

FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO AUMENTO DAS LESÕES DOS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE DUAS RODAS MOTORIZADOS

Kenny Santos¹, João P. Dias¹, Conceição Amado² e Joana Sousa²

¹IDMEC, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

email: Kenny.santos@tecnico.ulisboa.pt

²CEMAT, Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Sumário

Os acidentes envolvendo veículos de duas rodas motorizados representam cerca de 21% das vítimas nas estradas portuguesas. É pois, do interesse do ponto de vista de segurança rodoviária conhecer os fatores de risco nestes acidentes. Em Portugal em 2015, por 1000 veículos em circulação há 9.5 vezes mais mortes em acidentes com VDRM (Veículos de Duas Rodas Motorizados) do que com veículos ligeiros. Com uma análise de estatística descritiva a todos os acidentes com vítimas de VDRM que ocorreram em Portugal entre 2010 e 2015, e aplicando uma regressão logística ordinal a esse conjunto de acidentes determinaram-se os fatores de risco que aumentam a gravidade das lesões. Excesso de álcool, acidentes em dias de descanso e a não utilização do capacete representam alguns dos fatores de risco associados ao aumento das lesões em acidentes envolvendo VDRM.

Palavras-chave: Veículos de duas rodas motorizados; fator de risco; segurança rodoviária; estatística; regressão logística ordinal.

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, cerca de um quarto das mortes na estrada pertencem a acidentes com motociclos envolvidos [1]. Na União Europeia no ano de 2014, 17% das mortes nas estradas pertencem aos veículos de duas rodas motorizados (VDRM), que incluem os motociclos e os ciclomotores [2]. Em Portugal esse número é cerca de 21 % [3]. Como se pode verificar no Quadro 1 apesar da grande redução do número de mortes em acidentes rodoviários entre 2001 e 2014 nos acidentes que ocorreram na Europa dos 15, o número de mortes ainda continua muito elevado e a redução do número de mortes em acidente com veículos ligeiros foi mais do dobro da redução de mortes em acidentes com motociclos [2].

Quadro 1 – Mortes em acidentes rodoviários na Europa dos 15 (2001-2014).

	Número de mortes 2001	Variação 2001-2014	Número de mortes 2014
VDRM	6.812	-44,29%	3.795
Motociclos	4995	-30,79%	3457
Veículos ligeiros	21958	-63,55%	8003

Como utentes vulneráveis, os ocupantes de motociclos têm mais 30 vezes das chances de morrer num acidente rodoviário quando comparados com ocupantes de veículos ligeiros [4] e deste modo este tipo de utentes representa um grande problema em termos de sinistralidade rodoviária.

Entre 1990 e 2014, em Portugal, verificou-se um decréscimo no número de mortes em acidente rodoviários envolvendo ciclomotores e motocicletas de 94.5% e 14.2%, respetivamente. No entanto, entre 2013 e 2014 apenas se verificou uma redução nos números anteriores para o caso dos acidentes com ciclomotores pois ocorreu um aumento de 16.7% das mortes em acidentes com motocicletas [5]. O aumento de mortes em acidentes com motocicletas não se verificou apenas entre 2013 e 2014. Como se pode verificar no Quadro 2, entre 2014 e 2017, ocorreu um aumento no número de mortes em acidentes com VDRM, um aumento da percentagem de mortes em acidentes com VDRM, um aumento do número de vítimas em acidentes com VDRM por dia que por sua vez está ligado ao aumento do número de acidentes com VDRM com vítimas [6].

Quadro 2 – Mortes com VDRM em Portugal (2001-2014).

	Mortes VDRM	% mortes VDRM de todas as mortes em acidentes	Vítimas VDRM por dia	Acidentes com vítimas de VDRM
2014	134	21.0%	18.7	6843
2015	115	19.4%	20.6	7552
2016	103	18.3%	20.9	7641
2017	149	24.7%	24.4	8921

A redução da sinistralidade rodoviária nos últimos anos em Portugal não se tem refletido de forma tão acentuada nos VDRM que continuam a representar níveis de sinistralidade preocupantes. Além do elevado índice de gravidade, mortes por 100 vítimas de acidente, dos acidentes envolvendo VDRM, apenas menor que acidentes envolvendo veículos pesados e atropelamentos, é este o tipo de veículo que tem mais mortes associadas por 1000 veículo em circulação entre 2010 e 2015.

2 ESTADO DA ARTE

A aplicação de métodos estatísticos avançados para analisar os fatores de risco em certos fenómenos têm sido usados em diferentes áreas da ciência. No caso dos acidentes rodoviários, neste caso acidentes com VDRM, é de elevada importância determinar os fatores de risco associados ao aumento das lesões dos condutores de VDRM.

Vaelent *et al.* [7] aplicaram uma regressão logística incondicional a uma base de dados de acidentes que ocorreram na província de Udine, Itália, entre 1991 e 1996. Foram determinados os fatores de risco para acidentes mortais em acidentes com veículos ligeiros, camiões, motocicletas, ciclomotores, velocípedes e atropelamentos. No caso de acidentes com motocicletas, foi determinado que não usar o capacete, acidentes que ocorram à tarde, de madrugada, no outono e primavera aumentam as chances de ocorrer uma morte. Não usar o capacete, condutores com menos de 18 anos, acidentes em estrada municipais ou fora de localidades, acidentes que ocorram à noite e no inverno, colisão contra objetos estacionários, despistes e atropelamentos aumentam o risco de morte em caso de um acidente de ciclomotor.

No estudo [8] é apresentada uma análise de 27570 acidentes de motocicletas em Singapura entre 1992 e 2000. Um modelo *ordinal probit* foi utilizado para determinar os fatores que influenciam as lesões nos condutores de motocicletas em caso de acidente. Foi determinado que o motociclista não ter nacionalidade da Singapura, motocicletas mais potentes, luzes do motociclo apagadas durante o dia, atropelamentos e colisões com objetos estacionários, conduzir durante a madrugada e conduzir com um passageiro, aumentam a probabilidade de lesões mais graves em caso de acidente.

De uma zona urbana e rural do Taiwan, um grupo de 1729 estudantes do último ano do ensino secundário, que conduziam motocicletas, foram analisados durante 20 meses. Para determinar o risco de envolvimento num acidente em função do tempo foi utilizado um modelo de intensidade multiplicativa de Anderson-Gill. O estudo [9] determinou que há um risco menor dos estudantes estarem envolvidos em acidentes quando têm mais experiência de condução e quando têm carta de condução de veículos ligeiros. Há um aumento do risco de envolvimento em acidentes quando os estudantes consomem bebidas alcoólicas ou quando violam o código da estrada.

Em [10] foram analisados despistes que ocorreram entre 1999 e 2000 em Hong Kong. Através de uma regressão logística com seleção de variáveis *stepwise* foi concluído que para acidentes com motociclos envolvidos o risco de lesões mais graves aumenta com o aumento da idade dos veículos, com acidentes que ocorram durante a semana e com acidentes que ocorram à noite.

Os fatores que influenciam a gravidade das lesões dos condutores de motociclos e ciclomotores, em caso de acidente, em Barcelona, entre 2002 e 2008, foram determinados no estudo [11] através de um regressão logística multinomial prestando especial atenção aos casos de congestionamento da cidade. Os resultados mostraram grande vulnerabilidade dos utilizadores de VDRM, especialmente dos utilizadores de motociclos. Outros fatores de risco determinados estão associados com o género do condutor, o excesso de velocidade, a largura da via e o consumo de bebidas alcoólicas. Por fim, a congestão nas vias está relacionada com menores chances de lesões graves do condutor do motociclo.

O algoritmo de Robertson e Drummer foi aplicado a um conjunto de 352177 acidentes de VDRM que ocorreram em França entre 1996 e 2005. O estudo [12] determinou que dentro dos condutores de motociclos e ciclomotores ser homem. Não usar capacete, exceder o limite legal da taxa de álcool no sangue e conduzir em dias de descanso aumenta o risco de envolvimento em acidentes rodoviários. Também existe um maior risco de envolvimento em acidentes para condutores mais jovens e mais velhos. No caso particular dos motociclos, conduzir sem carta de condução aumenta o risco e ter carta de condução há mais tempo diminuiu o risco de envolvimento em acidentes.

No estudo [13] foi analisada a gravidade das lesões de 792 acidentes com motociclos envolvidos que ocorreram durante a distribuição de comida na área metropolitana de Seul, Coreia, entre 2007 e 2009, com uma regressão logística ordinal. Os principais resultados foram que comportamentos de risco estão associados ao aumento de risco de envolvimento num acidente, como por exemplo, o excesso de velocidade, conduzir em contramão, vestuário não refletor e conduzir sobre a influência de álcool.

Uma regressão logística multinomial foi utilizada no estudo [14] para analisar 11771 acidentes rodoviários que ocorreram entre 2008 e 2013 em Erzurum e na província de Kars na Turquia com o objetivo de determinar o risco que afeta a gravidade das lesões. Morte, lesão ou sem lesão foram as três categorias utilizadas que separam a gravidade das lesões. Os seguintes fatores estão associados ao aumento das chances do risco de morte: condutores com mais de 65 anos, condutores com apenas educação primária, despistes, acidentes que ocorram em auto estradas ou itinerários principais e presença de peões em passadeiras. Os resultados também indicam que a presença de um veículo ligeiro, semáforos, lusco-fusco, dentro de localidades e acidentes que ocorram em boas condições atmosféricas em pleno dia diminuem as chances de ocorrer uma morte.

Os estudos [15] e [16] mostram a aplicação métodos avançados de estatística para determinar os fatores de risco em acidentes de VRM em Portugal e no Porto, respetivamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Em Portugal, onde os acidentes de VDRM constituem um problema com alguma significância, mostra-se ser insuficiente uma análise de estatística descritiva à base de dados dos acidentes de VDRM que ocorreram uma vez que este tipo de análise não tem a capacidade de relacionar as variáveis com as causas das relações entre as variáveis. Para modelar a relação entre as variáveis existem modelos de regressão que são ferramentas muito importantes na análise de base de dados. Neste tipo de análise o objetivo é relacionar a variável resposta, ou variável dependente, com uma ou mais variáveis explicativas, ou variáveis independentes. Assim a presente análise pretende identificar, dentro dos condutores de VDRM vítimas de acidente, os fatores de risco associados ao aumento das lesões destes condutores para depois se poder tomar medidas de modo a minimizar a gravidade das lesões dos ocupantes de VDRM.

3.1 Base de dados

Uma base de dados cedida pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) foi utilizada pois tem informação variada sobre os acidentes que ocorreram em Portugal entre 2010 e 2015. O Quadro 3 representa a diferença no número de cada tipo de vítima nos dois diferentes veículos dentro dos VDRM.

Quadro 3 – Acidentes de VDRM com vítimas, 2010-2015, dados originais.

	Ciclomotores	Motociclos	Total
Feridos leves	14866	19331	34197
Feridos graves	1051	1659	2710
Mortes	317	545	862
Total	16234	21535	37769

A base de dados original continha 57 variáveis e cada uma está dividida em diferentes classes. Há variáveis relacionadas com o acidente, com o condutor do VDRM assim como com o outro condutor, quando existe, envolvido no acidente.

3.2 Variáveis

Para estimar os fatores de risco que influenciam a gravidade das lesões do condutor de um VDRM em caso de acidente foi criada uma variável ordinal que tem diferentes níveis de acordo com a gravidade das lesões, análogo ao que foi feito por [15] e [17]. Deste modo, a variável dependente, lesões do condutor do VDRM, terá três níveis de forma crescente de gravidade: lesões leves, lesões graves e morte. A variável independente representa o potencial fator de risco associado às lesões do condutor do VDRM. As variáveis explicativas usadas neste trabalho foram escolhidas após uma análise exploratória cuidadosa da informação disponibilizada. Deste modo, teve-se em consideração a relevância das variáveis em estudos anteriores, assim como a sua representatividade, e.g., não se considerando variáveis para as quais a percentagem de valores omissos era muito grande. Adicionalmente, discretizaram-se e reagruparam-se em categorias (distintas das originais) algumas das variáveis.

O Quadro 4 representa a distribuição do número de cada tipo de vítima nos dois diferentes veículos dentro dos VDRM para a base de dados que foi discretizada e após a remoção de alguns acidentes que não continham informação em todas as variáveis.

Quadro 4 - Acidentes de VDRM com vítimas, 2010-2015, dados discretizados.

	Ciclomotores	Motociclos	Total
Feridos leves	14510	18806	33316
Feridos graves	1022	1608	2630
Mortes	305	527	832
Total	15837	20941	36778

As variáveis explicativas consideradas na nova base de dados foram: categoria do VDRM, tipo de acidente, mês, dia do mês, dia de trabalho ou dia de descanso, hora do dia, condições de aderência, distritos, condições atmosféricas, localização, tipo de via, traçado da via, lesões do condutor do VDRM, sexo do condutor do VDRM, ação do condutor do VDRM, uso do capacete, taxa de álcool no sangue do condutor do VDRM, categoria do outro veículo envolvido e lesões do condutor do outro veículo envolvido. Na base de dados discretizada estão contemplados 36778 acidentes de VDRM com vítimas em Portugal onde ocorreram 852 mortes. Cerca de 91% das lesões correspondem a feridos leves.

3.3 Modelo estatístico

Neste trabalho pretende-se determinar os fatores de risco, relacionados com as variáveis apresentadas anteriormente, que influenciam a gravidade das lesões de um condutor de VDRM em caso de acidente.

Considerando que a variável dependente é do tipo categórica ordinal a regressão logística ordinal é um modelo estatístico adequado ao estudo em causa ([8], [11], [15], [18], [13], [17]).

Uma regressão logística ordinal analisa a relação entre uma variável dependente com vários níveis de ordem e uma ou mais variáveis independentes. Neste tipo de regressão a função logit é a mais utilizada e recomendada quando a variável dependente apresenta uma distribuição relativamente equilibrada nas suas categorias. Se a função logit é aplicada então a regressão logística ordinal, considerando mais que uma variável independente, apresenta a seguinte formulação:

$$f(\gamma_j(X)) = \log\left(\frac{\gamma_j(X)}{1-\gamma_j(X)}\right) = \log\left(\frac{P\{Y \leq y_j/X\}}{P\{Y > y_j/X\}}\right) = \alpha_j + \sum_{n=1}^k \beta_n X_n, j = 1, 2, \dots, k-1 \quad (1)$$

$$\gamma_j(X) = \frac{e^{\alpha_j + \beta X}}{1 + e^{\alpha_j + \beta X}} \quad (2)$$

$f(\gamma_j(X))$ representa o modelo logit cumulativo com odds proporcionais (função de ligação) e j representa os pontos de corte para todas as categorias da variável dependente. Y é a variável resposta que assume valores inteiros entre 1 e j . γ_j representa a probabilidade acumulada da resposta. X_k são as $k-1$ variáveis independentes. α_j representa os limites para cada probabilidade acumulada e β_k os coeficientes da regressão das variáveis independentes.

Para interpretar os resultados obtidos através deste método deve-se analisar as estimativas dos coeficientes da regressão das variáveis independentes, pois estes indicam o efeito da variável independente na probabilidade acumulada da resposta. Ao contrário da Lei de Laplace que indica a probabilidade de um certo evento como o quociente dos casos favoráveis pelos casos possíveis, as razões de chances (OR) representam a possibilidade de ocorrência de um dado evento no grupo p_1 ou p_0 e traduz-se pela razão das respetivas chances ou quocientes de ocorrência do evento no grupo e a probabilidade de que este mesmo evento não ocorra nesse grupo. A função logit apresentada anteriormente é o logaritmo da OR que um dado evento ocorra como se exemplifica na seguinte equação:

$$OR = \frac{p_1/(1-p_1)}{p_0/(1-p_0)} = e^{-\beta} \quad (3)$$

Uma OR superior a 1 representa o aumento do risco de ocorrerem variáveis de menor ordem da variável dependente comparando com o risco de ocorrerem variáveis de ordem superior. Uma OR inferior a 1 representa a redução do risco de ocorrerem variáveis de menor ordem da variável dependente comparando com o risco de ocorrerem variáveis de ordem superior. As comparações anteriores estão relacionadas com variações nas classes da variável independente em relação com a classe de referência nessa variável. A OR da classe de referência de uma variável independente é igual a 1. Se uma OR é igual a 1 então existe o mesmo risco de ocorrerem variáveis de menor ordem da variável dependente comparando com o risco de ocorrerem variáveis de ordem superior. Uma OR pode ter como valor mínimo, o valor zero, mas não tem limite máximo.

Toda a teoria associada a modelos de regressão, e neste caso particular à regressão logística ordinal, estão descritos com mais detalhe em [19] e [20].

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística foi elaborada com o programa de análise estatística IBM Statistics SPSS 22. Ajustou-se o modelo aos dados, obtendo-se as estimativas dos coeficientes do modelo assim como as estimativas das razões de chances (OR). Foi utilizado um nível de significância de 5% para os testes cuja hipótese nula é OR igual a 1. Deste modo, quando o valor-p é inferior a 0,05 (valor-p < 0,05) a hipótese nula é rejeitada. Alguns dos testes associados a classes de certas variáveis apresentaram valores-p superiores a 0,05, podendo ser interpretado de duas formas: (i) diferentes classes na mesma variável têm distribuições semelhantes para o mesmo tipo de lesão quando distribuindo o tipo de lesão em cada classe e este tipo de equilíbrio não é desejado; ou (ii) quando se distribuiu um tipo de lesão pelas diferentes classes de uma variável e as percentagens da distribuição não estão

equilibradas. Ambos os factos estão ligados à distribuição das vítimas de acidentes nas diferentes variáveis e classes.

4.1 Fatores relacionados com o veículo

Os resultados indicam que quando um ciclomotor está envolvido num acidente existe menos 31,61% (OR=0,684; valor-p=0,000) das chances de ter lesões de maior gravidade comparando com as lesões que teria se conduzisse um motociclo. O estudo de [11] também concluiu que os motociclistas representam um fator de risco dentro dos VDRM. Os motociclos conseguem atingir velocidades muito superiores aos ciclomotores e essa diferença de velocidade está relacionada com as lesões dos condutores de VDRM ([21], [22]).

O número de mortes por cada 100 acidentes em Portugal é superior em acidentes com motociclos do que em acidentes com ciclomotores para o período analisado. Velocidades mais elevadas estão diretamente relacionadas as lesões mais graves em caso de acidente ([23], [24], [12], [25]). Todas as medidas de acalmia de tráfego que permitam reduzir essas velocidades têm um contributo positivo para a redução da sinistralidade.

No que diz respeito à categoria do outro veículo envolvido no acidente além do VDRM, quando existe, existe um aumento de 191,86% (OR=2,919; valor-p=0,000) nas chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves quando o acidente é entre um VDRM e um veículo pesado, quando comparado a um acidente com um veículo ligeiro. Além deste resultado, quando as lesões do outro condutor envolvido no acidente são mais graves, as lesões do condutor do VDRM tendem a ser mais graves também. Isto mostra que os veículos pesados têm de ter um *design* mais amigo dos utentes vulneráveis. Para os veículos ligeiros existem testes, por exemplo do EuroNcap para a segurança dos peões, o que não acontece para os veículos pesados.

4.2 Tipo de acidente

Apesar de os resultados não terem apresentado significância estatística, colisões e atropelamentos oferecem menos chances de o condutor do VDRM contrair lesões mais graves quando comparando com despistes. Deste modo, quando não existe nenhum veículo envolvido no acidente o condutor do VDRM tem mais chances de contrair lesões mais graves. Apenas considerando uma análise de estatística descritiva, verificar-se-ia um maior índice de gravidade nos atropelamentos para o caso dos acidentes com motociclos e um maior índice de gravidade nas colisões e despistes no caso de acidentes com ciclomotores. O traçado, a concepção da via, as características do pavimento, podem ajudar a mitigar as situações de despiste.

4.3 Fatores ambientais e distribuição geográfica

Boas condições meteorológicas estão relacionadas com boas condições de aderência, piso seco e limpo. De facto, quando comprando outras condições de aderência com piso seco e limpo, verifica-se uma diminuição de 19,70% (OR=0,803; valor-p=0,000) nas chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso de acidente. Deste modo, boas condições atmosféricas e boas condições de aderência estão associadas a um maior risco de lesões mais graves o que se verificou numa análise de estatística descritiva onde o índice de gravidade é o maior nestas classes dentro das respetivas variáveis.

Quando o acidente ocorre num dia de descanso, sábado, domingo ou feriado, existe um aumento de 19,53% (OR=0,805; valor-p=0,000) nas chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso de acidente quando comparando com acidentes que ocorram em dias de trabalho.

Tendo em consideração a hora do dia em que ocorreu o acidente, e comparando com o período entre as 6h e as 10h, verificou-se um aumento de 55,41% (OR=1,554; valor-p=0,000) das chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente ocorrer entre a meia-noite e as 5h. Juntando classes o período crítico está compreendido entre as 20h e as 6h. Numa análise descritiva verifica-se que entre as 8h e as 19h ocorrem mais acidentes, no entanto, o maior índice de gravidade encontra-se nos acidentes que ocorrem no período de amanhecer. Menos tráfego está associado normalmente a velocidade de circulação mais elevadas.

Para os diferentes distritos de Portugal, verificou-se que há chances mais baixas de lesões mais graves nos distritos mais populosos: Lisboa e Porto. Apenas com uma análise descritiva é difícil retirar qualquer conclusão, no entanto, ao analisar-se o resultado do teste de hipótese verificou-se que para o grupo de distritos de Braga e Viana do Castelo obteve-se um aumento de 273,57% (OR=3,736; valor-p=0,000) das chances do condutor do

VDRM contrair lesões mais graves em caso de acidente quando comparando com acidentes que ocorram em Lisboa.

No que diz respeito à localização do acidente, verificou-se uma diminuição de 24,82% (OR=0,752; valor-p=0,000) das chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente dentro de localidades quando comparando com acidentes que ocorram fora de localidades. Velocidades mais elevadas são praticadas fora das localidades e como se viu anteriormente, a velocidades mais elevadas estão associadas lesões mais graves ([23], [24], [12], [25]).

Para os tipos de via, todos apresentam maiores chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente comparando com acidentes que ocorram em arruamentos, mas a maior chance pertence às estradas nacionais que apresentam um aumento de 67,97% (OR=1,680; valor-p=0,000) quando comparadas a arruamentos.

Ainda relacionado com a via, quando o acidente ocorre numa curva, existe um aumento de 9,82% (OR=1,098; valor-p=0,031) das chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente comparando com acidentes que ocorram em rectas. A localização de obstáculos na área adjacente à faixa de rodagem é um factor que deve ser tido em conta na concepção e manutenção das vias.

4.4 Fatores humanos

Em comparação com condutores do género masculino, condutoras do género feminino apresentaram uma diminuição de 51,01% (OR=0,490; valor-p=0,000) das chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente. Este resultado é corroborado por outros estudos como por exemplo [26], [12] e [27]. Condutores do género masculino e mais jovens estão associados a comportamentos de risco, como conduzir distâncias mais longas, conduzir a cima do limite legal de velocidade, conduzir sobre a influencia do álcool ou conduzir enquanto falam ao telemóvel ([28], [29]). Estes jovens também apresentam menores taxas do uso de capacetes ou cinto de segurança [30]. Resumindo, condutores jovens do género masculino tendem a desobedecer mais ao código da estrada [31]. Quando um homem é condutor de um veículo ligeiro, VDRM ou peão o número de mortes é mais elevado comparando com as mulheres ([32], [33]). As mulheres estão envolvidas em menos acidentes graves que os homens condutores [34].

A importância do uso do capacete é muito referida na literatura e as vantagens da sua utilização são bastantes claras. Os resultados indicam que quando o condutor do VDRM não utiliza capacete existe um aumento de 345,93% (OR=4,359; valor-p=0,000) nas chances do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso do acidente quando comparado com condutores que utilizem o capacete. Com recurso à estatística descritiva encontra-se o mesmo resultado com um maior índice de gravidade quando os condutores do VDRM não utilizam capacete. A utilização do capacete está associada a lesões menos graves na zona da cabeça e do pescoço em caso de acidente ([35], [36], [12]).

Em relação à taxa de álcool no sangue (TAS) do condutor do VDRM, quando comparado a taxas inferiores a 0,2 g/L, todas as outras taxas apresentam mais risco do condutor do VDRM contrair lesões mais graves em caso de acidente. Por ordem crescente do risco de lesões mais graves encontram-se os seguintes intervalos de TAS: 0,2 a 0,5 g/L, superior a 1,2 g/L, 0,8 a 1,2 g/L e 0,5 g/L a 0,8 g/L, comparando com uma TAS inferior a 0,2 g/L. Nos estudos de [16] e [37] também foi concluído que o álcool está associado a lesões mais graves em caso de acidente. Condutores com uma TAS superior a zero têm mais probabilidade de se verem envolvidos num acidente rodoviário ([38], [39], [40]). Ao nível da influência do álcool no comportamento humano, foi concluído no estudo [41] e [42] que o consumo do álcool conduz a um aumento dos comportamentos de risco e diminui muitas das capacidades psicomotoras.

5 CONCLUSÕES

No Quadro 5 estão representados todos os fatores de risco associados ao aumento das lesões do condutor do VDRM em caso de acidente determinados. Resumidamente, a análise desta base de dados confirmou a existência de vários fatores que influenciam a gravidade das lesões dos condutores de VDRM em caso de acidente. São fatores relacionados com o condutor, o outro condutor envolvido no acidente e as características do acidente.

Várias medidas devem de ser tomadas de modo a reduzir o risco de lesões graves em caso de acidentes com VDRM. Planos de prevenção devem de ser promovidos de modo a melhorar a segurança rodoviária. Mais importante que todos os outros condutores de veículos terem consciência do risco das lesões de um condutor de VDRM em caso de acidente é o conhecimento do próprio condutor do VDRM deste risco. Como os despistes são o tipo de acidente que conduz a uma maior percentagem de vítimas mortais e feridos graves, os condutores de VDRM não podem culpabilizar os condutores dos outros veículos pelos seus acidentes graves. Os projectistas da via devem ter em especial atenção este tipo de acidente.

Apesar de a velocidade do VDRM no momento do impacto não constatar na base de dados utilizada é presumível que esta tenha uma enorme importância nesta análise uma vez que acidentes que ocorrem fora de localidades, entre as 20h e as 6h, com bom tempo e que ocorrem em autoestradas constituem um fator de risco. De modo a reduzir o impacto da velocidade na gravidade das lesões mais controlo à velocidade deve de ser efetuado. A fiscalização pode ter um papel muito importante nesta situação. Locais onde ocorrem mais acidentes e acidentes mais graves poderiam ser sinalizados de modo a alertar dos perigos dessas vias, nomeadamente fora das localidades onde o risco de lesões mais grave é maior.

Quadro 5 – Resumo dos resultados.

Variável	Fator de risco
Categoria do VDRM	Motociclo
Categoria do outro veículo	Veículo pesado
Tipo de acidente	Despiste
Condições de aderência	Estrada seca e limpa
Dia da semana	Dia de descanso
Hora do dia	Entre as 20h e as 6h
Distrito	Braga e Viana do Castelo
Localização	Fora de localidade
Tipo de via	Estrada nacional
Segmento da via	Recta
Género do condutor do VDRM	Masculino
Uso do capacete	Não usar capacete
TAS do condutor do VDRM	0,5 - 0,8 g/L

O limite legal da taxa de álcool no sangue em Portugal é de 0,5 g/L, no entanto, taxas superiores a 0,2 g/L mostraram terem associadas a si um elevado risco de lesões mais graves em caso de acidente de um VDRM. No entanto é para taxas entre 0,5 - 0,8 g/L que corre o maior risco.

De todas as ações dos condutores do VDRM, o uso do capacete deve de ser aquela a que se dá mais importância pois pode ditar diferença entre a vida e a morte. Os condutores de VDRM devem de ter em atenção que o uso de equipamento de proteção pode reduzir bastante as suas lesões em caso de acidente.

Todas as medidas que tenham em consideração os VDRM devem de ter em atenção as diferenças entre os motociclos e os ciclomotores e devido à diferença entre estes dois veículos. A adequada conceção e manutenção das vias tem um papel importante na redução da sinistralidade com VDRM. Obstáculos na área adjacente à faixa de rodagem, pavimento, sinalização, são aspetos que podem contribuir para a redução da sinistralidade com veículos de duas rodas motorizados.

6 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado pela FCT, pelo IDMEC, sobre o LAETA, UID/EMS/50022/2019.

7 REFERÊNCIAS

1. WHO, “Global status report on road safety 2013: Supporting a decade of action.,” Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2015.
2. CARE, “Accidents data statistics,” European Commission Road Safety. Page consulted in 17 of November of 2016, <https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2016.pdf>, 2016.
3. ANSR, “Dados de sinistralidade,” Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. Page consulted in 17 of November of 2016, <<http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx>>, 2015.
4. M.-R. Lin and J. F. Kraus, “Methodological issues in motorcycle injury epidemiology,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 40, no. 5, pp. 1653–1660, 2008.
5. OECD/ITF, “Road safety annual report 2016,” OECD Publishing, Paris, 2016.
6. ANSR, “Dados de sinistralidade,” Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. Page consulted in December 3, 2018, <<http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx>>, 2017.
7. F. Valent, F. Schiava, C. Savonitto, T. Gallo, S. Brusaferrero, and F. Barbone, “Risk factors for fatal road traffic accidents in Udine, Italy,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 34, no. 1, pp. 71–84, 2002.
8. M. A. Quddus, R. B. Noland, and H. C. Chin, “An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models,” *J. Safety Res.*, vol. 33, no. 4, pp. 445–462, 2002.
9. M.-R. Lin, S.-H. Chang, L. Pai, and P. M. Keyl, “A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 35, no. 2, pp. 243–252, 2003.
10. K. K. W. Yau, “Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 36, no. 3, pp. 333–340, 2004.
11. D. Albalade and L. Fernández-Villadangos, “Motorcycle Injury Severity in Barcelona: The Role of Vehicle Type and Congestion,” *Traffic Inj. Prev.*, vol. 11, no. 6, pp. 623–631, Nov. 2010.
12. A. Moskal, J.-L. Martin, and B. Laumon, “Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 49, pp. 5–11, 2012.
13. Y. Chung, T.-J. Song, and B.-J. Yoon, “Injury severity in delivery-motorcycle to vehicle crashes in the Seoul metropolitan area,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 62, pp. 79–86, 2014.
14. A. K. Çelik and E. Oktay, “A multinomial logit analysis of risk factors influencing road traffic injury severities in the Erzurum and Kars Provinces of Turkey,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 72, pp. 66–77, 2014.
15. D. Bernardo, “Investigação Aprofundada de Acidentes com Veículos de Duas Rodas Motorizadas recorrendo a Modelos Computacionais,” Master thesis in Mechanical Engineering. Lisbon: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2012.
16. S. Ferreira, M. Amorim, and A. Couto, “Risk factors affecting injury severity determined by the MAIS score,” *Traffic Inj. Prev.*, vol. 18, no. 5, pp. 515–520, Jul. 2017.
17. J. A. Sousa, “Analysis of pedestrian injury severity using Data Mining techniques,” Master thesis in Mathematics and Applications. Lisbon: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2017.
18. J. P. Dias, S. Carvalho, D. Rechená, and P. Francisco, “Factors affecting injury risk and evaluation of biomechanical injury criterions for in-depth investigation of two wheelers accidents,” 5th Int. Conf. ESAR "Expert Symp. Accid. Res.,” no. June, Hanover, Germany, 2014, pp. 20–21, 2014.
19. D. W. Hosmer and S. Lemeshow, *Applied logistic regression*, 2nd ed. New York: Wiley, 2000.
20. M. Norusis, *SPSS 13, Advanced statistical procedures companion*. New Jersey: Prentice Hall Inc., 2004.

21. H. M. Hassan and M. A. Abdel-Aty, "Predicting reduced visibility related crashes on freeways using real-time traffic flow data," *J. Safety Res.*, vol. 45, pp. 29–36, 2013.
22. M. Ahmed, M. Abdel-Aty, and R. Yu, "Assessment of the interaction between crash occurrence, mountainous freeway geometry, real-time weather and AVI traffic data," Pap. Present. 91st Transportation Res. Board Annu. Meet. January 22-26, 2012. Washington, DC., 2012.
23. V. Jevtić, M. Vujanić, K. Lipovac, D. Jovanović, and D. Pešić, "The relationship between the travelling speed and motorcycle styles in urban settings: A case study in Belgrade," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 75, pp. 77–85, 2015.
24. M.-R. Lin, S.-H. Chang, W. Huang, H.-F. Hwang, and L. Pai, "Factors associated with severity of motorcycle injuries among young adult riders," *Ann. Emerg. Med.*, vol. 41, no. 6, pp. 783–791, 2003.
25. T. Y. Pang, R. S. Umar, A. A. Azhar, M. M. Ahmad, M. T. Nasir, and S. Harwant, "Accident characteristics of injured motorcyclists in Malaysia," *Med. J. Malaysia*, vol. 55, no. 1, pp. 45–50, 2000.
26. D. Crundall, E. van Loon, A. W. Stedmon, and E. Crundall, "Motorcycling experience and hazard perception," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 50, pp. 456–464, 2013.
27. C. Harris and M. Jenkis, "Gender differences in risk assessment: why do women take fewer risks than men?" *Judgm. Decis. Mak.*, vol. 1, pp. 48–63, 2006.
28. E. Ainy, M. Movahedi, A. Aghaei, and H. Soori, "Study of risky behaviors leading to unintentional injuries among high school students in Tehran, Iran," *Saudi Med. J.*, vol. 32, pp. 1168–1171, 2011.
29. S. Vardaki and G. Yannis, "Investigating the self-reported behavior of drivers and their attitudes to traffic violations," *J. Safety Res.*, vol. 46, pp. 1–11, 2013.
30. R. Fernandes, J. Hatfield, and R. F. Soames Job, "A systematic investigation of the differential predictors for speeding, drink-driving, driving while fatigued, and not wearing a seat belt, among young drivers," *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 13, no. 3, pp. 179–196, 2010.
31. H.-L. Chang and T.-H. Yeh, "Motorcyclist accident involvement by age, gender, and risky behaviors in Taipei, Taiwan," *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 10, no. 2, pp. 109–122, 2007.
32. J. P. Stimpson, F. A. Wilson, and R. L. Muelleman, "Fatalities of Pedestrians, Bicycle Riders, and motorists Due to Distracted driving motor Vehicle Crashes in the U.S., 2005–2010," *Public Health Rep.*, vol. 128, no. 6, pp. 436–442, Nov. 2013.
33. M. Zhu, S. Zhao, J. H. Coben, and G. S. Smith, "Why more male pedestrians die in vehicle-pedestrian collisions than female pedestrians: a decompositional analysis," *Inj. Prev.*, Nov. 2012.
34. G. Zhang, K. K. W. Yau, and G. Chen, "Risk factors associated with traffic violations and accident severity in China," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 59, pp. 18–25, 2013.
35. C. S. Olsen et al., "Motorcycle helmet effectiveness in reducing head, face and brain injuries by state and helmet law," *Inj. Epidemiol.*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2016.
36. T. M. Rice, L. Troszak, J. V Ouellet, T. Erhardt, G. S. Smith, and B.-W. Tsai, "Motorcycle helmet use and the risk of head, neck, and fatal injury: Revisiting the Hurt Study," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 91, pp. 200–207, 2016.
37. C. Gómez-Restrepo, M. J. Gómez-García, S. Naranjo, M. A. Rondón, and A. L. Acosta-Hernández, "Alcohol consumption as an incremental factor in health care costs for traffic accident victims: Evidence in a medium sized Colombian city," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 73, pp. 269–273, 2014.
38. H. B. de Carvalho et al., "Alcohol and drug involvement in motorcycle driver injuries in the city of Sao Paulo, Brazil: Analysis of crash culpability and other associated factors," *Drug Alcohol Depend.*, vol. 162, pp. 199–205, 2016.
39. Ouellet, James V, Kasantikul, and Vira, "The effect of blood alcohol concentration on motorcycle crash characteristics," *Proc. Int. Mot. Saf. Conf. Mot. Saf. Found. Irvine, CA*, 2006.

40. J. I. Creaser, N. J. Ward, M. E. Rakauskas, C. Shankwitz, and E. R. Boer, "Effects of alcohol impairment on motorcycle riding skills," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 41, no. 5, pp. 906–913, 2009.
41. A. Behnood, A. M. Roshandeh, and F. L. Mannering, "Latent class analysis of the effects of age, gender, and alcohol consumption on driver-injury severities," *Anal. Methods Accid. Res.*, vol. 3, pp. 56–91, 2014.
42. A. Jakubczyk et al., "Impulsivity, risky behaviors and accidents in alcohol-dependent patients," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 51, pp. 150–155, 2013.