

AVALIAÇÃO DE PERCURSOS PEDONAIS

LUIS MANUEL COUTO COELHO DA SILVA

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

Orientador: Professor Doutor Américo Henrique Pires da Costa

JULHO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

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

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A meus Pais, Taniana e Tomás

A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo.

Peter Drucker

AGRADECIMENTOS

A meus pais, esposa e filho. Aos meus colegas e amigos pelo incentivo e pela colaboração prestada.

Um agradecimento especial ao Orientador de Tese, Professor Doutor Américo Henrique Pires da Costa, pela disponibilidade, incentivo e colaboração.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

O rápido desenvolvimento dos sistemas de transportes e dos veículos que os compõem, permitiu um aumento generalizado da mobilidade das populações e tornou mais fácil e rápida a deslocação das pessoas dentro e fora das zonas urbanas.

No entanto, a crescente utilização dos espaços urbanos pelos veículos motorizados fez com que os espaços dedicados a quem se desloca a pé, fossem cada vez mais reduzidos. Nas suas deslocações o peão tem, normalmente, um canal segregado ao longo da via rodoviária e as travessias da via pública onde entra em conflito com o tráfego automóvel.

Esses espaços pedonais utilizados por quem pretende efectuar pequenos trajectos até aos seus empregos ou escolas, ligações entre interfaces de transportes públicos ou simplesmente realizando caminhadas de lazer têm vindo a ter uma atenção redobrada nos últimos anos por parte das entidades responsáveis.

Acha-se assim pertinente a abordagem do tema da avaliação de percursos pedonais por forma a que seja possível definir qual, ou quais, os melhores trajectos para que um determinado peão possa realizar o seu trajecto com comodidade e segurança.

Em consequência, pretende-se fazer um levantamento de estudos que abordam a temática dos Níveis de Serviço, num percurso ou em parte dele, através de mais do que uma perspectiva e aplicá-los posteriormente numa zona alvo definida para este estudo.

Serão então feitas recolhas dos parâmetros requeridos por esses métodos de avaliação e com eles a consequente avaliação dos percursos em análise.

Pretende-se ainda fazer uma análise crítica dos dados, e se caso disso, apresentar algumas medidas correctivas nos casos em que se atinjam valores de qualidade insatisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: peão, segurança, conforto, percurso, nível de serviço, avaliação

ABSTRACT

The fast development of transport systems and their vehicles, allowed an increased mobility of people which became quicker and easier the movement of people inside and outside urban areas.

However, the increasing use of urban spaces for motor vehicles has caused that the space devoted to those who are travelling on foot were increasingly reduced. In his travel the pedestrian often has a segregated channel along the road and crossings of public roads where he must deal with the traffic conflicts.

These pedestrian spaces used by those who want to make small trips to their jobs or schools, links between interfaces public transport or simply doing some leisure walking have been being carefully watched in recent years by the authorities.

It is, therefore, found hugely relevant to approach the issue of assessment of walks so that they can define what, or which, are the best routes to a pedestrian to achieve its journey with comfort and safety.

Accordingly, it's intended to make an assessment of studies which address the issue of levels of service, on a route or a part of it, through more than one perspective and then apply them in a target area defined for this study.

Then, it will be made measurements of the parameters required by these methods of assessment and with them the resulting assessment of the routes under consideration.

The aim is also to make a critical analysis of the data, and if necessary, make some corrective measures on the cases where poor quality values were reached.

KEYWORDS: pedestrian, safety, comfort, link, level of service, assessment

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO

1.1. NOTA INTRODUTÓRIA E OBJECTIVOS	1
1.2. ENQUADRAMENTO COM AS NECESSIDADES DE MOBILIDADE DAS PESSOAS	1
1.3. RESENHA HISTÓRICA	2

2. AS INFRA-ESTRUTURAS PEDONAIS

2.1. PASSEIOS E CORREDORES PARA PEÕES	5
2.1.1. CONCEITO DE LARGURA ÚTIL (OU LIVRE)	5
2.2. TRAVESSIAS DE PEÕES	7
2.2.1. PROJECTO DE TRAVESSIAS	8
2.2.2. SINALIZAÇÃO	8
2.2.3. ILHAS DE REFÚGIO A MEIO DA VIA	9
2.2.4. PASSAGENS DESNIVELADAS	9

3. CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO PEDONAL

3.1. REQUISITOS ESPACIAIS DOS PEÕES	11
3.1.1. ÁREAS DE PEÕES	11
3.1.2. VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO DOS PEÕES	12
3.2. GRANDEZAS BASE E SUAS RELAÇÕES ENTRE SI	13
3.2.1. GRANDEZAS BASE	13
3.2.2. RELAÇÕES ENTRE GRANDEZAS BASE	14

4. ESTADO DO CONHECIMENTO - Níveis de Serviço e Metodologias

4.1. CONCEITO DE NÍVEL DE SERVIÇO	17
4.2. DIVERSIDADE DE METODOLOGIAS	17
4.3. MÉTODO DO HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM2000)	18

4.3.1. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES PARADOS	18
4.3.2. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES EM MOVIMENTO	18
4.3.2.1. Vias Pedonais e Passeios	20
4.3.2.2. Travessias SemafORIZADAS	20
4.3.2.3. Travessias sem Regulação	21
4.3.2.4. Outras aplicações	23
4.4. “MODELING THE ROAD SIDE WALKING ENVIRONMENT” (FDOT)	24
4.4.1. INTRODUÇÃO	24
4.4.2. O MODELO E SEU DESENVOLVIMENTO	24

5. PERCURSOS PEDONAIIS A AVALIAR – CASOS PRÁTICOS

5.1. PROCESSO DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS	29
5.2. TABELAS DE RECOLHA DE DADOS	31
5.2.1. ZONAS PEDONAIIS/PASSEIOS	31
5.2.2. TRAVESSIAS	32
5.3. ANÁLISE DE RESULTADOS	33
5.3.1. PASSEIOS	33
5.3.2. TRAVESSIAS	34

6. CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES GERAIS	37
6.1.1. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES EM MOVIMENTO	37
6.1.2. METODOLOGIAS APLICADAS E CONDIÇÕES DE APLICABILIDADE	37
6.2. CONCLUSÕES DA APLICAÇÃO DOS MÉTODOS	37
6.2.1. VIAS PEDONAIIS E PASSEIOS	38
6.1.2. TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS E NÃO SEMAFORIZADAS	38

ANEXO A1 - SINISTRALIDADE COM PEÕES EM PORTUGAL

- **ANÁLISE DA SITUAÇÃO, EM PORTUGAL, REFERENTE AO ANO DE 2006 E EVOLUÇÃO RELATIVAMENTE A ANOS ANTERIORES.**

ANEXO A2 - CONTEXTO NORMATIVO



NORMAS TÉCNICAS PARA MELHORIA DA ACESSIBILIDADE DAS PESSOAS COM MOBILIDADE CONDICIONADA (SÍNTESE)

ANEXO A3 – QUADROS DE MEDIÇÕES

Índice de Figuras

Fig.1 - Passeios em estrada romana de Pompeia	2
Fig.2 – Definição da largura útil de um passeio	6
Fig.3 – Probabilidade de o atropelado morrer (fatality) ou ficar gravemente ferido (non-minor injury).	7
Fig.4 - Projectar para haver uma melhor visibilidade nas passagens de peões.....	8
Fig.5 – Ilha de refúgio a meio da via permitindo atravessamento por fases	9
Fig.6 – Elipse representativa de um peão adulto	11
Fig.7 - Necessidade espacial de peão em movimento.....	12
Fig.8 – Distribuições de velocidades de circulação de peões	13
Fig.9 – Relação entre velocidade e concentração pedonal	14
Fig.10 - Relação entre Débito (ou Fluxo) e Espaço pedonal	15
Fig.11 – Relação Velocidade/Débito	15
Fig.12 – Relação entre Velocidade e Espaço.....	16
Fig.13 - Parâmetros geométricos.....	26
Fig.14 – Mapa da zona em avaliação.....	30

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 1 – Largura perdida em metros.....	6
Quadro 2 - Níveis de serviço para peões em movimento.....	19
Quadro 3 – Níveis de serviço em função do atraso médio de peões	21
Quadro 4 - Níveis de Serviço em travessias sem regulação	23
Quadro 5 – Categorias de Nível de Serviço (FDOT).....	27
Quadro 6 – Folha de percursos pedonais (HCM)	31
Quadro 7 – Folha de percursos pedonais (FDOT).....	32
Quadro 8 – Folha de travessias semaforizadas (HCM).....	32
Quadro 9 – Folha de travessias não semaforizadas (HCM)	33
Quadro 10 - Níveis de Serviço em passeios (FDOT).....	33
Quadro 11 - Níveis de Serviço em passeios (HCM)	34
Quadro 12 - Níveis de Serviço em travessias reguladas (HCM)	35
Quadro 13 - Níveis de Serviço em travessias não reguladas (HCM)	35

1

INTRODUÇÃO

1.1 NOTA INTRODUTÓRIA E OBJECTIVOS

Este projecto insere-se no âmbito do plano curricular do Mestrado Integrado de Engenharia Civil (MIEC), ramo de Vias de Comunicação, leccionado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

A investigação tem como principais objectivos a análise de percursos pedonais seleccionados de forma a permitir determinar o seu nível qualitativo para a circulação de peões.

Baseado em bibliografia e estudos feitos em vários países, além da legislação em vigor em Portugal, pretende adaptar-se as metodologias encontradas relativas à quantificação de Níveis de Serviço para percursos pedonais à realidade nacional, com recurso à determinação de critérios normalmente usados nesse tipo de análises.

Posteriormente pretende-se realizar levantamentos de dados em alguns percursos pedonais no sentido de aplicar o método de avaliação proposto fazendo ainda a apresentação de algumas medidas que visam melhorar percursos pedonais de qualidade considerada insatisfatória.

1.2 ENQUADRAMENTO COM AS NECESSIDADES DE MOBILIDADE DAS PESSOAS

Caminhar é a mais básica forma de nos fazermos transportar. Em cada viagem que fazemos, até de carro, começamos e terminamos como peões. Muita gente não tem acesso aos automóveis ou mesmo às bicicletas, e têm que caminhar para alcançar destinos que lhes são importantes.

As deslocações, maiores ou menores, são uma consequência das necessidades de mobilidade de pessoas, as quais têm origem em diversas actividades económicas, sociais e de lazer. Caminhar pode ser uma maneira agradável de fazer exercício, relaxar, e interagir socialmente com outros na comunidade.

A segurança e a conveniência do percurso pedonal são também um factor importante na nossa qualidade de vida, na necessidade de mobilidade e de vivência pedonal devendo ser garantidas em toda a infra-estrutura pedonal e cujos elementos fundamentais se resumem a:

- atravessamentos pedonais da rede viária urbana;
- espaços reservados unicamente a peões (passeios, zonas pedonais);
- zonas de interface modal.

1.3 RESENHA HISTÓRICA

Os seres humanos têm vindo a construir e andar sobre estradas há mais de seis mil anos.

Os antigos Romanos eram prolíficos construtores de estradas, munindo boa parte da Europa com uma rede das estradas pavimentadas com pedra.

Até 400 a.C., os romanos utilizavam caminhos de terra para deslocar-se da sua capital às cidades vizinhas. Mas a necessidade de uma melhor defesa, junto com a vontade de expansão e de hegemonia sobre a Itália, levou-os a desenvolver eixos que permitiriam uma circulação mais rápida e segura, mas sobretudo facilitariam a mobilidade das tropas.

A primeira via foi criada em 312 a.C., por Ápio Cláudio Cego, para unir Roma e a cidade de Cápuia: foi a denominada **Via Ápia**. No seu apogeu, a rede viária romana principal atingiu, tendo em conta vias secundárias de menor qualidade, cerca de 150.000 quilómetros. Estas vias não estavam pavimentadas salvo excepcionalmente: no interior das cidades e nas suas proximidades (excepto a Via Ápia, que fora progressivamente lajeada em todo o seu percurso).

Nas áreas urbanas congestionadas com os animais e carruagens, os Romanos adicionaram passeios para melhorar as condições para caminhar. Passeios “extra-largos” foram construídos onde o uso por peões era mais intenso. Como se pode ver na figura 1 de uma estrada romana de Pompeia dotada de passeios, destruída pelo Vesúvio, após ser recuperada nas escavações.



Fig.1 – Passeios em estrada romana de Pompeia [13]

Fora das áreas urbanas e na generalidade das vias por eles construídas, o tráfego nas estradas era escasso o bastante permitindo caminhar na superfície da própria estrada, desviando-se os peões ocasionalmente para fora da mesma permitindo que o tráfego animal passasse.

As estradas romanas formavam vias de comunicação vitais para o Império Romano sendo que parte delas conserva-se ainda hoje, tipicamente protegidas como Património Mundial ou nacional. Apesar de não oferecer o conforto do asfalto dos dias de hoje, pois as rochas de basalto não proporcionavam grande continuidade e suavidade ao terreno, a verdade é que essas rochas encontram-se ainda bem fixadas nos percursos, 2000 anos depois.

Daí para cá muito mudou e hoje os veículos a motor substituíram os cavalos e carruagens na maioria dos lugares. Os veículos a motor são mais abundantes e mais rápidos do que os cavalos eram, criando

desafios especiais para os peões pois circulam a velocidades muito inferiores à dos veículos. Essa situação leva a uma maior segregação dos peões em passeios ao longo das estradas onde a velocidade dos veículos é cada vez maior e considerada mais importante. Isso é ainda mais importante na escuridão, onde os condutores podem ter dificuldades em ver os peões que usualmente não se deslocam equipados com iluminação própria ou reflectores.

Logo, mais do que nunca, a importância dos passeios é função da velocidade e do volume do tráfego na estrada. Agora, como sempre, a largura necessária de um passeio é determinada pelo número de peões.

Uma preocupação crescente é também, a fim de se assegurar que os passeios possam acomodar utilizadores de cadeiras de rodas, as dimensões mínimas e as inclinações máximas para passeios novos e reformulados sendo devidamente especificadas nos padrões criados nas diversas legislações existentes para o efeito.

2

AS INFRA-ESTRUTURAS PEDONAIS

2.1 PASSEIOS E CORREDORES PARA PEÕES

Os locais mais prováveis para encontrarmos os peões são nos chamados passeios – as “estradas” dos peões. Esses locais devem estar pavimentados com um piso suave, com materiais duráveis e ter as dimensões suficientes para poder suportar, nas melhores condições possíveis, os fluxos de peões que os percorrem.

A qualidade de circulação nos passeios deve-se a vários factores, um pouco à imagem do que acontece com os veículos motorizados, tais como os peões poderem adoptar a velocidade que desejam e poderem facilmente cruzarem uns com os outros ou poderem ultrapassar peões que circulam de forma mais lenta no mesmo corredor.

Outras medidas como a capacidade de os peões se cruzarem com outras correntes de fluxo de peões, conseguir percorrer um passeio na direcção oposta a um maior fluxo de peões existente, circular em diversas direcções e diferentes velocidades sem entrar em conflito com os restantes peões, os atrasos a que são sujeitos ao querer atravessar vias sinalizadas ou não. Podem ainda ser considerados factores como o conforto, conveniência, segurança rodoviária ou a sua segurança pessoal e até a economia. Todos eles são factores determinantes na avaliação da qualidade de um determinado percurso pedonal.

A construção de passeios deve ser feita em toda a zona urbana, de preferência em ambos os lados dos arruamentos, de forma a melhorar a mobilidade dos peões com mobilidade condicionada. A manutenção desses passeios deve ser bem cuidada para evitar buracos, fendas ou irregularidades do pavimento evitando acidente ou interrupção da via pedonal. No mesmo sentido, deve também ser o mais nivelado possível ainda que se admitam pequenas inclinações para escoamento das águas pluviais.

No caso de ser necessário vencer grandes desníveis aconselha-se a utilização de corrimões laterais aos passeios que podem ser utilizados como ajuda por peões em cadeiras de rodas ou por outros tipos de utentes que sintam necessidade de a eles recorrer como apoio ao subir esses passeios muito inclinados.

2.1.1 CONCEITO DE LARGURA ÚTIL (OU LIVRE)

Estudos feitos vão no sentido de determinar a largura mínima permitindo que dois peões passem um pelo outro de forma conveniente baseiam-se no facto que cada um deles deve ter disponível para si, no mínimo, uma largura de passeio de 0.8m [1 – Cap. 11].

Valores de 0.7 m são ainda aceitáveis e abaixo disso só ocorrem em situações de aglomerados com conflitos entre peões.

O conceito de largura útil de um passeio é muito importante para se conseguir bons fluxos de peões.

A largura útil é a largura da parte do passeio que pode efectivamente ser utilizada pelos peões livre de obstáculos como árvores ou arbustos, placas de sinalização, postes de iluminação, bocas-de-incêndio, cabines de telefone, parâmetros ou qualquer outro tipo de mobiliário urbano, tal como se representa na figura 2 em que são apresentadas algumas medidas de referência para utilização do seu cálculo. Esses e outros valores podem também ser aferidos do Quadro 1 representando as larguras perdidas, ao longo de troços de passeio, devido à existência desses impedimentos.

Os peões tendem também a evitar circular muito próximo da berma dos passeios ou das fachadas dos edifícios altos ou se estes tiverem montras.

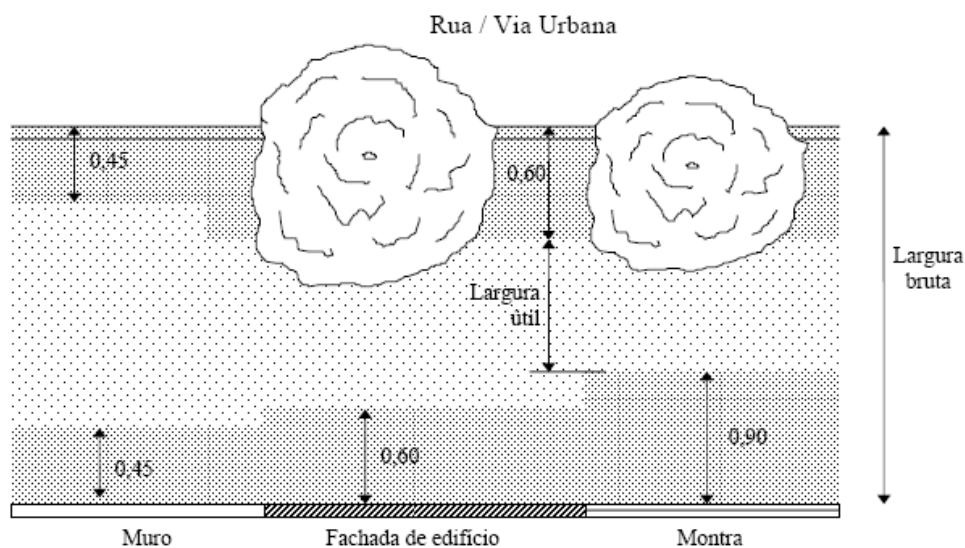


Fig.2 – Definição da largura útil de um passeio [7]

Em Portugal recomenda-se que esse valor deve ser não inferior a 1.2m, ainda que em pequenos troços possa ter valores inferiores na casa dos 0.8m-0.9m. Os passeios adjacentes a vias principais e vias distribuidoras devem ter uma largura livre não inferior a 1.5m. [5]

De notar que a existência de um obstáculo isolado, apenas tem uma influência localizada, pelo que não afecta o funcionamento global de um passeio ou zona pedonal ao contrário do que acontece no caso de uma repetição periódica desse obstáculo, tal como candeeiros, parâmetros, árvores ou bancos de descanso.

Quadro 1 – Largura perdida em metros [7]

Tipo de Obstáculo	Descrição	Largura Perdida (m)
Distâncias de segurança	- berma do passeio	0,30 – 0,45
	- muro, sebe	0,30 – 0,45
	- fachada de edifício	0,60
	- montra	0,90
Mobiliário Urbano	- postes de iluminação	0,75 – 1,00
	- postes de semaforização	0,90
	- sinalização vertical	0,60
	- parâmetros	0,60
	- cabines telefónicas	1,20
	- caixotes do lixo	0,90
	- hidrantes	0,75 – 0,90
	- marcos do correio	0,90 – 1,20
Vegetação	- árvores	0,60 – 1,20
	- pontos de vegetação/arbustos	1,50
Usos Comerciais	- quiosques	1,20 – 4,00
	- esplanadas de bares/cafés (2 filas de mesas)	2,10

É com base no valor da largura útil, e não no da largura bruta, que se avaliam os níveis de serviço existentes nos diversos troços da infra-estrutura pedonal.

2.2 TRAVESSIAS DE PEÕES

Os peões que se deslocam a pé para os seus destinos sentem a necessidade de cruzar as ruas e as entradas de automóveis para parques e garagens usadas por veículos de forma a poderem dirigir-se para os seus destinos. Assim, de entre os componentes constituintes do sistema pedonal, os atravessamentos da rede viária por parte dos peões são os que suscitam maiores cuidados, principalmente ao nível da segurança e minimização dos conflitos existentes.

As travessias de peões são os lugares mais importantes para os peões que cruzam as ruas. Infelizmente, são também frequentemente os lugares mais difíceis e mais perigosos para o fazer.

Esses cruzamentos de vias podem originar conflitos entre os vários utilizadores de ambas as infra-estruturas viárias calculando-se que aproximadamente 80% das colisões fatais entre peão – veículo ocorrem durante o atravessamento de estradas pelos peões. [3]

Tal como se pode ver na figura 3, a sinistralidade e a sua gravidade nos ferimentos dos seus intervenientes, nomeadamente dos peões atropelados, está muito relacionada com a velocidade a que se dão esses impactos. Note-se que, estatisticamente, para situações de atropelamentos a tão-somente 50 Km/h lamentam-se cerca de metade dessas vítimas como sendo vítimas mortais.

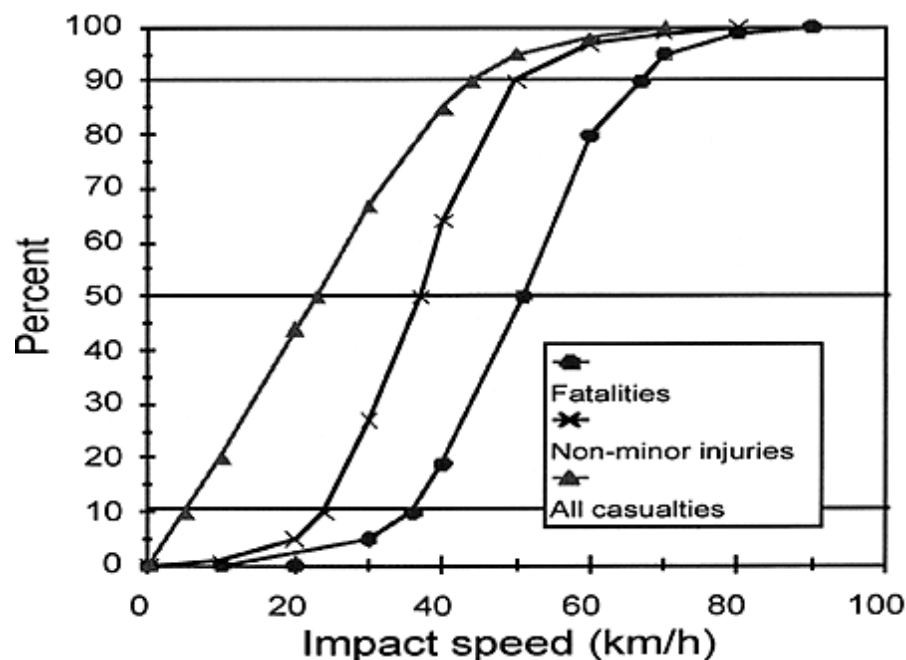


Fig. 3 - Probabilidade de o atropelado morrer (fatality) ou ficar gravemente ferido (non-minor injury).

[Gráfico do Department of Transport britânico]

Remete-se ainda o leitor para o [Anexo A1] onde se faz uma análise de dados referentes ao ano de 2006, e a sua evolução relativamente a anos anteriores, no que concerne à sinistralidade envolvendo peões.

Dados esses que são disponibilizados anualmente pelo Ministério da Administração Interna, no seu relatório elaborado pelo Observatório de Segurança Rodoviária.

2.2.1. PROJECTO DE TRAVESSIAS

O projecto das travessias de peões, da sinalização do tráfego e das próprias estradas assim como o comportamento de todos os utentes da estrada afecta a segurança dos peões nos atravessamentos pois estes são os utentes mais vulneráveis do sistema de transportes.

O projecto das travessias deve entrar em linha de conta com a diversidade de sentidos com que o trânsito cruza com os peões nas travessias o que afecta a rapidez da circulação do tráfego, a forma eficiente como os condutores vêem os peões permitindo-lhes um elevado raio de visão da via de circulação e de quem dela se aproxima e, aos peões permitir-lhes também que estes possam visualizar, tal como representado na figura 4, os condutores atempadamente de forma a diminuir a incidência de atropelamentos nessas exposições.

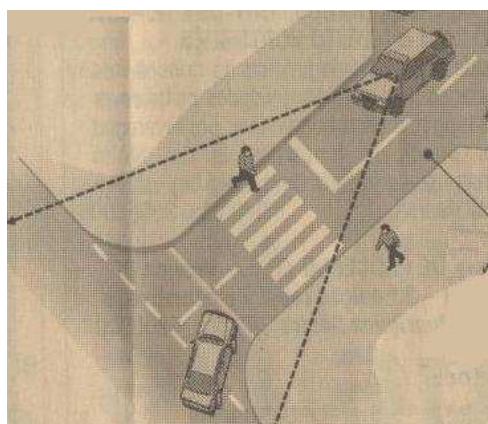


Fig.4 - Projectar para haver uma melhor visibilidade nas passagens de peões.

Para além disso, as travessias pedonais devem ser cómodas para os peões que as utilizam, em particular para as pessoas com mobilidade reduzida, pelo que deve ser prevista a instalação de rampas de acesso ou rebaixamento de passeios ou refúgios, de modo a facilitar o movimento desses peões.

Deve ainda ser considerada a melhor localização para a colocação das travessias evitando a imposição de grandes desvios nas trajectórias desejadas pelos peões para ter que fazer o atravessamento da via diminuindo assim a tentação de fazer esse atravessamento fora dos locais apropriados e aumentando os riscos de segurança.

2.2.2. SINALIZAÇÃO

Em princípio, os sinais de tráfego deveriam mostrar claramente quando é seguro para os peões atravessar. Infelizmente, muitos sinais de tráfego em estradas largas não fornecem o tempo suficiente para que os peões atravessem por completo a rua antes que os movimentos de conflito com o tráfego comecem. É um problema que envolve especialmente os casos com idosos e pessoas com dificuldades de mobilidade.

Em travessias largas devem ser instalados detectores/botões de modo a aumentar o tempo do sinal quando necessário. Sinais com temporizadores decrescentes para peões são também uma boa forma de mostrar aos peões quando é seguro cruzar e quanto tempo dispõe ainda para o fazer antes da alteração do sinal.

Tempos de espera adequados devem ser implementados na travessias sinalizadas evitando, sempre que possível, tempos de espera exagerados devem ser evitados de forma que os peões não se sintam tentados a adoptar comportamentos de risco.

No caso de travessias não reguladas por sinais luminosos as marcações no pavimento, em *zebra* ou com 2 barras transversais paralelas definindo o canal de atravessamento, revelam-se soluções de baixo custo que têm um efeito da redução da velocidade dos veículos. Não é no entanto aconselhada a sua aplicação generalizada em locais onde o volume de peões seja elevado e contínuo pois, como têm prioridade no atravessamento, poderá originar uma redução significativa da capacidade da via e aumenta o risco de existirem acidentes.

2.2.3. ILHAS DE REFUGIO A MEIO DA VIA

É comum considerar-se que uma travessia, para um bom desempenho da sua função, seja contínua, livre de obstruções e tenha uma extensão máxima de 2 vias de tráfego para atravessar de uma só vez.

A possibilidade de atravessar ruas largas por fases é uma forma de melhorar as condições de segurança e conforto dos peões diminuindo para cerca de metade os casos de acidente com peões [3].

É, assim, mais seguro cruzar-se até meio da via e esperar num refúgio aí situado em casos de atravessamentos longos em vias com velocidades rápidas e/ou com vias adicionais para mudança de direcção. Esses locais de refúgio, normalmente elevados em relação às vias de circulação são assim mais seguros e convenientes para os peões desde que tenham espaço suficiente para albergar convenientemente o volume de peões expectável.

A adopção desta solução pode provocar ligeiras alterações na capacidade da via pois a colocação das ilhas de refúgio retira espaço disponível para os veículos ficando as correntes de tráfego mais próximas.

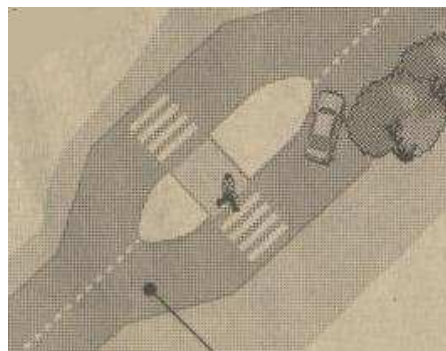


Fig.5 - Ilha de refúgio a meio da via permitindo atravessamento por fases

2.2.4. PASSAGENS DESNIVELADAS

As passagens desniveladas são teoricamente as mais seguras, já que se eliminam completamente os conflitos. Estes atravessamentos podem ocorrer tanto por cima como por

baixo da faixa de rodagem a vencer. Em muitos casos são mesmo a única solução devido à importância funcional da via ou do cruzamento a atravessar.

Convém lembrar que os peões só as utilizarão se elas se revelarem de utilização agradável e cómoda, o que normalmente apenas ocorre se a orografia do terreno ajudar não sendo pedido ao peão um esforço adicional muito elevado para o ganho de segurança previsível.

Em ambos os casos devem ser considerada a implementação de medidas facilitadoras da utilização deste tipo de travessias por pessoas com mobilidade condicionada. Nomeadamente, a construção de rampas com declives e pavimentos adequados, elementos tácteis no pavimento, etc.

3

CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO PEDONAL

3.1. REQUISITOS ESPACIAIS DOS PEÕES

3.1.1. ÁREA DE PEÕES

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

A área, aproximada, ocupada por um adulto usada para o cálculo de capacidade é simplificada recorrendo a uma elipse (~0.45 m x 0.60 m), com uma área total de 0.21 m².

A figura seguinte representa essa simplificação.

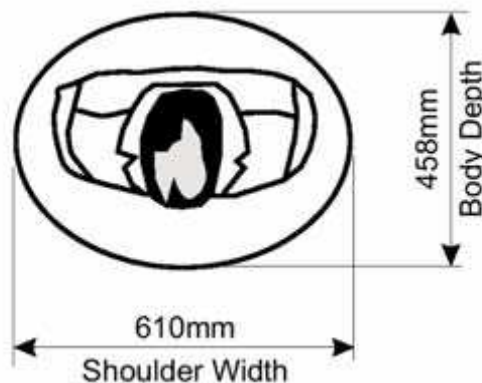


Fig.6 - Elipse representativa de um peão adulto [6]

O espaço reclamado por um peão durante a sua deslocação pode ser dividido em 2 partes. A “*pacing zone*”, a área necessária para dar um passo e, a “*sensory zone*”, a área que o peão necessita para observar, avaliar e reagir a um qualquer obstáculo que se lhe depare. O comprimento da “*pacing zone*” depende de vários factores como a idade, sexo e condição física do peão o que vai influenciar directamente a velocidade a que se desloca.

A medição física só é possível para o primeiro caso pois diversos factores que afectam as sensações do peão, como a segurança pessoal, conforto visual, auditivo ou mesmo tátil (exemplo de um piso mais ou menos escorregadio) acham-se difíceis de quantificar.

No entanto é essa capacidade sensorial de detectar os obstáculos que se lhe apresentam que vai fazer, muitas vezes mesmo sem se aperceber, com que o cérebro avalie o que deve fazer para evitar um peão que se encontra em rota de colisão consigo, reduzir ou aumentar a velocidade para manter uma certa distância de outro peão ou pelotão, etc.

Essa capacidade de reagir a um obstáculo é afectada portanto pela visão o que faz com que os peões invisuais, parciais ou totais, tenham mais dificuldade em se aperceber da existência dos obstáculos originando uma diminuição da velocidade média desses utentes para as mesmas condições.

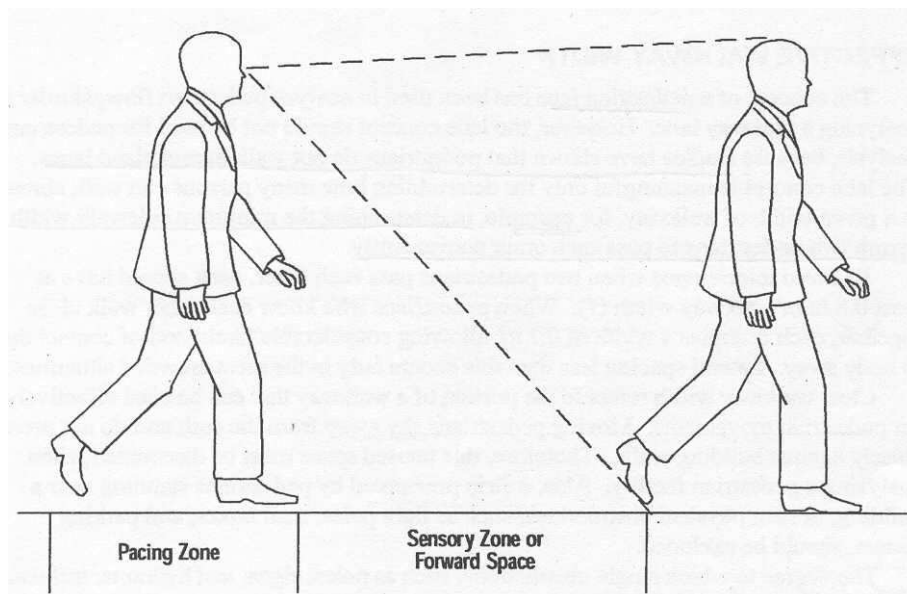


Fig.7 - Necessidade espacial de peão em movimento

3.1.2. VELOCIDADE DE CIRCULAÇÃO DOS PEÕES

O peão desloca-se livremente com uma determinada velocidade, que pode oscilar entre um mínimo de 0,74 m/s e um máximo de 2,39 m/s [6]. Esta diversidade de valores deve-se a vários factores, uns intrínsecos ao próprio peão (idade, deficiências físicas, sexo) e outros externos como sejam a hora do dia, o estado do tempo, o motivo da viagem (trajecto casa-trabalho, lazer, etc), o tipo e características da infra-estrutura (passeio, atravessamento viário ou zona pedonal) e a densidade pedonal (circulação livre, condicionada ou congestionada).

Um desses factores, pelo qual é altamente afectada a velocidade de circulação, é a percentagem de idosos (65 anos ou mais) que circula nessa área ou mesmo a elevada presença de crianças em andamento lento.

Sendo que se considera uma velocidade média de 1.5 m/s para uma circulação pedonal livre num passeio, esse valor baixa para cerca de 1.2 m/s nas passeadeiras no caso de termos até 20% de idosos e para cerca de 1.0 m/s se essa percentagem de idosos for maior que 20%.

Pode no entanto assumir-se 1.2 m/s como valor de referência da velocidade média de circulação, tal como analisado para duas situações distintas na cidade de Nova Iorque, e que se apresenta representado graficamente na figura 8 como exemplo.

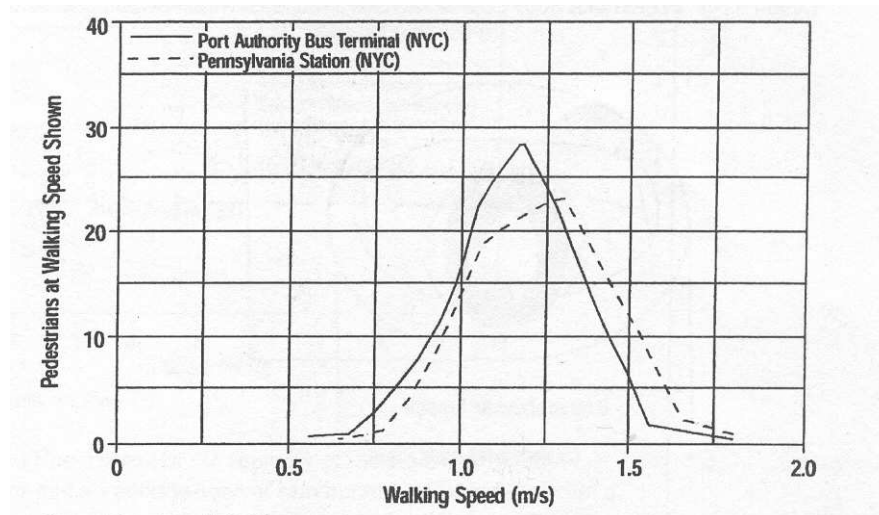


Fig.8 – Distribuições de velocidades de circulação de peões [1 – Cap. 11]

Em Portugal vigora o D.L 163/2006 de 8 de Agosto que impõe, revogando o anterior D.L 123/97 de 22 de Maio, que “O sinal verde de travessia de peões deve estar aberto o tempo suficiente para permitir a travessia, a uma velocidade de 0,4 m/s, de toda a largura da via ou até ao separador central, quando ele exista”. [ANEXO A2]

3.2. GRANDEZAS BASE E SUAS RELAÇÕES ENTRE SI

3.2.1. GRANDEZAS BASE

V_p - Débito (ou Fluxo) por unidade de largura, [p/min/m] – N° de peões que passa numa secção por unidade de largura útil (metro) e unidade de tempo (minuto);

V_{15} – Débito pedonal [p/15min] - N° de peões que passam numa determinada secção num intervalo de tempo de 15 minutos;

D - Concentração pedonal [p/m²] – N° médio de peões distribuídos por unidade de área, geralmente em m², numa zona de circulação pedonal ou numa zona de espera de peões;

M - Espaço unitário [m²/p] – Área média disponível por peão numa zona de circulação pedonal ou zona de espera de peões. É o inverso da Concentração;

S - Velocidade pedonal média [m/min] – Velocidade de marcha média a que o peão percorre um determinado trajecto ou parte dele;

W_E - Largura útil ou livre [m] – Largura considerada desimpedida para a circulação de peões numa determinada secção ou ao longo de um trajecto;

Pelotão [N° de peões] – Número de peões que circula em grupo, normalmente formado de forma involuntária, resultado de sinais de controlo, paragens de transportes públicos ou outras situações.

3.2.2. RELAÇÕES ENTRE GRANDEZAS BASE

Tal como para os veículos podem-se relacionar os valores de Velocidade, Concentração e Débito de peões mantendo-se válidas algumas dessas relações.

- **RELAÇÃO VELOCIDADE - CONCENTRAÇÃO**

Pode observar-se na figura seguinte que à medida que aumenta a concentração (D) de peões numa determinada área, a velocidade média (S) diminui seguindo uma taxa constante.

O grau de mobilidade do peão vai assim diminuindo tal como a velocidade (S) média da corrente pedonal.

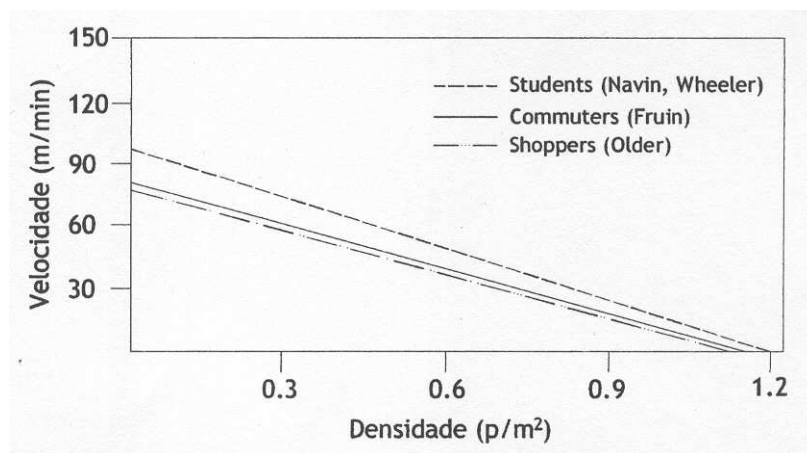


Fig.9 – Relação entre velocidade e concentração pedonal [1 – Adaptado]

- **RELAÇÃO DÉBITO - CONCENTRAÇÃO**

$$\text{Débito} = \text{Velocidade} \times \text{Concentração}$$

$$V_p = \frac{S}{D} \quad (3.1)$$

Uma outra relação, normalmente mais útil, usa o inverso da Concentração – o Espaço unitário para peões (M)

$$V_p = \frac{S}{M} \quad (3.2)$$

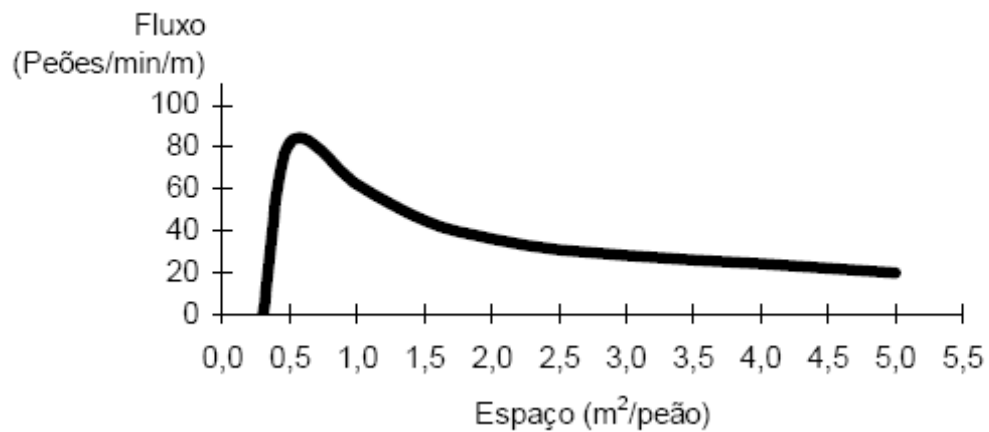


Fig.10 – Relação entre Débito (ou Fluxo) e Espaço pedonal [7]

Pode observar-se que é para valores do Espaço (M) médio por peão entre 0.4 e 0.9 m²/p que se atingem valores de Débito máximo. No entanto para valores de (M) muito perto de 0.4 m²/p os valores de (V_p) diminuem drasticamente e para valores inferiores a corrente pedonal pára.

- **RELAÇÃO VELOCIDADE – DÉBITO**

Esta relação mostra um comportamento muito semelhante ao que se verifica para o movimento de veículos.

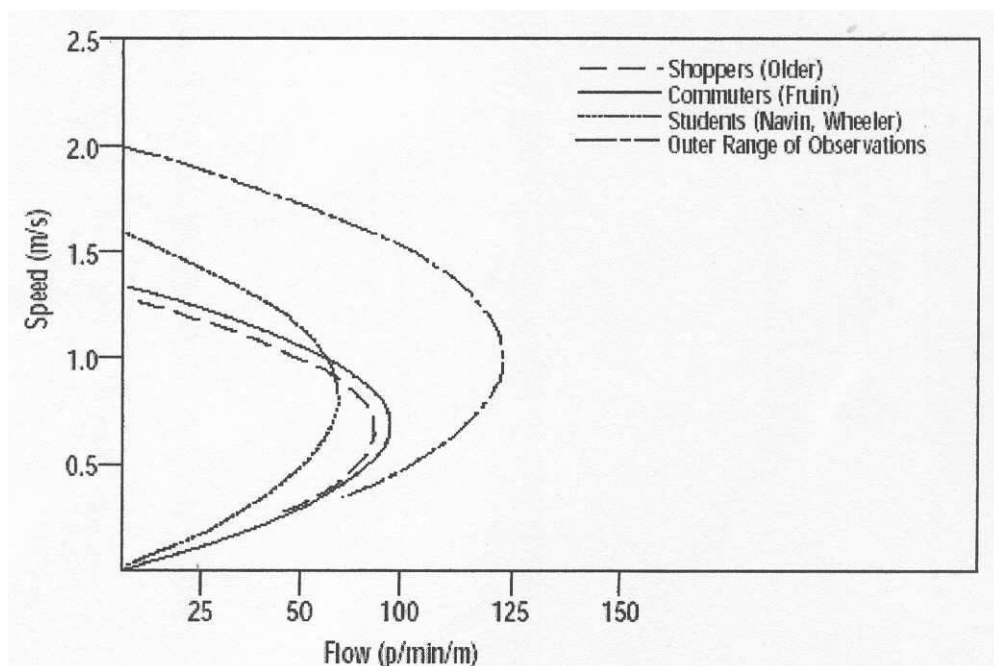


Fig.11 – Relação Velocidade/Débito [1]

Quando existem poucos peões (débitos baixos) e muito espaço para circular livremente os peões podem fazê-lo a maiores velocidades sem constrangimentos. À medida que o débito vai aumentando, a maior proximidade entre eles vai provocando uma diminuição da velocidade. Pode-se chegar a situações em que o movimento pode tornar-se difícil e instável.

Verifica-se que a capacidade é atingida para débitos próximos dos 100 p/min/m e para uma velocidade de $\sim 1\text{m/s}$.

- **RELAÇÃO VELOCIDADE – ESPAÇO**

A figura seguinte comprova a relação entre a velocidade e o espaço disponível. Pode até servir como referência na indicação de critérios na avaliação de Níveis de Serviço.

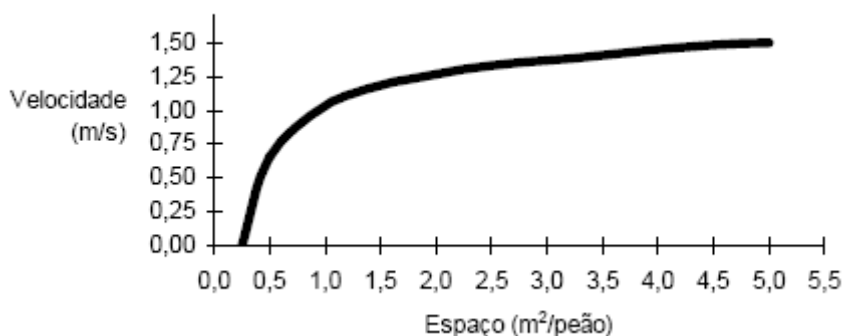


Fig.12 – Relação entre Velocidade e Espaço [7]

Para valores de Espaço acima de $0,4\text{ m}^2/\text{peão}$ considera-se que a velocidade vai aumentando não linearmente.

Pode verificar-se que para valores de Espaço unitário (M) inferiores a $1,5\text{ m}^2/\text{p}$, até os peões mais lentos têm dificuldade em atingir velocidades desejáveis.

Peões mais rápidos, que podem atingir até $1,8\text{ m/s}$, não são capazes de atingir essa velocidade sem que tenham disponível um Espaço de $4,0\text{ m}^2/\text{p}$ ou mais.

4

ESTADO DO CONHECIMENTO

Níveis de Serviço e Metodologias

4.1. CONCEITO DE NÍVEL DE SERVIÇO

De modo a caracterizar a qualidade do serviço oferecido ao peão num determinado trajecto pretende-se ver definida uma classificação por níveis de serviço.

A definição dos níveis de serviço será sempre algo subjectiva, particularmente no que diz respeito aos valores dos débitos que definem as diversas fronteiras. No entanto, a sua escolha criteriosa com base na análise das relações fundamentais referidas, permite criar uma escala de aplicação útil na avaliação da qualidade de funcionamento da infra-estrutura pedonal.

No caso de peões em movimento, os critérios gerais de avaliação passam pela liberdade de escolha da velocidade de circulação, a facilidade de ultrapassar e o grau de ocorrência de conflitos com outros peões ou com obstruções na via pedonal. Podem ainda ser considerados outros factores que se considerem importantes para uma melhoria do sentimento de segurança e conforto como a qualidade e estado de manutenção do pavimento, a iluminação ou mesmo a existência de informação táctil, entre outros. Estes critérios estão muito directamente relacionados com os valores das grandezas base referidas anteriormente: espaço, débito e velocidade média de circulação.

Também para o caso de peões parados, é possível identificar um conjunto de níveis de conforto/qualidade de serviço que dependem principalmente do espaço disponível por peão.

4.2. DIVERSIDADE DE METODOLOGIAS

Existe um conjunto significativo de tipologias de percursos pedonais e seus constituintes, com diferentes características geométricas e potencialidades operacionais o que, só por si, justifica que o seu desempenho perante diferentes níveis e características seja avaliado usando critérios e metodologias não totalmente coincidentes.

Existem portanto diversas abordagens quanto à forma de definir e quantificar a qualidade de um determinado percurso pedonal considerando-se que nenhuma delas é inteiramente correcta pois existe sempre subjectividade ao avaliar alguns dos parâmetros de difícil quantificação numérica.

A verdade é que boa parte dos métodos conhecidos se baseia na enumeração de uma panóplia de parâmetros quantitativos e qualitativos que, depois de devidamente ponderados originam uma qualificação final. Vulgarmente essa qualificação situar-se-á numa gama de níveis de serviço que são depois organizados por letras e que vão de A a F, sendo A o nível mais elevado que se pode atingir numa determinada avaliação.

Decidiu-se assim abordar algumas das mais conhecidas tendo já começado a enumerar alguns dos parâmetros utilizados nessa avaliação pelo método do HCM no capítulo anterior.

Deve-se ainda referir outros métodos como o “*Gainesville Mobility Plan Prototype*” [11] ou o “*PERS – Pedestrian Environment Review Software*” [12], baseados em sistemas de pontuações, diferentes de método para método de diversos parâmetros e, que englobam o estado de conservação do pavimento, a iluminação e sombras disponíveis, conflitos com o tráfego e obstruções à circulação dos peões, continuidade do trajecto, desvios do trajecto ideal, drenagem e limpeza dos passeios, entre muitos outros. Apesar disso não entrarão neste estudo tanto pela complexidade de uns como pelas limitações de disponibilidade de informação e aplicabilidade de outros, não deixando de ficar a referência para eventual consulta.

Vai-se então apresentar somente alguns desses métodos de forma a poder aquilatar das suas semelhanças e diferenças tanto ao nível dos parâmetros que utilizam, nas diferentes formas de recolhas dos mesmos e na forma de cálculo dos resultados finais obtidos. Pretende-se ainda verificar quais as condições de aplicabilidade e limitações no sentido de se poder averiguar qual, ou quais, os mais indicados para as diferentes situações encontradas.

4.3. MÉTODO DO HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM2000)

4.3.1. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES PARADOS

Na definição dos níveis de serviço para peões parados, o parâmetro fundamental é o espaço médio disponível por peão. Além deste considera-se a distância média entre peões, as possibilidades de contacto entre eles e de circulação no espaço, e ainda o nível de conforto previsível.

Esta variante encontra-se fora do âmbito do nosso estudo ainda que seja de alguma forma pertinente na abordagem de algumas situações em que os peões se encontram parados junto das travessias pedonais com sinalização luminosa aguardando o início do seu movimento de atravessamento.

4.3.2. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES EM MOVIMENTO

A escala normalmente adoptada pelo HCM e indicada no Quadro seguinte, considera os habituais seis níveis de serviço A, B, C, D, E e F, tal como é também indicado para o tráfego automóvel. O primeiro corresponde a uma óptima qualidade de serviço, normalmente não justificável do ponto de vista de uma análise custo/benefício, e o F a um funcionamento muito deficiente e também indesejável mesmo do ponto de vista da capacidade.

Os parâmetros de referência, usados na definição das fronteiras entre níveis, são os níveis de capacidade, possibilidade de escolha da velocidade pretendida, possibilidade de “atravessar” a corrente pedonal e o grau de conflito entre o movimento principal e o secundário em direcções opostas.

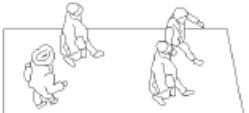
O nível de serviço E caracteriza-se por velocidades baixas e variáveis, e o seu fluxo limite corresponde à capacidade. Já o nível D é caracterizado por cerca de 2/3 da capacidade e observam-se densidades que obrigam os peões, mesmo os mais rápidos, a abrandar. Neste caso todos os peões que tentem atravessar a corrente pedonal entrarão em conflito com ela. No nível de serviço C cerca de 50% dos atravessamentos estarão em conflito.

O nível de serviço B corresponde a 1/3 da capacidade e observa-se que, para valores de densidade superiores ao seu limite máximo (1/3,7), existem peões que terão de abrandar, começam a haver

algumas dificuldades em ultrapassar e surgem alguns conflitos no atravessamento da corrente pedonal principal.

Abaixo da densidade máxima do nível de serviço A (1/5,6) os peões praticamente não influenciam as características dos respectivos movimentos.

Quadro 2 – Níveis de serviço para peões em movimento [7]

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

(1) Movimento dominante; (2) Movimento não dominante; (3) Movimento de atravessamento; LL - completamente livre; L - relativamente livre, com poucas restrições; R - com algumas restrições e incómodas; S - Com severas restrições.

Na generalidade dos casos existem 3 formas de recolha dos parâmetros necessários para análise do local em estudo:

- Valores por defeito fornecidos no HCM2000;

- Valores estimados ou admitidos pelo analista com base na prática local;
- Valores observados e recolhidos por medições no terreno.

4.3.2.1. VIAS PEDONAIS E PASSEIOS

O Espaço médio por peão, inverso da Concentração pedonal, assim como a Velocidade podem ser obtidas directamente no terreno considerando para tal uma área genérica do passeio e verificando quantos peões se encontram na mesma num determinado instante ou a celeridade com que efectuam um deslocamento entre 2 pontos desse passeio.

Como simplificação usualmente recolhe-se o Débito por unidade de largura obtido a partir do Débito pedonal (na ponta de 15 minutos) e do valor da largura útil do passeio.

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

A largura útil é obtida pela expressão:

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

em que:

W_E – Largura útil do passeio (m);

W_T – Largura bruta do passeio (m);

W_O – Total das larguras perdidas pela presença de obstáculos (m).

Pode-se recorrer-se ao Quadro 1 para estimar valores de referência caso não seja possível a recolha das larguras perdidas no terreno.

O Nível de Serviço pode ser agora retirado dos valores do Quadro 2 para o caso de não existirem pelotões.

4.3.2.2 TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS

A avaliação do Nível de Serviço neste tipo de travessias é medida em função do atraso médio do peão e que é obtido pela expressão:

$$d = \frac{0,5 \cdot (C - g)^2}{C} \quad (4.3)$$

em que:

d – Atraso médio do peão (s);

g – Tempo útil de verde do peão (s);

C – Duração total do ciclo (s).

O tempo de verde útil deve incluir o tempo de verde intermitente.

É de considerar que, para atrasos superiores a 30 segundos, os peões começam a ficar impacientes e começam a aceitar correr riscos no atravessamento antes de lhe ser permitido pela sinalização existente. Para valores de atraso superiores a 40 segundos admite-se já que o risco de atravessamento antes de ter sinal verde começa a ser elevado por parte dos peões. Tais níveis de risco podem ser observados no quadro que se segue definido em função do atraso médio de peões.

Quadro 3 - Níveis de serviço em função do atraso médio de peões

NDS	d	Risco
A	<10	Baixo
B	10-20	Moderado
C	20-30	
D	30-40	
E	40-60	Alto
F	>60	Muito Alto

No caso de travessias sinalizadas em cruzamentos em que se intersectam 2 ou mais correntes de tráfego pedonal e onde pode até parte do passeio estar parcialmente condicionado por filas de espera, a análise é algo mais elaborada entrando com factores condicionantes relativos a cada caso específico.

4.3.2.3. TRAVESSIAS SEM REGULAÇÃO

A avaliação neste caso é feita em função do intervalo crítico que representa o tempo abaixo do qual o peão não se sente tentado a efectuar o atravessamento da via.

Ao pretender fazer o atravessamento o peão avalia numa fase inicial o intervalo de tempo entre passagens de viaturas e decide se é suficiente para poder completar o mesmo.

O intervalo crítico é considerado o valor a partir do qual o peão faz o atravessamento sendo que se for inferior a esse valor ele não o faz.

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s \quad (4.4)$$

em que:

t_c – intervalo crítico para um peão isolado (s);

S_p – Velocidade média do peão (m/s);

L – Comprimento da travessia (m);

t_s – Tempo de arranque do peão (s).

Considera-se que o tempo de arranque é igual a 3 segundos

Se, na análise no terreno, não for verificada a existência de concentrações de peões assume-se o valor da distribuição espacial como igual à unidade ($N_P=1$). Caso existam essas concentrações então utiliza-se a seguinte expressão nesse cálculo;

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

em que:

N_P - Distribuição espacial dos peões (p);

N_C - N° total de peões no pelotão (p);

W_E - Largura útil da travessia (m).

Refira-se que o valor 0.75 representa a largura ocupada por cada peão em espera paralelamente à via sem que exista contacto no seu cruzamento e que (N_C-1) representa o número de intervalos entre as filas de peões que se formam paralelas à via no seguimento do desenvolvimento da travessia.

O número total de peões no pelotão (N_C) é dado por:

$$N_C = \frac{V_p \cdot e^{v_p t_C} + e^{-v \cdot t_C}}{(v_p + v) e^{(v_p - v) t_C}} \quad (4.6)$$

em que:

v_p - Débito pedonal (p/s)

v - Débito veículos (veic/s)

Tem-se então o valor do atraso critico para um pelotão de peões a partir de:

$$t_G = t_C + 2(N_P - 1) \quad (4.7)$$

em que:

t_G – tempo critico do pelotão (s);

O Nível de Serviço é função do valor de atraso critico por peão o que neste caso é dado por:

$$d_p = \frac{1}{v} (e^{v \cdot t_G} - v \cdot t_G - 1) \quad (4.8)$$

Em que:

d_p - Atraso médio por peão (s)

Obtém-se assim o seguinte quadro de valores definindo os níveis de serviço e o potencial risco no atravessamento em função do valor de atraso crítico por peão sendo que para valores acima dos 30 segundos se considera o risco já elevado e a evitar.

Quadro 4 - Níveis de Serviço em travessias sem regulação

NDS	d_p	Risco
A	<5	Baixo
B	5-10	Moderado
C	10-20	
D	20-30	
E	30-45	Alto
F	>45	Mto Alto

4.3.2.4 OUTRAS APLICAÇÕES

Este método pode ainda ser aplicado em ZONAS DE ESPERA em que o nível de serviço é definido com base no valor do espaço disponível por peão e que relaciona o número de peões parados à espera de um serviço pela área que ocupam.

É ainda possível analisar em zona urbana a qualidade de serviço de um determinado TRAJECTO PEDONAL composto por passeios e travessias. Nessa avaliação permite-se determinar a velocidade média do percurso do peão entre dois pontos, incluindo os tempos de paragem nas travessias, função do tempo dispendido e da distância percorrida.

A avaliação da velocidade é feita em troços parciais de diferentes tipologias, passeios e travessias, sendo depois ponderada em função dos comprimentos percorridos.

4.4. “MODELING THE ROADSIDE WALKING ENVIRONMENT: A PEDESTRIAN LEVEL OF SERVICE”(FDOT)

4.4.1. INTRODUÇÃO

Nos anos mais recentes tem-se vindo a implementar e aprofundar estudos variados no sentido de aumentar a qualidade das vias pedonais assim como nas dos ciclistas.

Nos Estados Unidos assim como um pouco por todo o mundo tem-se procurado melhorar as redes disponíveis de vias pedonais mas para isso os projectistas tentam recolher o máximo de informação possível quanto aos desejos dos utentes dessas vias.

Um modelo patrocinado pelo “ *Florida Department of Transportation* ”(FDOT) foi desenvolvido recorrendo a uma variedade de parâmetros originando 1250 observações num evento programado com 75 pessoas a percorrer diversas áreas da cidade de Pensacola.

Mais uma vez a preocupação foi analisar a qualidade das vias pedonais quanto à segurança e conforto que elas fornecem aos seus utentes.

Existe um certo consenso entre engenheiros e técnicos especializados no planeamento, projecto de vias pedonais que o sentimento de segurança e conforto num qualquer corredor pedonal passa por uma complexa relação de vários factores onde se incluem:

- sentimento de segurança dos peões contra acidentes com as viaturas, assaltos ou outras situações que façam perigar a sua integridade física;
- interesse arquitectónico do trajecto escolhido;
- sombreamento do trajecto pedonal;
- iluminação e/ou outras instalações tal como bancos onde possam descansar;
- a presença de outros peões;
- condições de cruzamento entre eles;
- etc.

Foi no intuito de encontrar uma nova perspectiva de avaliação desses parâmetros que, sendo considerados dos mais importantes pelos peões, se elaborou este estudo do qual se tiraram dados estatísticos que permitiram chegar a uma expressão matemática. Expressão essa que avalia o nível de serviço em tramos ou trajectos ao longo das vias rodoviárias e entre cruzamentos.

Numa primeira fase este estudo dedicou-se única e exclusivamente aos trajectos pedonais ao longo das vias deixando para uma fase posterior o desenvolvimento de uma formulação semelhante para o caso das intersecções entre peões e viaturas.

4.4.2. O MODELO E SEU DESENVOLVIMENTO

Apesar de todos os parâmetros existentes foi assumido que se poderiam agrupar em 3 grupos descritivos do ambiente pedonal desejado. São eles:

- A capacidade do passeio ao longo da via;
- A qualidade do ambiente pedonal;
- A sensação de segurança e/ou conforto relativamente aos veículos motorizados.

A primeira parte, determinação da capacidade, foi desenvolvida nos inícios dos anos 70 por *Fruin* e deu origem ao já conhecido método utilizado pelo HCM [1] e que é verdadeiramente o único método utilizado nesse tipo de cálculos.

A qualidade do ambiente pedonal deve ser, porventura, a mais difícil de contabilizar, se é que é possível fazê-lo com fiabilidade. O facto de ser um aspecto que depende muito da forma qualitativa como é classificado e que essa valorização tem uma grande variação de peão para peão, além de não ser aplicável nos casos em que não existe passeio ou que a largura dos mesmos ultrapasse os 30 pés (aproximadamente 6 metros), faz com que seja tratado de forma separada dos outros 2 aspectos.

Quanto à sensação de segurança sentida pelos peões ela não se quantifica por si só. Existe uma série de aspectos que se complementam nessa avaliação. São eles:

- presença de um passeio ou corredor pedonal;
- separação lateral dos veículos motorizados;
- existência de barreiras ou zonas de segurança entre os peões e os veículos;
- volume de veículos e a sua constituição;
- efeito da velocidade dos veículos;
- entre outros...

Assim sendo chegou-se a uma fórmula inicial que definiria a base para este modelo

$$PedNDS = a_1 f(separação.lateral) + a_2 f(volume.de.tráfego) + a_3 f(velocidade.e.tipo.de.veiculo) + a_4 f(acessibilidade.e.volume) + ... + C$$

Que originou a seguinte fórmula depois da análise estatística dos dados recolhidos;

$$PedNDS = -1.2021 \ln(W_{ol} + W_l + f_p \times \%OSP + f_b \times W_b + f_{sw} \times W_s) + 0.253 \ln(Vol_{15}/L) + 0.0005 \times SPD^2 + 5.3876 \quad (4.9)$$

E que resultou, adaptada para unidades métricas como (km/h) e (m), em:

$$PedNDS = -1.2021 \ln \left[\frac{1}{0.3048} (W_{ol} + W_l + f_b \times W_b + f_{sw} \times W_s) + f_p \times \%OSP \right] + 0.253 \ln(Vol_{15}/L) + 0.0001929 \times SPD^2 + 5.3876 \quad (4.10)$$

Onde:

PedNDS = Nível de Serviço pedonal

W_{ol} = Largura da via exterior (m)

W_l = Largura da berma ou via para bicicletas (m)

Pode-se assim observar que quanto menor for o valor obtido no cálculo melhor será o nível de serviço do tramo em análise por este método. Sendo desejável que esse valor seja o menor possível.

Quadro 5 – Categorias de Nível de Serviço (FDOT)

PedNDS	Pontuação
A	<1,5
B	1,5 - 2,5
C	2,5 - 3,5
D	3,5 - 4,5
E	4,5 - 5,5
F	>5,5

Apresenta-se também neste estudo que estatisticamente as parcelas relativas ao efeito da velocidade e do volume de tráfego afectam significativamente mais o resultado final do que o parâmetro relativo às intersecções dos peões com os veículos que atravessam os passeios nos acessos a garagens, parques de estacionamento ou outros.

5

PERCURSOS PEDONAIIS A AVALIAR – CASOS PRÁTICOS

5.1. PROCESSO DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

Pretende-se, depois de se ter apresentado de forma pormenorizada dois dos métodos de avaliação de percursos pedonais existentes, aplicar as suas metodologias numa zona de ensaio.

A zona de ensaio deve ser o mais diversificada possível de forma a ter na sua área de influência uma variada gama de instalações pedonais. Pretende-se essencialmente que esteja servida de passeios ou caminhos pedonais e travessias com ou sem regulação para que os métodos referidos se apliquem e possam mesmo ser comparáveis nos seus resultados finais.

A zona escolhida para a aplicação de ambos os métodos foi a área urbana que delimita o Hospital de S. João na cidade do Porto.

Pode-se verificar que nas imediações directas desta instituição se encontram as desejadas condições de aplicabilidade. A zona está delimitada por 4 arruamentos com diferentes perfis e utilizações rodoviárias diferentes que vão desde a linha de Metro (linha D – Amarela) até vias exclusivas para veículos de transporte de passageiros (BUS).

No que concerne a vias e instalações pedonais também se pode encontrar diversas situações que vão desde passeios largos, protegidos e desimpedidos até locais de estrangulamento de circulação de peões ou travessias com elevada afluência de peões.

A área escolhida foi repartida em percursos pedonais parciais que estão delimitados pelas travessias que ligam os passeios contíguos às instalações do Hospital sendo que, somente nestes, foram feitas as necessárias contagens de peões para a avaliação final, tramo a tramo.

Note-se que foram também feitas medições e contagens de peões nas travessias tal como os tempos de verde efectivo e de ciclo, nos casos em que a sinalização luminosa está presente. Foi ainda visualmente possível admitir valores médios de circulação de peões na ordem dos 1,2m/s uma vez que a concentração de peões, a orografia e até o próprio tempo meteorológico permitiam facilmente manter esse ritmo nas imediações nas datas das contagens.

As contagens foram feitas tentando englobar os horários de maior intensidade de tráfego pedonal, tanto de manhã como de tarde, sem que no entanto se tenham atingido valores de grande monta, especialmente no que toca aos peões. Esse facto pode dever-se a uma das particularidades do local onde se encontra situado o Hospital. A localização bem no meio de uma zona de grande concentração de universidades faz com que os movimentos pedonais tenham grandes decréscimos em certas alturas do ano tal como nas férias e épocas de exames, como foi constatado. Mesmo assim foram registados

valores que permitem desde logo retirar algumas ilações quanto à qualidade dos percursos nas imediações em termos de segurança/conforto.



Fig.14 – Mapa da zona em avaliação

Na imagem anterior estão apresentados os locais onde foram feitas as respectivas medições dos parâmetros necessários para os cálculos através das metodologias do HCM (passeios e travessias) e pelo método do FDOT (somente passeios). Dividiu-se assim o trajecto em passeios e travessias semaforizadas ou não semaforizadas.

Nos casos dos passeios optou-se por escolher os locais, tramo a tramo entre cada duas travessias, onde a secção estivesse mais estrangulada. Note-se que se considera que estes estrangulamentos só afectam o normal escoamento dos peões se tiver um desenvolvimento contínuo ou repetitivo ao longo do trajecto e não se for o caso de um estrangulamento pontual.

Admite-se ainda que os débitos de peões são constantes ao longo de cada tramo. Ou seja, que os atravessamentos quando acontecem não são feitos fora das travessias para isso dedicadas.

No cálculo das larguras livres, ou úteis, nesses corredores de peões foram adoptados por norma os valores medidos no local em desfavor dos sugeridos pelo método enunciado. Considera-se assim valores mais reais pois foram registados *in situ*.

Uma vez que a configuração de um veículo simples do metro tem um comprimento de 35 metros, uma largura de 2,65 metros e uma altura de 3,30 metros considerou-se que cada unidade desta, em função do comprimento, equivale a 10 unidades de veículos ligeiros equivalente para o cálculo dos volumes de tráfego.

5.2. TABELAS DE RECOLHA DE DADOS

5.2.1. ZONAS PEDONAIIS/PASSEIOS

Pelo método do HCM utilizou-se um modelo tipo (quadro 6) para recolha dos dados necessários como as larguras, bruta e de obstáculos, assim como de volumes de peões ao longo dos tramos analisados.

Quadro 6 – Folha de percursos pedonais (HCM)

ZONAS PEDONAIIS/PASSEIOS

WT - Largura bruta passeio (m)

WOe - Obstáculos Esquerda

WOd - Obstáculos Direita

WO - Total Obstáculos (m)

WE - Largura útil passeio(m)

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

NDS (quadro HCM-Adap.)

0
0

--

NDS	Vp
A	<16
B	16-23
C	23-33
D	33-49
E	49-75
F	variável

$$W_E = W_T + W_O$$

$$V_P = \frac{V_{15}}{15 * W_E}$$

Também para a avaliação dos parâmetros requeridos para a avaliação pelo método desenvolvido pelo FDOT foi elaborada um simples quadro que permite ir registando os valores medidos, nos diversos sectores escolhidos.

Já na elaboração do quadro 7 foi adoptado o valor recomendado pelos autores de $f_p=0,2$ para o coeficiente devido ao estacionamento paralelo à via. Mesmo no caso de esse estacionamento ser feito na diagonal à via o mesmo valor foi considerado.

Admitiu-se para as velocidades médias observadas os valores de 40Km/h para o metro pois é um meio de transporte que podendo atingir os 80km/h considera-se que não ultrapassará metade desse valor na zona em análise devido à proximidade de duas estações, uma delas de término, e 50km/h para os restantes veículos ligeiros e pesados pois é o limite máximo admitido por lei e assim afectamos ao máximo o efeito correspondente no nível de serviço devido à velocidade.

Quadro 7 – Folha de percursos pedonais (FDOT)

Largura do passeio	Ws		(m)
Coef. De presença de passeio	fsw		fsw=6-0,984*Ws
Dist. entre limite do pavimento e passeio	Wb		(m)
Coef. barreira de protecção de peões	fb	5,37	
% do segmento com estacionamento na via	%OSD		
Coef. efeito estacionamento na via	fp	0,20	
Largura da berma ou via ciclismo	Wl		(m)
Largura da via exterior rodoviária	Wol		(m)
Volume de tráfego médio durante 15 min	V15		(v.l.e.)
Número de vias rodoviárias contíguas	L		
Velocidade média veículos	SPD		(km/h)
fb - Recomendado=5,37 (Árvores a cada 6 m)	PedNDS		
fp - Recomendado=0,2			

PedNDS	Pontuação
A	<1,5
B	1,5 - 2,5
C	2,5 - 3,5
D	3,5 - 4,5
E	4,5 - 5,5
F	>5,5

5.2.2. TRAVESSIAS

Para os casos em análise de travessias o método utilizado foi exclusivamente o do HCM pois o método desenvolvido pelo FDOT, pelo menos numa primeira fase, ainda não é aplicável.

Assim, os valores de tempos disponíveis para os peões (tempo de verde efectivo) assim como da totalidade dos ciclos de semaforização foram registados em quadros permitindo obter os valores de atraso médio em travessias com sinalização luminosa (quadro 8) e em travessias sem essa sinalização para peões.

A variedade de dados a recolher é aposta nos locais respectivos desses quadros e depois obtidos os valores dos atrasos. Confrontados esses valores de atrasos retiram-se os níveis de serviço existentes nesses locais.

Quadro 8 – Folha de travessias semaforizadas (HCM)

TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS

C - Duração do Ciclo (s)	
g - Tempo útil verde de peões (s)	
d - Atraso médio (s)	
NDS (quadro HCM-Adap.)	

NDS	d	Risco
A	<10	Baixo
B	10-20	Moderado
C	20-30	
D	30-40	
E	40-60	Alto
F	>60	Muito Alto

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

Quadro 9 – Folha de travessias não semaforizadas (HCM)

TRAVERSIA SEM REGULAÇÃO

L - Comprimento da travessia (m)		NDS	dp	Risco
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2	A	<5	Baixo
ts - Tempo arranque peão (s)	3	B	5-10	Moderado
tc - Intervalo critico para o peão isolado (s)	3	C	10-20	
		D	20-30	
Sem pelotão		E	30-45	Alto
Np =1		F	>45	Mto Alto
Com pelotão		$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$		
WE - Largura útil da travessia (m)		$N_c = \frac{v \cdot e^{v_p t_c} + v \cdot e^{-v \cdot t_c}}{(v_p + v) e^{(v_p - v) t_c}}$		
vp - Débito pedonal (p/s)		$N_p = \text{INT} \left[\frac{0,75 * (N_c - 1)}{W_E} \right] + 1$		
v - Débito veiculos (veic/s)		$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$		
Nc - Nº total de peões no pelotão (p)		$d_p = \frac{1}{v} (e^{v \cdot t_G} - v \cdot t_G - 1)$		
Np - Distribuição espacial dos peões (p)				
tg - Intervalo critico pelotão peões (s)				
dp - Atraso médio por peão (s)				
NDS (quadro HCM-Adap.)				

Com estes pequenos quadros foi possível avaliar todo o corredor envolvente à zona em análise pelos 2 métodos e as travessias pelo HCM.

5.3 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.3.1. PASSEIOS

Atendendo a que a base para a análise matemática do método FDOT tinha como referência a largura de passeios até os 20 pés (aproximadamente 6 metros) não é possível o cálculo dos valores de Nível de Serviço para os passeios que se encontram na zona em estudo que ultrapassam esses valores por incompatibilidade de valores com a fórmula matemática originando valores negativos para o expoente da parcela logaritmica.

Quadro 10 – Níveis de Serviço em passeios (FDOT)

		LOCAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J1	J2	L
Largura do passeio	(m)	Ws	3,00	3,00	3,00	4,00	2,50	2,50	2,80	4,50	15,00	13,00	13,00	7,00
Coef. De presença de passeio		fsw	3,05	3,05	3,05	2,06	3,54	3,54	3,24	1,57	x	x	x	x
Distância entre limite do pavimento e o passeio	(m)	Wb	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	1,20	0,00
Coef. devido à barreira de protecção dos peões		fb	0,00	0,00	5,37	0,00	0,00	0,00	5,37	5,37	0,00	0,00	5,37	0,00
% do segmento com estacionamento na via	%OSD		0,00	0,00	0,00	0,00	70,00	90,00	0,00	0,00	0,00	50,00	100,00	0,00
Coef. efeito estacionamento na via		fp	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Largura da berma ou via ciclismo	(m)	Wl	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Largura da via exterior rodoviária	(m)	Wol	3,00	3,00	3,00	3,50	3,50	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Volume de trafego médio durante 15 min	(veic.)	V15	100	100	100	120	120	120	30	30	115	115	115	200
Número de vias rodoviárias contíguas		L	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1
Velocidade média veiculos	(km/h)	SPD	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50	30
		Ped LOS	2,43	2,43	1,03	2,48	2,10	2,01	1,53	1,64	x	x	x	x
		NDServiço	B	B	A	B	B	B	B	B	NA	NA	NA	NA

Considera-se que nesses casos (os locais I, J1, J2 e L tinham larguras superiores chegando mesmo aos 15 metros) o método não é aplicável não se definindo valores de nível de serviço para esses sectores.

Pode-se verificar que para os restantes sectores analisados obtêm-se valores de A e B, sendo estes os mais elevados e que garantem uma mais do que desejável qualidade de circulação para os seus utentes.

Quadro 11 – Níveis de Serviço em passeios (HCM)

Local em análise	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
WT - Largura bruta passeio (m)	3	3	3	4	2,5	2,5	2,7	4,5	15	13	7
Woe - Obstáculos Esquerda	0,5	0	0,5	0,7	0	1	0	0	0,5	0,5	0,5
Wod - Obstáculos Direita	0,9	2	0	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1	1	2,5
Wo - Total Obstáculos (m)	1,4	2	0,5	1,2	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3
WE - Largura útil passeio(m)	1,6	1	2,5	2,8	2	1	1,2	3	13,5	11,5	4
V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)	30	135	30	45	90	90	100	90	90	270	60
VP - Débito por unid. largura (p/min/m)	1,25	9,00	0,80	1,07	3,00	6,00	5,56	2,00	0,44	1,57	1,00
NDS (quadro HCM-Adap.)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Pode-se verificar que o método de avaliação do HCM origina resultados de A, visíveis no quadro 11, o mais alto possível, em toda a extensão dos passeios que limitam a zona em estudo, inclusive nos passeios com maiores larguras.

Tal deve-se ao mesmo depender exclusivamente das larguras úteis dos passeios e dos volumes de peões na ponta dos 15 minutos.

5.3.2. TRAVESSIAS

Como já foi referido as travessias foram analisadas à luz do HCM e repartidas em dois tipos, as reguladas e não reguladas por sinalização luminosa.

No 1º caso temos 4 pontos de travessia de peões onde a sua avaliação num determinado Nível de Serviço está correlacionado com os tempos de verde útil, composto por verde e verde intermitente, que permite ao peão fazer o seu movimento de travessia e o tempo total do ciclo.

Pode-se observar no quadro 12 uma grande variedade nos resultados obtidos nestes sectores que vão desde A até F, o mais desfavorável e altamente desaconselhável.

Admite-se que o resultado obtido no local 5, de F e logo muito abaixo do desejável, deva ser visto com algum cuidado extra uma vez que esta passagem tem algumas particularidades especiais que possam adulterar um pouco o valor obtido. Assim, a sinalização da travessia está condicionada com a passagem, irregular no tempo, das unidades do metro daí também a irregularidade verificada nos ciclos de verde e vermelho para os peões.

Quadro 12 – Níveis de Serviço em travessias reguladas (HCM)

Local em análise	1	5	10	11i
C - Duração do Ciclo (s)	140	240	90	120
g - Tempo útil verde de peões (s)	50	40	60	30
d - Atraso médio (s)	28,93	83,33	5,00	33,75
NDS (quadro HCM-Adap.)	C	F	A	D

Aqui ficou registada a situação mais desfavorável que foi possível observar e que incentiva fortemente aos peões a tomada de opções de risco no atravessamento fora do tempo destinado pela regulação.

Atente-se ainda que estes dados são também referentes a situações sem qualquer activação de meios como botoneiras, tapetes de pressão ou qualquer outro tipo de sensores activados pelos peões.

O caso do local 11i apresenta-se já com um ciclo regular de 120 segundos dos quais 30 são para os peões utilizarem no atravessamento e que se repete no tempo.

No caso das **travessias não reguladas** foram registados os valores observados no terreno (quadro 13) nomeadamente as distâncias que os peões teriam que vencer, as larguras (sem impedimentos) das travessias além de débitos de peões e veículos que passam nessa secção.

Quadro 13 - Níveis de Serviço em travessias não reguladas (HCM)

	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13
L - Comprimento da travessia (m)	6	6	6	7	7	6	9	9	6	6
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
ts - Tempo arranque peão (s)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
tc - Intervalo crítico para o peão isolado (s)	8	8	8	8,833	8,833	8	10,5	10,5	8	8
WE - Largura útil da travessia (m)	4	4	4	4,5	3	4	5	4	5	5
vp - Débito pedonal (p/s)	0,100	0,089	0,039	0,100	0,106	0,106	0,106	0,250	0,178	0,100
v - Débito veículos (veic/s)	0,067	0,067	0,067	0,133	0,133	0,333	0,333	0,130	0,222	0,222
Nc - Nº total de peões no pelotão (p)	1,20	1,18	1,09	1,63	1,65	3,79	8,22	2,60	2,76	2,15
Np - Distribuição espacial dos peões (p)	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
tg - Intervalo crítico pelotão peões (s)	8	8	8	8,833	8,833	8	12,5	10,5	8	8
dp - Atraso médio por peão (s)	2,57	2,57	2,57	8,02	8,02	32,18	178,00	11,93	14,13	14,13
NDS (quadro HCM - Adapt.)	A	A	A	B	B	E	F	C	C	C

A avaliação do Nível de Serviço depende do valor de atraso médio sofrido por peão na tentativa de atravessar as vias evitando os conflitos com os veículos que as percorrem.

Considerou-se que o valor de tempo de arranque e da velocidade média do peão durante o atravessamento poderiam ser fixos em 3 segundos e 1,2 m/s respectivamente, sendo estes valores perfeitamente plausíveis para as condições existentes no local.

Tendo-se registados os valores para os débitos nos 15 minutos de ponta, obtém-se assim o cálculo para uma hipotética situação mais desfavorável em que ambos os momentos coincidem sendo esta a situação mais desfavorável em cada secção.

CONCLUSÕES

6.1 CONCLUSÕES GERAIS

6.1.1. NÍVEIS DE SERVIÇO PARA PEÕES EM MOVIMENTO

Assume-se que a definição dos níveis de serviço como avaliador de um determinado percurso pedonal será sempre algo subjectiva, particularmente no que diz respeito aos valores limites das suas fronteiras. Permite, ainda assim, criar uma escala de aplicação útil na avaliação da qualidade de funcionamento da infra-estrutura pedonal.

Considera-se então que a subdivisão em escalões de níveis de serviço é uma forma bem recebida de passarmos a ter uma ferramenta que permite apreciar o serviço que a infra-estrutura fornece, bem como uma apreciação relativa por comparação entre infra-estruturas.

Os critérios gerais de avaliação passam pela liberdade de escolha da velocidade de circulação, a facilidade de ultrapassagem/cruzamento de peões e o grau de ocorrência de conflitos entre eles ou com obstruções na via pedonal. Outros factores que se considerem importantes para uma melhoria do sentimento de segurança e conforto como a qualidade e estado de manutenção do pavimento, a iluminação ou mesmo a existência de locais de repouso, entre outros, podem ainda ser considerados.

Boa parte destes critérios estão muito directamente relacionados com os valores das grandezas base espaço, débito e velocidade média de circulação.

6.1.2. METODOLOGIAS APLICADAS E CONDIÇÕES DE APLICABILIDADE

Existem portanto diversas abordagens quanto à forma de definir e quantificar a qualidade de um determinado percurso pedonal sendo que duas delas foram aplicadas neste estudo de forma a poder aquilatar das suas semelhanças e diferenças tanto ao nível dos parâmetros que utilizam, nas diferentes formas de recolhas dos mesmos e na forma de cálculo dos resultados finais obtidos.

Pretendeu-se ainda verificar quais as condições de aplicabilidade e limitações no sentido de se poder averiguar qual, ou quais, os mais indicados para as diferentes situações encontradas.

A zona escolhida para a aplicação de ambos os métodos foi a área urbana que delimita o Hospital de S. João na cidade do Porto.

A área escolhida foi dividida em passeios contíguos às instalações do Hospital e travessias semaforizadas ou não sendo que as medições dos parâmetros necessários para os cálculos foram realizadas através das metodologias do HCM (passeios e travessias) e pelo método do FDOT (somente passeios).

6.2. CONCLUSÕES DA APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

6.2.1. VIAS PEDONAIS E PASSEIOS

Foram utilizados, tanto o método do HCM como do FDOT sendo que se aplica única e exclusivamente a este tipo de infra-estrutura pedonal.

Pelo método do HCM recolheram-se dados como as larguras, bruta e de obstáculos, para definir o parâmetro largura útil assim como os volumes de peões ao longo dos tramos analisados.

Pelo FDOT dá-se relevância também à largura dos passeios tomando-se no entanto relevante a contribuição para o conforto do peão a contabilização dos volumes e velocidades do tráfego automóvel assim como a distância e eventuais barreiras existentes entre as duas correntes.

Existem ainda limitações na abordagem do HCM pois a análise de dados está limitada a passeios já existentes ou projectados e não tem aplicabilidade em parte das redes viárias americanas e europeias. Nomeadamente aquelas em que não existam troços contínuos de passeios (o que não acontece neste caso). O facto de depender unicamente da largura útil e do conceito de espaço ocupado pelo peão também limita a sua aplicabilidade. No caso do FDOT a aplicabilidade também está condicionada a que a largura dos passeios não exceda os 6 metros.

Quanto aos valores analisados na área em estudo pode-se chegar a valores de níveis de serviço dos mais elevados tais como níveis A para o método do HCM na generalidade dos sectores e repartidos por níveis A e B para os casos onde se pôde aplicar o FDOT sendo estes os mais elevados e que garantem uma mais do que desejável qualidade de circulação para os seus utentes.

Deve-se referir que os passeios, até por causa de recentes intervenções de melhoramento e alargamento do seu pavimento aquando da implementação do metro na região, se podem considerar generosos nas suas dimensões.

Admite-se no entanto que os valores obtidos possam de certa forma ser enganadores da realidade encontrada em outras zonas da cidade do Porto onde essas intervenções não aconteceram.

6.2.2 TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS E NÃO SEMAFORIZADAS

Como já foi referido as travessias foram analisadas à luz do HCM e repartidas em dois tipos, as reguladas e não reguladas por sinalização luminosa

A avaliação do Nível de Serviço nas travessias é feita em função do atraso médio do peão ou grupo de peões sendo que no caso das reguladas esse valor depende exclusivamente dos valores do ciclo total e do tempo útil de verde para os peões.

No caso das não reguladas, a maioria dos casos na zona em estudo, o valor do atraso médio é obtido em função do tempo de intervalo crítico. Neste caso existem mais parâmetros em análise para definir o tempo do intervalo crítico por peão que entra no cálculo do atraso médio por peão. Os valores passam a depender de factores como a velocidade de atravessamento, do comprimento da travessia e do tempo de arranque do peão que aqui se admite como sendo na ordem dos 3 seg.

No caso de termos maiores concentrações de peões e formação de grupos/pelotões os parâmetros considerados incluem ainda os débitos de peões e veículos e a distribuição espacial dos peões assim como a largura útil da travessia.

Pôde-se observar uma grande variedade nos resultados obtidos nas travessias semaforizadas que vão desde A até F, o mais desfavorável e altamente desaconselhável.

Admite-se que o resultado obtido no local 5, de F e logo muito abaixo do desejável, deva ser visto com algum cuidado extra uma vez que esta passagem tem algumas particularidades especiais que possam adulterar um pouco o valor obtido. Assim, a sinalização da travessia está condicionada com a passagem, irregular no tempo, das unidades do metro daí também a irregularidade verificada nos ciclos de verde e vermelho para os peões.

Aqui ficou registada a situação mais desfavorável que foi possível observar e que incentiva fortemente aos peões a tomada de opções de risco no atravessamento fora do tempo destinado pela regulação.

No caso das **travessias não reguladas** observou-se um nível bastante razoável na maioria das travessias com valores entre A e C. No entanto verificaram-se 2 situações em que o Nível de Serviço se degradou para valores indesejáveis, em grande parte em consequência do elevado débito de veículos que percorre a R. Dr. Roberto Frias o que eleva rapidamente a geração de conflitos com os peões obrigando-os a esperar muito tempo até conseguirem ultrapassar, em segurança, toda a largura da travessia.

Pode-se chegar à conclusão que o comprimento da travessia (9 metros, sem separação central) conjuntamente com um elevado débito de veículos (na ordem dos 1200 veic/hora) e quase 400 peões/hora a querer atravessar em período de ponta revelaram uma insuficiência do nível desejável nessa secção. Seria aconselhável a tomada de medidas no sentido de facilitar a travessia dos peões em segurança fazendo diminuir o tempo de espera dos mesmos nesse local.

BIBLIOGRAFIA

- [1] – Transportation Research Board . *Highway Capacity Manual*. 2000 – USA - (Capítulos 11 e 18)
- [2] – Institute of Transportation Engineers (ITE) Technical Council Committee 5 A-5. *Design and Safety of Pedestrian Facilities*. University of North Carolina. 12/1994 – USA
- [3] – Sitio da internet - www.humantransport.org - (secção: pedestrians). 2008
- [4] – Direcção Geral de Viação - *SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA 2006* – Elementos estatísticos - Março/2007
- [5] – Decreto-Lei nº163/2006 de 8 de Agosto
- [6] - Austroads: *Guide to the Traffic Engineering Practice*, part 13, Sydney, Austrália, 1995.
- [7] – António Miguel Costa Baptista e António Luís Pimentel Vasconcelos. *O Sistema Pedonal*. Instituto Politécnico de Viseu. Janeiro de 2005
- [8] – John J. Fruin, Ph.D. *Pedestrian – Planning and design*.1971
- [9] – Baltimore Metropolitan Council. *Bicycle level of service evaluation update & pedestrian level of service evaluation.Task report 04-9*. Junho 2004. Maryland, EUA
- [10] – Bruce Landis, Venkat Vattikuti, Russel Ottenberg, Douglas McLeod, Martin Guttenplan. *Modeling the roadside walking environment: A pedestrian level of service*.Florida Department of transportation (FDOT), EUA
- [11] – Linda B. Dixon, *Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measure and Standards for Congestion Management Systems*, em *Transportation Research Record 1538*, Transportation Research Board. 1996. EUA
- [12] – Sitio da internet - (<http://www.trlsoftware.co.uk/products/detail.asp?aid=16&c=4&pid=66>), PERS. 2008
- [13] – Sitio da internet – (http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrada_romana). 2008

A1

**SINISTRALIDADE COM PEÕES EM
PORTUGAL [4]**

Análise da situação, em Portugal, referente ao ano de 2006 e evolução relativamente a anos anteriores.

Em 2006, 57,6% do total de vítimas da sinistralidade rodoviária foram condutores, 29,1% passageiros e 13,3% peões. Relativamente ao ano anterior, houve um decréscimo no total de vítimas de -4,7%, correspondente a -1,6% peões.

Durante o ano de 2006, morreram 137 peões, 617 ficaram gravemente feridos e 5612 ficaram ligeiramente feridos na sequência de acidentes de viação. Em comparação com 2005, estes valores traduzem uma redução no número de mortos (-27,1%) e feridos graves (-13,6%) e um ligeiro aumento nos feridos ligeiros (+0,8%).

Cerca de 50,0% das vítimas mortais e mais de 60,0% dos feridos graves registados entre as crianças com idades inferiores ou iguais a 14 anos eram utentes de velocípedes e, sobretudo, peões, enquanto os utentes de veículos ligeiros constituíram 42,1% dos mortos e 33,3% dos feridos graves neste grupo etário.

A partir dos 30/35 anos, a proporção de utentes de motociclos entre as vítimas mortais e os feridos graves começa a diminuir e a dos peões, utentes de ciclomotores e de veículos pesados aumenta, sendo que, entre as vítimas com idades iguais ou superiores a 65 anos, 41,8% dos mortos e 59,2% dos feridos graves eram peões e utentes de ciclomotores, enquanto os utentes de veículos ligeiros representaram 36,5% e 31,4% destas vítimas, respectivamente.

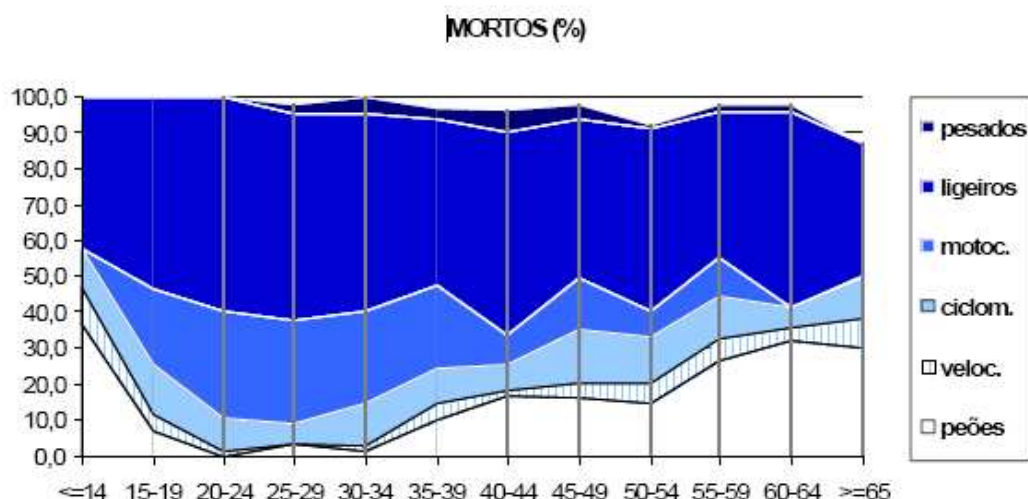


Fig.A1.1 – Mortos em 2006 por grupo etário (%)

Uma análise da idade dos peões revela que foi entre os utentes com idades iguais ou superiores a 60 anos, com particular destaque para o grupo dos ≥ 75 anos, que se registou o maior número de vítimas, principalmente mortais: 54,0% mortos, 36,6% feridos graves e 31,6% feridos leves. Estes valores assumem um carácter ainda mais preocupante se se tiver em conta que estes grupos etários representam, unicamente, cerca de 22,0% da população portuguesa.

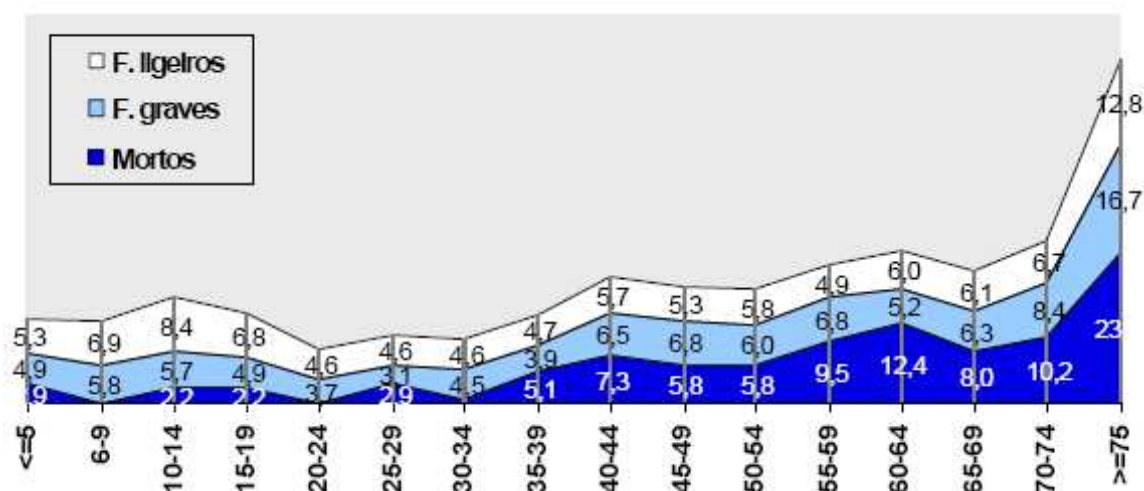


Fig.A1.2 – Vítimas segundo o grupo etário

LOCALIZAÇÃO E TIPO DE VIA

A quase totalidade dos peões vítimas da sinistralidade rodoviária resultou de acidentes ocorridos dentro das localidades (94,2%). Porém, verifica-se que a incidência de peões mortos em zonas urbanas foi bastante inferior à dos feridos – 64,2% dos mortos, 88,8% dos feridos graves e 95,5% dos feridos leves - o que não deixa de ser uma indicação da menor gravidade destes acidentes, comparativamente com os que ocorreram fora das localidades.

Com efeito, a probabilidade de morte de um peão vítima de acidente foi nove vezes maior fora das localidades: 13,2 mortos por cada 100 vítimas fora das localidades versus 1,5 dentro.

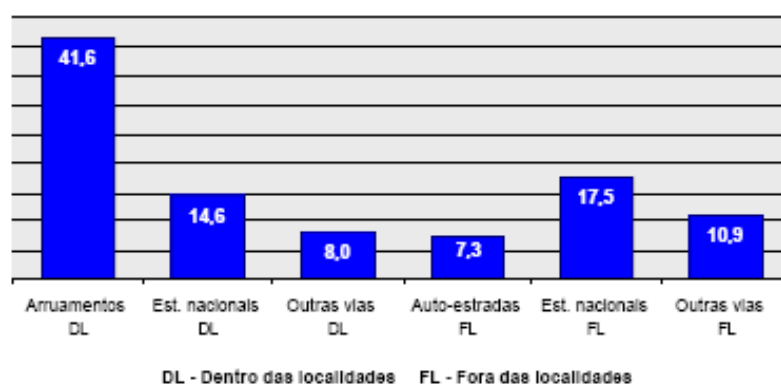


Fig.A1.3 – Peões mortos em 2006 segundo o tipo de via e localização (%)

No que respeita ao tipo de via, os acidentes em arruamentos provocaram 41,6% do total de peões mortos, 72,6% dos feridos graves e 84,7% dos ligeiros. Apesar da maioria dos acidentes que envolveram peões ter ocorrido em arruamentos urbanos, neste tipo de via a probabilidade de morte de um peão vítima de acidente foi de 1,1%, aumentando para 4,2%, no caso das outras vias que

atravessam as localidades (estradas nacionais, municipais, IP's e IC's), e para 13,2%, nas que passam fora dos aglomerados populacionais.

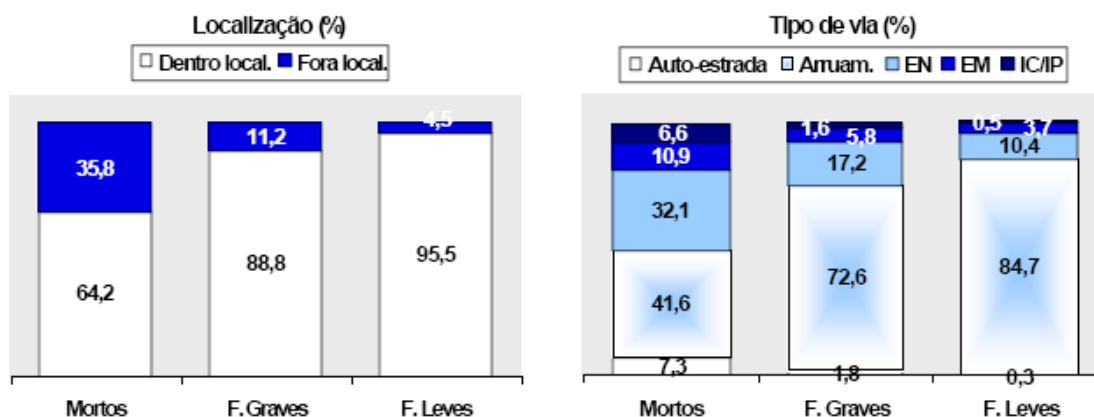


Fig.A1.4 – Peões vítimas de acidentes quanto ao tipo de via e localização (%)

PERÍODOS DO DIA

A maior parte das vítimas registadas nas zonas urbanas deveu-se a acidentes ocorridos durante o dia: 53,4% mortos, 65,9% feridos graves e 74,3% feridos ligeiros. Fora das localidades, o número de feridos graves e ligeiros foi superior durante o dia (52,2% e 60,7%, respectivamente), mas 61,2% das vítimas mortais resultou de acidentes nocturnos.

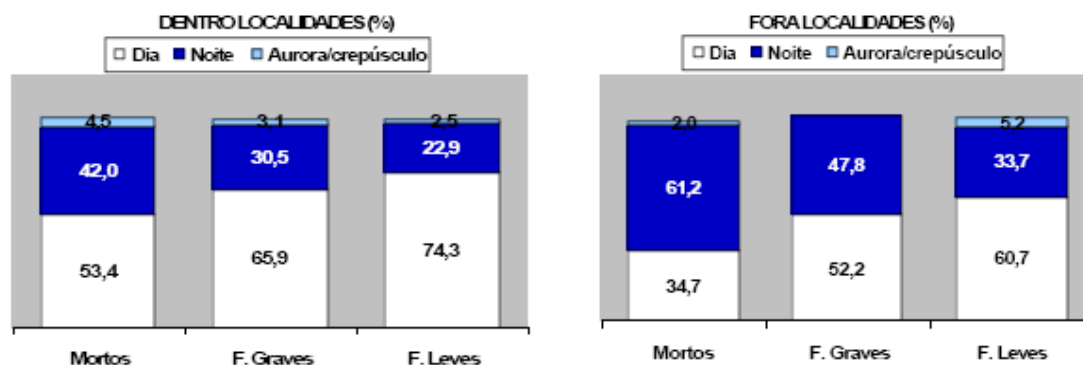


Fig.A1.5 – Percentagem de vítimas quanto ao período diário e localização

ACÇÕES DO PEÃO

Quanto às acções praticadas, o maior número de peões mortos observou-se entre os que se encontravam em plena faixa de rodagem, tanto dentro, como fora das localidades: 22,7% e 46,9%, respectivamente. Em relação aos que ficaram feridos na sequência de acidentes ocorridos em zonas urbanas, 26,5% dos feridos graves e 32,6% dos ligeiros atravessava a via em passagem sinalizada. Fora das localidades, os valores mais altos verificaram-se entre os peões que circulavam em plena faixa de rodagem, no caso dos feridos graves (26,1%), e os que transitavam pela berma ou passeio, relativamente aos feridos ligeiros (20,2%).

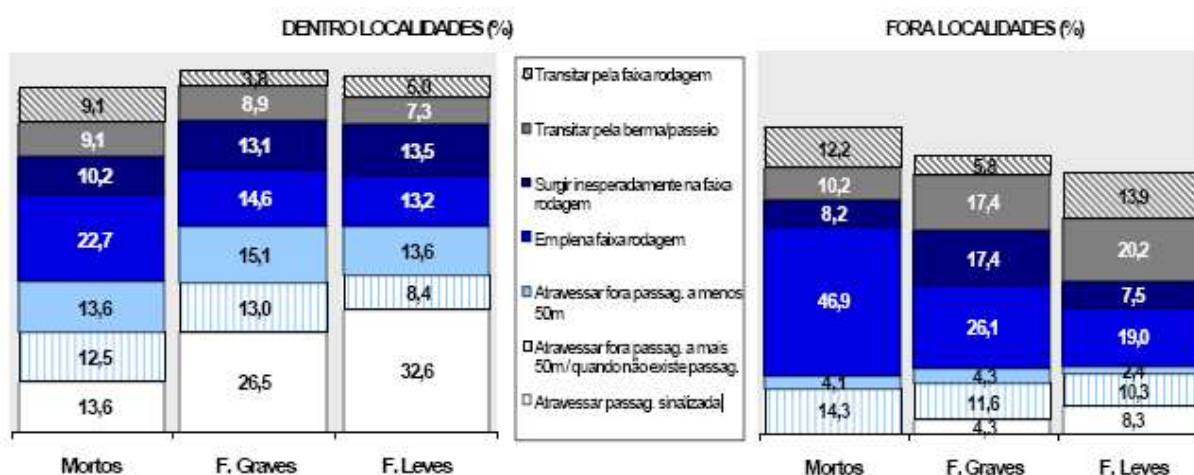


Fig.A1.6 – Vítimas quanto à acção praticada e localização (%)

A2

CONTEXTO NORMATIVO - Normas técnicas para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada (Síntese)

O Decreto-Lei nº163/2006 de 8 de Agosto, veio revogar o Decreto-Lei nº123/97 de 22 de Maio, com o objectivo de precisar melhor alguns aspectos que não facilitaram a cabal aplicação deste diploma e alargar as Normas Técnicas de Acessibilidade aos edifícios habitacionais.

Aqui se apresenta uma síntese dos pontos mais pertinentes das normas técnicas para o desenvolvimento deste documento não dispensando no entanto a leitura integral do regulamento original.

NORMAS TÉCNICAS PARA MELHORIA DA ACESSIBILIDADE DAS PESSOAS COM MOBILIDADE CONDICIONADA

CAPÍTULO 1 - VIA PÚBLICA

SECÇÃO 1.1 - PERCURSO ACESSÍVEL

1.1.1 - As áreas urbanizadas devem ser servidas por uma rede de percursos pedonais, designados de acessíveis, que proporcionem o acesso seguro e confortável das pessoas com mobilidade condicionada a todos os pontos relevantes da sua estrutura activa, nomeadamente:

- 1) Lotes construídos;
- 2) Equipamentos colectivos;
- 3) Espaços públicos de recreio e lazer;
- 4) Espaços de estacionamento de viaturas;
- 5) Locais de paragem temporária de viaturas para entrada/saída de passageiros;
- 6) Paragens de transportes públicos.

1.1.2 - A rede de percursos pedonais acessíveis deve ser contínua e coerente, abranger toda a área urbanizada e estar articulada com as actividades e funções urbanas realizadas tanto no solo público como no solo privado.

1.1.3 - Na rede de percursos pedonais acessíveis devem ser incluídos:

- 1) Os passeios e caminhos de peões;
- 2) As escadarias, escadarias em rampa e rampas;
- 3) As passagens de peões, à superfície ou desniveladas;
- 4) Outros espaços de circulação e permanência de peões.

1.1.4 - Os percursos pedonais acessíveis devem satisfazer o especificado no capítulo 4 e os elementos que os constituem devem satisfazer o especificado nas respectivas secções do presente capítulo.

1.1.5 - Caso não seja possível cumprir o disposto no número anterior em todos os percursos pedonais, deve existir pelo menos um percurso acessível que o satisfaça, assegurando os critérios definidos no n.º 1.1.1 e distâncias de percurso, medidas segundo o trajecto real no terreno, não superiores ao dobro da distância percorrida pelo trajecto mais directo.

SECÇÃO 1.2 - PASSEIOS E CAMINHOS DE PEÕES

1.2.1 - Os passeios adjacentes a vias principais e vias distribuidoras devem ter uma largura livre não inferior a 1,5 m.

1.2.2 - 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 0,9 m .

SECÇÃO 1.3 - ESCADARIAS NA VIA PÚBLICA

(ver documento original)

SECÇÃO 1.4 - ESCADARIAS EM RAMPA NA VIA PÚBLICA:

1.4.1 - As escadarias em rampa na via pública devem satisfazer o especificado na secção 1.3 e as seguintes condições complementares:

- 1) Os troços em rampa devem ter uma inclinação nominal não superior a 6% e um desenvolvimento, medido entre o focinho de um degrau e a base do degrau seguinte, não inferior a 0,75 m ou múltiplos inteiros deste valor;
- 2) A projecção horizontal dos troços em rampa entre patins ou entre troços de nível não deve ser superior a 20 m.

SECÇÃO 1.5 - RAMPAS NA VIA PÚBLICA

1.5.1 - As rampas na via pública devem satisfazer o especificado na secção 2.5, e as que vencerem desníveis superiores a 0,4 m devem ainda:

- 1) Ter corrimãos de ambos os lados ou um duplo corrimão central, se a largura da rampa for superior a 3 m;
- 2) Ter corrimãos de ambos os lados e um duplo corrimão central, se a largura da rampa for superior a 6 m.

SECÇÃO 1.6 - PASSAGENS DE PEÕES DE SUPERFÍCIE

1.6.1 - A altura do lancil em toda a largura das passagens de peões não deve ser superior a 0,02 m.

1.6.2 - O pavimento do passeio na zona imediatamente adjacente à passagem de peões deve ser rampeado, com uma inclinação não superior a 8% na direcção da passagem de peões e não superior a 10% na direcção do lancil do passeio ou caminho de peões, quando este tiver uma orientação diversa da passagem de peões, de forma a estabelecer uma concordância entre o nível do pavimento do passeio e o nível do pavimento da faixa de rodagem.

1.6.3 - A zona de intercepção das passagens de peões com os separadores centrais das rodovias deve ter, em toda a largura das passagens de peões, uma dimensão não inferior a 1,2 m e uma inclinação do piso e dos seus revestimentos não superior a 2%, medidas na direcção do atravessamento dos peões.

1.6.4 - Caso as passagens de peões estejam dotadas de dispositivos semaforicos de controlo da circulação, devem satisfazer as seguintes condições:

- 1) Nos semáforos que sinalizam a travessia de peões de accionamento manual, o dispositivo de accionamento deve estar localizado a uma altura do piso compreendida entre 0,8 m e 1,2 m;
- 2) O sinal verde de travessia de peões deve estar aberto o tempo suficiente para permitir a travessia, a uma velocidade de 0,4 m/s, de toda a largura da via ou até ao separador central, quando ele exista;
- 3) Os semáforos que sinalizam a travessia de peões instalados em vias com grande volume de tráfego de veículos ou intensidade de uso por pessoas com deficiência visual devem ser equipados com mecanismos complementares que emitam um sinal sonoro quando o sinal estiver verde para os peões.

1.6.5 - Caso sejam realizadas obras de construção, reconstrução ou alteração, as passagens de peões devem:

- 1) Ter os limites assinalados no piso por alteração da textura ou pintura com cor contrastante;
- 2) Ter o início e o fim assinalados no piso dos passeios por sinalização táctil;
- 3) Ter os sumidouros implantados a montante das passagens de peões, de modo a evitar o fluxo de águas pluviais nesta zona.

SECÇÃO 1.7 - PASSAGENS DE PEÕES DESNIVELADAS

1.7.1 - As rampas de passagens de peões desniveladas devem satisfazer o especificado na secção 2.5 e as seguintes especificações mais exigentes:

- 1) Ter uma largura não inferior a 1,5 m;
- 2) Ter corrimãos duplos situados, respectivamente, a alturas da superfície da rampa de 0,75 m e de 0,9 m.

1.7.2 - Caso não seja viável a construção de rampas nas passagens de peões desniveladas que cumpram o disposto na secção 1.5, os desníveis devem ser vencidos por dispositivos mecânicos de elevação (exemplos: ascensores, plataformas elevatórias).

1.7.3 - Quando nas passagens desniveladas existirem escadas, estas devem satisfazer o especificado na secção 2.4 e as seguintes condições mais exigentes:

- 1) Ter lanços, patins e patamares com largura não inferior a 1,5 m;
- 2) Ter degraus com altura (espelho) não superior a 0,16 m;
- 3) Ter patins intermédios sempre que o desnível a vencer for superior a 1,5 m;
- 4) Ter uma faixa de aproximação nos patamares superior e inferior das escadas com um material de revestimento de textura diferente e cor contrastante com o restante piso;
- 5) Ter rampas alternativas.

SECÇÃO 1.8 - OUTROS ESPAÇOS DE CIRCULAÇÃO E PERMANÊNCIA DE PEÕES

(ver documento original)

CAPÍTULO 4 - PERCURSO ACESSÍVEL

SECÇÃO 4.1 - ZONAS DE PERMANÊNCIA

4.1.1 - A zona livre para o acesso e a permanência de uma pessoa em cadeira de rodas deve ter dimensões que satisfaçam o definido em seguida:

(ver documento original)

4.1.2 - A zona livre deve ter um lado totalmente desobstruído contíguo ou sobreposto a um percurso acessível.

4.1.3 - Se a zona livre estiver situada num recanto que confina a totalidade ou parte de três dos seus lados numa extensão superior ao indicado, deve existir um espaço de manobra adicional conforme definido em seguida:

(ver documento original)

SECÇÃO 4.2 - ALCANCE:

(ver documento original)

SECÇÃO 4.3 - LARGURA LIVRE:

4.3.1 - Os percursos pedonais devem ter em todo o seu desenvolvimento um canal de circulação contínuo e desimpedido de obstruções com uma largura não inferior a 1,2 m, medida ao nível do pavimento.

4.3.2 - Devem incluir-se nas obstruções referidas no n.º 4.3.1 o mobiliário urbano, as árvores, as placas de sinalização, as bocas-de-incêndio, as caleiras sobrelevadas, as caixas de electricidade, as papeleiras ou outros elementos que bloqueiem ou prejudiquem a progressão das pessoas.

4.3.3 - Podem existir troços dos percursos pedonais com uma largura livre inferior ao especificado no n.º 4.3.1, se tiverem dimensões que satisfaçam o definido em seguida:

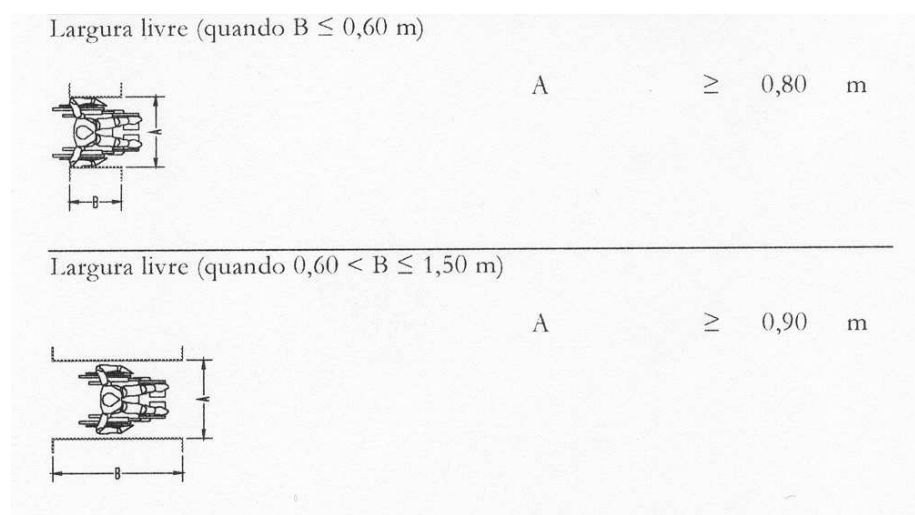


Fig.A2.1 – Largura livre

SECÇÃO 4.4 - ZONAS DE MANOBRA:

(ver documento original)

SECÇÃO 4.5 - ALTURA LIVRE:

4.5.1 - A altura livre de obstruções em toda a largura dos percursos não deve ser inferior a 2 m nos espaços encerrados e 2,4 m nos espaços não encerrados.

4.5.2 - No caso das escadas, a altura livre deve ser medida verticalmente entre o focinho dos degraus e o tecto e, no caso das rampas, a altura livre deve ser medida verticalmente entre o piso da rampa e o tecto.

4.5.3 - Devem incluir-se nas obstruções referidas no n.º 4.5.1 as árvores, as placas de sinalização, os difusores sonoros, os toldos ou outros elementos que bloqueiem ou prejudiquem a progressão das pessoas.

4.5.4 - Os corrimãos ou outros elementos cuja projecção não seja superior a 0,1 m podem sobrepor-se lateralmente, de um ou de ambos os lados, à largura livre das faixas de circulação ou aos espaços de manobra dos percursos acessíveis.

4.5.5 - Se a altura de uma área adjacente ao percurso acessível for inferior a 2 m, deve existir uma barreira para avisar os peões.

SECÇÃO 4.6 - OBJECTOS SALIENTES

4.6.1 - Se existirem objectos salientes das paredes:

- 1) Não devem projectar-se mais de 0,1 m da parede, se o seu limite inferior estiver a uma altura do piso compreendida entre 0,7 m e 2 m;
- 2) Podem projectar-se a qualquer dimensão, se o seu limite inferior estiver a uma altura do piso não superior a 0,7 m.

4.6.2 - Se existirem objectos salientes assentes em pilares ou colunas separadas de outros elementos:

- 1) Não devem projectar-se mais de 0,3 m dos suportes, se o seu limite inferior estiver a uma altura do piso compreendida entre 0,7 m e 2 m;
- 2) Podem projectar-se a qualquer dimensão, se o seu limite inferior estiver a uma altura do piso não superior a 0,7 m.

4.6.3 - Os objectos salientes que se projectem mais de 0,1 m ou estiverem a uma altura do piso inferior a 0,7 m devem ser considerados ao determinar a largura livre das faixas de circulação ou dos espaços de manobra.

SECÇÃO 4.7 - PISOS E SEUS REVESTIMENTOS:

4.7.1 - Os pisos e os seus revestimentos devem ter uma superfície:

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

4.7.2 - Os revestimentos de piso devem ter superfícies com reflectâncias correspondentes a cores nem demasiado claras nem demasiado escuras e com acabamento não polido; é recomendável que a reflectância média das superfícies dos revestimentos de piso nos espaços encerrados esteja compreendida entre 15% e 40%.

4.7.3 - Se forem utilizados tapetes, passadeiras ou alcatifas no revestimento do piso, devem ser fixos, possuir um avesso firme e uma espessura não superior a 0,015 m descontando a parte rígida do suporte; as bordas devem estar fixas ao piso e possuir uma calha ou outro tipo de fixação em todo o seu comprimento; deve ser assegurado que não existe a possibilidade de enrugamento da superfície; o desnível para o piso adjacente não deve ser superior a 0,005 m, pelo que podem ser embutidos no piso.

4.7.4 - Se existirem grelhas, buracos ou frestas no piso (exemplos: juntas de dilatação, aberturas de escoamento de água), os espaços não devem permitir a passagem de uma esfera rígida com um diâmetro superior a 0,02 m; se os espaços tiverem uma forma alongada, devem estar dispostos de modo que a sua dimensão mais longa seja perpendicular à direcção dominante da circulação.

4.7.5 - A inclinação dos pisos e dos seus revestimentos deve ser:

- 1) Inferior a 5% na direcção do percurso, com excepção das rampas;
- 2) Não superior a 2% na direcção transversal ao percurso.

4.7.6 - Os troços de percursos pedonais com inclinação igual ou superior a 5% devem ser considerados rampas e satisfazer o especificado na secção 2.5.

4.7.7 - Os revestimentos de piso de espaços não encerrados ou de espaços em que exista o uso de água (exemplos: instalações sanitárias, cozinhas, lavandaria) devem:

- 1) Garantir boa aderência mesmo na presença de humidade ou água;
- 2) Ter boas qualidades de drenagem superficial e de secagem;
- 3) Ter uma inclinação compreendida entre 0,5% e 2% no sentido de escoamento das águas.

SECÇÃO 4.8 - RESSALTOS NO PISO:

4.8.1 - As mudanças de nível abruptas devem ser evitadas (exemplos: ressaltos de soleira, batentes de portas, desníveis no piso, alteração do material de revestimento, degraus, tampas de caixas de inspecção e visita).

4.8.2 - Se existirem mudanças de nível, devem ter um tratamento adequado à sua altura:

- 1) Com uma altura não superior a 0,005 m, podem ser verticais e sem tratamento do bordo;
- 2) Com uma altura não superior a 0,02 m, podem ser verticais com o bordo boleado ou chanfrado com uma inclinação não superior a 50%;
- 3) Com uma altura superior a 0,02 m, devem ser vencidas por uma rampa ou por um dispositivo mecânico de elevação.

SECÇÃO 4.13 - ELEMENTOS VEGETAIS

4.13.1 - As caldeiras das árvores existentes nos percursos acessíveis e situadas ao nível do piso devem ser revestidas por grelhas de protecção ou devem estar assinaladas com um separador com uma altura não inferior a 0,3 m que permita a sua identificação por pessoas com deficiência visual.

4.13.2 - As grelhas de revestimento das caleiras das árvores de percursos acessíveis devem possuir características de resistência mecânica e fixação que inviabilizem a remoção ou a destruição por acções de vandalismo, bem como satisfazer o especificado no n.º 4.7.4.

4.13.3 - Nas áreas adjacentes aos percursos acessíveis não devem ser utilizados elementos vegetais com as seguintes características: com espinhos ou que apresentem elementos contundentes; produtoras de substâncias tóxicas; que desprendam muitas folhas, flores, frutos ou substâncias que tornem o piso escorregadio, ou cujas raízes possam danificar o piso.

4.13.4 - Os elementos da vegetação (exemplos: ramos pendentes de árvores, galhos projectados de arbustos) e suas protecções (exemplos: muretes, orlas, grades) não devem interferir com os percursos acessíveis, satisfazendo para o efeito o especificado na secção 4.5 e na secção 4.6.

SECÇÃO 4.14 - SINALIZAÇÃO E ORIENTAÇÃO:

4.14.1 - Deve existir sinalização que identifique e direcione os utentes para entradas/saídas acessíveis, percursos acessíveis, lugares de estacionamento reservados para pessoas com mobilidade condicionada e instalações sanitárias de utilização geral acessíveis.

4.14.2 - Caso um percurso não seja acessível, a sinalização deve indicá-lo.

4.14.3 - O símbolo internacional de acessibilidade consiste numa figura estilizada de uma pessoa em cadeira de rodas, conforme indicado em seguida:



Fig.A2.2 – Símbolo internacional de acessibilidade

4.14.4 - Se existirem obras nos percursos acessíveis que prejudiquem as condições de acessibilidade definidas, deve ser salvaguardada a integridade das pessoas pela colocação de barreiras devidamente sinalizadas por avisos, cores contrastantes e iluminação nocturna.

A3

QUADROS DE MEDIÇÕES

ZONAS PEDONAIAS / PASSEIOS

LOCAL R.Dr. António Bernardo de Almeida

Código A

WT - Largura bruta passeio (m)	3	
Woe - Obstáculos Esquerda	0,5	muro
Wod - Obstáculos Direita	0,9	postes
Wo - Total Obstáculos (m)	1,4	
WE - Largura útil passeio(m)	1,6	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)	30
VP - Débito por unid. largura (p/min/m)	1,25

NDS (quadro 18-3 HCM) A

LOCAL R.Dr. António Bernardo de Almeida

Código B

WT - Largura bruta passeio (m)	3	
Woe - Obstáculos Esquerda	0	Não considerar o muro*
Wod - Obstáculos Direita	2	Par.Metro
Wo - Total Obstáculos (m)	2	
WE - Largura útil passeio(m)	1	(Atrás da Par.metro)

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)	135
VP - Débito por unid. largura (p/min/m)	9,00

NDS (quadro 18-3 HCM) A

LOCAL R.Dr. António Bernardo de Almeida

Código C

WT - Largura bruta passeio (m)	3	
Woe - Obstáculos Esquerda	0,5	muro
Wod - Obstáculos Direita	0	livre
Wo - Total Obstáculos (m)	0,5	
WE - Largura útil passeio(m)	2,5	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)	30
VP - Débito por unid. largura (p/min/m)	0,80

NDS (quadro 18-3 HCM) A

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código

D

WT - Largura bruta passeio (m)	4	
Woe - Obstáculos Esquerda	0,7	Edif.Alto
Wod - Obstáculos Direita	0,5	muro
Wo - Total Obstáculos (m)	1,2	
WE - Largura útil passeio(m)	2,8	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

45

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

1,07

NDS (quadro 18-3 HCM)

A

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código

E

WT - Largura bruta passeio (m)	2,5	
Woe - Obstáculos Esquerda	0	livre
Wod - Obstáculos Direita	0,5	estacionamento
Wo - Total Obstáculos (m)	0,5	
WE - Largura útil passeio(m)	2	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

90 ?

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

3,00

NDS (quadro 18-3 HCM)

A

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código

F

WT - Largura bruta passeio (m)	2,5	
Woe - Obstáculos Esquerda	1	Árvores
Wod - Obstáculos Direita	0,5	Estacionamentos
Wo - Total Obstáculos (m)	1,5	
WE - Largura útil passeio(m)	1	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

90

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

6,00

NDS (quadro 18-3 HCM)

A

LOCAL R. Dr. Roberto Frias

Código

WT - Largura bruta passeio (m)	2,7	
Woe - Obstáculos Esquerda	0	livre
Wod - Obstáculos Direita	1,5	Árvores
Wo - Total Obstáculos (m)	1,5	
WE - Largura útil passeio(m)	1,2	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min) VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

NDS (quadro 18-3 HCM)

LOCAL R. Dr. Roberto Frias

Código

WT - Largura bruta passeio (m)	4,5	
Woe - Obstáculos Esquerda	0	livre
Wod - Obstáculos Direita	1,5	Árvores
Wo - Total Obstáculos (m)	1,5	
WE - Largura útil passeio(m)	3	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min) VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

NDS (quadro 18-3 HCM)

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro

Código

WT - Largura bruta passeio (m)	15	
Woe - Obstáculos Esquerda	0,5	Vedação
Wod - Obstáculos Direita	1	Árvores
Wo - Total Obstáculos (m)	1,5	
WE - Largura útil passeio(m)	13,5	

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min) VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

NDS (quadro 18-3 HCM)

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro

Código

J

WT - Largura bruta passeio (m)

13

Woe - Obstáculos Esquerda

0,5

Vedação

Wod - Obstáculos Direita

1

Postes Ilumin.

Wo - Total Obstáculos (m)

1,5

WE - Largura útil passeio(m)

11,5

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

270

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

1,57

NDS (quadro 18-3 HCM)

A

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro

Código

L

WT - Largura bruta passeio (m)

7

Woe - Obstáculos Esquerda

0,5

Vedação

Wod - Obstáculos Direita

2,5

Est. Metro

Wo - Total Obstáculos (m)

3

WE - Largura útil passeio(m)

4

V15 - Vol. peões na ponta 15 min (p/15min)

60

VP - Débito por unid. largura (p/min/m)

1,00

NDS (quadro 18-3 HCM)

A

TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS

LOCAL R.Dr. António Bernardo de Almeida

Código 1

C - Duração do Ciclo (s) 140

g - Tempo útil verde de peões (s) 50

d - Atraso médio (s) 28,92857

NDS (quadro 18-9 HCM) C

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código 5

C - Duração do Ciclo (s) 240 função do Metro?

g - Tempo útil verde de peões (s) 40 botoneira?

d - Atraso médio (s) 83,33333 Analisar a situação da botoneira

NDS (quadro 18-9 HCM) F

LOCAL R. Dr. Roberto Frias

Código 10

C - Duração do Ciclo (s) 90

g - Tempo útil verde de peões (s) 60

d - Atraso médio (s) 5

NDS (quadro 18-9 HCM) A

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro

Código 11

C - Duração do Ciclo (s) 120

g - Tempo útil verde de peões (s) 30

d - Atraso médio (s) 33,75

NDS (quadro 18-9 HCM) D

TRAVESSIAS SEM REGULAÇÃO SEMAFÓRICA

LOCAL	R. Dr. Plácido da Costa	
Código	2	
L - Comprimento da travessia (m)	6	
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2	
ts - Tempo arranque peão (s)	3	
tc - Intervalo crítico para o peão isolado (s)	8	
Sem pelotão (Np=1)	Sim	
Com pelotão		
WE - Largura útil da travessia (m)	4	
vp - Débito pedonal (p/s)	0,1	
v - Débito veiculos (veic/s)	0,066667	
Nc - Nº total de peões no pelotão (p)	1,20	
Np - Distribuição espacial dos peões (p)	1	
tg - Intervalo crítico pelotão peões (s)	8	
dp - Atraso médio por peão (s)	2,57	
NDS (quadro 18-13 HCM)	A	

LOCAL	R. Dr. Plácido da Costa	
Código	3	
L - Comprimento da travessia (m)	6	
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2	
ts - Tempo arranque peão (s)	3	
tc - Intervalo crítico para o peão isolado (s)	8	
Sem pelotão (Np=1)	Sim	
Com pelotão		
WE - Largura útil da travessia (m)	4	
vp - Débito pedonal (p/s)	0,088889	
v - Débito veiculos (veic/s)	0,066667	
Nc - Nº total de peões no pelotão (p)	1,18	
Np - Distribuição espacial dos peões (p)	1	
tg - Intervalo crítico pelotão peões (s)	8	
dp - Atraso médio por peão (s)	2,57	
NDS (quadro 18-13 HCM)	A	

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código 4

L - Comprimento da travessia (m)
 Sp - Velocidade do peão (m/s)
 ts - Tempo arranque peão (s)
 tc - Intervalo critico para o peão isolado (s)

6
1,2
3
8

Sem pelotão (Np=1)

Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m)
 vp - Débito pedonal (p/s)
 v - Débito veiculos (veic/s)

4
0,038889
0,066667

Nc - Nº total de peões no pelotão (p)
 Np - Distribuição espacial dos peões (p)

1,09
1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s)

8

dp - Atraso médio por peão (s)

2,57

NDS (quadro 18-13 HCM)

A

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa

Código 6

L - Comprimento da travessia (m)
 Sp - Velocidade do peão (m/s)
 ts - Tempo arranque peão (s)
 tc - Intervalo critico para o peão isolado (s)

7
1,2
3
8,833333

Sem pelotão (Np=1)

Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m)
 vp - Débito pedonal (p/s)
 v - Débito veiculos (veic/s)

4,5
0,1
0,133333

Nc - Nº total de peões no pelotão (p)
 Np - Distribuição espacial dos peões (p)

1,63
1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s)

8,833333

dp - Atraso médio por peão (s)

8,02

NDS (quadro 18-13 HCM)

B

LOCAL R. Dr. Plácido da Costa
Código 7

L - Comprimento da travessia (m)	7
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2
ts - Tempo arranque peão (s)	3
tc - Intervalo critico para o peão isolado (s)	8,833333

Sem pelotão (Np=1) Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m)	3
vp - Débito pedonal (p/s)	0,105556
v - Débito veiculos (veic/s)	0,133333

Nc - Nº total de peões no pelotão (p)	1,65
Np - Distribuição espacial dos peões (p)	1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s)	8,833333
--	----------

dp - Atraso médio por peão (s)	8,02
--------------------------------	------

NDS (quadro 18-13 HCM) B

LOCAL R. Dr. Roberto Frias
Código 8

L - Comprimento da travessia (m)	6
Sp - Velocidade do peão (m/s)	1,2
ts - Tempo arranque peão (s)	3
tc - Intervalo critico para o peão isolado (s)	8

Sem pelotão (Np=1) Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m)	4
vp - Débito pedonal (p/s)	0,105556
v - Débito veiculos (veic/s)	0,333333

Nc - Nº total de peões no pelotão (p)	3,79
Np - Distribuição espacial dos peões (p)	1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s)	8
--	---

dp - Atraso médio por peão (s)	32,18
--------------------------------	-------

NDS (quadro 18-13 HCM) E

LOCAL R. Dr. Roberto Frias
Código 9

L - Comprimento da travessia (m) 9
Sp - Velocidade do peão (m/s) 1,2
ts - Tempo arranque peão (s) 3
tc - Intervalo critico para o peão isolado (s) 10,5

Sem pelotão (Np=1) Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m) 5
vp - Débito pedonal (p/s) 0,105556
v - Débito veiculos (veic/s) 0,333333

Nc - Nº total de peões no pelotão (p) 8,22
Np - Distribuição espacial dos peões (p) 2

tg - Intervalo critico pelotão peões (s) 12,5

dp - Atraso médio por peão (s) 178,00

NDS (quadro 18-13 HCM) F

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro/Circunvalação
Código 11

L - Comprimento da travessia (m) 9
Sp - Velocidade do peão (m/s) 1,2
ts - Tempo arranque peão (s) 3
tc - Intervalo critico para o peão isolado (s) 10,5

Sem pelotão (Np=1) Não

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m) 4
vp - Débito pedonal (p/s) 0,25
v - Débito veiculos (veic/s) 0,13

Nc - Nº total de peões no pelotão (p) 2,60
Np - Distribuição espacial dos peões (p) 1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s) 10,5

dp - Atraso médio por peão (s) 11,93

NDS (quadro 18-13 HCM) C

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro
 Código 12

L - Comprimento da travessia (m) 6
 Sp - Velocidade do peão (m/s) 1,2
 ts - Tempo arranque peão (s) 3
 tc - Intervalo critico para o peão isolado (s) 8

Sem pelotão (Np=1) Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m) 5
 vp - Débito pedonal (p/s) 0,177778
 v - Débito veiculos (veic/s) 0,222222

Nc - N° total de peões no pelotão (p) 2,76
 Np - Distribuição espacial dos peões (p) 1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s) 8

dp - Atraso médio por peão (s) 14,13

NDS (quadro 18-13 HCM) C

LOCAL Alameda Prof. Hernâni Monteiro
 Código 13

L - Comprimento da travessia (m) 6
 Sp - Velocidade do peão (m/s) 1,2
 ts - Tempo arranque peão (s) 3
 tc - Intervalo critico para o peão isolado (s) 8

Sem pelotão (Np=1) Sim

Com pelotão

WE - Largura útil da travessia (m) 5
 vp - Débito pedonal (p/s) 0,1
 v - Débito veiculos (veic/s) 0,222222

Nc - N° total de peões no pelotão (p) 2,15
 Np - Distribuição espacial dos peões (p) 1

tg - Intervalo critico pelotão peões (s) 8

dp - Atraso médio por peão (s) 14,13

NDS (quadro 18-13 HCM) C