

**METODOLOGIAS PARA ANÁLISE E PRODUÇÃO DE
CARTOGRAFIA DE SUSCETIBILIDADE DE ACIDENTE RODOVIÁRIO:
CASO DE ESTUDO PARA O DISTRITO DE VIANA DO CASTELO (2002 – 2011)**

CARLOS GUERRA

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo
carlosguerra@esa.ipvc.pt

ÁLVARO NEIVA

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

JOAQUIM ALONSO

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

RESUMO: A sinistralidade rodoviária é fruto, entre outros, do aumento da circulação de veículos na rede viária e da reincidência de práticas de condução desadequadas. As suas causas estabelecem-se numa dinâmica em que intervêm quatro fatores inter-relacionados, homem, veículo, via e ambiente, sendo que, apesar dos acidentes rodoviários ocorrerem um pouco por todo o território, são registados com maior incidência em determinados troços das principais vias de comunicação. Assim, esta temática constitui uma preocupação crescente da sociedade atual uma vez que o número de vítimas resultantes dela se tem verificado bastante elevado, sendo cada vez mais um requisito indispensável para a população.

Com este estudo pretendeu-se, com base nos registos de acidentes ocorridos entre 2002 e 2011 para o distrito de Viana do Castelo, identificar os troços com maior suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários bem como a extensão global dos troços de via classificados nas diferentes classes de suscetibilidade. Este trabalho teve por base uma metodologia de análise espacial, considerando as especificidades da rede viária no distrito de Viana do Castelo bem como a distribuição espacial dos acidentes georreferenciados na série temporal referida. Foi igualmente realizada uma análise descritiva da distribuição espaço-temporal dos acidentes ocorridos, bem como a discriminação estatística dos locais com maior suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários. No final foi possível obter informação capaz de ser analisada em ambiente SIG e produzir informação cartográfica adequada à interpretação integrada da suscetibilidade territorial à ocorrência de acidentes rodoviários com vítimas no Distrito de Viana do Castelo.

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2011), morrem anualmente 1,2 milhões de pessoas nas estradas e ficam feridas entre 20 e os 50 milhões. A mesma organização (WHO, 2009) afirma que caso os países não apostem na prevenção rodoviária, estima-se que a sinistralidade rodoviária passe da nona causa de morte (2004) para a quinta causa de morte em 2030, resultando em cerca de 2,4 milhões de mortes por ano.

Este trabalho pretende assim, identificar e perceber a funcionalidade de vários métodos e técnicas de análise espacial em sistemas de informação geográfica e alertar para a importância de cartografar áreas suscetíveis a acidentes graves de tráfego rodoviário bem como estudar as suas dinâmicas territoriais presentes e futuras atuando ao nível da sua prevenção e gestão.

2. Desenvolvimento Metodológico

2.1. Bases de Dados de referência e temáticas

A recolha de informação constitui uma etapa fundamental na elaboração de um modelo de análise espacial, sendo a informação de base e a respetiva qualidade determinantes para a obtenção dos objetivos predefinidos. Torna-se assim fundamental organizar um conjunto de bases de dados temáticas e de referência (Quadro 1) necessárias à implementação de um modelo de análise espacial que permita a obtenção de cartografia de suscetibilidade de ocorrência de acidentes rodoviários para o Distrito de Viana do Castelo. Neste sentido, este conjunto de informação bem como a sua qualidade são determinantes para a obtenção dos objetivos pretendidos para o projeto.

Quadro 1 - Informação de base e de referência para a determinação da suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários.

Designação	Fonte	Referência temporal	Escala/Resolução
Variáveis estruturantes			
Toponímia	IGeoE	1996	1:25.000
Unidades Administrativas	IGP	2012	1:25.000
Rede viária 10k – Vale do Minho	Vale do Minho	-	1:10.000
Rede viária 10k – Vale do Lima	VALIMAR	-	1:10.000
Rede viária 25k	IGEOE	1996	1: 25.000
Rede viária – PRN2000	EP	2000	1:500.000
Edificado	IGEOE	1996	1:25.000
Serviço de dados – ESRI Maps	ESRI	2011	1:50.000
Variáveis estatísticas			
Boletins estatísticos de acidentes de viação	ANSR	2002 - 2011	-

No que toca às bases de dados reunidas, é importante verificar a diversidade de escalas (temporais e espaciais) e formatos associada à informação disponível. Este

conjunto de condicionantes, em particular a escala e precisão geométrica da informação de base disponibilizada, pode de certa forma limitar a integração das variáveis intervenientes no processo de modelação espacial, podendo colocar parcialmente em causa a análise e interpretação ao nível local uma vez que se baseia em resoluções adequadas a um contexto regional.

2.2. Georreferenciação dos dados disponíveis

De acordo com os dados cedidos pela ANSR, o número de acidentes com vítimas a georreferenciar para o distrito de Viana do Castelo, para série temporal de 2002 a 2011, perfazem um total de 8610 ocorrências.

A localização dos acidentes na rede viária através da utilização de sistemas de informação geográfica, realizou-se segundo um processo de georeferenciação de acordo com o qual, a partir da informação presente nos registos disponíveis (i.e. nome da via, marco da quilometragem e concelho (Figura 1 a)), para cada registo foi determinada uma posição geográfica coincidente com o local do acidente. Em alguns registos a informação disponível carece de maior completude, em particular, o quilómetro em que ocorreu o sinistro na via não estava mencionado, pelo que, nestes casos procedeu-se á marcação da ocorrência no ponto central da via (Figura 1 b).

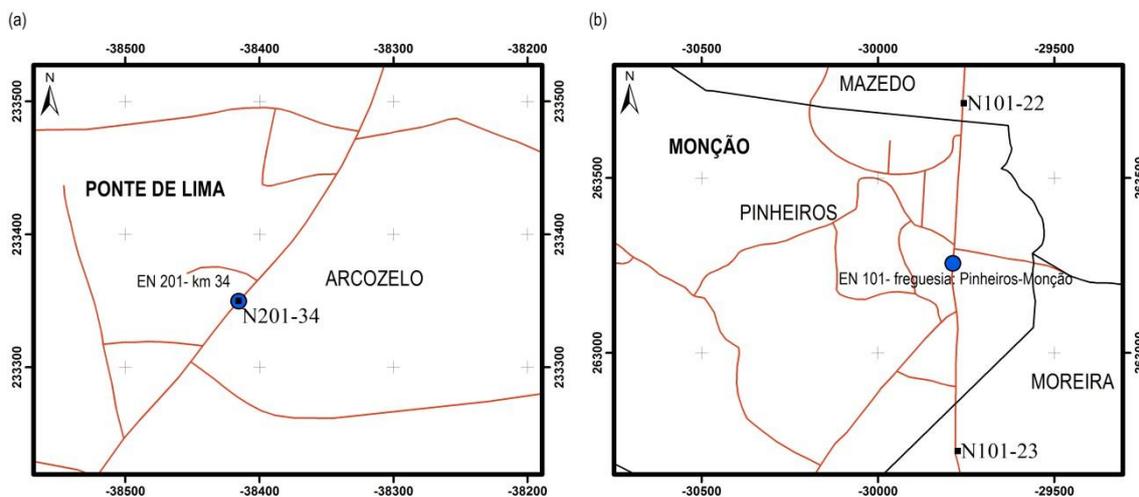


Figura 1 - Esquema representativo do processo de referenciação geográfica implementado: a) com referência de localização completa e b) com referência de localização parcial.

2.3. Modelos de análise e simulação

Atendendo aos diversos fatores que influenciam a ocorrência de acidentes rodoviários, é essencial definir uma metodologia que possibilite assinalar, descrever e representar os locais com maior suscetibilidade de ocorrência de acidentes rodoviários, bem como identificar pontos negros que apresentem uma elevada probabilidade de ocorrência de

sinistros. De acordo com os critérios definidos para a obtenção de cartografia de suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários foi desenhado um modelo de análise geográfica que comporta não só os registos inerentes à ocorrência de acidentes rodoviários, mas também a probabilidade estrutural à ocorrência dos mesmos, calculada a partir da integração dos dados estatísticos ao nível das diferentes áreas que definem a matriz do sistema rodoviário local (Figura 2).

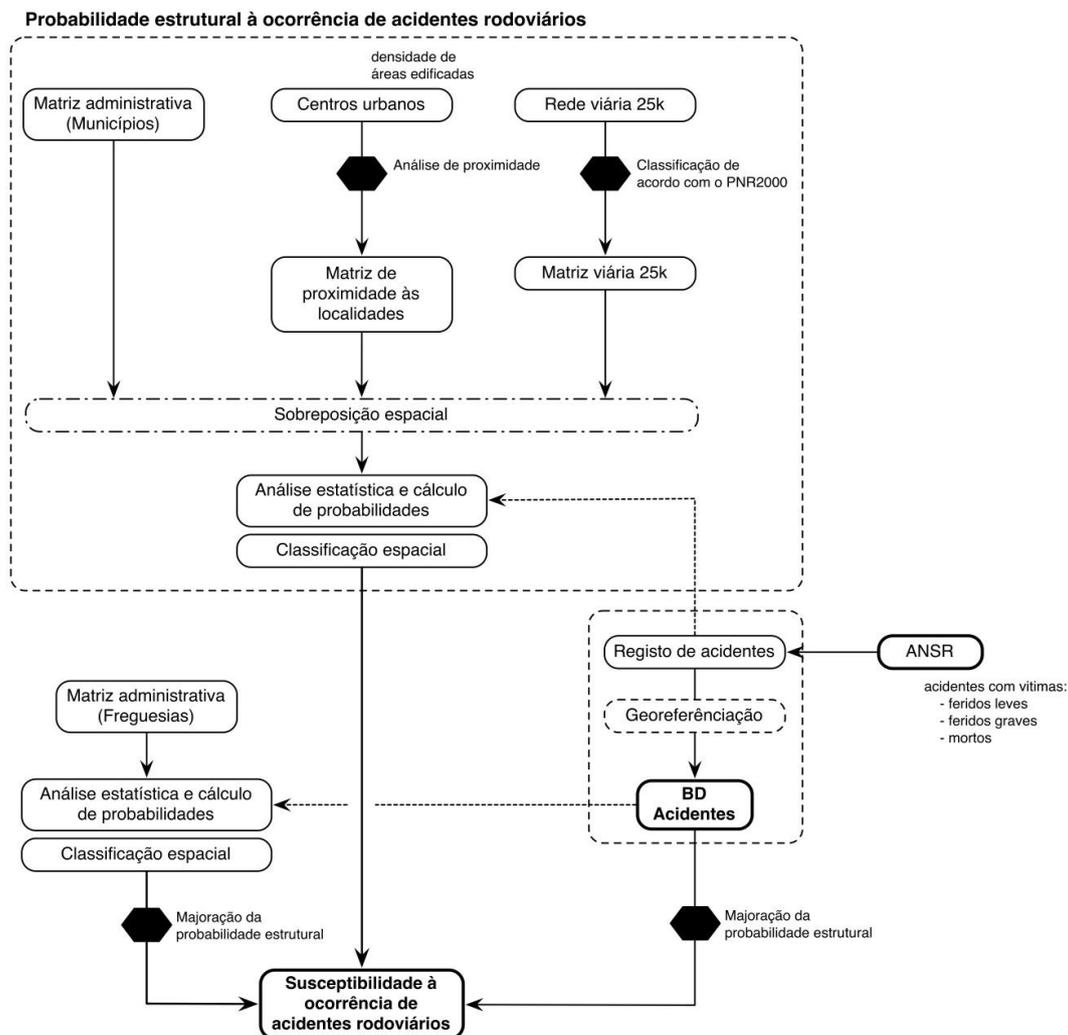


FIGURA 2 - Esquema representativo de modelo de análise espacial utilizado para modelar a suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários.

Para que o modelo apresentado possa melhor refletir a distribuição real dos acidentes ocorridos e assim facilitar a identificação de possíveis pontos negros, foi necessário proceder à majoração das probabilidades estruturais associadas a cada troço de cada via com a frequência de acidentes identificados no mesmo. Para a majoração do modelo de análise espacial, foram utilizadas as ocorrências georreferenciadas, calculando-se inicialmente a frequência de acidentes com vítimas e quantas vítimas ocorreram em cada freguesia, no sentido de melhorar a definição espacial das probabilidades calculadas

anteriormente. Deste modo, uma vez calculada a probabilidade de ocorrer um acidente com vítimas em cada freguesia relativamente ao concelho da qual faz parte, foi possível melhorar não só a descrição espacial da ocorrência de acidentes nas diferentes vias do distrito de Viana do Castelo, como também compreender melhor a sua relação estatística com o número de vítimas no contexto do Distrito (Figura 3).

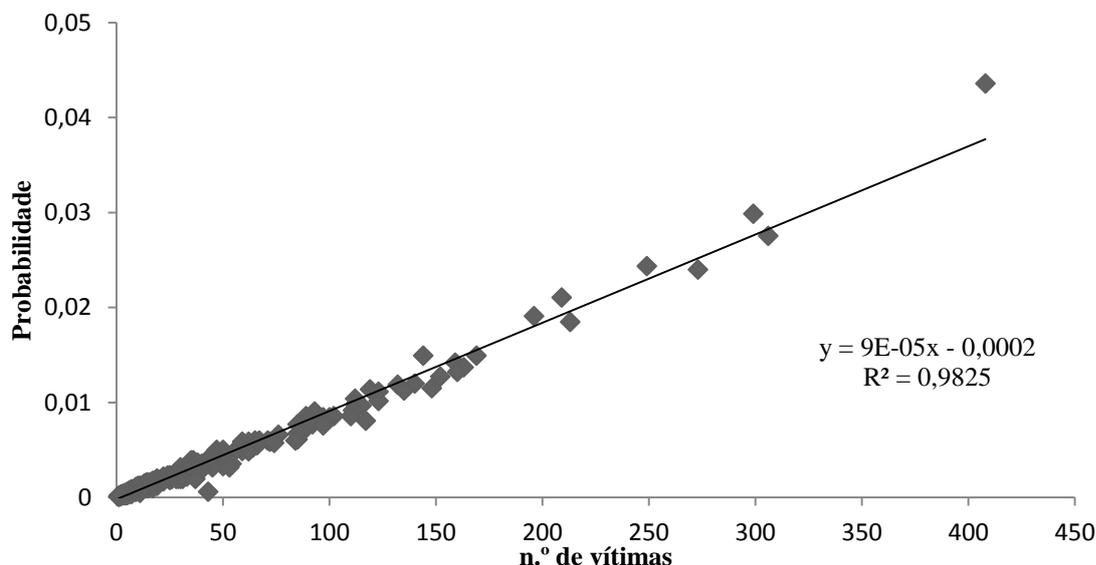


FIGURA 3 - Representação gráfica da dispersão do número total de vítimas de acordo com a probabilidade calculada.

Posteriormente foi determinado o número total de vítimas ocorridas para cada concelho e determinada a probabilidade de ocorrência de uma determinada vítima, num dado segmento (troço) de via, atribuindo pesos diferenciados entre vítimas mortais, feridos graves e feridos leves [Equação 1].

$$P(x) = 0,6 \left(\frac{a_i}{\partial a_j} \right) + 0,3 \left(\frac{b_i}{\partial b_j} \right) + 0,1 \left(\frac{c_i}{\partial c_j} \right) \quad \text{[Equação 1]}$$

em que $P(x)$ corresponde à probabilidade de ocorrência de vítimas num determinado segmento de via, a , b e c correspondem respetivamente à frequência de vítimas mortais, feridos graves e feridos leves num dado segmento i e ∂a , ∂b e ∂c correspondem respetivamente ao número total de vítimas mortais, feridos graves e feridos leves de um dado Município j .

Finalmente, procedeu-se ao cálculo para a obtenção da majoração do modelo de análise espacial de ocorrência de acidentes rodoviários e conseqüentemente da suscetibilidade de ocorrência de acidentes rodoviários no distrito de Viana do Castelo de acordo com a seguinte equação:

$$S(x) = \left\{ \left[f(p_e) + f(p_f) * \left(\frac{n_s}{10} \right) \right] + P(x) \right\} \quad \text{[Equação 2]}$$

em que $S(x)$ corresponde ao gradiente de suscetibilidade de cada troço de via, $f(p_e)$ à probabilidade estrutural, $f(p_i)$ à probabilidade calculada para cada freguesia, n_s ao número total de acidentes em cada via num período de 10 anos e $P(x)$ à probabilidade de ocorrência de vítimas num determinado segmento de via.

3. Apresentação e Análise de Resultados

3.1. Tratamento estatístico e análise descritiva dos dados

No sentido de melhor compreender as dinâmicas associadas à ocorrência de acidentes rodoviários, foi realizada uma análise exploratória dos dados, isolando os padrões mais relevantes e descrevendo as características não só das ocorrências de acidente mas também dos seus determinantes.

De acordo com os dados obtidos, relativamente à localização dos acidentes com vítimas registados para a área em estudo (i.e. dentro ou fora de localidades), em termos globais para o Distrito a ocorrência dentro das localidades é superior à ocorrência fora das localidades, cerca de 68%. Em termos Municipais, verifica-se que os concelhos de Melgaço e Monção registam maior número de sinistro fora das localidades, contrariando a tendência dos restantes concelhos. Este dado pode ser explicado pela estrutura viária e de ocupação do solo presente nestes dois municípios, existindo uma percentagem significativa de rede viária classificada como fora das localidades. No concelho de Paredes de Coura existe um equilíbrio nas ocorrências dentro e fora das localidades, sendo que nos concelhos de Caminha, Ponte da Barca, Ponte de Lima e Viana do Castelo, verifica-se que os sinistros ocorridos dentro de localidades representam mais de 70% das ocorrências nesses mesmos concelhos.

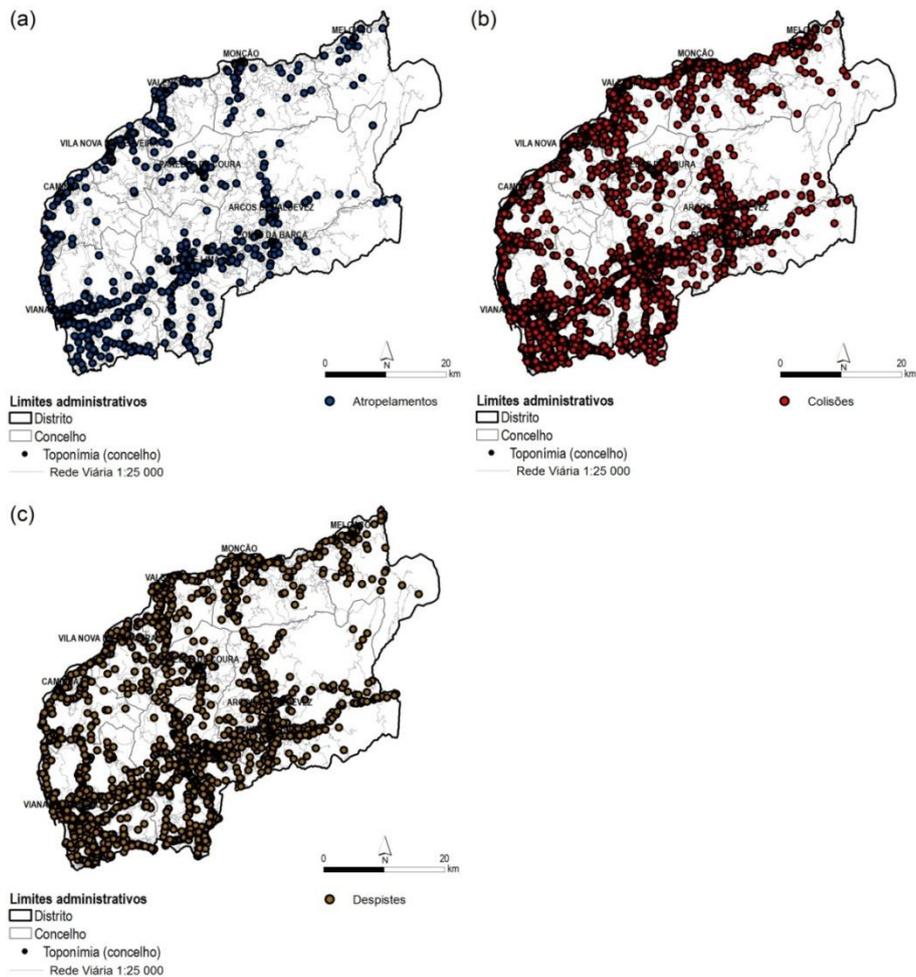


FIGURA 4 - Distribuição espacial dos acidentes rodoviários georreferenciados segundo a sua natureza: (a) atropelamentos, (b) colisões e (c) despistes.

A partir da análise de distribuição intra-anual dos dados obtidos (Figura 5), observa-se uma distribuição temporal que indica para a existência de uma sazonalidade marcada no período de verão, no entanto esta tendência de aumento do número de acidentes estende-se até ao mês de Março. Por outro lado, é possível, através dos dados obtidos, identificar os meses de Janeiro e Fevereiro como os meses com menor número de ocorrências ao nível do Distrito. Estes dados permitem direcionar e orientar as estratégias e as ações de sensibilização para os períodos com maior perigosidade.

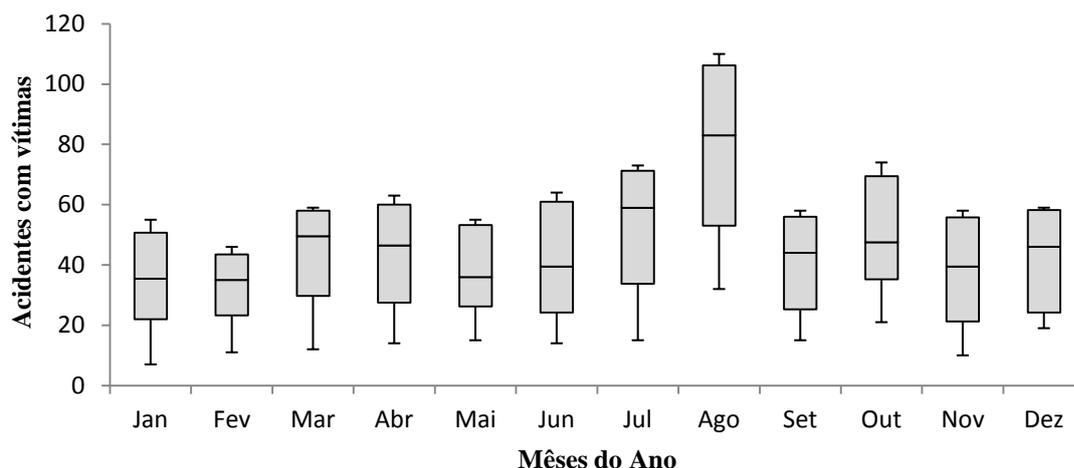


FIGURA 5 - Representação gráfica da distribuição temporal dos acidentes com vítimas ocorridos no período em análise (2002 – 2011).

3.2. Cartografia de suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários

Após a aplicação da metodologia descrita, obteve-se uma carta de suscetibilidade à ocorrência de acidentes rodoviários para o distrito de Viana do Castelo (Figura 6), estando as classes de suscetibilidade distribuídas segundo a probabilidade final calculada.

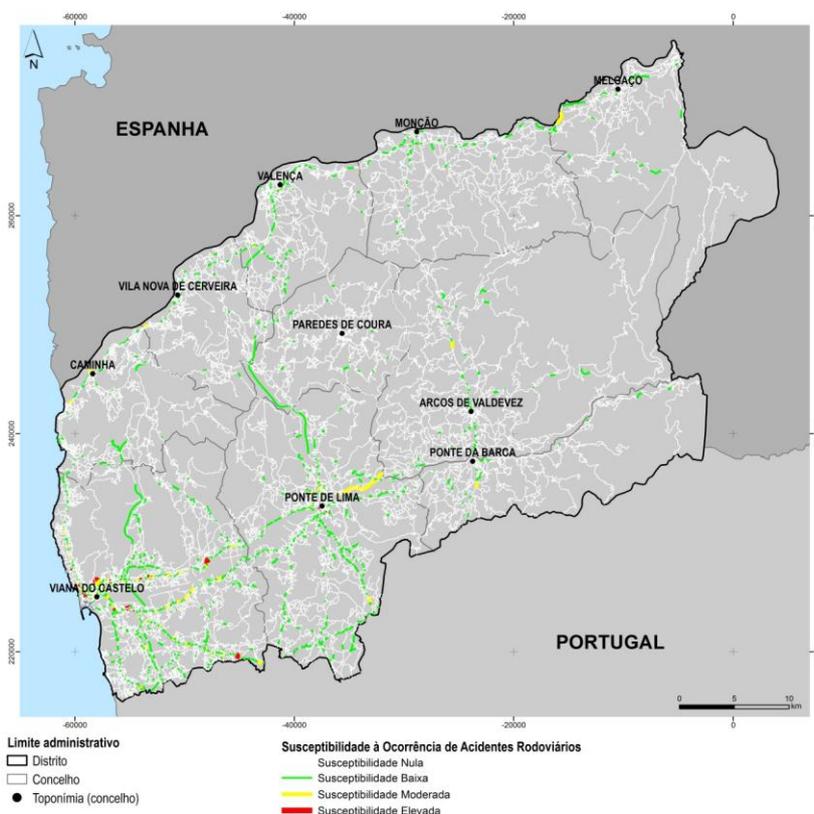


FIGURA 6 - Representação espacial da distribuição das classes de suscetibilidade no distrito de Viana do Castelo.

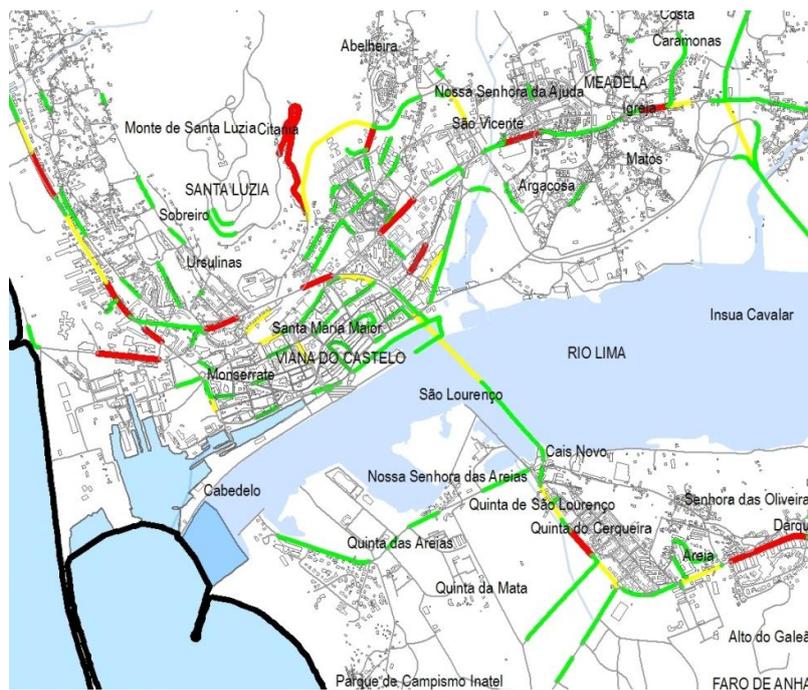


FIGURA 7 - Pormenor da representação espacial da distribuição das classes de suscetibilidade no concelho de Viana do Castelo.

Analisando os resultados obtidos, verifica-se que em termos de extensão das vias (Quadro 3) associadas a cada classe de suscetibilidade, a maioria das vias em cada concelho encontra-se em suscetibilidade nula. Os municípios de Ponte de Lima e Viana do Castelo são os únicos que possuem vias com suscetibilidade elevada, sendo também estes aqueles que registaram maior número de acidentes no distrito de Viana do Castelo.

Quadro 3 - Extensão das vias (km) distribuídas para as classes de suscetibilidade para cada concelho.

Concelhos	Suscetibilidade nula	Suscetibilidade baixa	Suscetibilidade moderada	Suscetibilidade elevada
Arcos de Valdevez	716,08	15,80	0,58	0
Caminha	358,20	16,35	0,74	0
Melgaço	317,84	11,63	1,18	0
Monção	497,12	14,25	0	0
Paredes de Coura	361,70	11,21	0	0
Ponte da Barca	339,38	7,58	0,52	0
Ponte de Lima	839,94	77,09	6,72	0,35
Valença	337,70	21,22	0,37	0
Viana do Castelo	1046,28	120,03	13,04	5,63
Vila Nova de Cerveira	336,59	11,91	0,40	0

4. Considerações Finais

Com aplicação do modelo proposto é possível identificar as vias que possuem suscetibilidade elevada no distrito de Viana do Castelo, sendo que, apesar das limitações inerentes à escala e definição espacial dos dados de base, com esta informação é possível orientar o desenvolvimento de trabalhos a nível municipal no sentido de diminuir a sinistralidade nestes locais específicos.

O modelo desenvolvido demonstrou ser capaz de dar um contributo importante no estudo da sinistralidade rodoviária na região do Alto Minho, nomeadamente na identificação de troços com elevada acumulação de acidentes rodoviários. Verifica-se que os troços com maior suscetibilidade encontram-se nos municípios de Ponte de Lima e de Viana do Castelo, sendo que o último apresenta maior número de troços nestas condições. É possível observar também que estas vias encontram-se principalmente nos meios urbanos dos municípios referidos.

No decorrer deste trabalho, foram identificadas algumas limitações, nomeadamente uma importante lacuna de informação ao nível de censos de tráfego para as vias presentes na área de estudo. Esta informação seria uma mais-valia para este estudo, uma vez que permitiria um maior conhecimento sobre afluência que cada via regista e assim tomar em consideração os fluxos de tráfego reais. Do ponto de vista da base de dados de acidentes rodoviários foi necessário solicitar à ANSR os boletins estatísticos de acidentes de viação para todos os concelhos do distrito de Viana do Castelo e proceder-se à georreferenciação dos dados enviados, obtendo-se assim uma base de dados sólida com um histórico de ocorrências de 10 anos (2002-2011). No entanto, a ausência de um sistema de informação que possibilite o registo geográfico da informação relativa às ocorrências de acidentes rodoviários, limita em grande medida o contributo que estes modelos e bases de dados podem dar para a tomada de decisão à escala local.

No entanto, este estudo pode constituir um importante instrumento de decisão e planeamento ao nível regional. O modelo desenvolvido pode ainda ser utilizado também pelas entidades fiscalizadoras (GNR, PSP) para ações preventivas de vigilância/fiscalização e controlo de trânsito, no sentido de dissuadir comportamentos e manobras perigosas, mitigando assim a sinistralidade rodoviária nestes troços.