

O que é par



VIII  
Edição

# Vertentes e Desafios da Segurança

Leiria, Portugal



Outubro, 2018

Editores: Miguel Corticeiro Neves, Mónica Alexandra Camarada, Ângela Leal, Marco Marques da Silva, Humberto Morgado, Joaquim Álvaro, Alda Castelão, Rita Morgado, Ismael Ramos, Núria Ferreira, Tiago Venda, Hilário Manuel Louro, Ricardo Vieira Santos, Yuri Calado, Isa Marques, Manuela Constantino, José Luís Pinto, Fabiana Pinto, Pedro Reis, Cristina Onofre, Tiago Bolonha, Edgar Queirós, Margarida Duque, Carolina Oliveira, Paulo Marques, Florbela Moreira, Cláudia Antunes, Sandra Santos, Mariana Fernandes, Telma Marcelino, Ana Gameiro, Samuel Alexandre, Ismael Neves, Andiolina Coracini

Ficha Técnica

Título: Vertentes e Desafios da Segurança 2018

Editores:

Corticeiro Neves, M.; Camarada, M.; Leal, A.; Silva, M.; Onofre, C.; Morgado, H.; Álvaro, J.; Castelão, A.; Morgado, R.; Ramos, I.; Marques, I.; Constantino, M.; Louro, H.; Vieira Santos, R.; Calado, Y.; Pinto, J. L.; Venda, T.; Pinto, F.; Neves, I.; Ferreira, N.; Reis, P.; Bolonha, T.; Queirós, E.; Duque, A. M.; Oliveira, A. C.; Marques, P.; Moreira, F.; Antunes, C.; Santos, S.; Fernandes, M.; Alexandre, S.; Gameiro, A.; Marcelino, T.; Coracini, A.

Data: Outubro de 2018

Editora: ASVDS – Associação Vertentes e Desafios da Segurança

Impressão e acabamento: Simões & Linhares, Lda.

ISBN: 978-989-20-8717-1

Depósito Legal: 447280/18

## **Níveis de iluminação em passadeiras: um estudo de caso** *Illumination levels in pedestrian crosswalks: a case study*

Silva, N.<sup>1</sup> / Sousa, R.<sup>1</sup> / Rodrigues, M.<sup>1</sup>

### Resumo

*A iluminação junto das passadeiras é considerada um dos principais fatores de risco associados à ocorrência de acidentes por atropelamento. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a iluminação em passadeiras sem controlo de travessia por semáforo numa região do Norte do país. Neste estudo foram caracterizadas 27 passadeiras. Foram recolhidos os valores da iluminância vertical e horizontal médios. Os resultados mostraram que em todas as passadeiras caracterizadas os níveis de iluminância vertical médios se encontravam abaixo dos valores recomendados (>20lux). Em relação aos níveis de iluminação horizontal médios, parte das passadeiras apresentaram valores abaixo do recomendado (>20lux). As obstruções foram identificadas como um fator que poderá ter influenciado o nível de iluminação das passadeiras, assim como a distância das luminárias à passadeira e ainda o estado de conservação das mesmas. Os resultados sugerem a necessidade de uma maior manutenção dos sistemas de iluminação das passadeiras, bem como um reforço junto às zonas mais perigosas.*

Palavras-chave: *passadeiras; iluminância vertical; iluminância horizontal; peões.*

### Abstract

*Illumination near crosswalks is considered one of the key risk factors related to the occurrence of running overs. The present study aims to characterize the illumination in crosswalks without light-controlled crossings in a North of country region. In this study, 27 crosswalks were characterized. Data about the average of vertical and horizontal illuminance levels were collected. Results showed that all crosswalks had vertical illuminance levels below to the recommended values (>20lux). In what regards to the horizontal illuminance levels, part of the crosswalks had values below to the recommendations (>20lux). Obstructions were identified as a factor which may have influenced the illumination levels in the crosswalks, as well as the distance from luminaires to the crosswalks, as well as their maintenance conditions. Results suggests the need for an improved maintenance of the crosswalks lighting systems as well as an illumination reinforcement in the most dangerous areas.*

Keywords: *crosswalks; vertical illuminance; horizontal illuminance; pedestrians.*

## **1. Introdução**

De acordo com o Relatório Anual de Sinistralidade Rodoviária elaborado pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR, 2014), no ano de 2014 ocorreram em Portugal 30.604 acidentes rodoviários com vítimas, resultando num total de 39.653 sinistrados.

O mesmo relatório aponta como principal causa de sinistralidade a colisão lateral com outro veículo em movimento, seguida do despiste simples e do atropelamento de peões.

Apesar dos valores da sinistralidade rodoviária apontados se revelarem ainda dramáticos, em geral, o número de vítimas na estrada tem diminuído ao longo dos últimos anos, situação que é clara quando comparados os dados dos anos de 2005 e 2012.

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação em Saúde e Ambiente, Escola Superior de Saúde, Instituto Politécnico do Porto, Porto, Portugal. mar@ess.ipp.pt

No entanto, nos últimos anos, apesar dos valores de sinistralidade continuarem inferiores aos observados em 2005, verificou-se um crescimento no número de vítimas nos anos de 2013 e 2014 (ANSR, 2014).

O atropelamento de peões tem sido um dos tipos de acidentes rodoviários que mais tem suscitado atenção nos últimos anos. Isto porque a maioria das vítimas resultam do atropelamento em passadeiras dentro das localidades, situação que no ano de 2014 esteve na origem num total de 2.161 vítimas, das quais 13 foram vítimas mortais, 156 feridos graves e 1.992 feridos ligeiros (ANSR, 2014).

Face a esta problemática, diversos estudos têm-se centrado na análise das principais causas de atropelamento nas passadeiras (ver por exemplo Olszewski *et al.*, 2015; Lee & Abdel-Aty, 2005; Sze & Wong, 2007; Tay *et al.*, 2011; Mohamed *et al.*, 2013). Olszewski *et al.* (2015), através de um trabalho de revisão, apontou como principais causas a idade avançada dos peões, a elevada velocidade dos veículos, más condições climatéricas e ainda o período noturno, devido à existência de iluminação reduzida.

Entre as diversas causas associadas ao atropelamento de peões nas passadeiras, os níveis reduzidos de iluminação ambiente nas estradas são considerados um dos maiores responsáveis pela ocorrência de acidentes que resultam em fatalidades (Tay *et al.*, 2011). De facto, um ambiente noturno é caracterizado por níveis de iluminação reduzida, situação que leva à degradação das funcionalidades de foco visual por parte dos condutores, cuja função é facilitar a capacidade de reconhecer e responder aos obstáculos que se apresentam nas estradas (incluindo os peões) (Mohamed *et al.*, 2013). Aqui, a qualidade da iluminação pública desempenha um papel fulcral na redução dos atropelamentos, facilitando a identificação pelo condutor dos peões. O seu principal objetivo é aumentar o alcance visual proporcionado pelos faróis dos veículos no período noturno.

Estudos provam que a iluminação das estradas aumenta a segurança, reduzindo a frequência dos acidentes ao melhorar a visualização dos condutores (Elvik, 1995; Bullough *et al.*, 2013). A Comissão Internacional da Iluminação (CIE), através de um estudo que incluía uma análise antes e o após a instalação de iluminação nas estradas, bem como a sua melhoria, abrangendo um total de 15 países, mostrou que com a melhoria da iluminação ocorreu uma redução em 30% no número de acidentes durante o período noturno (Donnell *et al.*, 2010).

Face ao exposto, e considerando a escassez de estudos nesta temática, nomeadamente em Portugal, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a iluminação nas passadeiras sem controlo de travessia por semáforo, através de um estudo de caso realizado numa região do Norte de Portugal.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Seleção das passadeiras em estudo**

Para o desenvolvimento do presente estudo foi selecionada uma região do Norte de Portugal que incluísse áreas urbanas e semi-urbanas.

Através do sistema de georreferenciação, QGIS versão 2.14.1, foi retirado o mapa da região em estudo. Foram selecionadas para análise as passadeiras localizadas em áreas consideradas de maior relevância, nomeadamente, zonas circundantes ao parque de lazer; vias de acesso ao parque; e três zonas próximas de escolas; estrada nacional. Usou-se como critério o facto de serem passadeiras usadas por pessoas de várias idades, incluindo crianças e idosos que frequentam as escolas e o parque de lazer. As áreas selecionadas dispunham de um total de 27 passadeiras sem controlo de travessia por semáforo, as quais foram incluídas no presente estudo e georreferenciadas. Todas as passadeiras estavam marcadas de acordo com os referenciais. Não foram obtidos dados referentes a acidentes nas passadeiras estudadas, ou do número de veículos que atravessam a passadeira diariamente.

## 2.2 Avaliação dos níveis de iluminância

### 2.2.1. Equipamento de medição

Para a recolha dos níveis de iluminância foi usado um luxímetro (Gossen, Mavolux 5032C/B). Considerou-se o equipamento adequado para o estudo uma vez que possui uma gama de leituras entre 0,01 lux e os 199,00 lux, bem como uma resolução de 0,01 lux. Possui ainda um cabo que liga a célula fotoelétrica ao medidor com cerca de 0,5m, permitindo aos avaliadores se posicionarem de modo a não interferir com as leituras. O equipamento encontrava-se devidamente calibrado na altura das medições.

### 2.2.2. Procedimentos de medição

Os procedimentos de medição foram desenvolvidos em função dos objetivos do estudo. Assim, uma vez que não era pretendido avaliar o desempenho do sistema de iluminação, foram avaliados os níveis de iluminância ao nível das passadeiras, envolvendo também iluminação proveniente de outras fontes (ex. lojas, sinalização, etc.). Foi também tido em consideração a existência de obstruções passíveis de causar sombreamento sobre a zona das passadeiras.

Antes de cada medição foram identificadas e caracterizadas as luminárias mais próximas das passadeiras e quantificada a sua distância às mesmas através de uma fita métrica flexível, com alcance máximo de 20 metros. As luminárias foram caracterizadas em relação ao seu estado de manutenção. Foram também registadas informações sobre fontes de iluminação adicionais e possíveis obstruções. As vias foram caracterizadas em relação ao número de faixas e visibilidade.

As medições foram iniciadas pelo menos duas horas após a iluminação pública ser ligada, no sentido de permitir a estabilização da emissão de luz. Para a realização das mesmas teve-se em consideração o disposto na EN13201-4:2003. Foram medidos os níveis de iluminância vertical e horizontal.

Para a seleção dos pontos de amostragem, dividiu-se a passagem para peões em quadrados de um metro quadrado (Figura 1), tendo a célula fotoelétrica do luxímetro sido colocada no centro dos mesmos. Foram posteriormente realizadas avaliações dos níveis de iluminância vertical e horizontal. Para a medição dos níveis de iluminância vertical a célula fotoelétrica foi posicionada na posição vertical, direcionada longitudinalmente, a 1,5m acima do solo. As medições foram realizadas em ambos os sentidos paralelos ao movimento principal dos peões (Bullough, 2009). No que respeita aos níveis de iluminância horizontal, a célula fotoelétrica do luxímetro foi colocada na posição horizontal e ao nível do solo. Quando não era possível colocar ao nível do solo, as medições foram realizadas a um plano até um máximo de 200 milímetros acima do mesmo. Após a estabilização das leituras foram retirados os valores mínimo e máximo de iluminância registados em cada ponto.

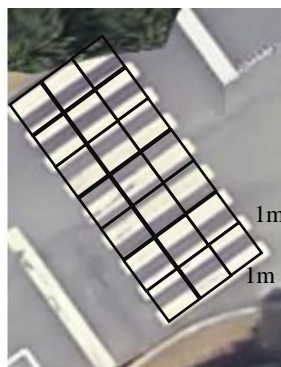


Figura 1: Representação das áreas de medição

### 2.3. Tratamento de dados

Numa fase inicial foram definidas categorias para os níveis de iluminância horizontal e vertical, classificando os mesmos em inaceitável, tolerável e aceitável, de acordo com os seguintes critérios: inaceitável para valores de iluminância inferiores a 10lux, tolerável para valores de iluminância entre os 10lux e os 20lux e aceitável para valores acima dos 20lux. Recorreu-se posteriormente à estatística descritiva para fazer as devidas análises estatísticas dos dados, calculando a média, o máximo, o mínimo e o desvio padrão.

Foi testada a correlação entre os níveis de iluminância vertical e horizontal médios registados e a distância das luminárias à passadeira, recorrendo ao Teste de correlação R-Spearman, uma vez que as variáveis não seguiam uma distribuição normal.

Todos os dados foram estatisticamente tratados com o auxílio do programa IBM *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics Data Editor v23*. Em todas as análises o nível de significância foi fixado em 5%.

## 3. Resultados

### 3.1. Caracterização da iluminação nas passadeiras e suas condições

As passadeiras estudadas foram agrupadas em 5 grandes zonas, tendo em conta o local de relevo presente nas imediações: zona do parque de lazer (3 passadeiras); zonas de acesso ao parque de lazer (9 passadeiras); zona junto da escola 1 (3 passadeiras); zona junto da escola 2 (6 passadeiras); zona da estrada nacional (6 passadeiras).

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos em relação aos níveis de iluminância horizontal e vertical, por zona analisada. No que se refere à iluminância horizontal, a zona da escola 2 foi aquela em que se obtiveram menores valores, tendo sido obtido um  $E_{Hm}$  de 10,99lux ( $\pm 9,52$ lux) e um  $E_{Hmin}$  de 2,53lux. Maiores valores de iluminância horizontal foram obtidos para as passadeiras avaliadas na zona da escola 1, tendo sido observado um  $E_{Hm}$  de 22,52lux ( $\pm 15,17$ lux) e um  $E_{Hmin}$  de 5,05lux. Em relação à iluminância vertical, menores valores foram também observados na zona da escola 2, tendo-se obtido um  $E_{Vm}$  de 5,56lux ( $\pm 4,44$ lux) e um  $E_{Vmin}$  de 1,63lux. Valores superiores foram, identificados na zona da escola 1, tendo sido obtido um  $E_{Vm}$  de 10,87lux ( $\pm 5,62$ lux).

Tabela 1 – Tabela resumo dos níveis de iluminância horizontal e vertical (lux) por zona.

Zona	N	Iluminância Horizontal				Iluminância Vertical			
		$E_{Hm}$	$E_{Hmin}$	$E_{Hmax}$	DP	$E_{Vm}$	$E_{Vmin}$	$E_{Vmax}$	DP
Parque de Lazer	3	16,15	8,23	29,60	11,71	7,70	3,05	12,70	4,83
Acessos ao Parque de Lazer	9	17,72	6,43	30,40	9,00	9,18	3,74	14,33	3,96
Escola 1	3	22,52	5,05	32,32	15,17	10,87	4,61	15,45	5,62
Escola 2	6	10,99	2,53	22,85	9,52	5,56	1,63	12,10	4,44
Estrada Nacional	6	14,13	9,23	22,55	5,79	7,55	5,70	9,29	1,18

**Nota:** N = Número de passadeiras;  $E_{Hm}$  – Níveis de iluminância horizontal médios;  $E_{Hmin}$  – Níveis de iluminância horizontal mínimos;  $E_{Hmax}$  – Níveis de iluminância horizontal máximos;  $E_{Vm}$  – Níveis de iluminância vertical médios;  $E_{Vmin}$  – Níveis de iluminância vertical mínimos;  $E_{Vmax}$  – Níveis de iluminância vertical máximos; DP – Desvio Padrão;

Face aos valores obtidos para os níveis médios de iluminância horizontal e vertical, os mesmos foram classificados em inaceitável (<10lux), tolerável (10-20lux) e aceitável (>20lux) em relação a cada passadeira avaliada. Em relação aos níveis de  $E_{Hm}$ , na zona da escola 2 encontravam-se 63% das passadeiras analisadas com valores inaceitáveis e 37% com valores aceitáveis.

Por outro lado, na zona da escola 1, das passadeiras analisadas, 67% encontravam-se dentro dos valores aceitáveis e apenas 33% foram classificadas como tendo níveis de iluminação horizontal inaceitáveis. Na zona do parque de lazer e da

## Vertentes e Desafios da Segurança 2018

estrada nacional, a classificação das passareiras em relação aos níveis de iluminação horizontal teve uma distribuição similar, sendo que 25% das passareiras encontravam-se dentro do intervalo de valores considerados aceitáveis, 50% dentro dos valores toleráveis e 25% dentro dos valores inaceitáveis. Por último, na zona de acessos ao parque de lazer, 37% das passareiras encontravam-se dentro dos valores aceitáveis, 37% dentro dos valores toleráveis e 30% com valores inaceitáveis.

No que respeita à EVm, todas as passareiras analisadas pertencentes à zona da estrada nacional se encontravam com valores de iluminância vertical médios inaceitáveis, resultando na pior situação analisada. No outro extremo temos as passareiras analisadas na zona da escola 1, onde 90% das passareiras encontravam-se no limite do tolerável, e apenas 10% encontravam-se dentro dos valores inaceitáveis. Na zona do parque de lazer e dos acessos ao parque de lazer, as distribuições das classificações foram iguais, onde 58% das passareiras encontravam-se dentro dos valores toleráveis e 42% com valores inaceitáveis. Por último, na zona da escola 2, grande parte das passareiras (62%) encontravam-se com valores dentro do inaceitável e apenas 38% dentro dos valores toleráveis.

As passareiras foram ainda classificadas em relação ao seu estado de conservação, nomeadamente no que se refere à pintura das zebras, encontrando-se os resultados apresentados na Tabela 2. Os resultados obtidos indicam que 18% das passareiras estudadas encontravam-se em mau estado de conservação, ou seja, muito desgastadas. Verificou-se ainda que grande parte das passareiras analisadas se encontravam em bom estado de conservação (60%), ou seja, apresentavam um reduzido desgaste da pintura das zebras, e apenas que 22% das passareiras não apresentavam nenhum sinal de desgaste, encontrando-se em excelente estado.

Tabela 2 – Estado de conservação das passareiras por zona.

Zonas	Estado de conservação das passareiras			Total de passareiras avaliadas
	Mau estado	Bom estado	Excelente estado	
Parque de Lazer (N)	1	2	–	3
Acesso ao Parque de Lazer (N)	3	6	–	9
Escola 1 (N)	–	2	1	3
Escola 2 (N)	–	1	5	6
Estrada Nacional (N)	1	5	–	6
<b>Total (%)</b>	18	60	22	100

Das passareiras caracterizadas apenas em 22% existia iluminação provenientes de fontes externas, como de holofotes ou de painéis de publicidade de estabelecimentos como cafés ou pavilhões de lazer. Por outro lado, em 30% das passareiras foram observadas obstruções à incidência da iluminação pública sobre as passareiras, ainda que ligeiras (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de passareiras com fontes de iluminação provenientes de fontes externas e com obstruções por zona

Zonas	Presença de fontes de iluminação externas	Presença de obstruções	Total de passareiras avaliadas
Parque de Lazer (N)	1	1	3
Acesso ao Parque de Lazer (N)	1	3	9
Escola 1 (N)	1	1	3
Escola 2 (N)	-	2	6
Estrada Nacional (N)	3	1	6
<b>Total (%)</b>	22	30	100

Foi também analisada a correlação entre os níveis de iluminância vertical e horizontal médios e a distância das luminárias às passareiras. Verificou-se a existência de uma correlação negativa significativa entre a distância das luminárias às

passadeiras e os níveis de iluminância vertical médios ( $R = -0,715$ ;  $p < 0,001$ ) e os níveis de iluminância horizontal médios ( $R = -0,741$ ;  $p < 0,001$ ), demonstrando que, quanto maior a distância da luminária, menor os níveis de iluminância vertical e horizontal médios.

### 4. Discussão

Os níveis de iluminação adequados para uma zona com passadeira não são consensuais, sendo que desde meados de 1970 estudos têm sido elaborados nesta área. Em relação à iluminação horizontal, Freedman *et al.*, (1975) na década de 70, em parceria com a *Federal Highway Administration (FHWA)*, determinaram que 75 lux era o valor mais adequado para as passadeiras. No entanto, a conclusão desse estudo não foi aceite pela *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* nem pela *Illuminating Engineering Society of North America (IESNA)*. Na sequência deste trabalho, outros estudos foram elaborados. Estudos mais recentes identificaram a iluminação vertical como a mais importante numa passadeira (Bullough, 2009). Segundo orientações recentes esta deve ser de 20 lux (FHWA, 2002; Gibbons & Hankey, 2006; Edwards & Gibbons, 2008), existindo orientações que indicam mesmo 40 lux (Shréder, 2016). De acordo com a IESNA (2000), o mínimo de EV é de 10 lux.

Face ao exposto, os resultados obtidos neste estudo indicaram que, em geral, para a maior parte das zonas avaliadas os níveis de iluminação das passadeiras eram insuficientes. No que respeita aos níveis de iluminância horizontal médios, verificou-se que grande parte das passadeiras avaliadas tinham níveis de iluminação considerados toleráveis (10-20lux) ou inaceitáveis (<10lux), exceto no que concerne às passadeiras situadas na zona da escola 1, onde grande parte das mesmas se encontravam com valores dentro do aceitável (>20lux). Esta situação tem implicações para a segurança dos peões. Uma iluminância horizontal inadequada afeta aspetos como o contraste e o brilho, dificultando a visualização dos peões por parte dos condutores (Bullough, 2009).

Apesar da importância da iluminância horizontal, segundo Bullough (2009), a iluminância vertical é o parâmetro mais importante para assegurar a visualização adequada do peão pelos condutores, no sentido de promover a sua segurança. No entanto, no presente estudo, os níveis de iluminância vertical foram considerados inaceitáveis em grande parte das passadeiras avaliadas, sendo que a zona mais afetada foi a referente à Estrada Nacional (zona com maior fluxo de tráfego automóvel), em que todas as passadeiras foram consideradas com níveis de iluminação insuficientes. As restantes encontravam-se dentro de valores considerados toleráveis (10 - 20lux). O facto de os valores de iluminância vertical médios serem baixos coloca em causa a segurança dos peões, pois afeta a sua visualização por parte dos condutores (Bullough, 2009). Estudos anteriores têm enfatizado que uma iluminação inadequada junto das passadeiras aumenta o risco de colisão entre veículos e peões (ver por exemplo Bullough, 2010; Donnell *et al.*, 2010; Bullough *et al.*, 2013). De acordo com Donnell *et al.* (2010), os acidentes noturnos são amplamente reduzidos em passadeiras bem iluminadas.

As obstruções foram identificadas neste estudo como um potencial fator que influencia o nível de iluminação das passadeiras, pois impedem a incidência de iluminação de forma eficiente. Neste estudo verificou-se que em 30% das passadeiras as luminárias estavam obstruídas por árvores, condicionando a iluminação das passadeiras. Também foi considerado neste estudo a distância das luminárias à passadeira como potencial fator que influencia o nível de iluminância, sendo que, quanto maior for essa distância, menor serão os níveis de iluminância registados. Estas devem ser instaladas a 1 metro de distância das passadeiras e devem ter uma altura entre 5 metros e 6 metros (Shréder, 2016). No entanto, neste estudo verificou-se que várias luminárias se encontravam a uma distância superior,

impossibilitando uma incidência de luz adequada e eficiente, influenciando deste modo os níveis de iluminação das passadeiras. De facto, foi observado que quanto maior a distância da luminária às passadeiras, menores eram os níveis de iluminância horizontais e verticais. Estes resultados vão de encontro ao estudo conduzido por Kostic *et al.* (2009). Os autores enfatizaram a importância da manutenção do meio envolvente à passadeira, bem como das próprias passadeiras e ainda a correta disposição das luminárias, tendo em vista a eficiência da iluminação no local, salvaguardando assim a segurança dos peões e automobilistas.

Outro fator analisado foi o estado de conservação das passadeiras, uma vez que se o mesmo não for o mais adequado afeta aspetos importantes na visualização do peão por parte do condutor, como o brilho e o contraste (Bullough, 2009; Kostic *et al.*, 2009). Verificou-se que apenas algumas passadeiras se apresentavam em mau estado de conservação. No entanto, esta situação aliada aos reduzidos níveis de iluminação poderá estar na origem de locais com elevado risco para os peões.

### 5. Conclusão

Os resultados deste estudo mostraram que, de uma forma geral, os níveis de iluminância vertical e horizontal médios se encontravam abaixo dos valores recomendados, sendo o caso mais grave o da iluminância vertical, tendo sido registado valores abaixo do recomendado em todas as passadeiras caracterizadas, o que coloca em causa a segurança dos peões na travessia das passadeiras.

Tendo em conta que a maioria das vítimas em acidentes rodoviários resulta do atropelamento de peões na passadeira, é essencial que sejam adotadas as devidas medidas de prevenção, procedendo à melhoria da iluminação rodoviária, principalmente nas zonas junto de passadeiras, bem como realizando a devida manutenção nas passadeiras e na zona envolvente, de forma a evitar, por exemplo obstruções à iluminação. No entanto as medidas não passam só pela iluminação em si e a manutenção das passadeiras, é também importante consciencializar os peões a adotarem um comportamento correto no ato da travessia de uma passadeira. Os automobilistas devem também ser alvo de sensibilização, pois também é importante que estes adotem um comportamento de precaução quando se aproximam de uma zona com passadeiras.

### 6. Referências

- ANSR (2014). Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. Obtido de <http://www.ansr.pt/>
- Bullough, J.D. (2009). Design and evaluation of effective crosswalk illumination (Doctoral dissertation, Rensselaer Polytechnic Institute).
- Bullough, J.D. (2010). Lighting Answers: Dynamic Outdoor Lighting. National Lighting Product Information Program. Troy, NY.
- Bullough, J.D., Donnell, E. T., & Rea, M. S. (2013). To illuminate or not to illuminate: Roadway lighting as it affects traffic safety at intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 53, 65–77.
- Donnell, E.T., Porter, R.J., & Shankar, V.N. (2010). A framework for estimating the safety effects of roadway lighting at intersections. *Safety Science*, 48(10), 1436–1444.
- Edwards, C., Gibbons, R. (2008). The relationship of vertical illuminance to pedestrian visibility in crosswalks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2056, 9-16.
- Elvik, R. (1995). Meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure. *Transportation Research Record* 1485, 112–123.
- EN 13201-4:2003. Road Lighting Part 4: Methods of Measuring Lighting. CEN, Brussels

## Vertentes e Desafios da Segurança 2018

- Federal Highway Administration (FHWA). (2002). Pedestrian Facilities User's Guide: Providing Safety and Mobility, FHWA-RD-01-102. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- Freedman M, Janoff MS, Koth BW, McCunney W. (1975). Fixed Illumination for Pedestrian Protection: User's Manual, FHWA-RD-76-9. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- Gibbons R, Hankey J. (2006). Influence of vertical illuminance on pedestrian visibility in crosswalks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1973), 105-112.
- Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). (2000). American National Standard Practice for Roadway Lighting, IESNA-RP-8-00. New York: Illuminating Engineering Society of North America.
- Kostic, M., & Djokic, L. (2009). Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. *Energy*, 34(10), 1565–1572.
- Lee, C., Abdel-Aty, M. (2005). Comprehensive analysis of vehicle–pedestrian crashes at intersections in Florida. *Accident, Analysis Preventions* 37, 775–786.
- Mohamed, M.G., Saunier, N., Miranda-Moreno, L.F., Ukkusuri, S.V. (2013). A clustering regression approach: a comprehensive injury severity analysis of pedestrian–vehicle crashes in New York, US and Montreal, Canada. *Safety Science* 54, 27–37.
- Olszewski, P., Szagała, P., Wolański, M., & Zielińska, A. (2015). Pedestrian fatality risk in accidents at unsignalized zebra crosswalks in Poland. *Accident; Analysis and Prevention*, 84, 83–91.
- Shréder, U. (2016). Urbis Shréder. Obtido de <http://www.schreder.com/gbu-en/LearningCentre/HowToLight/Pages/How-to-light-Pedestrian-crossings.aspx>.
- Sze, N.N., Wong, S.C. (2007). Diagnostic analysis of the logistic model for pedestrian injury severity in traffic crashes. *Accident, Analysis Preventions* 39, 1267–1278.
- Tay, R., Choi, J., Kattan, L., Khan, A. (2011). A multinomial logit model of pedestrian–vehicle crash severity. *International Journal of Sustainable Transportation* 5, 233–249.