

# SINISTRALIDADE COM VELOCÍPEDES: UM PROBLEMA EMERGENTE

Frederico P. M. Vaz<sup>1</sup>, João M.P. Dias<sup>1</sup> e Paulo Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IDMEC, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

email: francisco.pauloricardo@gmail.com <http://www.dem.ist.utl.pt/acidentes>

---

## Sumário

Apesar dos acidentes envolvendo velocípedes terem um peso ainda reduzido na sinistralidade rodoviária portuguesa é expectável que, com o aumento da utilização da bicicleta como meio de transporte este peso venha a aumentar. Neste trabalho, é realizada uma análise estatística dos acidentes com vítimas envolvendo velocípedes, entre os anos de 2007 e 2010, de forma a caracterizar a sinistralidade com este tipo de veículo. Desta análise destaca-se que as colisões frontais e laterais têm um peso significativo na sinistralidade, mas em termos de gravidade a mais grave é a colisão de traseira. Desse modo foram realizadas simulações computacionais com modelos biomecânicos para a análise das lesões. Dessa análise resultou a recomendação de que a velocidade máxima deve ser limitada a 30 km/h nas vias de circulação partilhada, e nas vias em que se aplicar o limite geral de velocidade estas devem ser separadas com a criação de ciclovias. Neste trabalho é ainda apresentado o resultado de um inquérito realizado em Lisboa, que ilustra que os Lisboaetas estão recetivos à utilização da bicicleta como meio de transporte desde que sejam criadas medidas de segurança. São ainda propostas, neste trabalho, algumas medidas relativas à via que promovam a utilização da bicicleta mas também a sua segurança.

---

**Palavras-chave:** Reconstituição Científica de Acidentes; Simulação Computacional; Bicicletas em Lisboa.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a sinistralidade rodoviária tem-se reduzido significativamente em Portugal, no entanto, no entanto esta redução não se tem verificado no caso dos velocípedes sendo de considerar que nos próximos anos com a crescente utilização da bicicleta como meio de transporte possa mesmo aumentar. Num trabalho científico recente [1] Portugal apresenta o rácio mais elevado de mortalidade por quilómetro percorrido para ciclistas (Fig. 1). Este é um dos aspetos que se pretende analisar neste trabalho.

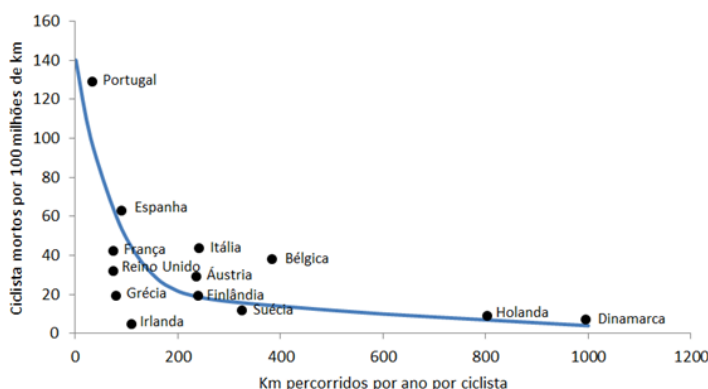


Fig. 1. Mortalidade de ciclistas por quilómetro percorrido nalguns países europeus.

Neste trabalho pretende-se analisar as causas da sinistralidade com velocípedes, desenvolver métodos de reconstituição científica de acidentes que permitam simular e reconstituir computacionalmente este tipo de acidentes e também analisar a influência de parâmetros como a velocidade para os cenários mais comuns de acidente. O desenvolvimento de modelos de reconstituição

rigorosos para o estudo de acidentes com ciclistas é um tópico com interesse atual. Quando o ciclista é vítima de um atropelamento, as suas características físicas e as características do veículo que o atropelou afectam decisivamente a distância de projecção e os índices biomecânicos (relacionados com o nível de lesões) do ciclista. O trabalho apresentado neste artigo tem por base a tese de mestrado de Frederico Vaz [2]. Neste trabalho são também apresentados, o resultado de um inquérito realizado na cidade de Lisboa sobre a utilização da bicicleta e as condições de segurança para a sua utilização e algumas medidas para melhorar a segurança das vias.

## 2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DE ACIDENTES COM CICLISTAS

Para a caracterização da sinistralidade com velocípedes recorreu-se à base de dados dos acidentes com vítimas envolvendo bicicletas no período de 2007-2010 da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária ANSR [3]. Esta análise estatística foi realizada a fim de avaliar a influência de factores como sexo, idade, configuração de colisão, localização, uso do capacete, entre outros. O número de mortos e feridos graves para as diferentes categorias em 2010 é apresentada na Tabela 1, como também o número total de vítimas, incluindo ferimentos leves.

Quadro 1. Vítimas em 2010 por categoria de veículo

	Bicicletas	Ligeiros	Pesados	Motociclos
Mortos	27	390	13	112
Feridos Graves	64	1408	44	337
Total de vítimas	1147	31330	824	3864
Feridos Graves por 100 Vítimas	6	4	5	9
Mortos por 100 Vítimas	2	1	2	3

Como se pode observar no Quadro 1, os condutores dos veículos de duas rodas são os mais vulneráveis relativamente a outras categorias, porque se se comparar a proporção de mortes e ferimentos graves por 100 vítimas, observa-se que os números são mais elevados em veículos de duas rodas do que para as outras categorias. A análise estatística entre 2007 e 2010 mostra que não é possível apresentar uma linha de tendência explícito para o número de acidentes, vítimas mortais ou feridos graves, no entanto, comparando o ano de 2010 a 2007, pode-se ver que houve uma redução de 13,75%, 6,9% e 33,3% no número de acidentes com vítimas, mortos e feridos graves, respectivamente (Fig. 2).

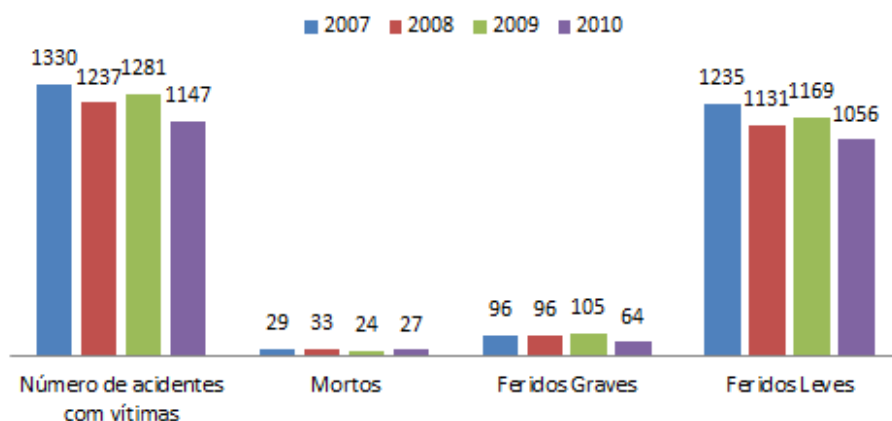


Fig. 2. Evolução do número e severidade de acidentes de bicicleta com vítimas entre 2007 e 2010.

Na figura 3, apresenta-se a distribuição dos acidentes com vítimas, mortos e feridos graves por configuração do acidente. A partir da análise destes resultados, observa-se que a configuração com mais vítimas é a colisão lateral com os outros veículos, representando 44% do total de acidentes. No entanto, a configuração mais severa é a colisão traseira, porque conduz a 30,2% das fatalidades com apenas 11,2% dos acidentes com vítimas.

No que diz respeito às condições de luminosidade, verificou-se que os acidentes mais graves ocorrem à noite, com 37% das mortes mas apenas 17% dos acidentes com vítimas. Este número pode ser explicado pela baixa visibilidade do condutor da bicicleta por outros veículos, mostrando que a visibilidade é um aspeto importante a ter em conta em termos de sinistralidade rodoviária.

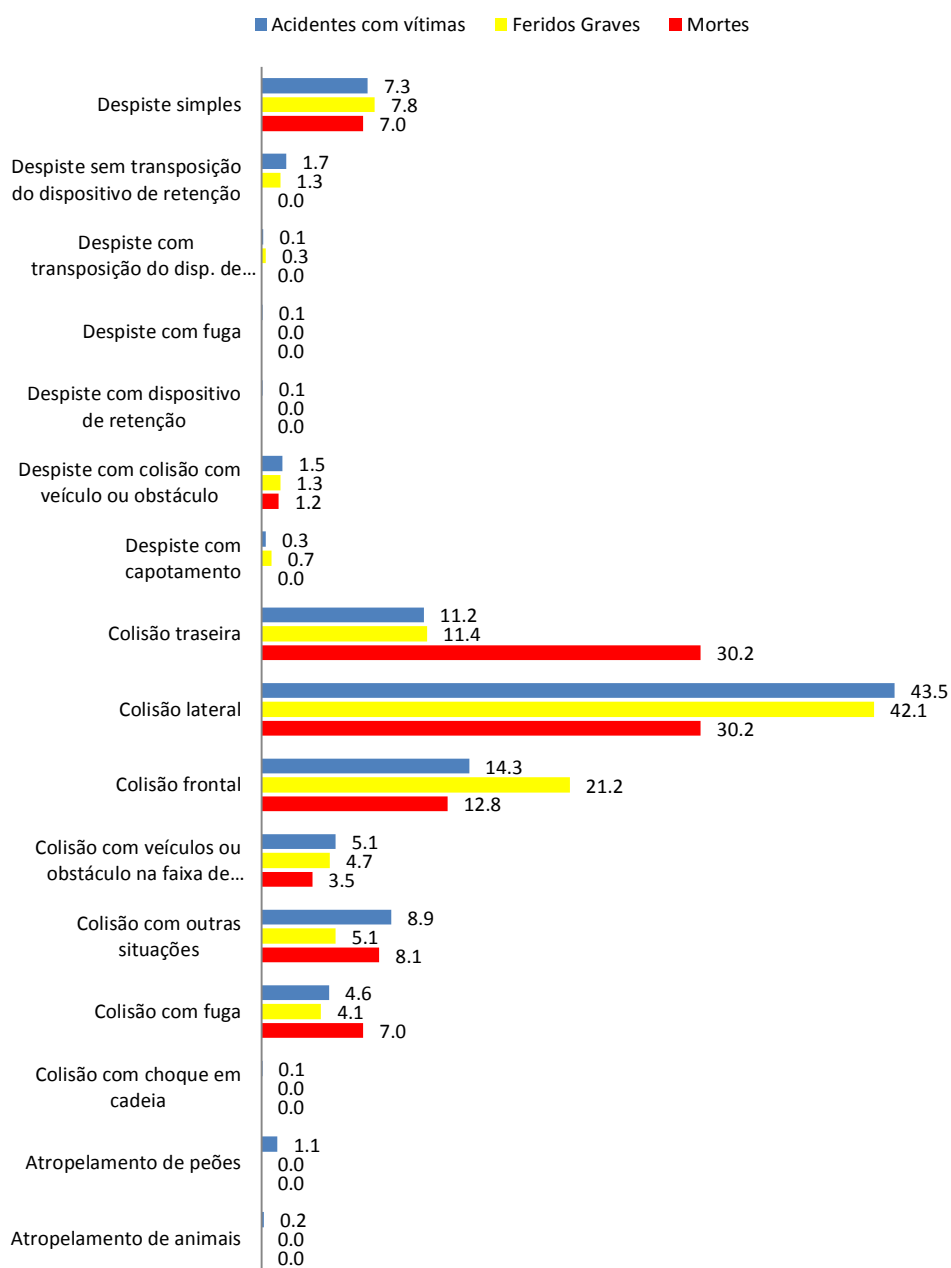


Fig. 3. Distribuição das vítimas mortais, feridos graves e acidentes com vítimas por configuração de acidente no período 2007-2010.

Outro fator importante a ter em conta está relacionado com as condições atmosféricas. A esmagadora maioria dos acidentes com vítimas ocorre em condições de bom tempo (92,4%) contra 6,2% em condições de chuva, o que pode ser explicado pelo facto das pessoas optarem por não usarem a bicicleta como meio de transporte, quando as condições atmosféricas não são favoráveis. É no entanto quando as condições atmosféricas não são favoráveis que gravidade das lesões aumenta consideravelmente (Quadro 2), o que ilustra a importância das luzes e roupas reflectoras devem ser recomendadas ou mesmo obrigatórias para os ciclistas.

Em termos de distribuição territorial, os locais mais problemáticos são áreas urbanas, onde ocorreram 85% dos acidentes com vítimas. É precisamente nas áreas urbanas que deve ser dada especial atenção às condições de circulação e de segurança dos ciclistas.

Quadro 2. Percentagem de vítimas mortais e lesões graves por factor atmosférico.

	Bom tempo	Chuva	Nevoeiro
Percentagem de vítimas mortais relativamente ao número de acidentes com vítimas	2,1%	3,9%	31,6%
Percentagem de lesões graves relativamente ao número de acidentes com vítimas	7,3%	7,1%	10,3%

Desta análise de referir ainda, que os ciclistas envolvidos em acidentes eram maioritariamente do sexo masculino (86%), a idade média são 38 anos e somente 0,47% utilizavam capacete. Uma análise mais detalhada da sinistralidade com velocípedes pode ser encontrada na referência [2].

### **3 MEDIDAS PARA AUMENTAR O USO DA BICICLETA E UM INQUÉRITO SOBRE A SUA UTILIZAÇÃO**

Nos últimos anos, a taxa de motorização tem aumentado em Portugal e hoje em dia existem cerca de 601 veículos automóveis para 1000 habitantes, por isso Portugal é um dos países da EU a 15 com taxas mais elevadas [4]. Devido ao aumento do tráfego é extremamente importante começar a implementar formas alternativas (a pé, de bicicleta, transportes públicos) em vez de tentar adaptar as infra-estruturas rodoviárias, tornando a governação urbana orientada por critérios sustentáveis. Na área metropolitana de Lisboa, os padrões de comportamento de uso excessivo de carros podem ser corrigidos através de uma perspectiva de mobilidade sustentável. O uso da bicicleta como meio de transporte urbano tem uma série de vantagens: i) uma baixa ocupação de espaço urbano e consumo de energia; ii) uma forma completamente limpa de transporte que promove a actividade física; iii) para pequenas distâncias (menos de 8 km) a bicicleta pode ser tão rápida quanto o carro [5]. Por todas as razões discutidas anteriormente, este modo de transporte deve ser considerado no sistema de transportes, e as cidades devem integrá-lo de forma coerente e consistente no sistema de trânsito. Com base na análise da sinistralidade indicada na secção 1 e ainda na análise de lesões e nas simulações computacionais de acidentes analisadas na secção 4 apresentam-se aqui algumas medidas para a redução da sinistralidade.

#### **3.1 MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NAS CIDADES**

Em relação às cidades e localidade em geral, um dos objectivos é a mobilidade e o desenvolvimento sustentável, ou seja, a redução da dependência energética de combustíveis fósseis, emissões de ruído e emissões de gases de efeito estufa, acidentes, etc. É extremamente importante as cidades promoverem um conjunto de iniciativas para encorajar a utilização de modos alternativos, Uma das medidas que pode ser aplicada e não vai exigir mudanças significativas na concepção das estradas, é por exemplo a criação de espaços de paragem exclusivos junto aos semáforos, para que possam ser vistas pelos condutores de veículos motorizados. Existem já cerca de 80 km de ciclovias em Lisboa [7] que permitem aos utilizadores a possibilidade de se deslocarem em segurança dentro da cidade. No entanto, ainda há muito trabalho a ser feito de modo a que este meio de transporte possa desempenhar uma função importante na gestão de um sistema de transporte sustentável. Por razões de segurança, um importante aspecto que deve ser tido em conta está relacionado com o estacionamento lateral, em que os caminhos estão actualmente a ser partilhados. De facto, nos estacionamentos laterais deve ser considerado uma largura maior para reduzir o risco de acidente. Na figura 4, é a identificada a via apropriada, dependendo da velocidade e tráfego registados. A escolha da via a ser implementada dependerá de diversas variáveis, incluindo o volume de tráfego de carros e de bicicletas, a velocidade dos carros, etc. Embora não haja uma regra pré-estabelecida, a escolha da via adequada deve ter em conta a segurança dos utilizadores de bicicletas. Um regime foi aprovado pelo ministério francês dos transportes (CERTU), (Figura 4) que prescreve o tipo de via de acordo com a velocidade e volume de tráfego na respetiva zona [5].

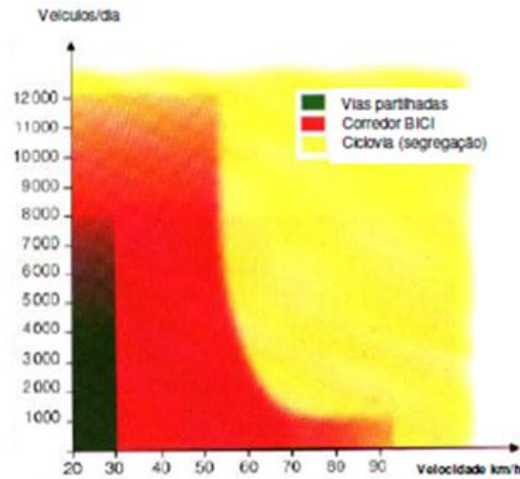


Fig. 4. Esquema que relaciona qual o uso de via a ser utilizado em função da velocidade e do tráfego.

Para a integração completa da bicicleta em áreas urbanas, é muito importante criar condições de forma a permitir o transporte da bicicleta nos transportes públicos. Actualmente, já é possível, mas apenas em algumas partes do dia.

### 3.2 PROPOSTAS PARA A PROMOÇÃO DA BICICLETA NAS CIDADES

Há uma série de soluções que podem ser implementadas nas cidades, a fim de incentivar o uso da bicicleta e torna-la mais segura como meio de transporte. Uma das soluções para as áreas residenciais é incorporar as pistas de bicicletas, onde circulam veículos motorizados, a fim de reduzir a velocidade de veículos motorizados; no entanto, é também importante sinalização, bem como alguns meios físicos (redução do raio de curvatura), de modo a que seja perceptível a existência de bicicletas para todos, a fim de garantir a segurança dos utilizadores. Outra solução é permitir que as bicicletas em sentido proibido mas obviamente esta questão dever ser analisada em termos de segurança rodoviária, no entanto se o limite de velocidade for 30 km/h, como acontece em muitas zonas residências europeias o risco é significativamente mitigado. Na Figura 5 á apresentado um exemplo de ciclovia, que poderia ser implementada com baixos custos.

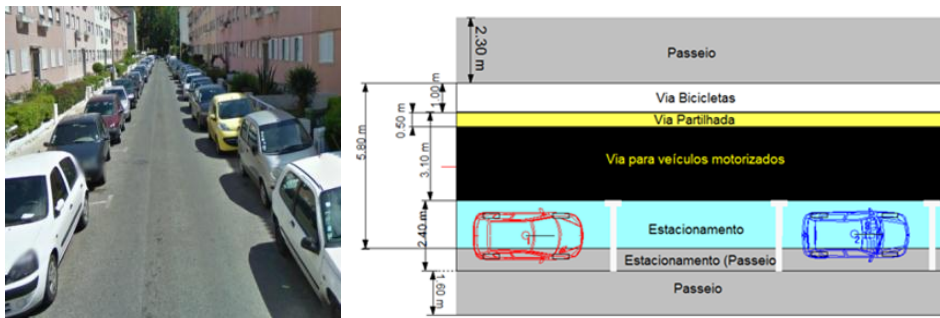


Fig. 5. Exemplo de uma rua onde pode ser implementada uma ciclovia .

Outra medida que pode ser aplicada em localidades é partilhar as vias reservadas aos transportes públicos com bicicletas. A figura 6 é um dos exemplos em que esta medida pode ser aplicada. Esta medida tem sido implementada nalgumas cidades europeias mas representa alguns riscos que devem ser devidamente analisados.



Fig. 6. Exemplo de uma rua em Lisboa onde a faixa de transportes públicos pode ser partilhada com ciclistas.

Outro exemplo específico onde uma ciclovia pode ser aplicada é na Av. 5 de Outubro, onde o tráfego é bastante intenso devido à alta concentração de empresas nesta área, que representa cerca de 15% do emprego total na cidade de Lisboa [7]. Esta solução permite a ligação entre Entrecampos e Saldanha e também irá permitir a acessibilidade de um grande número de pessoas aos seus locais de trabalho. A Figura 7 mostra como esta medida pode ser aplicada neste local específico. Entrecampos é também uma das principais estações de comboios de Lisboa e uma solução de bicicletas comuns pode também ser aplicada.

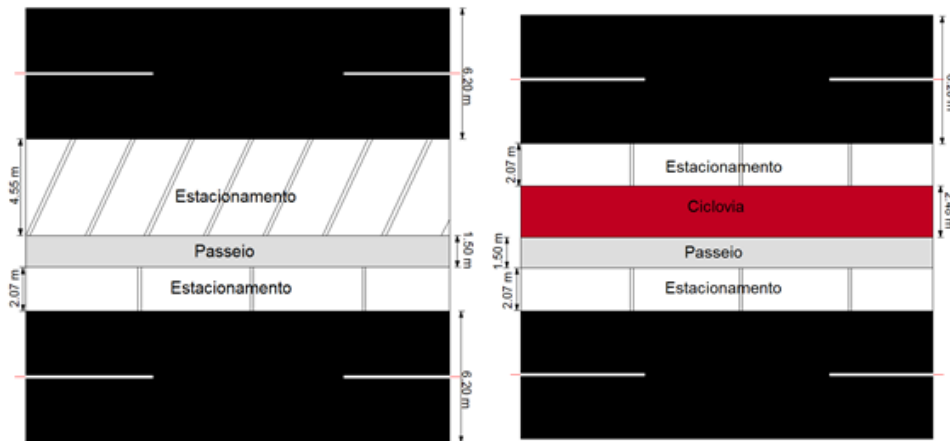


Fig. 7. Exemplo de uma rua em Lisboa onde uma ciclovia pode ser implementada.

Esta medida iria conduzir a uma diminuição do número de lugares de estacionamento de automóveis e pode contribuir para um aumento da utilização dos transportes públicos, reduzindo assim o elevado número de carros na cidade. Finalmente, a última medida a ser sugerida é relacionada com a implementação de um sistema onde se pode alugar bicicletas; desta forma, podemos ter uma redução de tráfego automóvel conduzindo a um desenvolvimento sustentável.

### 3.3 INQUÉRITO SOBRE USO DA BICICLETA EM LISBOA

Um dos problemas identificados acerca do ciclismo em Lisboa pela maioria das pessoas é baseado na geografia acidentada, que seria difícil a circulação de bicicletas. Este argumento pode ser facilmente negado pela figura 8, que representa a topografia de Lisboa.

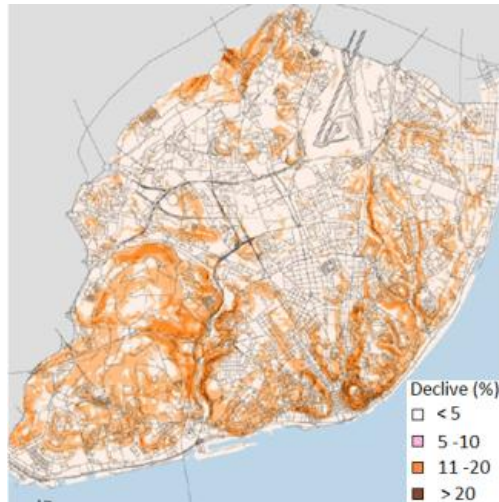


Fig. 8. Distribuição de declives em Lisboa [8]

Como é ilustrado na Figura 8, cerca de 70% da área de Lisboa tem declives que não excedem 5% [8]. Assim, para uma melhor compreensão da opinião das pessoas, foi realizado um levantamento para avaliar o que os cidadãos de Lisboa pensam sobre a implementação da bicicleta como meio de transporte na cidade, bem como conhecer as suas opiniões sobre este problema e que soluções adoptar. Houve 636 respostas a este inquérito, que foi realizada de forma directa nas ruas de Lisboa e através de redes sociais. Os resultados deste estudo revelam que 74% usariam a bicicleta como meio de transporte, se pudessem. No entanto, 68% consideram que a segurança e as infra-estruturas para andar de bicicleta em Lisboa são deficientes, sendo a causa da sua baixa utilização como meio de transporte. Uma das perguntas que foi colocada, foi qual a maior dificuldade para condutores de bicicleta em Lisboa a que 240 pessoas responderam falta de vias para andar de bicicleta e 177 pessoas respondeu tráfego automóvel muito elevado. Essas respostas só confirmam que é extremamente importante fazer esforços para aumentar a utilização de meios alternativos de transporte em vez de tentar adaptar as infra-estruturas rodoviárias. Também foi perguntado qual o tipo de transporte que escolheria para fazer uma viagem de 3 quilómetros e 50% escolheu a bicicleta; pode-se então concluir que a bicicleta será bem aceite pelos cidadãos de Lisboa. Além disso, 88% das pessoas consideram a criação de locais para alugar uma bicicleta como uma boa iniciativa, o que ilustra a importância da existência de bicicletas de utilização partilhada.

#### 4 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE COLISÕES DE TRASEIRA

Estaticamente, a colisão traseira é a causa número um de mortes em acidentes envolvendo bicicletas. Para este tipo de colisão foram realizadas simulações computacionais para analisar o impacto entre a bicicleta e três tipos diferentes de veículos, a fim de avaliar a influência das diferentes características dos carros no condutor da bicicleta. Os carros seleccionados para estas simulações foram o BMW Z4, o Volkswagen Polo e o Audi Q7. Foi utilizado um modelo de carro sem ocupantes, uma vez que esta análise está focada nas lesões do ciclista. Para esta configuração colisão envolvendo uma bicicleta e para cada carro seleccionado, considerou-se quatro posições diferentes, variando o ângulo de impacto entre os veículos (Fig. 9).



Fig. 9. Simulações de colisão traseira: ângulos e locais de impacto considerados

Também foi realizado para cada combinação de ângulo de impacto bicicleta-carro, a análise de duas velocidades diferentes para o automóvel, a fim de avaliar a influência do aumento da velocidade nas lesões. As velocidades que foram consideradas nesta análise foram de 50 km / h, o que corresponde à velocidade máxima permitida dentro das localidades, 30 km /h, o que corresponde ao limite de velocidade utilizado em muitas zonas residenciais de cidades europeias. Para todas as simulações, foi atribuído a uma

velocidade de 12 km /h para a bicicleta, um tempo de reacção de 0,8 s, um coeficiente de atrito de 0,7, um peso de 75 kg e uma altura de 1,75 m para ciclista.

#### 4.1 ANÁLISE E CRITÉRIOS DE LESÃO

Uma lesão ocorre quando o tecido do corpo responde a uma acção exterior. Neste caso, o foco reside na causa mecânica da lesão, uma vez que estas são o resultado directo de um impacto. A resposta biomecânica é a resposta física a uma acção mecânica sobre o corpo. Dessa acção, pode resultar um mecanismo de lesão que pode consistir na compressão, inércia e carga impulsiva. Estes são os três principais mecanismos de lesão, resultantes respetivamente de aceleração lenta, alta, e pico rápido. Nesta análise, assumiu-se que as lesões ocorrem apenas nas zonas mais vitais do corpo humano, ou seja, na cabeça e torso. Foi utilizado o critério de AIS “*Abreviature Injury Scale*” é um critério baseado numa escala anatómica que permite a avaliação e a quantificação da gravidade das lesões diferentes no corpo humano após uma colisão. Foi também utilizado o critério HIC- “*head injury criteria*” que é um critério baseado na aceleração linear da cabeça num dado intervalo.

$$HIC = \left\{ (t_2 - t_1) \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \right\}_{\max} \quad (1)$$

A equação 1 dá o máximo valor possível de HIC, num intervalo  $(t_2 - t_1)$  de 15 ms para um impacto directo ou 36 ms num indirecto. O limite de tolerância de HIC é de 1000 para um impacto indirecto e 700 para um directo. As lesões do tronco podem ser quantificadas por critérios diferentes, dependendo dos mecanismos de lesão. O critério TTI - *Thorax trauma index* é um critério baseado na aceleração e fornece informações sobre as lesões de impacto lateral. O limite de tolerância TTI é 100g.

$$TTI = 1.4 \times Age + 0.5 \times (RIB_y + T12_y) \times \frac{M}{M_{std}} \quad (2)$$

Estes critérios foram avaliados para cada configuração de colisão.

#### 4.2 RESULTADOS

Em colisões envolvendo veículos de duas rodas, o corpo do ciclista é frequentemente projectado. Após as simulações terem sido realizadas, as acelerações na cabeça e no tronco foram analisadas, pois estas áreas são as mais críticas e passíveis de sofrer ferimentos graves. Os resultados das simulações são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3. Critério HIC, e acelerações do torso em função do ângulo de impacto e características dos veículos.

Impacto na zona frontal lateral do veículo							
Colisão		BMW		VW		AUDI	
Velocidade	Ângulo	HIC	Acel. Torso	HIC	Acel. Torso	HIC	Acel. Torso
30	-30	204,0	28,5	70,4	19,6	48,9	34,2
	0	46,5	27,9	58,8	19,5	188,9	42,6
	30	110,7	16,0	29,3	18,8	230,5	39,2
	60	297,4	16,6	448,1	28,3	742,5	34,3
	90	60,9	12,9	48,7	35,3	556,8	17,9
50	-30	26,15	13,3	1133,1	18,4	1473,04	41,5
	0	4387,5	33,6	4387,5	30,0	4387,5	34,6
	30	881,5	40,2	821,7	42,2	900,8	20,6
	60	1896,3	36,1	1832,1	30,7	3713,4	50,4
	90	791,14	37,2	1163,3	30,3	3474,5	54,4



Impacto na zona frontal central do veículo							
Colisão		BMW		VW		AUDI	
Velocidade	Ângulo	HIC	Acel. Torso	Velocidade	Ângulo	HIC	Acel. Torso
30	0	40,33	16,1	46,3	38,8	55,9	24,0
	30	177,57	33,7	47,9	21,9	134,9	32,0
	60	48,91	30,3	21,2	30,2	13,13	17,0
	90	89,7	19,7	22,2	17,1	177,7	28,3
50	0	2954,7	37,7	4463,6	44,5	4463,6	19,6
	30	1067,8	32,3	771,2	26,3	2012,7	36
	60	377,2	64,9	187,9	49,4	3188,5	24,1
	90	52,3	17,0	23,5	20,1	395,6	20,84

Verifica-se que o impacto da bicicleta com qualquer dos tipos de carros a uma velocidade de 50 km/h origina valores de aceleração elevada na cabeça, o que indica uma elevada probabilidade de ferimentos graves ou mesmo a morte do condutor da bicicleta. Após a análise dos resultados obtidos para cada situação simulada, verificou-se que, para uma velocidade de 50 km/h, o valor de HIC excedeu o limite máximo em quase todas as situações, por conseguinte, é de extrema importância a redução do limite de velocidade máxima em áreas urbanas para 30 km/h, uma vez que, para essa velocidade, os valores de HIC são significativamente mais baixos.

## 5 CONCLUSÕES

Foi possível determinar a partir da análise estatística, que as colisões frontais e laterais são a configuração mais frequente de acidentes, com 43,5% e 14,3% das vítimas respectivamente. No entanto, as configurações de acidentes com maior contribuição para a ocorrência de mortes são a colisão traseira e lateral com 30,2% cada. A redução da gravidade das lesões das colisões laterais e de traseira passa pela redução da velocidade de circulação nas zonas em que existam vias partilhadas com bicicletas para os 30 km/h e nas vias em que seja necessário por razões de mobilidade e de distribuição de tráfego manter os 50 km/h devem ser tomadas medidas de criação de ciclovias que permitam a separação da circulação das bicicletas em relação aos outros veículos. Outros fatores que contribuem para o aumento da gravidade das lesões são as condições ambientais e da luz. No caso de condições de luz, há um maior risco de ser ferido durante a noite, enquanto em condições ambientais o risco de mortes aumenta 15 vezes com nevoeiro, pelo que se recomenda a implementação de medidas que aumentem a visibilidade e conspicuidade dos ciclistas. O uso da bicicleta como meio de transporte nas cidades não é fácil de implementar e também não é pacífica. Assim, além da criação de infra-estruturas para apoiar o ciclismo, especialmente em termos de ciclovias e estacionamento, a melhoria da ligação entre os transportes públicos e as bicicletas desempenha um papel importante, de modo a permitir a possibilidade de viajar através da cidade de uma ponta a outra, sem grande esforço e de uma forma saudável e segura. Este trabalho mostrou alguns exemplos de várias ruas em Lisboa que podem ser adaptadas para as bicicletas, bem como, algumas medidas que podem ser implementadas para assegurar uma melhoria na gestão e reordenamento do espaço público na cidade de Lisboa, nomeadamente a nível de medidas de acalmia de tráfego, ciclovias, vias partilhadas e a criação de bicicletas de uso partilhado. Um inquérito também foi realizado para determinar o que os cidadãos de Lisboa pensam sobre a implementação da bicicleta como meio de transporte em Lisboa. Cerca de 50% consideram que é uma boa ideia e que escolheriam a bicicleta para deslocar-se na cidade. No entanto 70% acham que as condições de segurança e infra-estruturas são deficientes. Um conjunto de simulações computacionais com diferentes tipos de veículos foi também realizado para avaliar os danos sofridos pelo condutor da bicicleta numa colisão de traseira (tipo de colisão com o maior índice de gravidade), como uma função do ângulo de impacto entre uma bicicleta e um veículo ligeiro, a duas velocidades diferentes, nomeadamente 30 km/h e 50 km/h. A partir da análise dos resultados e para uma velocidade de 50 km/h, verificou-se que as lesões do condutor da bicicleta são muito significativas, resultando em lesões graves ou mesmo na sua morte, o que confirma a importância na redução da velocidade máxima permitida para 30 km/h nas zonas em que existem vias partilhadas.

## 6 REFERÊNCIAS

1. F. Wegman, F. Zhang & A. Dijkstra , How to make more cycling good for road safety?, *Accident Analysis & Prevention*. 44(1), 19-29, 2012.
2. F. Vaz, Simulação e Reconstituição de Acidentes com Velocípedes, Tese de Mestrado em Eng<sup>a</sup> Mecânica, Instituto Superior Técnico, 2012.
3. Base de dados de acidentes com veículos motorizados e velocípedes, *Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária*, 2010.
4. E Caramalho., “Na cauda da Europa”, *Passageiros & Mobilidade Transportes* em revista, 38, 2006
5. Federação Portuguesa de cicloturismo e utilizadores de bicicleta, “A bicicleta e Mobilidade Sustentável em Lisboa”, 2008
6. M. Räsänen, H. Summala, Attention and expectation problems in bicycle car collisions: an in depth study, *Accident Analysis & Prevention*, 30 (5), 657-666, 1998.
7. Rede de Percursos e corredores, Câmara Municipal de Lisboa, em [www.cm-lisboa.pt](http://www.cm-lisboa.pt).
8. J.Viegas, O Desafio da mobilidade, Câmara Municipal de Lisboa, 2005.
9. P. Ssntos, “Contribuição do modo BICI na gestão da mobilidade urbana”, Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2009.
10. S. Datentechnik, *PC-Crash version 9.0*, Road Accident reconstitution *software*
11. H, Jackson, Drag Factors in Spins and on Hills. Jackson Hole Scientific Investigations by John Daily 2002.
12. J. K Kim., S. Kim, G. F., Ulfarsson, L.A Porrelo, “Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents”, *Accident Analysis & Prevention*, 39 (2), 238-251, 2007.