

FACTORES COM INFLUÊNCIA NA INTERAÇÃO ENTRE PEÕES E VEÍCULOS EM PASSAGENS PARA PEÕES

Francisco Soares¹; Leandro Marcomini²; Leidy Barón³; Emanuel Silva⁴; Elisabete Freitas⁵; Jorge Santos⁶

¹Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

²Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

³Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

⁴Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

⁵Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

email: efreitas@civil.uminho.pt <http://www.civil.uminho.pt/departamento.php?sm=3>

⁶Universidade do Minho, Escola de Psicologia, Departamento de Psicologia Básica, Centro Algoritmi, Centro de Computação Gráfica, Portugal, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Sumário

Analisar os comportamentos dos peões em passagens para peões e saber o que os pode influenciar é um passo essencial para a melhoria das condições de segurança rodoviária. Este trabalho consiste numa primeira abordagem à identificação de fatores com impacto no comportamento de peões em situação de atravessamento e baseia-se na análise da influência de variáveis relacionadas com características da infraestrutura rodoviária e do espaço envolvente, bem como em características demográficas dos próprios peões, num indicador de segurança alternativo, o TTC_{min} , e num indicador psicofísico medido no instante de início da tarefa de atravessamento da faixa de rodagem, o TTP .

Palavras-chave: Segurança Pedonal; Indicadores de Segurança; Interação Peão-Veículo; Comportamento de Peões; Análise do Risco.

1 INTRODUÇÃO

Existe atualmente um constante interesse no que concerne á segurança rodoviária. Deste interesse, surgem todos os anos vários movimentos, desde campanhas para sensibilizar os utilizadores da rede viária até alterações da infraestrutura rodoviária para promover uma maior segurança a todos os utilizadores, dando-se particular importância aos modos de transporte suaves, dos quais fazem parte ciclistas e peões, devido às vantagens sociais e ambientais que estes possuem. Identificar e analisar fatores que possam influenciar o comportamento dos diferentes utilizadores das estradas é uma importante fase no processo de conceção de alterações a efetuar na infraestrutura rodoviária com vista ao melhoramento das condições de segurança. Procurar prevenir a ocorrência de acidentes que possam ter graves consequências, promovendo, desta forma, um maior conforto e segurança a todos os utilizadores da rede viária é prioritário. Contudo, no que diz respeito aos peões, há ainda um longo caminho a percorrer como se pode verificar pelos preocupantes números apresentados para ano de 2017. Em Portugal, segundo os dados da ANSR, morreram 130 pessoas enquanto caminhavam, o que correspondeu a 22% das mortes que aconteceram nas estradas nesse ano, valor este ligeiramente acima dos 21% referentes à média europeia [1, 2].

Segundo Johnsson *et al.* [3], a análise de acidentes é o método mais direto e comum de avaliar a segurança rodoviária, e o mesmo se pode dizer para a segurança pedonal em particular. Porém esse método tem pelo menos duas limitações: a aleatoriedade dos acidentes, que dificultam o estudo no que diz respeito à quantidade de dados [4]; e o facto de nem todos os acidentes serem relatados [5]. Este último torna-se num grande viés para o estudo da segurança dos utilizadores vulneráveis da rede viária, uma vez que, apesar de os atropelamentos terem consequências mais gravosas, acontecem com maior raridade [6].

Por estas razões, outros indicadores de segurança (*Surrogate Safety Indicators*) podem ser usados como métodos alternativos ou complementares na identificação de fatores com impacto na segurança de todos os utilizadores da rede rodoviária. Nos dias de hoje já existem muitos indicadores desenvolvidos para a realização deste tipo de análise, grande parte deles pensados há mais de quatro décadas com o intuito de analisar conflitos entre veículos motorizados, apesar de poderem ser aplicados em conflitos entre estes e outros utilizadores das estradas, como peões e ciclistas [3]. Alguns exemplos deste tipo de indicadores são: o Tempo até à colisão (“*Time-to-collision*” - TTC) [7, 8], o *Time-to-accident* (TA) [9] e o *Post-encroachment time* (PET) [10]. Mais recentemente têm sido desenvolvidos indicadores mais focados nos conflitos entre os veículos motorizados e os utilizadores vulneráveis, como por exemplo: o *Time-to-zebra* (TTZ) [11] e o *Pedestrian risk index* (PRI) [12].

Como parte do projeto AnPeB (Análise do comportamento de peões com base em ambientes simulados e sua incorporação na modelação de risco), este trabalho teve por objetivo a realização de uma primeira abordagem de identificação de fatores de risco na interação entre peões e veículos durante o atravessamento da faixa de rodagem em passagens para peões sem sinalização luminosa, selecionando-os para futuramente se avaliar os seus pesos e o de possíveis interações, recorrendo a uma análise mais profunda a realizar em ambiente virtual. De forma a permitir essa identificação, neste trabalho efetua-se uma análise univariada da influência de vários fatores relacionados com as características demográficas dos peões, do ambiente construído, e do tráfego rodoviário e pedonal na interação entre peões e veículos, avaliada em termos do Tempo até à colisão mínimo (TTCmin) e do *Time-to-passage* (TTP).

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização das secções de estudo

Como secções de estudo, escolheram-se 3 passagens para peões localizadas na cidade de Guimarães e outras 3 na cidade de Braga. Estes locais foram selecionados tendo por base as características das intersecções e da sua envolvente e através de uma análise realizada às estatísticas de acidentes nelas ocorridos entre os anos 2009 e 2015.

2.2 Gravação e análise dos vídeos

Para realizar as gravações de vídeo, foi utilizada uma câmara GOPRO 5 Black, com uma resolução de 1920*1080 pixels a 30 fps. A câmara de vídeo foi colocada a uma altura superior a 5 metros e a uma distância da passagem para peões entre os 15 e os 25 metros, dependendo das condicionantes de cada um dos locais. Os vídeos tiveram a duração de aproximadamente 2 horas em cada uma das ruas onde se localizavam as passagens para peões.

Simultaneamente à gravação dos vídeos, foram realizadas contagens do volume de peões que realizaram o atravessamento e do volume de tráfego rodoviário em cada rua. As principais características dos arruamentos, no que diz respeito à infraestrutura rodoviária e pedonal, junto à respetiva passagem para peões onde se efetuou a recolha de dados são apresentadas no Quadro 1.

Posteriormente, a análise dos vídeos foi concretizada através do programa Traffic Intelligence [13, 14]. Simplificadamente, para cada vídeo gravado, o programa identificou e mapeou o movimento de cada pixel, frame a frame, agrupou-os segundo a semelhança de características e classificou cada grupo como um objeto (peão ou veículo), tendo-se obtido assim as trajetórias e velocidades de veículos e peões. A este processo estiveram inerentes outras tarefas como a calibração da câmara de vídeo, que consiste na extração da matriz e cálculo dos coeficientes de distorção da própria, e a associação das coordenadas em vídeo com coordenadas reais.

Quadro 1. Características das secções de estudo

	Guimarães			Braga		
	Rua Teixeira de Pascoais	Avenida de São Gonçalo	Rua Alm. Gago Coutinho	Rua 25 de Abril	Rua Cons. Lobato	Rua D. Bento Martins Jr.
Declive (m/m)	0,038	0,048	0,004	0,019	0,021	0,068
Largura da Estrada (m)	7,130	12,500	7,029	7,850	8,968	9,960
Largura de Estacionamento (m)	10,120	5,168	5,029	2,473	2,340	1,921
Largura Média dos Passeios (m)	4,109	2,963	1,945	4,170	1,315	1,530
Largura da Passagem para Peões (m)	5,120	5,348	3,542	3,400	3,00	3,042
Número de Sentidos	2	2	2	1	1	2
Volume de Tráfego de Veículos (veíc/h)	637 ^(d)	774 ^(c)	127 ^(c)	634 ^(d)	540 ^(b)	711 ^(a)
Volume de Tráfego de Peões (peões/h)	238 ^(d)	226 ^(c)	49 ^(c)	154 ^(d)	79 ^(b)	37 ^(a)
Existência de Avanço do Passeio	2 Lados	2 Lados	1 Lado	1 Lado	1 Lado	1 Lado
Existência de Paragem de Bus	+50m	-50m	-50m	-50m	-50m	-50m
Pavimento da Faixa de Rodagem	Mistura Betuminosa	Mistura Betuminosa	Cubos de Granito	Mistura Betuminosa	Mistura Betuminosa	Mistura Betuminosa
Classificação Viária	Ditribuidora Principal	Ditribuidora Principal	Acesso Local	Acesso Local	Ditribuidora Local	Ditribuidora Principal

Contagens de tráfego realizadas nos horários: (a) 8:30 às 10:30; (b) 11:30 às 13:30; (c) 13:30 às 15:30; e (d) 17:00 às 19:00.

2.3 Base de dados

Devido ao facto de o processo de análise de vídeo ser uma tarefa que exige um dispêndio muito grande de tempo e que debita enormes quantidades de informação, sendo parte dessa inútil para este projeto, e, por haver secções onde, devido ao baixo volume de tráfego pedonal, o número observações ser baixo, considerou-se como limite máximo a recolha de dados relativa a 50 movimentos de atravessamento de forma a não se incorrer numa grande descompensação do peso estatístico das variáveis relacionadas com as características das secções de estudo. O número total de observações consideradas neste estudo foi de 193 encontros entre peões e veículos.

As características demográficas dos peões, sexo e idade, foram também consideradas. Uma vez que o sexo e a idade dos peões foram determinados por observação direta, consideraram-se 4 grupos etários distintos de forma a se reduzir o erro na estimativa das idades (<20 anos; 20-40 anos; 40-60 anos; e >60 anos). O declive, a largura da estrada, a largura destinada ao estacionamento, a largura média dos passeios e a largura das passagens para peões foram medidas no local junto a cada uma das passagens para peões consideradas para este estudo. Verificou-se também a existência de avanço dos passeios nas duas extremidades das passagens para peões, bem como existência de paragens de autocarro numa proximidade de 50 metros. Variáveis como o número de sentidos da estrada, o volume de tráfego pedonal, o volume de tráfego motorizado, o tipo de pavimento da faixa de rodagem e a classificação viária do arruamento foram também incluídas na análise realizada.

Para além disso, para cada encontro entre peão e veículo foram determinados os seguintes indicadores:

- O Tempo até à colisão mínimo (TTCmin), que consiste no intervalo de tempo mínimo que resta antes da ocorrência de uma colisão se os utilizadores da estrada, veículo e peão, continuarem com as respetivas velocidades e trajetórias correspondentes ao instante para o qual o indicador é calculado [7, 15]. Para a sua determinação, foi considerando o movimento do peão e do veículo durante o intervalo de tempo de 2 segundos antes do início do

atravessamento até ao instante em que um dos dois passa o ponto de interceção entre trajetória do veículo e a do peão, i.e. o ponto de conflito;

- E o *Time-to-passage* (TTP), que é um indicador psicofísico que consiste no tempo restante até que um objeto (veículo) passe em frente a um observador (peão) se continuar com a respetiva velocidade e trajetória correspondentes ao instante para o qual o indicador é calculado [16]. Neste caso, esse instante corresponde ao momento de início do atravessamento por parte do peão.

A consideração destes indicadores prende-se com o facto de o primeiro permitir avaliar a gravidade do encontro, ou seja, a eventualidade de ocorrência de um acidente, e de o segundo possibilitar a análise do risco tomado pelo peão na sua decisão de atravessar.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 Gravidade dos encontros

Para se analisar a gravidade dos encontros teve-se em consideração o TTCmin calculado para cada um e a forma como este varia em função da influência de cada variável considerada neste estudo, sendo que, quanto menor foi o TTCmin registado, mais próxima esteve a ocorrência de um atropelamento.

Quadro 2. Resultados dos testes estatísticos de comparação de médias/medianas para as variáveis categóricas em função do TTCmin

Variável	Grupo	TTCmin (s)		t/F**	p
		Média/ Mediana*	Desvio Padrão/ AIQ*		
Sexo	Masculino	3,190	1,264	-0,393	0,695
	Feminino	3,260	1,140		
Idade	0-20	3,462	1,728	1,720	0,182
	20-40	3,041	0,991		
	40-60	3,253	1,103		
	60+	3,394	1,252		
Existência de Avanço do Passeio	1 Lado	3,111	1,111	-1,540	0,123
	2 Lados	3,389	1,300		
Existência de Paragem de Bus	+50m	3,559	1,057	2,524	0,013
	-50m	3,098	1,228		
Tipo de Pavimento da Faixa de Rodagem*	Mistura Betuminosa	3,110	1,135	-	0,320
	Cubos de Granito	2,622	1,743		
Classificação Viária	Distribuidora Principal	3,309	1,200	1,720	0,182
	Distribuidora Local	2,865	0,962		
	Acesso Local	3,282	1,300		

*O TTCmin segue uma distribuição não-normal segundo a variável Tipo de Pavimento da Faixa de Rodagem, apresentando-se, por isso, os valores da mediana e da amplitude interquartil; **Resultados do t-test (t) para variáveis com 2 grupos e da ANOVA (F) para variáveis com mais de 2 grupos.

No caso das variáveis categóricas, de forma a se analisar a significância estatística do impacto das mesmas no TTCmin, aplicaram-se os seguintes testes: para as variáveis segundo as quais a distribuição do TTCmin se aproxima da distribuição normal e que são compostas por apenas 2 grupos, como o Sexo, a Existência de Avanço do Passeio e a Existência de Paragem de Bus, aplicou-se um teste t que assume como hipótese nula que as médias dos grupos não diferem significativamente; para as variáveis segundo as quais a distribuição do TTCmin se aproxima da distribuição normal, compostas por mais de 2 grupos, como a Idade e a Classificação Viária, aplicou-se uma análise de variâncias (ANOVA), onde é assumida como hipótese nula que as médias dos grupos não diferem significativamente; para a única variável categórica segundo a qual a distribuição do TTCmin é não-normal, o Tipo de Pavimento da Faixa de Rodagem, respeitando, como nos casos anteriores, os pressupostos de aplicação dos testes de comparação de médias e medianas, aplicou-se um teste não-paramétrico de Mann-Whitney que assume como hipótese nula a não existência de diferenças significativas entre as medianas dos grupos. Os resultados dos testes paramétricos e não-paramétricos efetuados são apresentados no Quadro 2, na página anterior.

Através da análise do Quadro 2, verifica-se que, do grupo das variáveis categóricas, apenas a Existência de Paragem de Bus ($t_{(104,871)}=2,524$; $p=0,013<0,05$) possui um impacto estatisticamente significativo no TTCmin. Podendo-se concluir com a análise dos valores médios do TTCmin apresentados com as respetivas barras de desvio-padrão, na Fig.1, que, quando existe uma paragem de autocarro nas proximidades de uma passagem para peões, os TTCmin são, em média, mais baixos, apesar de uma maior variação dos valores observados. Os encontros entre veículos e peões são mais graves. Tal pode estar relacionado com a pressa dos peões em querer alcançar a entrada do autocarro antes da sua partida.

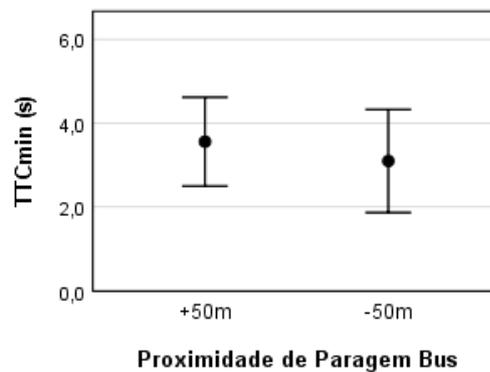


Fig.1. Média e desvio padrão do TTCmin em função da Proximidade de Paragem Bus

Quadro 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre o TTCmin e as variáveis contínuas

Variável	TTCmin	
	Coef. Correlação de Pearson	p
Declive (m/m)	-0,004	0,956
Largura da Estrada (m)	-0,136	0,066
Largura de Estacionamento (m)	0,164*	0,027
Largura Média dos Passeios (m)	0,184*	0,013
Largura da Passagem para Peões (m)	0,120	0,106
Número de Sentidos	0,073	0,330
Volume de Veículos (veíc/h)	0,015	0,841
Volume de Peões (peões/h)	0,141	0,058

*Correlação estatisticamente significativa ($p<0,05$)

No que diz respeito às variáveis numéricas contínuas, de forma a se analisar a significância estatística do impacto das mesmas no TTCmin, calcularam-se os coeficientes de correlação de Pearson e verificou-se que apenas a Largura de Estacionamento e a Largura Média dos Passeios é que possuem uma correlação estatisticamente significativa com o TTCmin (Quadro 3). No entanto, essa correlação é muito fraca para ambas as variáveis, uma vez que o coeficiente de correlação de Pearson são inferiores a 0,250 [16].

Com a análise da Fig.2, é possível notar-se uma tendência, embora não muito clara, de aumento do TTCmin com o aumento da largura destinada a estacionamento e com o aumento da largura média dos passeios. Uma possível justificação para a obtenção destes resultados pode ser: por um lado, quando o espaço destinado a lugares de estacionamento é grande, existe uma grande possibilidade de criação de máscaras à deteção dos peões por parte dos condutores, motivo pelo qual os condutores podem ter uma atitude mais cautelosa que se traduz em TTCmin maiores; noutro sentido, com passeios mais largos, os peões, antes de realizarem o atravessamento, têm mais tempo para ver os veículos a se aproximarem e para serem vistos pelos condutores, o que leva mais atempadamente à sua deteção por parte dos condutores.

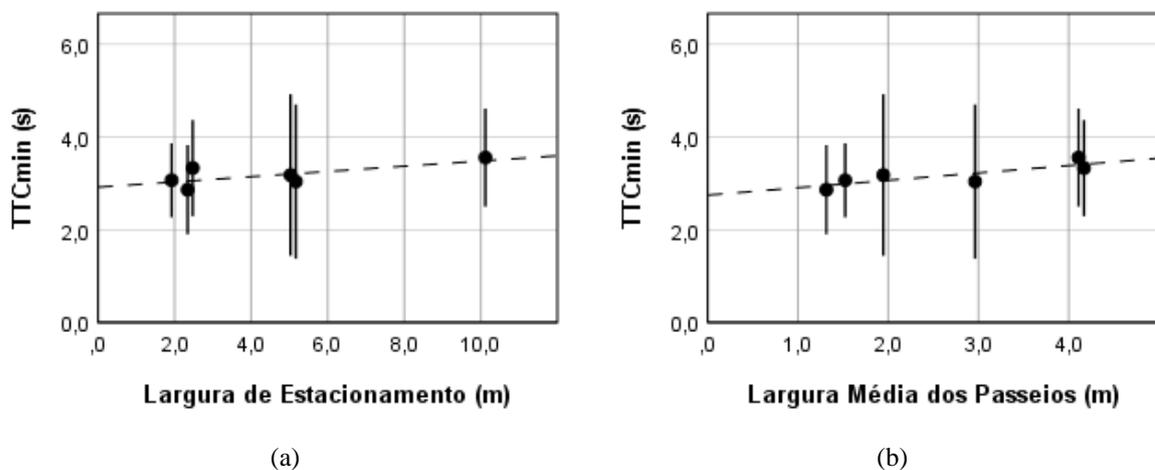


Fig.2. Média e desvio padrão do TTCmin em função da: (a) Largura de Estacionamento; (b) Largura Média dos Passeios

3.2 Tomada de risco dos peões

Para se analisar a tomada de risco de peões na realização de atravessamentos teve-se em consideração o TTP calculado para o instante de início do atravessamento, como referido no tópico de descrição da metodologia.

No caso das variáveis categóricas, de forma a se analisar a significância estatística do impacto das mesmas no TTP, aplicaram-se os mesmos testes da análise anterior. Os resultados dos testes paramétricos e não-paramétricos efetuados em relação ao TTP são apresentados no Quadro 4.

Através da análise do Quadro 4, verifica-se que, do grupo das variáveis categóricas, as que têm um impacto significativo no TTP são: a Existência de Avanço do Passeio ($t_{(135,942)}=-2,583$; $p=0,011$) e a Existência de Paragem de Bus ($t_{(88,679)}=3,309$; $p=0,001$).

Através da observação da Fig.3(a), verifica-se que, quando existe avanço dos passeios em ambos os lados da passagem para peões, eliminando a possível máscara causada por veículos estacionados nas imediações da passagem para peões, os peões optam por atravessar quando os TTP são superiores, o que pode revelar uma maior ponderação da realização do atravessamento por parte destes.

No que diz respeito à Existência de Paragem de Bus, pode-se concluir que, quando existe uma paragem de autocarro nas proximidades de uma passagem para peões, os TTP são mais baixos (Fig.3(b)), tal como aconteceu com os TTCmin, isto é, os peões arriscam mais, atravessando quando os tempos de aproximação dos veículos são menores. Tal pode estar relacionado com a pressa dos peões em querer alcançar a entrada do autocarro antes da sua partida.

Quadro 4. Resultados dos testes estatísticos de comparação de médias/medianas para as variáveis categóricas em função do TTP

Variável	Grupo	TTP (s)		t / F**	p
		Média / Mediana*	Desvio Padrão / AIQ*		
Sexo	Masculino	3,399	2,265	-0,229	0,819
	Feminino	3,475	2,312		
Idade	0-20	3,189	2,483	0,505	0,680
	20-40	3,544	2,131		
	40-60	3,643	2,438		
	60+	3,153	2,268		
Existência de Avanço do Passeio	1 Lado	3,087	2,042	-2,583	0,011
	2 Lados	3,983	2,535		
Existência de Paragem de Bus	+50m	4,324	2,221	3,309	0,001
	-50m	3,123	2,231		
Tipo de Pavimento da Faixa de Rodagem*	Mistura Betuminosa	3,493	2,314	-	0,982
	Cubos de Granito	2,891	1,932		
Classificação Viária	Distribuidora Principal	3,645	2,445	2,738	0,067
	Distribuidora Local	3,724	2,378		
	Acesso Local	2,806	1,733		

*O TTP segue uma distribuição não-normal segundo a variável Tipo de Pavimento da Faixa de Rodagem, apresentando-se, por isso, os valores da mediana e da amplitude interquartil; **Resultados do t-test (t) para variáveis com 2 grupos e da ANOVA (F) para variáveis com mais de 2 grupos.

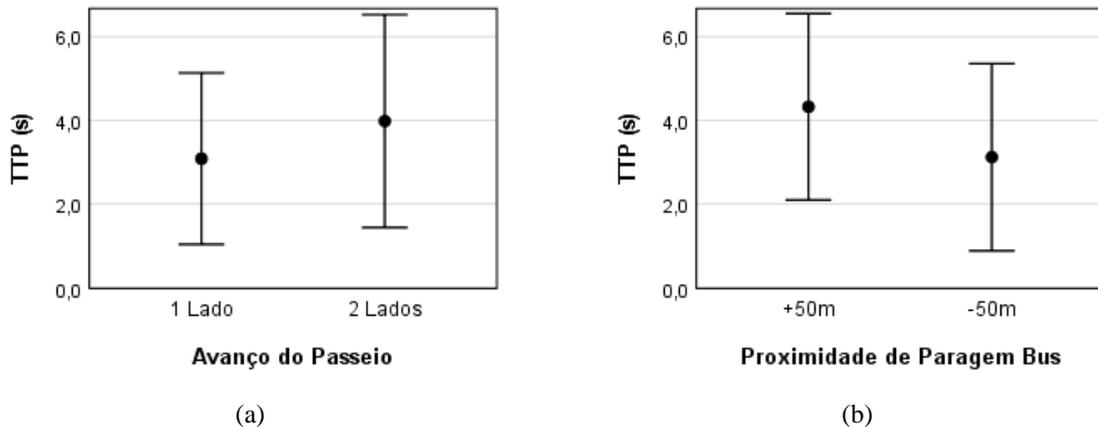


Fig.3. Média e desvio padrão do TTP em função de: (a) Avanço do Passeio; (b) Proximidade de Paragem Bus

Relativamente às variáveis numéricas contínuas, foi seguida também a abordagem estatística adotada para a análise do TTCmin. De forma a se analisar a significância estatística do impacto das respetivas no TTP, calcularam-se os coeficientes de correlação de Pearson e verificou-se que apenas a Largura de Estacionamento, a Largura da Passagem para Peões e o Volume de Peões é que possuem uma correlação estatisticamente significativa com o TTP (Quadro 5). No entanto, tal como aconteceu com a correlação da Largura de Estacionamento e a Largura

Média dos Passeios com o TTCmin, essa correlação é muito fraca para ambas as variáveis, uma vez que o coeficiente de correlação de Pearson são inferiores a 0,250 [17].

Quadro 5. Coeficientes de correlação de Pearson entre o TTP e as variáveis contínuas

Variável	TTP	
	Coef. Correlação de Pearson	p
Declive (m/m)	-0,012	0,866
Largura da Estrada (m)	-0,094	0,194
Largura de Estacionamento (m)	0,222*	0,002
Largura Média dos Passeios (m)	0,080	0,266
Largura da Passagem para Peões (m)	0,164*	0,023
Número de Sentidos	0,053	0,464
Volume de Veículos (veíc/h)	0,023	0,750
Volume de Peões (peões/h)	0,171*	0,017

*Correlação estatisticamente significatitva (p<0,05)

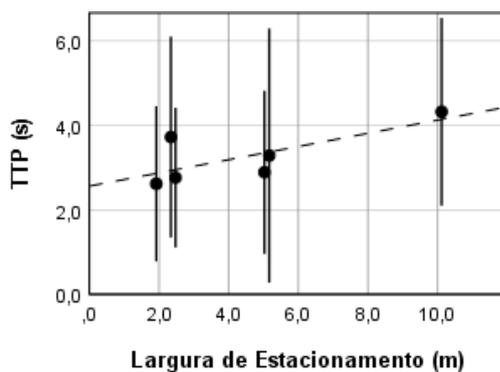


Fig.4. Média e desvio padrão do TTP em função da Largura de Estacionamento

Na Fig.4 nota-se uma tendência de aumento do TTP com o aumento da largura destinada para o estacionamento idêntica à do TTCmin, mostrando que a maior dimensão dos lugares de estacionamento não só torna mais cautelosa a atitude dos condutores, mas também dos peões. Noutro sentido, observando a Fig.5(a), é possível reparar que, em termos médios, com o aumento da largura da passagem para peões, aumenta o TTP, o que leva a crer que quanto mais larga for a passagem para peões, mais cientes ficam os peões dos possíveis riscos associados à tarefa de atravessamento. Verificou-se, também, uma tendência de aumento do TTP com o aumento do volume de tráfego pedonal na passagem para peões (Fig.5(b)), o que pode estar relacionado com a prática de menores velocidades por parte dos condutores, uma vez que estão alertados para a possível presença de peões prestes a iniciar o atravessamento através do movimento de outros peões nas proximidades.

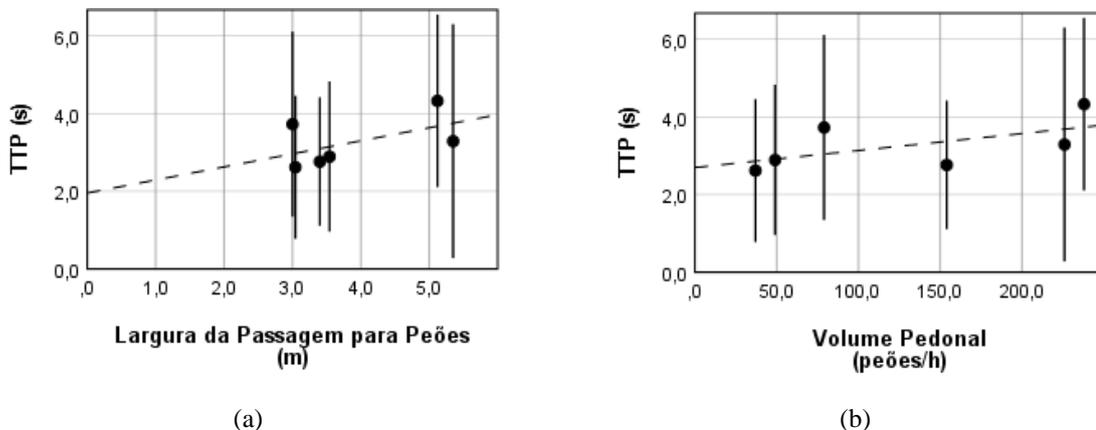


Fig.5. Média e desvio padrão do TTP em função de: (a) Largura da Passagem para Peões; (b) Volume Pedonal

4 CONCLUSÕES

A necessidade de atuação, no que diz respeito à redução do número de atropelamentos e mortes de peões que ocorrem nas estradas, principalmente nos meios urbanos, é clara. Para tal, a identificação de como e onde atuar é um passo essencial nesta luta. Analisar os comportamentos dos peões em zonas onde os conflitos com os veículos acontecem em maior número, como é o caso das passagens para peões, e identificar o que os pode influenciar é uma fase importante do processo de melhoria das condições de segurança destes utilizadores da rede viária.

Neste trabalho efetuou-se uma identificação dos fatores que afetam a gravidade dos encontros/conflitos entre peões e veículos motorizados e a tomada de risco dos peões na tarefa de atravessamento, através da análise do TTCmin e do TTP no instante de início do atravessamento, respetivamente, em função de um conjunto de variáveis maioritariamente relacionadas com a infraestrutura rodoviária e a sua envolvente, mas também com a idade e sexo dos peões.

Verificou-se que a localização das paragens de autocarro, a largura da rua ocupada por lugares de estacionamento e a largura média dos passeios foram variáveis com um efeito significativo no TTCmin, sendo que quanto menor a largura de estacionamento, e a largura média dos passeios, menor o TTCmin. O mesmo se verificou nas passagens para peões com uma paragem de autocarro a uma distância menor do que 50 metros. Quanto à análise dos TTP, a existência de avanço dos passeios no local da passagem para peões, a localização das paragens de autocarro, a largura para estacionamento, a largura da passagem para peões e o volume pedonal foram variáveis com impactos significativos. A localização da paragem de autocarro e a largura para estacionamento provocaram um efeito no TTP semelhante ao do TTCmin. Os aumentos da largura da passagem para peões e do volume pedonal fazem com que o TTP no início do atravessamento seja superior. Por último, a existência de avanço do passeio nas duas extremidades da passagem para peões parece levar a decisões menos arriscadas por parte dos peões.

Como conclusão principal a retirar da realização deste trabalho, as variáveis destacadas no parágrafo anterior devem merecer especial atenção numa futura análise do comportamento dos peões em atravessamentos usando ambientes virtuais, devendo-se procurar quantificar a influência que estas possam ter tanto no comportamento como no risco para peões, não se desprezando possíveis interações entre elas. No entanto, dada a reduzida dimensão da amostra, no futuro, tenciona-se fazer uma análise idêntica à que é apresentada neste trabalho, baseada nestes e noutros indicadores alternativos para a avaliação de segurança, utilizando pelo menos o dobro das observações e considerando mais passagens para peões, de forma a aumentar variabilidade das variáveis consideradas neste estudo e a obter resultados com uma maior robustez estatística.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho enquadra-se nas atividades do projeto de investigação AnPeB – Análise do comportamento de peões com base em ambientes simulados e sua incorporação na modelação de risco (PTDC/ECM-TRA/3568/2014),

financiado no âmbito do projeto Promover a Produção Científica e Desenvolvimento Tecnológico e a Constituição de Redes Temáticas (3599-PPCDT) e participado pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER, e da bolsa de doutoramento SFRH/BD/131638/2017, financiada pela Fundação para a Ciência e a tecnologia.

6 REFERÊNCIAS

1. ANSR, A.N.S.R., Relatório Anual de Sinistralidade Rodoviária - Vítimas a 30 dias - Ano de 2017. 2018.
2. European Commission, Traffic Safety Basic Facts on Pedestrians. 2018, European Commission, European Road Safety Observatory.
3. Johnsson, C., A. Laureshyn, e T. De Ceunynck, In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. *Transport Reviews*, 2018. 38(6): p. 765-785.
4. Elvik, R., The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis & Prevention*, 2009. 41(4): p. 849-855.
5. Elvik, R. e A. Mysen, Incomplete Accident Reporting: Meta-Analysis of Studies Made in 13 Countries. *Transportation Research Record*, 1999. 1665(1): p. 133-140.
6. Olszewski, P., et al., Pedestrian Safety Assessment with Video Analysis. *Transportation Research Procedia*, 2016. 14: p. 2044-2053.
7. Hayward, J.C., Near miss determination through use of a scale of danger. 1972.
8. Cardoso, J.L., Aplicação da técnica dos conflitos de tráfego em estudos de segurança rodoviária. (1º Relatório). 1992, LNEC: Lisboa.
9. Hydén, C., A Traffic-Conflicts Technique for Determining Risk. 1977: University of Lund.
10. Cooper, P.J. Experience with Traffic Conflicts in Canada with Emphasis on “Post Encroachment Time” Techniques. in *International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques*. 1984. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
11. Várhelyi, A., Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: a case study. *Accident Analysis & Prevention*, 1998. 30(6): p. 731-743.
12. Cafiso, S., et al. Crosswalk safety evaluation using a pedestrian risk index as traffic conflict measure. in *Proceedings of the 3rd International Conference on Road safety and Simulation*. 2011.
13. Jackson, S., et al., Flexible, Mobile Video Camera System and Open Source Video Analysis Software for Road Safety and Behavioral Analysis. *Transportation Research Record*, 2013. 2365(1): p. 90-98.
14. Saunier, N., T. Sayed, e K. Ismail, Large-Scale Automated Analysis of Vehicle Interactions and Collisions. *Transportation Research Record*, 2010. 2147(1): p. 42-50.
15. Archer, J., Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling : a study of urban and suburban intersections, in *Trita-INFRA*. 2005, KTH: Stockholm. p. xvi, 254.
16. Kaiser, M.K. e H. Hecht, Time-to-passage judgments in nonconstant optical flow fields. *Perception & Psychophysics*, 1995. 57(6): p. 817-825.
17. Cohen, L. e M. Holliday, Statistics for social sciences. Rural health in Jamaica: examining and refining the predictive factors of good health status of rural residents. *Rural and Remote Health*, 1982. 9: p. 1116.