

A Avaliação da Velocidade Pedonal em Meio Urbano

Dra. Ana M.C. Bastos Silva
Ma. Joana R.R. Cunha

Instituição: Universidade de Coimbra

Resumo

A circulação pedonal assume-se cada vez mais como um modo de transporte alternativo e ambientalmente sustentável, pelo que se justifica dotar a infraestrutura pedonal de meios eficientes e seguros. Um dos parâmetros essenciais ao dimensionamento da infraestrutura pedonal é a velocidade pedonal em diferentes situações e contextos, cujo conhecimento se revela central, designadamente, à definição de zonas de influência de alguns elementos infraestruturais. Neste contexto, este artigo centra-se na identificação e avaliação do efeito de diversos fatores na velocidade pedonal. As conclusões dessa análise confirmam, em geral, os resultados patentes na bibliografia da especialidade, apontando para velocidades médias pedonais de 1,25 m/s, com mínimo de 0,68 m/s e um máximo de 1,92 m/s. Os resultados finais revelaram-se extremamente interessantes para a elaboração de recomendações técnicas adequadas ao dimensionamento de passeios em meio urbano.

1. Introdução

O aumento da consciência ambiental tem justificado ao longo dos últimos anos uma alteração do paradigma da mobilidade urbana, consubstanciada na necessidade de promover o uso de modos de deslocação ambientalmente sustentáveis. A circulação pedonal assume-se, nesse contexto, cada vez mais como um modo de transporte alternativo.

Contudo a necessidade de acomodar diversos utilizadores da via pública, designadamente veículos e peões, com eficiência e segurança (Pline, 1992), impõe uma mudança significativa na forma de gerir o espaço público. Essa necessidade tem vindo a acentuar-se desde a década de 80, na procura de formas alternativas ao uso excessivo do veículo automóvel seja por razões ambientais, de saúde, de sustentabilidade económica, ou de preservação da qualidade do espaço público (Ishaque e Noland, 2008). O planeamento e dimensionamento destas infraestruturas requerem um cuidado especial, onde o conhecimento das características, exigências e necessidades de mobilidade dos peões se revela indispensável (Al-Azzawi e Raeside, 2007). Um dos parâmetros essenciais ao dimensionamento da infraestrutura pedonal é a velocidade adotada pelo peão em diferentes situações e contextos, cujo conhecimento se revela central, entre outros aspetos, à definição de zonas de influência de alguns elementos infraestruturais, tais como paragens de transportes coletivos, interfaces, parques de estacionamento, etc.

Esta preocupação tem justificado o desenvolvimento de diversos trabalhos de investigação,

com resultados nem sempre consensuais. A literatura da especialidade aponta para gamas de variação da velocidade livre do peão, compreendida entre 0,74 m/s e 2,39 m/s (Austroads, 1995), sendo recorrente a adoção o valor de 1,5 m/s como parâmetro dimensional (TRB, 2000). Identifica-se ainda um número alargado de estudos incidentes sobre a identificação de fatores que influenciam o comportamento do peão, contudo são ainda escassos os estudos que relacionam a velocidade pedonal com cada um dos fatores que a influenciam, designadamente com a inclinação longitudinal dos passeios. Este assunto é de particular relevância, nomeadamente quando se constata que muitos centros urbanos apresentam orografias extremamente acentuadas.

Nesse contexto, o presente artigo centra-se na identificação e avaliação dos fatores que influenciam a velocidade pedonal, assim como na avaliação da sua relevância. É apresentada a metodologia adotada nas sessões de recolha e tratamento dos dados e a correspondente análise dos dados. A análise foi baseada na aplicação de técnicas estatísticas que permitiram identificar e avaliar quais os fatores que se revelaram estatisticamente significativos na explicação da velocidade pedonal observada.

2. Estado da Arte

A análise do estado da arte identifica a existência de um conjunto alargado de fatores que influenciam a velocidade pedonal. De acordo com Ishaque e Noland (2008) a velocidade pedonal em passeios é fortemente influenciada pela presença de outros peões. Segundo o TRB (2000) e Ishaque e Noland (2008), este fenómeno assemelha-se ao do congestionamento do tráfego e pode ser usado para deduzir as relações fundamentais entre a densidade pedonal e a velocidade pedonal. Estes autores concluíram ainda que peões do sexo masculino tendem a adotar velocidades pedonais ligeiramente superiores às do sexo feminino. Esta tendência tem vindo a ser confirmada por outros autores (Finnis e Walton, 2008, Rastogi et al., 2011, Willis et al., 2004), os quais consistentemente apontam para valores próximos de 1,5 m/s para o sexo masculino e 1,4 m/s para o sexo feminino.

Também o escalão etário se tem vindo a revelar significativo. Em geral, os estudos classificam os peões segundo quatro escalões etários: crianças, jovens, adultos e idosos. Os jovens e os adultos são os que tendem a praticar velocidades mais elevadas e os idosos as mais lentas. As crianças registam valores compreendidos entre os 1,27 m/s (Tanaboriboon e Guyano, 1991) e os 1,38 m/s (Finnis e Walton, 2008). Os jovens e os adultos optam por velocidades semelhantes,

compreendidas entre 1,23 m/s (citado em Ishaque e Noland, 2008) e 1,5 m/s (Finnis e Walton, 2008 e Willis et al., 2004). Os idosos registam comportamentos mais dispersos com valores compreendidos entre 0,90 m/s (citado em Ishaque e Noland, 2008, Rastogi et al., 2011, Tanaboriboon e Guyano, 1991) e 1,37 m/s (Finnis e Walton, 2008).

Também o TRB (2000) defende que a percentagem de peões idosos (≥ 65 anos) e/ou peões de mobilidade reduzida afeta a velocidade média. Aponta para o valor médio de 1,2 m/s sempre que a percentagem de peões idosos é inferior a 20%, diminuindo para 1 m/s para percentagens superiores. Na presença de peões de mobilidade reduzida esses valores médios descem para 0,6 m/s e 1,1 m/s, respetivamente para um peão que circule com um andarilho ou em cadeira de rodas (Dewar e Olson, 2002).

O Austroads (1995) estudou o efeito da inclinação longitudinal dos passeios tendo concluído que a velocidade pedonal não é afetada para inclinações inferiores a 5%. Por sua vez, um estudo Nova Zelandês (Finnis e Walton, 2008) contraia estes resultados identificando a orografia do terreno como variável explicativa. Estes autores concluíram que as velocidades pedonais diminuem de forma ligeira sempre que a inclinação varia entre os 3,5% e os 7,0%, passando de 1,47 m/s a 1,37 m/s, respetivamente. Essa tendência é invertida a partir desse patamar registando-se um aumento de 0,16 m/s, sempre que a inclinação aumenta até 8,8%. O mesmo estudo aponta para a existência de um patamar constante em 1,53 m/s para inclinações compreendidas entre 8,8 e 10,5%, seguida de uma diminuição significativa entre 10,5% aos 12,3%, atingindo a velocidade média de 1,39 m/s. Para além da orografia do terreno, também se verificou que o sinal da inclinação influencia a velocidade pedonal, sendo que os peões que circulam no sentido descendente (1,51 m/s) tendem a adotar velocidades superiores aos que circulam no sentido ascendente (1,46 m/s).

Rastogi et al. (2011) observaram diferenças significativas na velocidade pedonal consoante o peão circule isolado ou em grupo, apontando para velocidades médias de 1,19 m/s e de 1,09 m/s, respetivamente. Já Finnis e Walton (2008) identificam o carregamento de peso como fator significativo na explicação da velocidade do peão. Curiosamente, e ao contrário do expectável, os autores constataram que, em patamares, os peões aumentam a velocidade quando caminham carregados (passando de 1,43 m/s para cerca 1,51 m/s).

Também a hora do dia a que se caminha influencia a velocidade (citado em Ishaque e Noland,

2008 e Willis et al., 2004). De manhã e ao entardecer o peão tende a adotar velocidades mais elevadas (aproximadamente 1,50 m/s), quando comparadas com as praticadas ao meio-dia (1,44 m/s) e à tarde (1,36 m/s).

É ainda curioso constatar que as velocidades médias variam de país para país. Na Índia (Rastogi et al., 2011), em Singapura (citado em Ishaque e Noland, 2008) e na Tailândia (Tanaboriboon e Guyano, 1991) os peões tendem a adotar velocidades mais reduzidas quando comparadas com as praticadas nos EUA (citado em Ishaque e Noland, 2008, TRB, 2000), no Reino Unido (citado em Ishaque e Noland, 2008, Willis et al., 2004) e na Nova Zelândia (Finnis e Walton, 2008). Em Portugal, desconhece-se a existência de qualquer estudo desta natureza, numa altura em que se reconhece a necessidade de se promover uma mobilidade urbana sustentável, assente maioritariamente na circulação pedonal e no uso do transporte público.

3. Metodologia Adotada

Este ponto centra-se na apresentação sumária da metodologia adotada na recolha, no tratamento e análise dos dados. São identificadas as variáveis consideradas na análise e a forma como cada uma foi recolhida.

3.1 Variáveis Seleccionadas

A compilação das referências bibliográficas da especialidade (Al-Azzawi e Raeside, 2007, Arango e Montufar, 2008, Austroads, 1995, Dewar e Olson, 2002, Finnis e Walton, 2008, Fitzpatrick et al., 2006, Ishaque e Noland, 2008, Pline, 1992, Rastogi et al., 2011, TRB, 2000, Willis et al., 2004) permitiu identificar um conjunto vasto de fatores extrínsecos ou intrínsecos ao próprio peão e que tendem a afetar a velocidade pedonal. Dessa compilação, resultou a seleção do seguinte conjunto de variáveis a contemplar neste estudo: inclinação longitudinal do passeio, sinal da inclinação, escalão etário, género, limitação física, circulação isolada ou em grupo, carregamento de peso, largura útil do passeio, frequ-

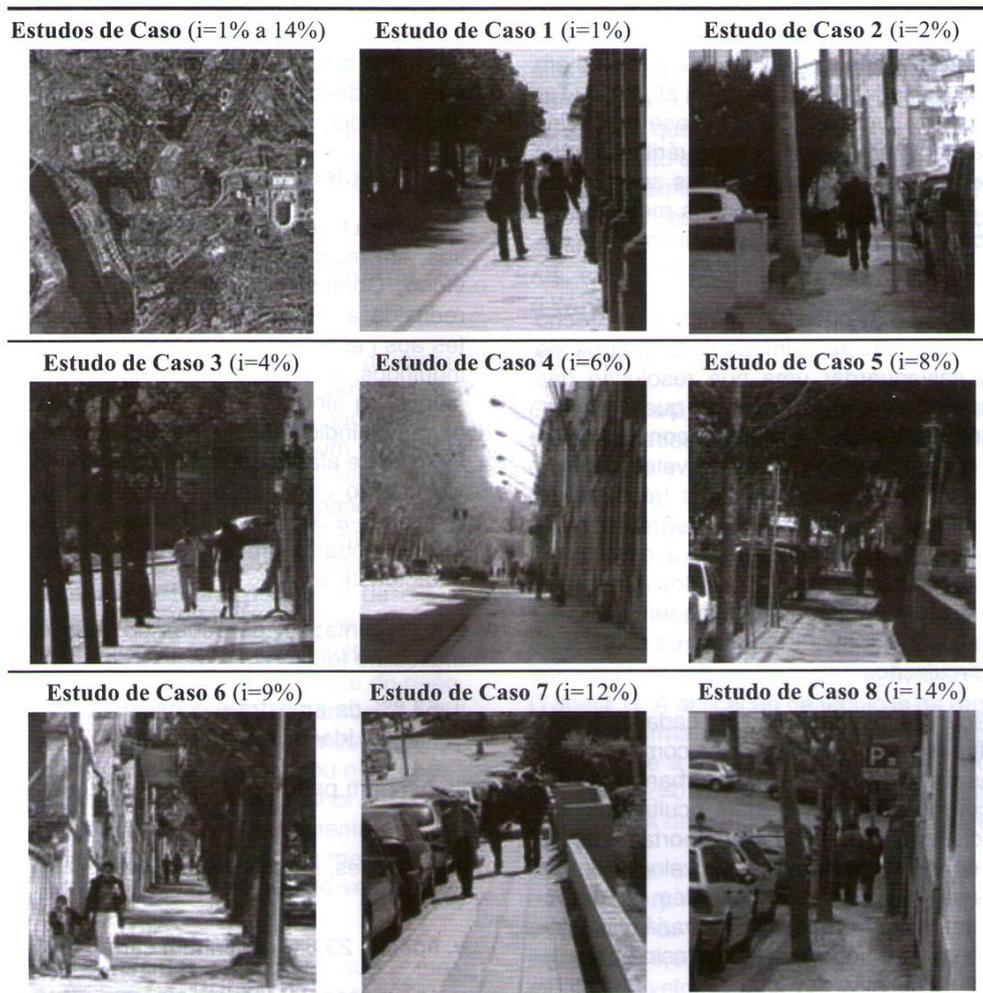


Figura 1: Locais seleccionados (Coimbra)

ência com que o peão efetua o trajeto, motivo da viagem e período do dia a que é realizado o percurso.

3.2 Seleção dos Locais

De modo a garantir que o peão caminhava em condições livres de circulação, optou-se por limitar a seleção dos locais a passeios sujeitos a uma procura pedonal baixa. A inclinação longitudinal dos passeios foi identificada como uma das principais condicionantes à velocidade pedonal, pelo que na seleção dos locais objeto de estudo se procurou incorporar uma gama alargada de variação dessa variável [0% a 14%]. De modo a cobrir a maioria das situações, optou-se por selecionar 8 locais de estudo (Figura 1) na cidade de Coimbra, Portugal, os quais no seu conjunto asseguram uma gradação equitativa das inclinações longitudinais (variações de i perto de 2%).

3.3 Recolha, Tratamento e Análise dos Dados

Os trabalhos desenvolvidos foram suportados pela criação de uma base de dados real, assente na recolha de imagens vídeo, metodologia igualmente adotada por outros autores (Al-Azzawi e Raeside, 2007, Finnis e Walton, 2008, citado em Ishaque e Noland, 2008, Rastogi et al., 2011, Taboriboon e Guyano, 1991). A base de dados foi ainda complementada por inquéritos diretos aos sujeitos observados. Todas as sessões de recolha decorreram sob condições meteorológicas favoráveis, de modo a evitar incorporar outros efeitos na variabilidade dos dados.

Em cada estudo de caso foi delimitado um trecho com uma extensão aproximada de 25 metros, de modo a salvaguardar uma boa resolução das imagens vídeo ao mesmo tempo que se assegurou uma inclinação longitudinal constante. De forma a garantir a estabilidade da velocidade do peão, foram sempre selecionados troços intermédios da rua. A amostra final integrou apenas os dados relativos aos peões que aceitaram no final da caminhada serem inquiridos. Cada trecho foi sujeito a um tempo de filmagem de aproximadamente 1h30m, abrangendo os dois sentidos de circulação.

A colocação da câmara vídeo em cada local teve de ser ajustada, em conformidade com as características da rua e do mobiliário urbano existente, procurando torná-la o mais oculta possível de modo a não influenciar o comportamento do peão e, conseqüentemente a sua velocidade. As imagens vídeo permitiram, para além da obtenção de um número alargado de variáveis, estimar a densidade pedonal, fator considerado determinante à seleção dos locais.

O inquérito realizado procurou identificar outros fatores não visíveis através da filmagem (designadamente o escalão etário, as debilidades físicas, o motivo da viagem, a frequência com que faz o trajeto, etc.), e que possam influenciar a velocidade adotada, ao mesmo tempo que se procurou identificar outros potenciais fatores a integrar em estudos posteriores. O sujeito apenas foi abordado depois de percorrer a globalidade do trecho monitorizado. O inquérito teve a duração aproximada de 1 minuto tendo-se optado por acompanhar o inquirido de modo a aumentar a sua receptividade à realização do inquérito.

A análise dos dados foi baseada na aplicação de análises estatísticas que permitiram identificar e avaliar quais os fatores que se revelaram estatisticamente significativos na explicação da velocidade pedonal observada. Todos os trabalhos foram desenvolvidos recorrendo ao software da especialidade "Statistica".

4. Análise dos Resultados

O presente ponto centra-se na caracterização da amostra recolhida e na identificação dos fatores que se revelaram estatisticamente significativos na explicação da velocidade pedonal. Procura-se ainda quantificar a relação direta entre cada uma das diferentes variáveis e a velocidade pedonal média.

4.1 Caracterização da Amostra

A amostra foi constituída inicialmente por 461 casos, em resultado da visualização das imagens vídeo. Contudo, a amostra foi posteriormente reduzida a 299 casos, como os correspondentes aos casos em que os sujeitos aceitaram ser inquiridos. A análise preliminar dos resultados identificou ainda a existência de alguns valores extremos indiciando a presença de outliers. Pelo facto de se afastarem em mais de 3 vezes o desvio padrão optou-se por retirá-los da amostra, reduzindo-a assim a 290 casos de análise. Em termos globais a amostra apresenta as seguintes características:

- i. a percentagem de peões do sexo feminino e masculino foi de 54,8% e 45,2%;
- ii. 53,8% da amostra é constituída por peões jovens com idades de [18-24 anos];
- iii. nenhum peão declarou ter qualquer limitação física;
- iv. os peões, na sua maioria, caminham isolados (58,6%);
- v. apenas 23,8% caminham carregados;
- vi. os peões inquiridos efetuem o seu trajeto

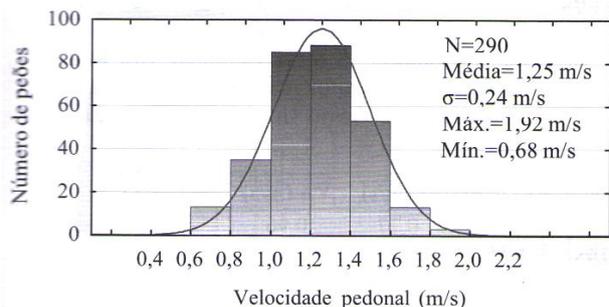


Figura 2: Histograma da velocidade pedonal

esporadicamente (25,2%), com regularidade (23,1%) ou constantemente (35,5%). No entanto, 16,2% dos peões afirmam realizar pela primeira vez o trajeto;

vii. motivos de viagem: trabalho (30,3%), lazer (20,7%), aulas (13,8%), compras (9,0%), em serviço (2,1%) e outros motivos (24,1%).

A Figura 2 apresenta o histograma da distribuição das velocidades registadas a qual segue de perto uma distribuição normal simétrica, apontando para uma velocidade pedonal média de 1,25 m/s. Por sua vez, os percentis 15 e 85 correspondem a velocidades de 1,00 m/s e de 1,47 m/s, respetivamente.

A caracterização geral da amostra recolhida é apresentada na Tabela 1, nomeadamente os valores de velocidade pedonal média em função de diversas variáveis explicativas.

4.2 Efeito da Inclinação Longitudinal do Passeio

A aplicação do teste t para o sentido de circulação (ascendente e descendente) permite concluir que as diferenças registadas não são estatisticamente significativas para um nível de confiança de 95% ($p=0,536016$). Apesar disso, a análise foi subdividida tendo por base o sentido de circulação. De facto, a Figura 3(a) mostra que o comportamento dos peões é diferente nas subidas (inclinações de sinal positivo) e descidas (inclinações de sinal negativo), embora o padrão seja sensivelmente simétrico. Os resultados evidenciam ainda uma maior sensibilidade do peão em relação às inclinações descendentes. A aplicação de técnicas de regressão à amostra global (dois sentidos de circulação) mostrou que a polinomial do 4o grau é a curva que melhor se ajusta à distribuição ($r^2=0,2445$). O coeficiente de correlação sobe para 0,8077 quando a mesma curva é ajustada aos valores médios de velocidade pedonal (Figura 3 (a)).

No sentido ascendente, verificou-se que à medida que aumenta a inclinação do passeio a ve-

locidade pedonal média tende a diminuir, sendo esta diminuição mais acentuada entre os 2% e os 4% (Figura 3 (a) e Tabela 1). Em termos médios, é possível inferir que sempre que a inclinação longitudinal aumenta em 1%, é expectável que a velocidade média do peão diminua aproximadamente 0,04 m/s. A aplicação de técnicas de regressão linear ao sentido ascendente comprova estas tendências, confirmando a existência de uma relação negativa entre a velocidade e a inclinação longitudinal ($r^2=0,2334$). A aplicação de uma função polinomial de terceiro grau não altera praticamente o nível de qualidade do ajuste ($r^2=0,2415$).

No sentido descendente o efeito da inclinação é igualmente notório. Regista-se uma redução da velocidade até à inclinação de cerca 9%, sendo essa diminuição pouco acentuada entre os 4 e os 6%. De facto, é expectável que o peão quando desce reduza a sua velocidade com o aumento da inclinação, por razões de segurança de circulação e receio de escorregamentos. Para inclinações superiores a 9%, a velocidade tende a aumentar de forma significativa, muito provavelmente em resultado da ação direta da gravidade. A função polinomial de terceiro grau foi a regressão que originou melhor qualidade do ajuste ($r^2=0,4179$). O ajuste linear resulta numa perda pouco significativa do r^2 (0,3431) mas permite inferir que, para inclinações inferiores a 9%, o incremento de 1% na inclinação longitudinal se traduz na diminuição aproximada de 0,05 m/s na velocidade pedonal. Os valores de velocidade no sentido ascendente e descendente são similares, embora inferiores aos registados por Finnis e Walton (2008).

4.3 Efeito idade

O escalão etário [18-24] revela ser o que pratica velocidades pedonais mais elevadas (Figura 3(b) e Tabela 1). O peão tende a diminuir gradualmente a sua velocidade a partir dos 25 anos de idade, verificando-se a descida mais acentuada nos peões com idades iguais ou superiores a 65 anos (Figura 3(b) e Tabela 1). Atendendo a que a robustez dos resultados depende da dimensão da amostra, importa ter presente que a representatividade de alguns escalões etários é reduzida (Tabela 1). A aplicação de técnicas de regressão linear confirma a existência de uma relação negativa entre a velocidade pedonal e o aumento da idade ($r^2=0,1016$), contudo é igualmente clara a existência de um grau de dispersão elevado.

O ajuste de uma relação não linear (polinomial do 2o grau) resulta numa ligeira melhoria do coeficiente de regressão ($r^2=0,1205$), valor que sobe para 0,6712 quando ajustada aos valores médios de velocidade pedonal (Figura 3(b)).

Estes resultados confirmam os patentes noutras referências da especialidade (Finnis e Walton, 2008, Ishaque e Noland, 2008, Tanaboriboon e Guyano, 1991 e Willis et al., 2004), os quais apontam os peões jovens e adultos como os

mais rápidos. Saliente-se ainda que os resultados obtidos se aproximam mais dos valores registados em Singapura e na Tailândia. Por sua vez, os percentis 85 aproximam-se mais dos valores registados no Reino Unido e na Nova Ze-

Fator	Nível	N	V _m (m/s)	σ (m/s)	V ₁₅ (m/s)	V ₈₅ (m/s)
Inclinação Longitudinal	-14%	20	1,21	0,27	0,96	1,43
	-12%	14	1,16	0,20	0,96	1,32
	-9%	17	1,09	0,25	0,86	1,47
	-8%	13	1,22	0,17	1,00	1,47
	-6%	16	1,24	0,12	1,14	1,39
	-4%	15	1,20	0,18	1,00	1,47
	-2%	14	1,45	0,24	1,25	1,79
	-1%	12	1,58	0,13	1,47	1,67
	1%	43	1,39	0,19	1,19	1,56
	2%	19	1,41	0,24	1,19	1,67
	4%	29	1,23	0,12	1,14	1,39
	6%	20	1,19	0,17	1,00	1,41
	8%	20	1,14	0,23	0,93	1,39
	9%	16	1,13	0,21	1,04	1,32
	12%	17	1,04	0,26	0,71	1,32
Idade	5	5	1,12	0,33	0,83	1,56
	<12	3	1,27	0,07	1,19	1,32
	[12-17]	6	1,13	0,21	1,00	1,47
	[18-24]	156	1,31	0,22	1,09	1,56
	[25-34]	52	1,25	0,22	1,04	1,47
	[35-44]	18	1,18	0,18	0,96	1,39
	[45-54]	18	1,23	0,27	0,96	1,56
	[55-64]	20	1,14	0,27	0,89	1,32
Género	≥ 65	17	0,95	0,23	0,74	1,09
	Feminino	159	1,20	0,23	1,00	1,47
Tamanho do grupo	Masculino	131	1,31	0,24	1,04	1,56
	Isolado	170	1,30	0,25	1,04	1,56
Carregamento de peso	Em grupo	120	1,18	0,22	1,00	1,43
	Não carregado	221	1,24	0,23	1,04	1,47
Largura do passeio	Carregado	69	1,26	0,27	1,00	1,56
	0,95 m	25	1,19	0,28	0,89	1,47
	1,52 m	33	1,43	0,24	1,19	1,79
	1,85 m	31	1,10	0,24	0,78	1,32
	1,97 m	55	1,43	0,19	1,19	1,56
	2,30 m	33	1,17	0,21	0,93	1,39
	2,40 m	44	1,22	0,14	1,09	1,39
	2,90 m	33	1,11	0,22	0,86	1,39
Hora do dia	3,65 m	36	1,21	0,16	1,09	1,39
	Manhã	60	1,24	0,23	1,00	1,49
	Meio-Dia	71	1,24	0,26	1,00	1,47
	Tarde	84	1,18	0,19	0,96	1,39
Frequência do trajecto	Entardecer	75	1,34	0,25	1,09	1,56
	Nunca	47	1,15	0,22	0,96	1,39
	Esporadicamente	73	1,25	0,24	1,04	1,47
	Com regularidade	67	1,24	0,24	1,00	1,47
Motivo da viagem	Constantemente	103	1,29	0,24	1,09	1,56
	Trabalho	88	1,31	0,25	1,09	1,56
	Serviço	6	1,31	0,25	0,81	1,47
	Aulas	40	1,26	0,24	1,04	1,47
	Compras	26	1,23	0,19	1,00	1,43
	Lazer	60	1,26	0,25	1,00	1,56
Amostra Global	Outro	70	1,16	0,23	0,93	1,39
		290	1,25	0,24	1,00	1,47

Tabela 1: Resumo estatístico da velocidade pedonal versus fatores relevantes

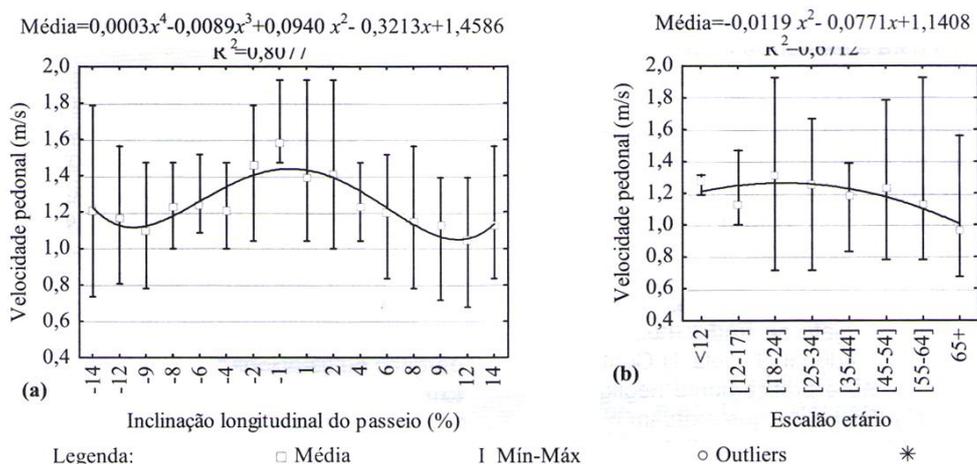


Figura 3: Diagramas de extremos e média: (a) velocidade pedonal versus inclinação longitudinal do passeio e (b) velocidade pedonal versus escalão etário

lândia. Em termos médios verifica-se ainda que à medida que se avança no escalão a velocidade tende a diminuir aproximadamente de 0,06 m/s e 0,03 m/s por escalão etário, para os movimentos descendentes e ascendentes, respetivamente.

Esse efeito pode estar associado ao facto de o receio de escorregamentos durante a sua caminhada aumentar com a idade.

4.4 Efeitos do género

À semelhança de Finnis e Walton (2008), Ishaque e Noland, (2008) e Willis et al. (2004), verificou-se que, para as mesmas condições de circulação, os peões do sexo masculino optam por velocidades pedonais superiores às do sexo feminino (Tabela 1), os valores médios obtidos aproximam-se dos obtidos por Tanaboriboon et al. (1986) em Singapura (citado em Ishaque e Noland, 2008) e por Tanaboriboon e Guyano (1991) na Tailândia. A aplicação do teste estatístico de t-student ou teste t para comparação de médias, permite concluir que as diferenças registadas são estatisticamente significativas para um nível de confiança de 95%.

Considerando uma amostra constituída apenas pelas inclinações compreendidas entre 0% e 9%, a combinação do efeito do género com o sentido da inclinação longitudinal permite concluir que os peões são mais sensíveis às inclinações negativas, correspondendo a diminuições aproximadas de velocidade de 0,05 m/s para ambos os géneros. No que refere às subidas, os peões do género masculino reduzem mais a sua velocidade por cada aumento de 1% de inclinação do que os do género feminino, correspondendo aproximadamente a diminuições de 0,03 m/s e de 0,02 m/s, respetivamente.

4.5 Efeito da Circulação Isolada ou em Grupo

Os resultados evidenciam que o peão quando circula isoladamente tende a caminhar mais rápido do que quando acompanhado (Tabela 1), confirmando a tendência observada na bibliografia da especialidade (Rastogi et al., 2011). A aplicação do teste t confirma que diferenças são estatisticamente significativas para um nível de confiança de 95%.

Considerando uma amostra constituída apenas pelas inclinações compreendidas entre 0% e 9%, a combinação do efeito da circulação isolada ou em grupo com o sentido da inclinação longitudinal permite concluir que os peões são mais sensíveis à circulação quando caminham em grupo. Em termos médios é expectável que, em traineis descendentes, o aumento de 1% na inclinação se traduza na diminuição da velocidade de 0,04 m/s e de 0,06 m/s, quando caminham isolados ou em grupo, respetivamente. Em traineis ascendentes, essa diminuição ascende a cerca de 0,01 m/s e 0,03 m/s.

4.6 Efeito de Outras Variáveis

O efeito do carregamento de peso na velocidade não se revelou estatisticamente significativo. Apesar disso, verificou-se que, em geral, os peões que caminham carregados tendem a caminhar ligeiramente mais rápido comparativamente com aqueles que não carregam pesos (Tabela 1). Embora estes resultados pareçam não responder ao expectável, eles confirmam resultados obtidos por outros autores, Finnis e Walton (2008). Tal pode ser justificado pelo facto de o peão ao estar carregado pretender chegar mais rápido ao seu destino. A aplicação do teste t confirma que os resultados analisados não são estatisticamente significativos para um nível de confiança de 95% (p=0,536016).

A avaliação global do efeito da largura do passeio aponta para a existência de uma ligeira tendência de diminuição da velocidade pedonal média com o aumento da largura do passeio (Tabela 1) ($r^2=0,0267$). Ainda que não corresponda ao expectável, tal poderá justificar-se pelo facto da recolha de dados se ter limitado a períodos sujeitos a fluxos pedonais reduzidos, assim como a fenómenos de colinearidade.

Também o aumento da frequência com que o peão percorre o trajeto se traduz num aumento da velocidade pedonal (Tabela 1) Contudo, o nível de correlação é praticamente negligenciável ($r^2=0,0012$). Os peões que efetuam o trajeto esporadicamente e com regularidade, tendem a adotar velocidades muito semelhantes.

A análise do motivo da viagem permitiu concluir que, em geral, os peões que caminham para o trabalho, serviço, aulas ou lazer tendem a caminhar mais rápido, do que os que caminham para compras ou outros motivos (consulta médica, ginásio, deslocação para transporte coletivo ou para visita à maternidade, etc.) (Tabela 1). Também o período do dia em que se efetua a caminhada influencia a velocidade, embora sem significância estatística ($r^2=0,0125$). Verificou-se que os peões ao entardecer, de manhã e ao meio-dia tendem a praticar velocidades mais elevadas do que de durante o período da tarde e que os valores de velocidade nos períodos da manhã e meio-dia tendem a aproximar-se (Tabela 1). Estes resultados contrariam os resultados de outros autores (Ishaque e Noland, 2008 e Willis et al., 2004) já que defendem que os valores de velocidade nos períodos da manhã e ao entardecer é que se assemelham.

4.7 Identificação de Outras Potenciais Variáveis

O inquérito realizado teve como objetivo complementar a identificação de novas potenciais variáveis na explicação da velocidade pedonal, designadamente as condições climatéricas, a circulação noturna, etc.. Assim, 71% dos peões inquiridos afirmaram caminhar mais depressa perante a ocorrência de precipitação, 45% dos peões admitiram caminhar mais depressa à noite e 36% assumiram ser insensíveis à hora do dia. Em relação a outros motivos que os fariam caminhar mais rápido, 35% dos peões inquiridos apontaram como principal fator a “pressa pro trabalho ou aulas” e 27% a “insegurança/criminalidade” associada ao local em que circulam.

5. Tipos de Aplicação

Os resultados obtidos revelaram-se extremamente promissores para a elaboração de recomendações técnicas adequadas ao dimensionamento de passeios em meio urbano. Importa ter presente que a velocidade pedonal determina o tempo e portanto as distancias que cada peão esta predisposto a caminhar. Deve portanto ser um fator a ter em conta na estimação das áreas de cobertura associadas à localização das paragens de transportes coletivos, à localização de parques de estacionamento, no dimensionamento de interfaces, assim como na estimação de zonas de influência de equipamentos (escolares e desportivo) e na identificação de percursos pedonais adequados a diferentes segmentos populacionais.



Figura 4. Representação esquemática em SIG (ESRI-Arc-Map 10) – Inclinação long.

Este tipo de informação pode ainda relevar-se extremamente útil à elaboração de mapas pedonais ou cicláveis. Recorrendo a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é possível integrar aspetos de representação e de análise espacial, potenciando a identificação de percursos pedonais em função da dificuldade que lhe está associada (nomeadamente através da atribuição de códigos de cor) apoiando, designadamente a elaboração de mapas turísticos, ou particularmente dirigidos a determinados segmentos populacionais. Estas medidas são atualmente adotadas por países que procuram promover a circulação pedonal e ciclável, seja numa ótica de lazer, de saúde ou de promoção da mobilidade sustentável. A Figura 4 esquematiza este conceito como exemplo de aplicação, tendo por base os 8 estudos de caso contemplados neste estudo.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente estudo centrou-se na procura de fatores que influenciam a velocidade pedonal. Foi possível confirmar muitas conclusões já patentes noutras referências bibliográficas, ao mesmo tempo que se averigua a significância associada a outros fatores relevantes. Em termos médios concluiu-se que a velocidade pedonal livre é de 1,25 m/s, atingindo-se mínimos e máximos de 0,68 m/s e 1,92 m/s, respetivamente.

Foi avaliada a importância associada a um conjunto vasto de fatores, tendo-se concluído que apenas a inclinação longitudinal do passeio, o sentido de circulação, a idade, o género, e a circulação isolada ou em grupo se revelaram como as variáveis estatisticamente significativas. Foi identificada uma correlação negativa entre a inclinação longitudinal do passeio e a velocidade pedonal, sendo que as velocidades nos trechos ascendentes ligeiramente inferiores às registadas nos trechos descendentes. Os peões tendem a diminuir gradualmente a sua velocidade a partir dos 25 anos de idade, acentuando-se a queda da velocidade para idades iguais ou superiores a 65 anos. Os peões do sexo feminino, em média, adotam velocidades inferiores aos do sexo masculino. Finalmente os peões que circulam isoladamente tendem a adotar velocidades pedonais mais elevadas do que os que circulam em grupo. Os resultados finais revelaram-se extremamente interessantes potenciando a elaboração de recomendações técnicas adequadas ao dimensionamento de passeios em meio urbano. Também a sua integração em sistemas de informação geográfica potencia a elaboração de mapas pedonais e cicláveis, numa ótica de promoção destes modos de deslocação. Nessa ótica, os trabalhos de investigação deverão prosseguir no sentido de aumentar a dimensão da amostra de dados, de modo a incluir novos potenciais fatores e aumentar a robustez dos resultados. Finalmente deverá caminhar-se no sentido de desenvolver um modelo matemático para estimação da velocidade pedonal tendo por base um conjunto limitado de variáveis facilmente mensuráveis.

7. Referências

- Al-Azzawi, M. e Raeside, R. (2007) Modeling pedestrian walking speeds on sidewalks, **Journal of Urban Planning and Development ASCE**, 133(3), 211-219.
- Arango, J. e Montufar, J. (2008) Walking speed of older pedestrians who use canes or walkers for mobility, **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2073, 79-85.
- Austrroads (1995) **Guide to Traffic Engineering Practice. Part 13 – Pedestrians**, Standards Australia, Sydney.
- Dewar, R. E. e Olson, P. L. (2002) **Human Factors in Traffic Safety**, Lawyers & Judges, Tucson A.Z. .
- Finnis, K. K. e Walton, D. (2008) Field observations to determine the influence of population size, location and individual factors on pedestrian walking speeds, *Ergonomics*, 51(6), 827-842.
- Fitzpatrick, K., Brewer, M. A. & Turner, S. (2006) Another look at pedestrian walking speed, **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 1982, 21-29.
- Ishaque, M. M., e Noland, R. B. (2008) Behavioural Issues in Pedestrian Speed Choice and Street Crossing Behavior: A Review, **Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal**, 28(1), 61-85.
- Pline, J. L. (1992) **Traffic Engineering Handbook**, Prentice-Hall, New Jersey.
- Rastogi, R., Thaniarasu, I. e Chandra, S. (2011) Behavior and Perception of Pedestrians Walking In Groups, **Transportation Research Board 90th Annual Meeting**, Transportation Research Board, Washington D.C., 23-27 January 2011.
- Tanaboriboon, Y. e Guyano, J. A. (1991) Analysis of pedestrian movements in Bangkok, **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 1294, 52-56.
- TRB (2000) **Highway Capacity Manual**, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, 2000.
- Willis, A., Gjersoe, N., Havard, C., Kerridge, J. e Kukla, R. (2004) Human movement behaviour in urban spaces: implications for the design and modelling of effective pedestrian environments, **Environment and Planning B: Planning and Design**, 31(6), 805-828.