-se junto do hospital e ao centro comercial da cidade, onde o limite de velocidade imposto é 50 Km/h e a sinalização alerta para o constante atravessamento de peões nas passadeiras reguladas com sinalização luminosa;

- 11% dos segmentos de rua analisados não possuem passeio e aproximadamente 48% possuem passeio com uma largura compreendida entre 1,5 m e 2,5 m;
- Relativamente à inclinação longitudinal, considera-se que o seu peso deve ser repensado e alterado, se necessário, em função da forma de levantamento, isto é, se o levantamento for realizado de forma rigorosa o peso pode manter-se alto, no entanto, se é feito de forma subjetiva pelo avaliador (tendo em conta por exemplo o esforço físico), deve diminuir-se uma vez que este é um dado menos fiável;
- Grande parte da rede apresenta obstruções permanentes no passeio e/ ou largura do passeio variável, sendo que este facto deve-se essencialmente à existência de árvores no meio dos passeios e ao longo dos mesmos;
- Cerca de 70% dos passeios analisados apresentam alguns impedimentos e 15% apresentam impedimentos significativos que se devem na sua maioria a danos provocados pelas raízes das árvores, o que indica a necessidade de requalificação dos mesmos;
- Relativamente à presença de “buffers”, cerca de 67% não apresenta qualquer tipo de “buffer” e em 33% existe estacionamento de veículos entre a via e o passeio, em espinha ou em paralelo.

O valor da pontuação PEQI e as indicações apresentadas permitem identificar as zonas da cidade com problemas a nível pedonal, auxiliando na escolha de medidas de correção e na tomada de decisão sobre a afetação de recursos financeiros.

Como proposta para trabalhos futuros, e tendo em consideração as conclusões enunciadas anteriormente, deixam-se as seguintes sugestões:

- Alargar a determinação do PEQI à restante rede pedonal da cidade da Covilhã.
- Avaliar, a partir das aplicações efetuadas, a possibilidade de retirar ou incluir novos indicadores, assim como o valor dos pesos adotados, por forma a refinar a adaptação da metodologia.
- Incorporação do NS pedonal, determinado pela metodologia proposta pelo HCM 2010, como um indicador relativo à qualidade de circulação pedonal oferecida pelo segmento, interseção ou infraestrutura, na determinação dos índices globais, como o PEQI ou o PEDS, a fim de se obter uma análise qualitativa do tráfego pedonal;
- Incorporar uma componente de apoio à seleção de medidas técnicas de baixo custo e de fácil implementação com vista à melhoria da mobilidade e da segurança dos peões, em função da pontuação PEQI e da análise de indicadores chave.

Bibliografia

- Amoroso, S. , Castelluccio, F. e Maritano, L. 2012.** Indicators for Sustainable Pedestrian Mobility. *Urban Transport XVIII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century*. 2012, Vol. 18, p. 173.
- ANSR. 2014 .** *Guia do Peão . 2014 .*
- Asadi-Shekari, Zohreh, Moeinaddini, Mehdi e Shah, Muhammad Zaly. 2015.** Pedestrian safety index for evaluating street facilities in urban areas. *Safety Science*, 2015, 74, pp. 1-14.
- AUSTROADS. 1988.** Pedestrians. *Guide to Traffic Engineering Practice*. Sydney : s.n., 1988, Vol. 13.
- Bastos Silva, Ana e Santos, Silvia. 2011.** Medidas Individuais Aplicadas em Atravessamentos de Localidades. *Medidas de Acalmia de Tráfego*. 2011, Vol. 1.
- Batista, Rita. 2011.** *Sistema de Informação Geográfica Aplicado à Mobilidade Pedonal*. Universidade do Algarve, Faro : s.n., 2011. Dissertação de Mestrado.
- City of Austin Planning and Development Review Department. Pedestrian Environmental Quality Index: Data Collection Manual.** Austin : s.n.
- Clifton, K., Smith, A. e Rodriguez, D. 2007.** The development and testing of an audit for the pedestrian environment. 2007, 80.1, pp. 95-110.
- Coelho, Margarida. 2011.** *Os peões e a Mobilidade Urbana*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa : s.n., 2011. Dissertação de Mestrado.
- CROW. 1998.** *Recommendations for Traffic Provisions in Built-up Areas . 1998.*
- Decreto Regulamentar nº 22 - A/98 de 1 de Outubro.**
- Decreto-Lei nº 123/ 97 de 22 de Maio.**
- Decreto-Lei nº 163/2006.** D.R. I Série. 152 (2006-08-08) 5670-5689.
- Delaware Department of Transportation. 2000.** *Final Regulations*. Delaware,USA : s.n., 2000. Vol. 4.
- Emergy, J. e Crump, C. 2003.** *The WABSA project: Assessing and Improving Your Community's Walkability and Bikeability*. University of North Carolina, Chapel Hill, NC : s.n., 2003.
- Ewing, R. 1999.** *Traffic Calming State-of-the-Practice*. Federal Highway Administration and Institute of Transportation Engineers, Washington D.C. ,EUA : s.n., 1999.
- FHWA. 2002.** *Pedestrian Facilities Users Guide: Providing Safety and Mobility*. Federal Highway Administration, US : s.n., 2002.
- Gil, Brigitte. 2009.** *Mobilidade Pedonal no Espaço Pedonal*. Instituto Superior Técnico, Lisboa : s.n., 2009. Dissertação de Mestrado.
- HCM. 2010 .** *Highway Capacity Manual . 2010 .*

HMSO. 1987. *Roads and Traffic in Urban Areas*. Institution of Highways and Transportation and Department of Transport, London : s.n., 1987.

Marques, J. Sousa. 1994. *PEÕES, Contribuição para uma Infra-estrutura Viária Adequada a uma Circulação Segura* . 1994.

MATD. 2001. *Traffic Calming Protocol Manual*. Municipality of Anchorage Traffic Department, Alaska : s.n., 2001.

Mowatt, A. 1990. *Traffic Calming. A Code of Practice*. 1990.

ODT. 1995. *Oregon Bicycle and Pedestrian Plan*. Oregon Department of Transportation : s.n., 1995.

Pita, F. 2003. *Estratégias e Planeamento da Mobilidade e Segurança de Peões*. Instituto Superior Técnico, Lisboa : s.n., 2003.

Seco, A.J.M., Macedo, J.M.G. e Costa, A.H.P. 2008. *Manual do Planeamento de Acessibilidades e da Gestão Viária*. 2008.

—. 2008. *Manual do Planeamento de Acessibilidades e da Gestão Viária*. 2008, Vol. 8.

—. 2008. *Manual do Planeamento de Acessibilidades e da Gestão viária* . 2008, Vol. 10.

SFDPH. 2008. *Pedestrian Environmental Quality Index: An assessment of the physical condition of streets and intersections*. San Francisco : s.n., 2008.

UCLA, COEH. 2009. *Pedestrian Environmental Quality Index*. Los Angeles : s.n., 2009.

ANEXOS

I. Classificação PEQI

CT1 - Classificação PEQI das interseções

CT2 - Classificação PEQI dos segmentos de rua

II. Cartas temáticas de alguns indicadores

CT3 - Largura dos passeios

CT4 - Inclinação longitudinal

CT5 - Estado da superfície do passeio

CT6 - Obstruções significativas

CT7 - Iluminação de rua para peões

III. Outros anexos

1. Código das ruas

2. Base de dados das interseções

3. Base de dados dos segmentos de rua