

Acumulação de Acidentes Rodoviários em Portugal Continental

Contributo dos Sistemas de Informação Geográfica

Diana Pacheco Braceiro

**Relatório de Estágio de Mestrado em Gestão do
Território**

**Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de
Informação Geográfica**

Dezembro, 2015

Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território na área de especialização de Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, realizado sob a orientação científica do Professor Doutor Rui Pedro Julião e co-orientação de Ricardo Correia Fernandes.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor e orientador na faculdade, Rui Pedro Julião, pela preciosa ajuda e acompanhamento.

À Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária e, em particular e de forma especial, ao meu orientador na entidade, Ricardo Correia Fernandes, pela incansável disponibilidade ao longo e após o período de estágio.

Aos meus pais, pela possibilidade de concluir todas as fases de formação académica que ambicionei e pelo apoio e encorajamento ao longo dos anos.

Aos meus amigos, irmão e namorado, pela compreensão e apoio.

ACUMULAÇÃO DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS EM PORTUGAL CONTINENTAL: CONTRIBUTO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

DIANA PACHECO BRACEIRO

RESUMO:

Os acidentes rodoviários são uma das principais causas de morte mundiais. Considerando a necessidade de redução da sinistralidade rodoviária e das suas consequências, é fundamental a implementação de acções de prevenção e correcção em zonas de intervenção prioritárias. Este relatório aborda os aspectos metodológicos da identificação de zonas de acumulação de acidentes rodoviários, também usualmente definidos como *black spots*. Existem diversas metodologias e parâmetros de abordagem na sua identificação e os sistemas de informação geográfica surgem como uma mais-valia para a sua avaliação.

As áreas urbanas e as áreas não urbanas em Portugal Continental, com as suas especificidades territoriais, apresentam diferentes tipos de exposição ao risco, bem como diferentes referências geográficas, levantando assim desafios na elaboração, desenvolvimento e teste de modelos de análise espacial. Os resultados da aplicação destes modelos poderão servir de base para futuras aplicações.

O relatório de estágio proposto tem como principal objectivo a criação de dois modelos de análise espacial que caracterizem e ajudem à análise dos *black spots* em Portugal Continental: um modelo implementado para a área urbana e outro para a área não urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes Rodoviários; Modelos de Análise Espacial; Black spots; Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

**ACCUMULATION OF ROAD ACCIDENTS IN MAINLAND PORTUGAL:
CONTRIBUTION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS**

DIANA PACHECO BRACEIRO

ABSTRACT:

Road accidents are one of the main causes of death worldwide. Therefore, considering the need to reduce these, it is essential to implement actions in the identified priority areas for prevention. The present study approaches the methodologies for identifying the areas with the highest accumulation of road accidents, also known as *Black Spots*. These methodologies are diverse, and the Geographic Information Systems (GIS) brings an added value to their evaluation.

The urban and non-urban areas of mainland Portugal, with their specific territorial characteristics, have different levels of risk exposure and geographic references, raising challenges in the elaboration, development and try-out of spatial analysis models. Results obtained from applying these models may provide the basis for future implementations.

This study has the main goal of creating two models for spatial analysis that characterize and support the analysis of *Black spots* in mainland Portugal, one model implemented for the urban and one for the non-urban areas.

KEYWORDS: Road accidents; Spatial Analysis Models; Black Spots; Geographic Information System (GIS).

ÍNDICE

Capítulo I: Introdução	1
I. 1. Enquadramento	1
I. 2. Objectivos do estudo	3
I. 3. Estrutura do trabalho	4
I.4. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária	5
Capítulo II: Black spots: Estado da arte e melhores práticas	7
II. 1. Dados: Uma necessidade constante	7
II. 2. Estado da Arte: Exemplos de outros países	14
II.3. Principais conclusões	17
Capítulo III: Black spots: O caso português	19
III. 1. Responsabilidades Institucionais	19
III. 2. Método actual de recolha de informação de acidentes rodoviários	20
III. 3. Identificação de Black Spots: Metodologia actual	22
Capítulo IV: Black spots: Aplicação de modelos de identificação	25
IV. 1. Especificidades Territoriais em Portugal Continental	25
IV.2. Definição, Interpretação e Aplicação do modelo de análise espacial	28
IV.3. Modelo adoptado e respectivas interpretações	28
Capítulo V: Outras tarefas realizadas na ANSR	41
V.1. Validação e Georeferenciação	41
V.1.1 Validação	41
V.1.2 Georreferenciação	43
Notas finais	45
Bibliografia	49
Anexos	52

LISTA DE ABREVIATURAS

ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
BEAV	Boletim estatístico de acidentes de viação
DGV	Direcção Geral de Viacção
ENSR	Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária
GNR	Guarda Nacional Republicana
IC	Itinerário complementar
IP	Itinerário principal
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
NAGO	Núcleo De Apoio À Gestão E Operações
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAV	Participação de Acidentes de Viação
PNPR	Plano Nacional de Prevenção Rodoviária
PRACE	Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado
PSP	Polícia de Segurança Pública
SIAV	Sistemas de Informação de Acidentes de Viação
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
UGCO	Unidade de Gestão de Contraordenações
UPR	Unidade de Prevenção Rodoviária

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

I.1. Enquadramento

A componente não lectiva do mestrado em Gestão do Território, área de especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, possibilitou o desenvolvimento do estágio na Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), na unidade de prevenção rodoviária, efectuado num período de seis meses (1 de Outubro de 2014 a 1 Abril de 2015), contabilizados em 800 horas de trabalho, num protocolo estabelecido entre a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH) e a entidade acolhedora. Intitulado por “Acumulação de Acidentes Rodoviários em Portugal Continental – Contributo dos Sistemas de Informação Geográfica”, o presente relatório apresenta as tarefas executadas pela mestrandia durante o estágio, expondo, num âmbito científico, novas metodologias de análise de concentração de acidentes rodoviários, recorrendo aos SIG. Os dados utilizados para este estudo são relativos ao ano de 2014.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) surgem da necessidade de analisar e quantificar a crescente quantidade de informação cartográfica em formato digital e são ferramentas que, por excelência, são capazes de manipular dados espacialmente referenciados, permitindo sobrepor diferentes camadas de informação geográfica (Nyerges 1993).

Sendo uma das principais ferramentas em Gestão do Território, os SIG permitem associar a informação alfanumérica a uma determinada localização espacial. A relação intrínseca da componente cartográfica com a componente alfanumérica permite acrescentar valor à informação estatística, ajudando assim à tomada de decisão em situações de risco, como é o caso dos acidentes rodoviários.

No caso do tema a abordar, os SIG desempenham um papel essencial no planeamento de medidas de prevenção e combate à sinistralidade rodoviária, uma vez que relacionam informação espacial e alfanumérica e possibilitam a manipulação, a análise e a visualização dos dados.

Os acidentes rodoviários são um problema transversal a todo o mundo. Segundo o último relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) – publicado a 14 de Abril de 2014 com dados referentes a 2010 - morrem nas estradas, por ano, perto de um

milhão e trezentas mil pessoas, sendo os acidentes rodoviários considerados uma das principais causas de morte mundial¹.

Os países em desenvolvimento estão em particular desvantagem, uma vez que 70% das mortes derivadas de acidentes rodoviários acontece nestas regiões. Em 1990, os acidentes rodoviários ocupavam o 9º lugar das causas de morte em todo o mundo mas prevê-se que, em 2020, ocupem o 3º lugar. Os acidentes rodoviários são também das maiores causas de lesões, registando-se valores superiores ao número de feridos em acidentes de trabalho. Em 2030, caso a previsão se mantenha, o número de vítimas mortais nas estradas será superior às mortes provocadas por doenças como a sida e malária.

Em 2014, segundo o relatório da sinistralidade em Portugal, publicado pela ANSR, registaram-se 106.974 acidentes rodoviários (período de Janeiro a Novembro), dos quais resultaram 431 mortes que ocorreram nos 30 dias subsequentes à ocorrência do acidente, e 1894 feridos graves. Em comparação com o ano de 2013, os valores alteraram-se, registando-se maior ocorrência de acidentes (mais 2141), menos mortes (menos 35) e mais feridos graves (mais 66). A ANSR contabilizou ainda 33 mil feridos ligeiros, menos 288 do que no ano anterior. A maioria dos acidentes continua a ocorrer dentro das localidades e em ambiente considerado urbano, à semelhança dos casos de feridos graves e das vítimas mortais. A maioria das vítimas mortais foram registadas nos distritos do Porto e de Lisboa (54 mortes em cada) e foi nos distritos da Guarda (sete) e de Portalegre (nove) que se registaram menos vítimas mortais.

No nosso país, a fonte da informação sobre os acidentes rodoviários resulta do preenchimento, por parte das forças de segurança, do formulário designado por Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV). Esta informação, centralizada na Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), onde decorreu o estágio, é a base das estatísticas oficiais e dos principais estudos conhecidos sobre a sinistralidade em Portugal.

As zonas de acumulação de acidentes (ZAA) e pontos negros (*black spots*), principal foco de estudo do estágio, são actualmente calculadas apenas com base em acidentes com referência do marco quilométrico e igual definição de via, excluindo a maior parte dos acidentes existentes. Em 2011, foram detetados, em todo o país, 41

¹ Disponível em <www.who.int/roadsafety/decade_of_action>

pontos de acumulação de acidentes, em 20 vias, englobando 256 acidentes. Em 2012, o número desceu para os 33 pontos de acumulação, tendo aumentado para 55 em 2013 (com o número de acidentes a aumentar e o número de mortes a diminuir). A última informação disponível, referente ao ano de 2014, é de que existiram 54 pontos de acumulação de acidentes, *black spots*. É com este número que nos guiaremos ao longo do relatório, sendo importante referir que, inicialmente, o total de *black spots* em 2014 era de 74 mas, depois de feita uma análise mais exaustiva, conseguiu-se reduzir este número e auferir que 20 eram erros.

Esta metodologia de identificação dos *black spots* não permite identificar acumulações em estradas municipais, em ruas ou avenidas dentro das localidades, nem em acessos a Autoestradas, Itinerários Principais (IP) e complementares (IC) ou estradas semelhantes.

Ainda assim, o preenchimento do campo das coordenadas nos BEAV permite a existência de informação mais precisa sobre a localização exacta dos acidentes, enriquecendo, assim, a análise da concentração dos mesmos e a correlação com outros fatores do território, como a localização de escolas e outro tipo de equipamentos sensíveis.

I.2 Objectivos

A definição dos objectivos fundamentais do estágio foi delineada, de forma a estabelecer uma relação sequencial do que se pretende obter com o relatório. Os referidos objectivos foram formulados tendo em conta as seguintes questões de partida:

1. Qual a utilidade da geolocalização de acidentes e da identificação dos pontos de acumulação?
2. Cálculo de pontos de acumulação de acidentes – Informação necessária e disponível?
3. Quais as especificidades do território e de exposição ao risco que influenciam o modelo de análise?
4. Quais os modelos de análise mais eficazes para o fenómeno?
5. Quais os modelos mais eficazes para representar a informação pretendida?

Depois das questões de partida formuladas, os objectivos foram definidos, estabelecendo-se prioridades. O fundamental, passa pela validação e georreferenciação,

enquanto processo complementar, de toda a informação geográfica referente ao ano de 2014, ou seja, de todos os acidentes com designação de km, código de via, número de polícia, arruamento e coordenadas geográficas, detectados neste mesmo ano. Toda esta informação foi compilada numa única base de dados, com a qual foi possível atingir os restantes objectivos: a inventariação dos modelos para análise dos pontos de acumulação dos acidentes rodoviários, o teste e a calibração desses mesmos modelos, com base na especificidade do fenómeno, e a validação do modelo escolhido.

I.3 Estrutura do trabalho

O relatório divide-se em cinco capítulos, de onde se excluem as notas finais e a bibliografia, bem interligadas entre si, num ciclo de complementaridade do capítulo anterior.

O primeiro capítulo refere-se à introdução, onde se fará um enquadramento ao tema, explanando, de forma sucinta, o processo teórico dos sistemas de informação geográfica (SIG) em relação ao seu contributo em situações de risco como os acidentes rodoviários, a identificação dos objectivos fundamentais do estágio, estabelecidos através de cinco questões de partida, a estrutura metodológica e uma breve descrição sobre a entidade de acolhimento, a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR).

O segundo capítulo, intitulado por “*Black spots* – Estado da arte e melhores práticas”, pretende consciencializar o leitor para a importância dos dados no tema a abordar e a forma como estes são conseguidos, testados e calibrados para que se possa trabalhar sobre eles. São também aqui expostas as definições gerais e a forma como se calculam os *black spots* a nível internacional, como termo de comparação com o caso português.

O terceiro capítulo é também referente ao tema dos *black spots*, cingindo-se apenas ao caso português. Aborda as responsabilidades institucionais, repartidas por diferentes entidades nacionais, o método actual de recolha de informação dos acidentes rodoviários, concentrados na instituição de acolhimento do estágio, e a metodologia actual utilizada para a localização e cálculo dos *black spots* em Portugal.

O quarto capítulo é uma continuação do capítulo anterior, distinguindo os métodos científicos de aplicação de modelos espaciais de identificação de *black spots* em Portugal, através do estudo das características territoriais do país, chegando-se depois à definição, interpretação e aplicação do modelo mais correcto para análise das zonas de acumulação de acidentes rodoviários. Neste capítulo serão apresentados dois modelos de análise espacial, um para o espaço considerado urbano e outro para o espaço considerando não urbano. Esta definição de ocupação de espaço é regida pelo conceito do INE, após a junção das freguesias em 2013.

O quinto e último capítulo refere-se a outras tarefas, exercidas na ANSR, durante o decorrer do estágio, que merecem especial atenção, tendo em conta a aprendizagem e familiarização com ferramentas e métodos nacionais de análise de acidentes rodoviários, feitos através da validação e georreferenciação dos dados disponíveis de 2013.

I.4 Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

A Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), entidade de acolhimento do estágio, é um serviço da administração central do Estado que visa, acima de tudo, assegurar os interesses colectivos da sociedade, designadamente aqueles que dizem respeito às políticas de segurança rodoviária nacional.

Este serviço resultou da extinção da Direcção Geral de Viação (DGV) e foi criada, formalmente, na sequência do Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado (PRACE), em 2007. Estando inserida numa lógica de racionalização de estruturas, a ANSR é dotada de autonomia administrativa, sendo designada como organismo independente público, com sede física no Concelho de Oeiras, distrito de Lisboa e cujas atribuições se materializam na sua missão, cujo propósito é o planeamento e a coordenação, a nível nacional, de apoio à política do Governo em matéria de segurança rodoviária, bem como a aplicação do direito contraordenacional rodoviário.

A criação da ANSR permite que a coordenação estratégica do combate à sinistralidade fique concentrada numa única entidade, que tem como foco exclusivo a concepção e supervisão da implementação de medidas de sensibilização, prevenção,

fiscalização e dissuasão dos comportamentos que motivam, em larga medida, os acidentes rodoviários, para além do apoio, na perspectiva da segurança rodoviária, às entidades com competência nas áreas das vias rodoviárias e dos veículos.

A estrutura nuclear da ANSR e as competências das respectivas unidades orgânicas foi estabelecida segundo a portaria n.º - 340/2007, de 30 de Março. Assim, de acordo com a referida Portaria, a ANSR estrutura-se nas seguintes unidades orgânicas nucleares:

- Unidade de Prevenção Rodoviária (UPR) – Onde decorreu o estágio;
- Unidade de Gestão de Contraordenações (UGCO);
- Núcleo de Apoio à Gestão e Operações (NAGO);

Entre as várias estratégias de segurança rodoviária estabelecidas e postas em prática até ao momento pela ANSR, destaca-se a aprovação da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR), estipulada para o período compreendido entre 2008 e 2015, que foi decisiva para a redução dos indicadores de sinistralidade em cerca de 39,2% no número de vítimas mortais e de 35,8% no número de feridos graves, no período compreendido entre 2007 e 2013.

A ANSR elaborou recentemente um documento, o mais recente no que diz respeito às linhas estratégicas da organização, onde, de forma metódica e sistematizada, enunciou os projectos e objectivos para o triénio 2014-2016. Entre os dez objectivos estratégicos assumidos para este período, destaca-se o objectivo quatro, directamente ligado ao tema do relatório de estágio: “Melhorar as campanhas de sensibilização, caracterização da sinistralidade e a coordenação do Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR)”. Este objectivo pretende, no âmbito da caracterização da sinistralidade, a implementação do projecto SIAV (Sistema de Informação de acidentes de viação), que inclui a georreferenciação dos locais dos acidentes, o qual contribui decisivamente para a melhoria da caracterização da sinistralidade e, conseqüentemente, para a redução deste fenómeno.

A ANSR é a principal entidade responsável pela elaboração, promoção, fiscalização, planos e acções a nível da segurança rodoviária nacional. É também a entidade que assegura o tratamento e divulgação da informação estatística sobre a sinistralidade em Portugal.

CAPÍTULO II: BLACK SPOTS – ESTADO DA ARTE E MELHORES PRÁTICAS

II.1 Dados: Uma necessidade constante

A matéria-prima dos SIG é sempre a informação geográfica, resultante dos dados geográficos que são inseridos no sistema. Os dados geográficos são a informação que representa as entidades existentes à superfície da terra, através da sua posição num sistema de coordenadas definido.

O fenómeno da sinistralidade decorre de vários factores, ligados aos elementos do sistema de tráfego, contribuindo para a ocorrência de acidentes rodoviários. O acidente rodoviário é um fenómeno aleatório, sendo reconhecido como uma incerteza inerente ao conhecimento dos fenómenos sociais.

A distribuição espacial da frequência de acidentes não é uniforme. Parte dessa variação é explicada pelo carácter aleatório, por acumulações elevadas de ocorrências de acidentes definidas, quer por estabilidade temporal, quer pela tipologia prevalente dos acidentes, que se explicam pela influência de condições adversas ao ambiente rodoviário, determinando um acréscimo geográfico intrínseco ao risco de acidente.

As zonas de acumulação de acidentes (ZAA) são alvo de muitos estudos e definições, que se prendem com a melhor forma de desenvolver orientações que permitam uma gestão adequada ao seu cálculo e à análise da segurança rodoviária. São muitos os conceitos existentes, sendo que estes variam de país para país e até mesmo dentro do próprio país.

É mundialmente reconhecida a importância de programas nacionais de detecção e tratamento de zonas de acumulação de acidentes, sendo um dos pilares dos quadros dos programas integrados de segurança em todos os países, mesmo naqueles onde os índices de sinistralidade são relativamente baixos, como o caso da Dinamarca ou dos Países Baixos.

A definição de zona de acumulação de acidentes não é consensual. De modo teórico, entende-se como uma área geográfica onde, por influência de características da infraestrutura rodoviária específicas à área, a frequência esperada de acidentes é superior ao expectável face à distribuição de acidentes nas áreas circundantes, nomeadamente em áreas aparentemente semelhantes (Cardoso, 1998).

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), num trabalho de colaboração com a Ex-Junta Autónoma, desenvolveu uma metodologia, considerada pioneira na Europa (Sørensen & Elvik, 2007), em que a definição de zonas de acumulação de acidentes (ZAA) não se baseia na frequência observada de acidentes. Integra a metodologia da aproximação empírica de Bayes², identificando todos os locais onde existe uma concentração considerada anormal de acidentes, comparando a frequência esperada de acidentes num dado elemento rodoviário com a média do conjunto de elementos com características geométricas semelhantes.

A aplicação prática da definição teórica de ZAA envolve diversos passos:

- Definição de uma unidade geográfica padrão (comprimento ou área) da rede rodoviária;
- Definição de um período de contagem de ocorrências, que permita estimar com confiança a frequência esperada de acidentes;
- Estimativa da frequência esperada de acidentes em situação de risco habitual;
- Definição de um limiar crítico de frequência esperada de acidentes.

Tendo em conta a relevância do factor humano no funcionamento do sistema de transporte rodoviário, a definição dos referidos passos depende substancialmente do sistema em análise, variando de país para país.

Segundo o documento “Definição e detecção de zonas de acumulação de acidentes na rede viária nacional”, podem identificar-se cinco componentes num sistema de correção de zonas de acumulação de acidentes:

1. Identificação dos locais onde a influência do ambiente rodoviário seja presumivelmente mais relevante, através de pesquisas em bases de dados de acidentes e da aplicação de técnicas de análise quantitativa e estatística, e correspondente ordenação;
2. Selecção dos locais a serem objecto de intervenção, após ponderação dos recursos disponíveis e das previsões de investimento decorrentes das obras a executar;

² Teorema de Bayes (Thomas Bayes) permite alterar as probabilidades *à priori*, tendo em conta novas evidências de forma a obter probabilidades *à posteriori*;

3. Diagnóstico da sinistralidade local, através de uma análise aprofundada da informação existente sobre os acidentes ocorridos e da caracterização do ambiente rodoviário;
4. Selecção das medidas correctivas mais apropriadas, quantificação dos correspondentes parâmetros de avaliação (relações custo/benefício ou custo/eficácia) e execução das acções correctivas;
5. Acompanhamento e avaliação comparativa da evolução da sinistralidade nos locais intervencionados (locais de tratamento) e em locais não intervencionados previamente seleccionados (locais de controlo).

Considera-se que o último passo constitui uma peça fundamental do sistema, já que é através da avaliação e quantificação dos sucessos e insucessos obtidos, que se torna possível sistematizar as medidas que mais se adaptam ao sistema de tráfego de cada país, reconhecendo que, pontualmente, as situações podem variar significativamente. O objectivo é generalizar a sua aplicação, de forma uniforme, a todo o país, tendo, ainda assim, em conta que as especificidades territoriais podem ser diferentes.

Não sendo o risco de acidente idêntico em todos os tipos de estradas, hoje em dia são já raras as referências a definições de ZAA válidas para toda a rede de estradas de um país, uma vez que as especificidades dos territórios, como referido anteriormente, requerem definições personalizadas, como é o caso de Portugal Continental.

A gestão da segurança rodoviária começa com a recolha sistemática de dados que permitam a identificação de problemas nesta área, como os locais que se vêm a transformar em *black spots*. Estes podem, nesta fase, ser definidos como locais onde existe uma concentração de acidentes rodoviários. Uma vez identificados, os acidentes são analisados de forma a encontrar um padrão comum que tenha contribuído para a sua ocorrência. Uma das partes do processo de análise é a visita ao local de ocorrência.

A importância dos dados neste tipo de análise é fundamental na medida em que uma análise detalhada permite conhecer e estudar o fenómeno de forma particular, suprimindo erros propícios a este tipo de exame. O objectivo fundamental passa por encontrar dados relevantes que permitam identificar os factores que contribuem para a ocorrência de acidentes e, assim, serem tratados. Se esta análise não for bem-sucedida, a conclusão do estudo é que os *black spot* são falsos, ou seja, inexistentes, e nenhum

tratamento será efectuado. Se, por outro lado, se encontrar um tratamento adequado e eficaz, este é implementado e os seus efeitos avaliados.

Para ser mais perceptível o processo em que se tratam os *black Spots*, apresenta-se a figura 1 que mostra o processo de gestão dos *black Spots* na sua forma convencional:

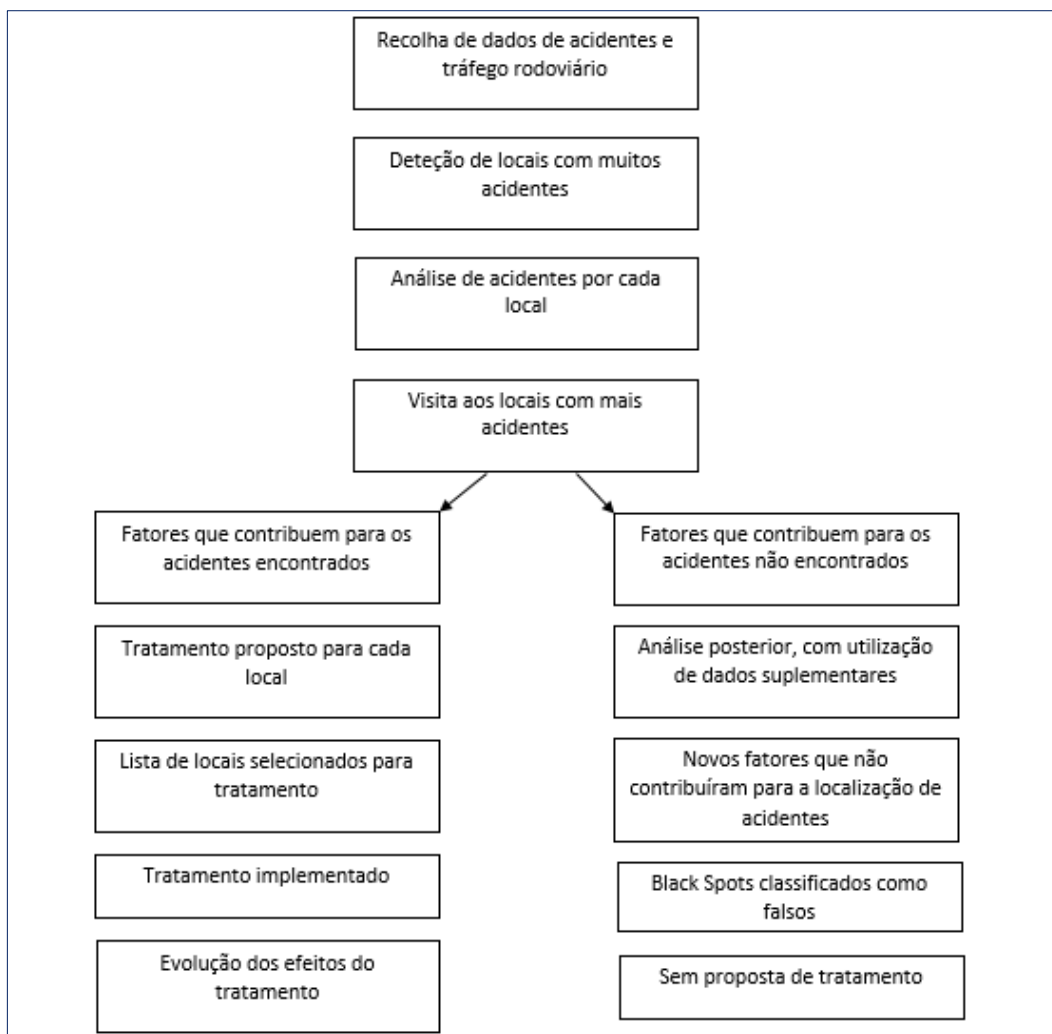


Figura 1. Processo de Gestão dos *black spots* na sua forma convencional

(Fonte: Rune, TOI report 883/2007)

Baseado no relatório da OCDE (OCDE 1976) e, mais recentemente, em estudos de Elvik, 2008, Persaud, Lyon e Nguyen 1999, Hauer et al. 2002, Vistisen 2002 e Overgaard Madsen 2005, a distinção de *black Spot* pode ser feita seguindo as definições comuns de *black spots* dos acidentes rodoviários:

1. Definições numéricas:

- a) Número de acidentes;
- b) Taxa de acidentes;
- c) Taxa e número de acidentes.

2. Definições estatísticas:

- a) Valor crítico do número de acidentes;
- b) Valor crítico da taxa de acidentes.

3. Definições baseadas em modelos:

- a) Valor de dispersão;³
- b) *Bayes empírico*.

As definições de *black Spot*, baseadas em protótipos, derivam de modelos preditivos multivariados, no caso, de acidentes rodoviários. Exemplo disso é a definição de *black spots* pelo modelo empírico de Bayes (EB) por Persaud et al. (1999): os modelos foram desenvolvidos para cruzamentos e secções de estrada e foram identificados os 20 locais mais bem classificados em número de acidentes esperados, de acordo com a estimativa de EB.

Persaud et al. (1999) testaram o desempenho de duas interpretações de *black spots*. De acordo com a primeira definição, os *black spots* eram simplesmente esses 20 cruzamentos que tiveram maior número esperado de acidentes, de acordo com a estimativa de EB. De acordo com a segunda definição, adaptado de McGuigan (1981), um *black spot* era definido em termos da potencialidade de redução de acidentes, definido pela diferença entre a estimativa de EB do número esperado de acidentes em determinado local e o modelo normal de estimativa esperado de acidentes para locais semelhantes.

De forma mais teórica, os *black spots* podem ser definidos como qualquer local que (Elvik 1988, 2007):

³ “O valor de dispersão representa os efeitos dos fatores de risco locais que não estão incluídos no modelo de previsão de acidentes. No fundo, inclui tanto os efeitos dos fatores locais como os fatores mais gerais que não foram incluídos no modelo de previsão de acidentes” (Vitisen, 2002)

1. Tem um número mais elevado de acidentes esperados,
2. Do que em outros locais semelhantes,
3. Como resultado dos factores de risco locais.

Os três elementos da definição são essenciais mas, faria mais sentido, na opinião da estagiária, que os *black spots* fossem definidos com base no número de acidentes esperados a longo prazo e não apenas sob o número de acidentes registado anteriormente. Não faz sentido considerar, como situação real, um local anormalmente perigoso porque um número elevado de acidentes ocorreu, no passado, nesse mesmo local. Ainda assim, deve sempre ter-se em consideração os acontecimentos anteriores, enquanto situação tendencial, mas não torná-los como factos reais para uma análise de determinado ano mais recente.

Os princípios de identificação de acidentes podem ser divididos em modelos baseados em dados anteriores ou modelos não baseados em dados anteriores. Transversal a esta divisão, pode-se identificar princípios que podem ser denominados como princípios específicos de acidentes. A identificação de acidentes, que não se rege por nenhum princípio, pode ser dividida entre uma avaliação qualitativa ou uma avaliação quantitativa, sendo que todos os princípios de identificação podem ser combinados de inúmeras formas (Sørensen, 2007), como mostra a figura 2.

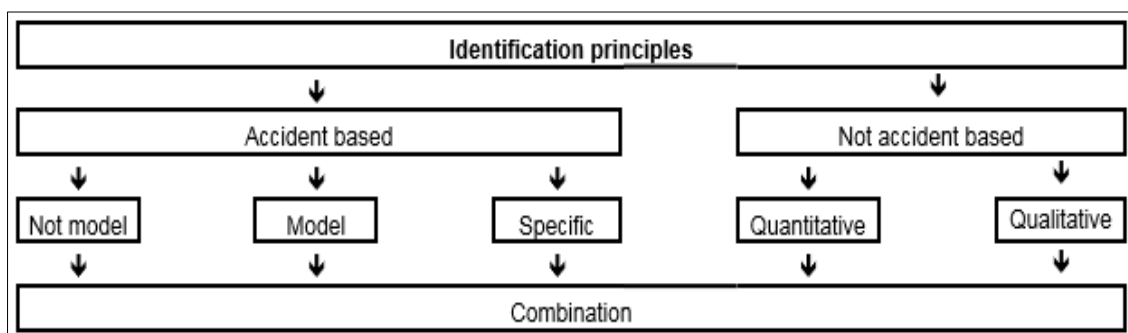


Figura 2. Cinco princípios gerais de identificação dos Acidentes rodoviários

(Fonte: Sørensen, 2007)

Os métodos baseados de identificação de acidentes dependem dos dados das estatísticas oficiais de acidentes. No entanto, vários estudos mostram que estas estatísticas têm baixa cobertura e algum desequilíbrio, em comparação com a situação

real de alguns países europeus (Elvik e Mysen, 1999). Significa então que há um risco associado de identificação de concentração de acidentes em locais errados.

O principal problema quando se fala na importância dos dados numa análise de *black spots* tem a ver, sobretudo, com quatro variáveis: as coordenadas geográficas (muitas vezes sem a referência correcta ou apenas com informação de uma das coordenadas), os arruamentos (número de porta alterado ou errado), o código de via e o quilómetro de cada acidente (os marcos quilométricos podem alterar-se ao longo do tempo).

Explicando de forma individual: Na variável das coordenadas geográficas, convém que haja metadados suficientes que permitam a georreferenciação de todos os campos passando assim a ser um dado válido e possível de se trabalhar sobre ele. O número de porta exacto é um elemento obrigatório na correcta abordagem dos dados, não só porque, ao estar incorrecto o acidente passa a ser num outro local que não o real, mas também porque, posteriormente, numa análise que tenha em conta a definição de *black spots* em Portugal Continental, pode alterar a veracidade dos dados reais. Quanto ao código de via e ao quilómetro, ao longo do tempo, é natural que os marcos se alterem, sendo que esta análise é feita por observação, não dando a veracidade necessária para uma correcta análise dos eventos. Todos estes problemas resultam dos dados a que as entidades têm acesso.

Por tudo isto, é necessária uma inventariação regular das variáveis indicadas, sendo que os dados são a base de todas as análises, cálculos e divulgações estatísticas que são feitas. Se estes não forem verídicos, toda a análise é posta em causa. Trata-se assim de uma necessidade constante, trabalhar de forma a permitir que os dados recolhidos dos acidentes rodoviários tenham a maior veracidade possível.

II.2 Estado da Arte – Exemplos de outros países

Após alguma revisão bibliográfica, foi possível concluir que as definições, generalizadas, de *black spots*, alteram-se e adaptam-se às características e aos objectivos governamentais de cada país. Não existe uma definição padrão (Sørensen & Elvik, 2007) de *black spot*, apresentando-se, de seguida, alguns exemplos de definições adoptadas na Europa. As diferenças entre conceitos podem estar ligadas ao tipo de investimento que é feito pelo país no sistema de gestão rodoviária e/ou pelo próprio nível de desenvolvimento do sistema de monitorização adoptado.

Não existem ainda muitos países que tenham divulgado a definição e a forma de cálculo de *black spot*. Como tal, segundo a bibliografia consultada ao longo do estágio, foram escolhidos os países que permitem observar as diferenças entre eles e, inclusive, dentro deles, distinguindo-se naturalmente de Portugal. Seguem-se os exemplos da Alemanha, Áustria, Hungria, Noruega, Holanda, Reino Unido, Espanha e Portugal.

Áustria: Os *black spots* são definidos pelo regulamento de código para o planeamento, construção e manutenção das estradas austríaco (*Austrian Guideline Code for the planning, construction and maintenance of roads* (RVS 1.21)), publicado e em vigor desde Novembro de 2002.

Para ser classificado como *black spot*, têm de estar presentes pelo menos dois critérios em simultâneo:

- Três ou mais acidentes com feridos, num período de três anos e um coeficiente relativo (R_k) de pelo menos 0,8;

O valor deste coeficiente é calculado da seguinte forma:

$$R_k = U/0.5 + 7 * 10^{-5} * AADT$$

AADT= Annual Average Daily Traffic (veículos/24 horas)

U= Número de acidentes com feridos durante 3 anos

- Pelo menos 5 acidentes (incluindo acidentes apenas com danos próprios) durante um ano;

Hungria: São utilizadas duas definições de *black spots*:

- Fora das áreas de construção – É definido como uma localização onde, pelo menos, 4 acidentes ocorreram durante 3 anos, numa secção de estrada inferior ou igual a 1000 metros;
- Dentro das áreas construídas – É definido como o local onde, pelo menos, 4 acidentes ocorreram em 3 anos numa secção de estrada inferior ou igual a 100 metros;

Noruega: Faz-se a distinção entre *black spot* e *black section*:

- **Black spot**- Qualquer local com comprimento inferior ou igual a 100 metros, onde, pelo menos, ocorreram 4 acidentes com vítimas, num período de 5 anos;
- **Black section**- Qualquer secção de estrada com comprimento inferior ou igual a 1000 metros onde, pelo menos, ocorreram 10 acidentes com vítimas, durante os últimos 5 anos;

Espanha: O país não apresenta uniformidade na definição do conceito. O cálculo dos Black Spots varia na sua forma, de região para região:

1. Andaluzia:

Numa secção de 1 km:

- Mais de cinco acidentes com vítimas, num ano; ou, mais de duas vítimas mortais no mesmo período de tempo;
- Mais de 10 acidentes com vítimas, em três anos; ou, mais de cinco vítimas mortais no mesmo período de tempo;

2. La Rioja:

Numa secção de 1 km:

- Cinco ou mais acidentes, causadores de vítimas, durante os últimos três anos; ou três ou mais acidentes, causadores de vítimas, num dos três últimos anos (um dos acidentes tem de envolver, necessariamente, uma vítima mortal)

3. Madrid:

- Locais onde, durante o período de estudo, aconteceram três ou mais acidentes;

4. Valência: Locais (incluindo os 100 metros anteriores e os 100 metros seguintes) com três ou mais acidentes, durante os últimos três anos;

Portugal – Lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, cinco acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20.

Indicador de gravidade:

$IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL$, em que M é o número de mortos, FG o de feridos graves e FL o de feridos leves.

Segue-se a Tabela 1 que resume os conceitos, diferenças e formas de cálculo dos *black spots*, nos países mencionados.

País	Características		
	Número de Acidentes	Extensão do Troço de Estrada	Período de Tempo
Alemanha	5 ou mais acidentes com a mesma natureza	100 m	1 ano
	5 ou mais acidentes ou 3 ou mais acidentes com vítimas (mortais ou feridos graves)	300m	3 anos
Reino Unido	12 ou mais acidentes	300 m	3 anos
Noruega	4 ou mais acidentes com vítimas	100 m	5 anos
Hungria	4 ou mais acidentes (fora das áreas de construção)	≤ 1000 m	3 anos
	4 ou mais acidentes (dentro das áreas de construção)	≤ 100 m	3 anos
Espanha	Andaluzia: 5 ou mais acidentes com vítimas ou 2 vítimas mortais ou 10 ou mais acidentes com vítimas ou 5 ou mais vítimas mortais	1000 m	1 ano 3 anos
	La Roja: 5 ou mais acidentes com vítimas ou 3 ou mais acidentes com vítimas (pelo menos com uma vítima mortal)	1000 m	3 anos
	Madrid: 3 ou mais acidentes	Não aplicável	3 anos
	Valência: 3 ou mais acidentes	200 m	3 anos
Holanda	10 ou mais acidentes ou 5 ou mais acidentes com características idênticas	Intersecções	3 a 5 anos
Áustria	3 ou mais acidentes com feridos com $RK \geq 0,8$	Não aplicável	3anos
	+ pelo menos 5 acidentes (incluindo com danos próprios)		1 ano
Portugal	5 ou mais acidentes com vítimas cujo somatório do indicador de gravidade ≥ 20	200 m	1 ano

Tabela 1: Definições de *Black Spots* nos países europeus seleccionados

(Fonte: Sørensen & Elvik (2007) e ERF (2003))

Apesar da diferença entre conceitos e da variedade de abordagens existente, para que um troço de estrada seja identificado como *black spot*, é fundamental e obrigatório obter informação sobre três aspectos comuns a todas as definições em vigor pela *European Road Federation* (ERF 2003):

1. Número de acidentes;
2. Extensão do troço de estrada;
3. Período de tempo padrão.

II.3 Principais Conclusões

As especificidades dos territórios, neste caso, de cada país, faz com que o conceito de *black spot* seja diferente e que, mesmo dentro de cada país, esta definição se distinga.

São muitas as formas de cálculo utilizadas, sendo que têm maior ou menor preponderância na diminuição da sinistralidade rodoviária de cada país. Estando cada país restringido às suas características, não é aconselhável utilizar-se as fórmulas de cálculo de outro para uso próprio, uma vez que os resultados não serão os mesmos.

Dizer que os números da sinistralidade rodoviária se devem exclusivamente ao modo como o cálculo dos *black spots* é feito, é falacioso. Há outros tantos factores que afectam e contribuem para que as metas de cada país não sejam alcançadas.

Portugal tem objectivos estabelecidos, já há vários anos, contendo medidas e vectores estratégicos, para que se reduza o número de ocorrência de acidentes, através do estudo das zonas de acumulação onde estes acontecem. Mas, não é por adoptar os métodos de outro país com melhor posição no ranking mundial, que os valores irão diminuir. Cada caso é um caso e, como tal, deve ser analisado individualmente.

A qualidade dos dados é fundamental e um assunto delicado para quem utiliza informação estatística. É importante que sejam periodicamente validados para que não se utilize dados arquivados que já não correspondem à realidade, criando assim limitações para a análise dos mesmos, como por exemplo, não ser capaz de excluir a possibilidade de erros ou omissões, sendo esta uma boa prática para estabelecer a frequência e entender estas situações. A notificação dos acidentes pode criar facilidade

na análise dos dados, no sentido de se apurar o número real de fatalidades e ferimentos ou mesmo o tipo de acidente.

A identificação exacta do local do acidente é uma tarefa difícil e as informações recolhidas são, muitas das vezes, erradas ou imprecisas. Esta identificação varia consideravelmente entre os países e também consoante os tipos de redes de estradas, dentro e fora das áreas urbanas. O uso de sistemas de posicionamento global (GPS) começou a fornecer a precisão necessária na gravação exacta do local, enquanto os sistemas de informação geográfica (SIG), já utilizados em alguns países, contribuíram para o registo sistemático dos locais dos acidentes.

Os dados referentes aos acidentes rodoviários em Portugal Continental são recolhidos pelas entidades fiscalizadoras Guarda Nacional Republicana (GNR) e Polícia de Segurança Pública (PSP), sendo depois enviados para a ANSR, onde são armazenados e tratados.

Assim, o factor fundamental quando se fala em *black spots* é a necessidade de se conseguir obter dados com veracidade para que possam ser validados e interpretados da melhor forma possível. Os dados são, sem dúvida alguma, uma necessidade constante no capítulo de análise de acidentes rodoviários, sendo imperativo para o tratamento posterior a que são submetidos. É deles que depende todo o processo de conceito, cálculo, tratamento e resultados dos black Spots que cada país, de forma particular, adopta.

CAPÍTULO III. *BLACK SPOTS* – O CASO PORTUGUÊS

III.1 Responsabilidades Institucionais

Em Portugal, a definição actual de *black spot* ou, como é conhecido no país, ponto negro, visa detectar os locais onde existem registos de elevada sinistralidade, cuja definição, já apresentada, é:

Laço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20.

Esta definição, adoptada desde 1987 pela ANSR, foi baseada num conceito proposto pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) no ano de 1982 para a detecção de Zonas de Acumulação de Acidentes (ZAA), completada por um critério associado à gravidade acumulada dos acidentes (Cardoso, 1998), já anteriormente referido.

O relatório estatístico de sinistralidade rodoviária, publicado anualmente pela ANSR, inclui a lista completa dos troços de estrada classificados como pontos negros e é a partir destes dados que são feitas comparações em diferentes espaços temporais.

A recolha destes dados, para posterior análise estatística, está ao encargo de diferentes entidades institucionais (GNR e PSP), sendo depois toda a informação compactada e divulgada pela ANSR, no relatório de sinistralidade, revelado anualmente.

Veja-se a figura 3 que mostra os números comparativos de *black spots* de 2011 a 2014.

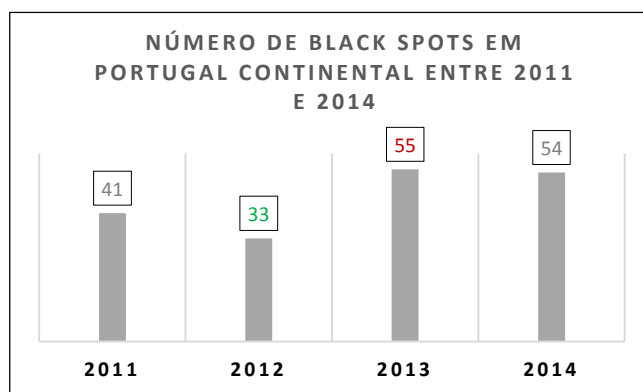


Figura 3. Número de *black spots* em Portugal Continental entre 2011 e 2014

Fonte: ANSR, Relatório Sinistralidade 2011, 2012, 2013, 2014 | Elaboração própria

Como em todos os conceitos e abordagens específicas a determinado fenómeno, os pontos negros, segundo a definição portuguesa, tem lacunas, identificadas por alguns autores (ERF, 2003). O conceito é considerado vulnerável aos seguintes factores:

1. Natureza aleatória dos acidentes;
2. Regressão à média;
3. Migração de acidentes para locais adjacentes às zonas já identificadas anteriormente como perigosas;
4. Não considerar o volume de tráfego presente no local;
5. Período de tempo considerado.

Todos estes factores podem colocar em causa a identificação dos locais em que existe realmente sinistralidade elevada, influenciando assim a eficácia na gestão e análise de pontos negros existentes. O facto da definição em Portugal se basear na frequência observada de acidentes (5 ou mais num troço de 200 metros) num período de tempo reduzido (1 ano), não contempla a componente aleatória, caracterizadora da ocorrência de acidentes, bem como o volume de tráfego, considerando apenas a gravidade resultante de cada acidente. Segundo Cardoso (1998), os dois primeiros factores são fulcrais numa análise mais objectiva e real.

III.2 Método actual de recolha de informação de acidentes rodoviários

A fonte da informação sobre os acidentes rodoviários no nosso país resulta do preenchimento, por parte das forças de segurança, do formulário designado por Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV), como indicado no capítulo I. Esta informação, centralizada na Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), é a base das estatísticas oficiais e dos principais estudos conhecidos sobre a sinistralidade em Portugal e foi revista pela última vez há 11 anos (2004).

A estrutura actual divide-se em 4 blocos⁴: identificação do acidente, circunstâncias externas, natureza do acidente e veículos intervenientes. A identificação do acidente possui diversos campos ligados à localização dos mesmos, nomeadamente as coordenadas de localização. Só recentemente se iniciou o preenchimento deste campo, existindo ainda muitas falhas neste âmbito. A recolha de informação é feita

⁴ Anexo I.

pelas entidades competentes para fins regularizadores e estatísticos, sendo posteriormente tratados em *software* adaptado e publicados pela ANSR. O tratamento desta informação é crucial para a tomada de decisão no que respeita à sinistralidade rodoviária.

A georreferenciação de acidentes em redes viárias digitais traz enormes vantagens, no que diz respeito à facilidade de visualização da distribuição dos mesmos e na extracção de informação importante, segundo critérios de base geográfica. A forma mais prática e direta de o fazer é carregar as coordenadas cartesianas dos locais onde ocorreram os acidentes num SIG.

Mas foi há pouco tempo que se começou a trabalhar desta forma. Até então, recorreu-se a soluções alternativas: quando um acidente era participado às forças policiais, era preenchida uma participação de acidentes de viação (PAV), com a informação necessária à eventual intervenção do Procurador-Geral da Republica. Assim, entre 2004 e 2007, o método realizado passava pela consulta das PAV, elaboradas pela Polícia de Segurança Pública (PSP). Este tipo de documento continha um esboço da cena do acidente, a descrição do mesmo, auferindo alguma veracidade para a identificação exacta do local de ocorrência. Como esta informação era em suporte de papel, era obrigatório criar uma base de dados auxiliar e só depois proceder à georreferenciação dos acidentes através da identificação do mesmo na rede rodoviária digital em SIG.

No caso dos acidentes corporais era também preenchido, em simultâneo, o BEAV, sendo posteriormente enviado ao observatório de segurança rodoviária, contido na ANSR.

A identificação do local da ocorrência é conseguida através da consulta dos campos “designação de via”, “Arruamento” e “Número de polícia”. No BEAV está previsto o preenchimento dos campos que permitem a identificação do local, sendo que o “número de polícia” estava, até há pouco tempo, inviabilizada.

Os métodos actuais resumem-se a uma poupança de tempo e de burocracia, bem como à facilidade do pessoal competente no tratamento dos dados para base estatística. É a partir daqui que todo o processo, que envolve o conceito de sinistralidade rodoviária, se desenvolve e se estabelecem estratégias para o país, com o intuito de

reduzir o número de acidentes rodoviários, considerada a principal causa de morte prevista para um futuro não muito longínquo.

III.3 Identificação de black spots - Metodologia actual

A definição de black spot em Portugal foi já diversas vezes criticada pela fórmula como é calculada. Segundo Jacobo Diaz Pineda, presidente da Associação Espanhola da Rodovia em Espanha, o governo português utiliza um método que permite culpar os condutores dos veículos pelo número elevado de pontos negros e não os troços de estradas.

Portugal aplica um sistema através do qual os pontos negros são identificados ao longo de um troço de 200 metros de estrada, em que foram registadas mais de cinco mortes, num período compreendido de um ano. Em Espanha, as autoridades usam 1km como indicador e as mortes são calculadas num período de 3 a 5 anos, tendo em conta o número e o tipo de carro que viaja nesse mesmo troço de estrada.

Por isso, em Portugal, numa estrada em que se testemunhe 30 mortes em 3000 acidentes de viação, será considerado mais seguro do que um país que registou dez acidentes e 30 mortes, por exemplo, num único desastre de autocarro. Uma estrada em Portugal usada por, por exemplo, um carro numa semana, que resulta numa morte todos os meses, será considerada mais segura do que uma estrada usada por motoristas dez mil vezes por semana, cuja média serão duas mortes por mês. Em Espanha, a primeira hipótese seria imediatamente submetida a uma pesquisa.

Segundo o discurso do presidente da ANSR, o objectivo para diminuir o número de mortes e acidentes rodoviários, passa pela rápida instalação de radares de velocidade nos locais onde há maior predominância de acidentes. Ao longo do país serão instaladas cerca de 50 aparelhos. “Como não há outra forma de resolver o problema, usando a engenharia de estrada, serão instalados radares de velocidade para os condutores que viajam nesse troço de estrada, em conformidade com a nova sinalização também instalada”.

A instalação destes radares de velocidade faz parte da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) 2009/2015, que compreende 92 medidas diferentes a

serem tomadas para reduzir o número de acidentes em Portugal. "Vamos agora começar a analisar a estratégia para fazer as devidas correções, ver o que foi feito, e ver o que ainda está por fazer antes de 2015, o prazo dado para que o plano nacional em vigor mantenha a tendência de diminuição de acidentes", disse.

Actualmente, o contributo dos SIG não é ainda factor decisivo na identificação de *black spots* em Portugal porque não existe informação suficiente para que se possa trabalhar sobre ela. O método actual recorre apenas à designação de via e quilómetro.

Os obstáculos à existência de informação são os métodos de recolha da mesma, a inexistência de mecanismos que permitam a recolha automática de coordenadas e a inexistência de um sistema de informação que explore esses dados geográficos. Só há pouco tempo foi feita a normalização da informação: pela GNR, através da recolha dos dados de forma manual (a troca de um número pode invalidar os dados e a localização exacta do acidente) e pela PSP: através de uma aplicação da *Google*, sendo que nem todos os trabalhadores têm a capacidade de interpretação de ortofotomapas.

A previsão, a curto e médio prazo, é fazer-se a recolha de dados utilizando os dados de um rádio com ID e coordenadas, validado posteriormente em *backoffice*, e só depois exportar esses mesmos dados, trabalhando os modelos num SIG.

Ainda assim, prevê-se que o contributo dos SIG nesta matéria seja fundamental, uma vez que a realidade actual exige uma informação correcta e válida da localização exacta dos acidentes e só assim é possível aferir e intersectar dados. As vantagens, entre outras, são:

- Se a localização estiver correcta, é mais fácil cruzar os dados com outro tipo de equipamento como escolas, hospitais, passadeiras, etc.;
- Identificar os possíveis problemas que as vias têm relativamente à acumulação de chuvas e os problemas de drenagem que possam existir;
- Altura do dia em que ocorre o acidente (de dia ou de noite);
- Permite a criação de modelos de prospeção de acidentes, ou seja, uma previsão de onde poderão existir novamente acidentes rodoviários.

A identificação de *black spots* em Portugal é actualmente feita através do cálculo do índice de gravidade, anteriormente especificado, aplicado a cada acidente ocorrido

durante, no caso de estudo, do ano de 2014. Quando o valor do índice de gravidade é superior a 20, considera-se um *black spot* e deve ser tratado, segundo o esquema apresentado no capítulo II (Figura 1).

CAPÍTULO IV: BLACK SPOTS – APLICAÇÃO DE MODELOS DE IDENTIFICAÇÃO EM PORTUGAL

IV.1 Especificidades Territoriais em Portugal

Portugal é um país naturalmente conhecido pela variedade e especificidade do seu território. Outrora um país claramente rural, tem vindo a tornar-se cada vez mais urbano, ainda que seja um dos países da Europa com menor razão entre espaço urbano e espaço rural (espaço urbano / espaço rural). Não quer, contudo, dizer que a ocupação populacional nestes dois espaços não seja distinta. Há maior número de pessoas a viver em espaço urbano (ocupação populacional), ainda que haja claramente maior área rural.

O conceito de “Espaço urbano” e “Espaço não urbano” sofreu alterações ao longo do tempo. Segundo os dados mais recentes do INE (2014), o espaço urbano é tipificado como “solo urbano”, de acordo com os critérios de planeamento dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), e é uma subsecção estatística que contempla um dos seguintes requisitos: **1)** Integra uma secção com densidade populacional superior a 500 habitantes por km²; **2)** Integra um lugar com população residente igual ou superior a 5.000 habitantes.

O “Espaço não Urbano” engloba o conceito de espaço semiurbano e o conceito de espaço de ocupação predominantemente rural, sendo definidos segundo os seguintes critérios:

- Espaço Semiurbano: **1)** Integra uma secção com densidade populacional superior a 100 habitantes por km²; **2)** Integra um lugar com população residente igual ou superior a 2.000 habitantes e inferior a 5.000 habitantes;
- Espaço de ocupação predominantemente rural: **1)** tem densidade populacional igual ou inferior a 100 habitantes por km²; **2)** Não integra um lugar com população residente igual ou superior a 2.000 habitantes;

Apresenta-se, em seguida, a figura 4, com a distribuição de espaço urbano e de espaço não urbano em Portugal Continental, divisão fundamental para a aplicação, *à posteriori*, do modelo de análise espacial que permite distinguir os *black spots* nos dois espaços, tendo, necessariamente, de ser feito um tratamento diferente para cada um deles.

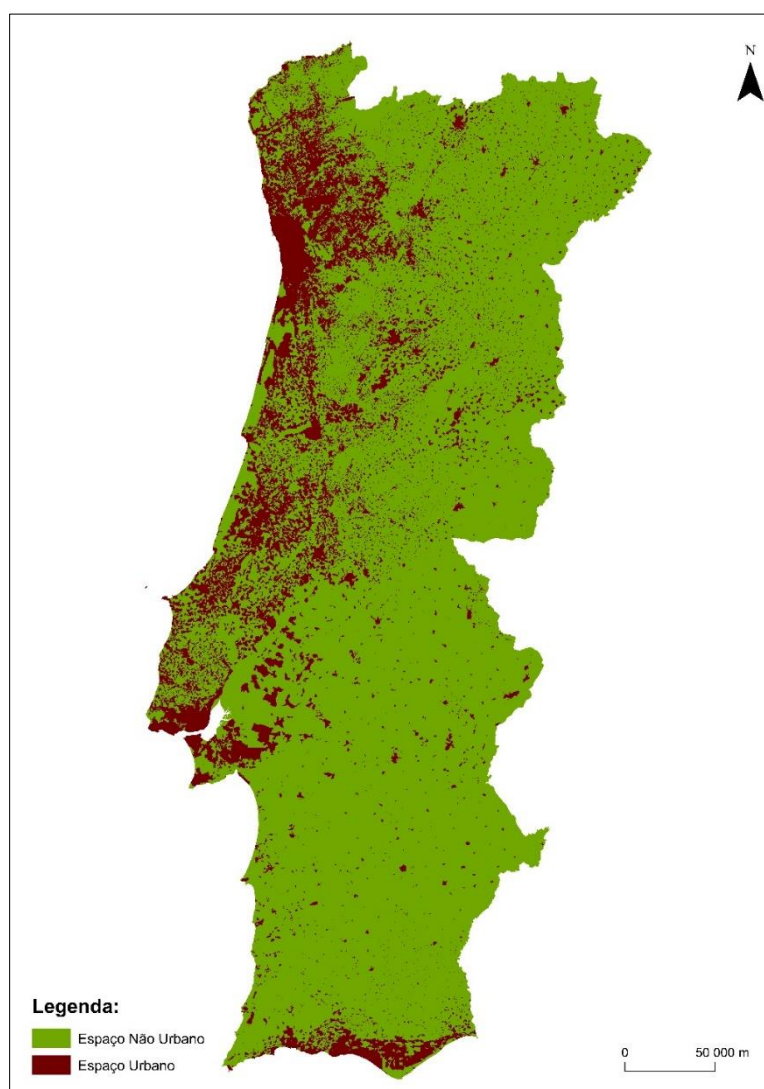


Figura 4 – Distribuição do Espaço Urbano e do Espaço não urbano em Portugal Continental

Fonte: BGRI, INE, 2013

Embora haja, como foi referido, maior espaço considerado “não urbano” em Portugal Continental, segundo estatísticas oficiais, uma grande percentagem de acidentes são registados nas áreas urbanas portuguesas, sendo que, em cerca de 70% dos acidentes com vítimas, 45% dos que tiveram mortes associadas, registaram-se dentro das localidades (ANSR, 2014). A ilustração da distribuição dos acidentes em 2014 é evidenciado pela figura 5.

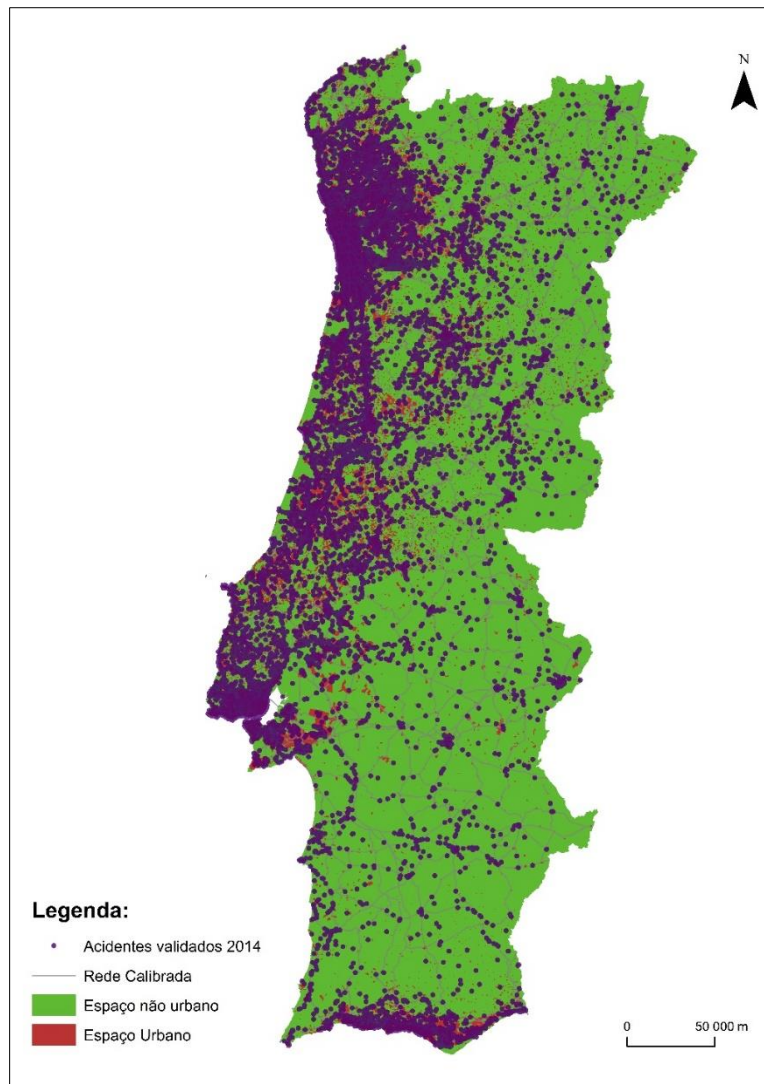


Figura 5 – Acidentes Rodoviários validados e georreferenciados em Portugal Continental em ambiente ArcGis, ano 2014

Fonte: Dados Acidentes Rodoviários 2014, ANSR

Depois de definidos os critérios de espaço e a localização dos acidentes rodoviários, surge a necessidade de análise dos mesmos. Em termos de análise espacial, não é possível fazê-la da mesma forma. Como tal, serão apresentados, no capítulo seguinte, dois modelos de análise espacial aos acidentes rodoviários, mais especificamente aos *black spots*. Um para o espaço urbano e outro para o espaço não urbano.

IV.2 Definição, Interpretação e Aplicação do Modelo de Análise Espacial

A análise espacial é já muito conhecida e utilizada na área dos transportes, embora a maioria das aplicações se limite a utilizar as ferramentas mais simples deste tipo de análise, ou seja, as ferramentas de selecção e manipulação (Teixeira et al. 2002).

Estas ferramentas possibilitam a visualização e geração de novos dados, possuindo, porém, efectividade limitada para avaliar as propriedades e relações existentes entre os dados espaciais (Câmara et al. 2000).

A metodologia para identificar locais críticos de acidentes de trânsito, usando ferramentas de análise espacial, contém etapas relacionadas com a estrutura do banco de dados e com a aplicação das ferramentas propriamente ditas. As etapas desta metodologia são descritas na figura 6.

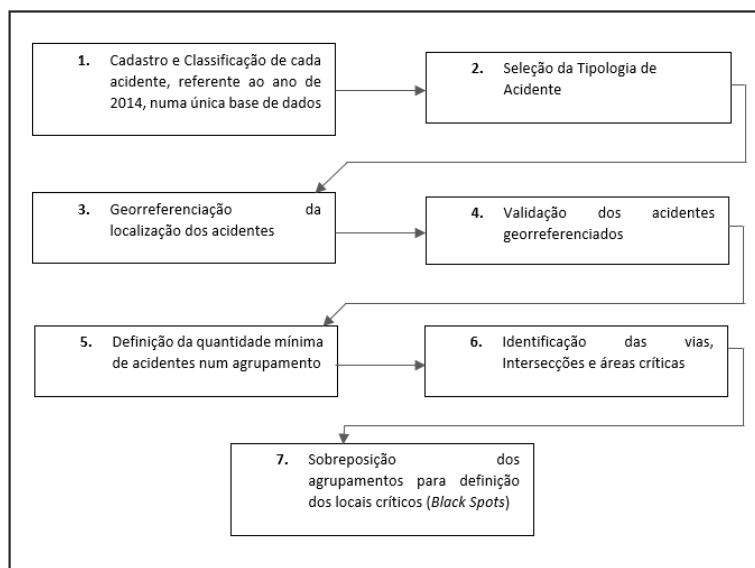


Figura 6. Metodologia de identificação de locais críticos de acidentes de trânsito usando análise espacial

Adaptado de: Queiroz et al. *Metodologia de análise espacial para identificação de locais críticos de acidentes de trânsito*, 2004

Esta metodologia será aplicada aos dados totais georreferenciados e validados (total de acidentes rodoviários de 2014), armazenados no banco de dados criado e desenvolvido na plataforma ArcGis 10.2.2.

Para o presente estudo, optou-se pela realização de uma análise espacial recorrendo a um método utilizado em SIG que identifica a densidade numa distribuição de fenómenos. Os fenómenos em análise representam os acidentes rodoviários, podendo-se concretizar como fenómenos pontuais distribuídos aleatoriamente em Portugal Continental.

Seguem-se as fases desenvolvidas ao longo do projecto para análise espacial:

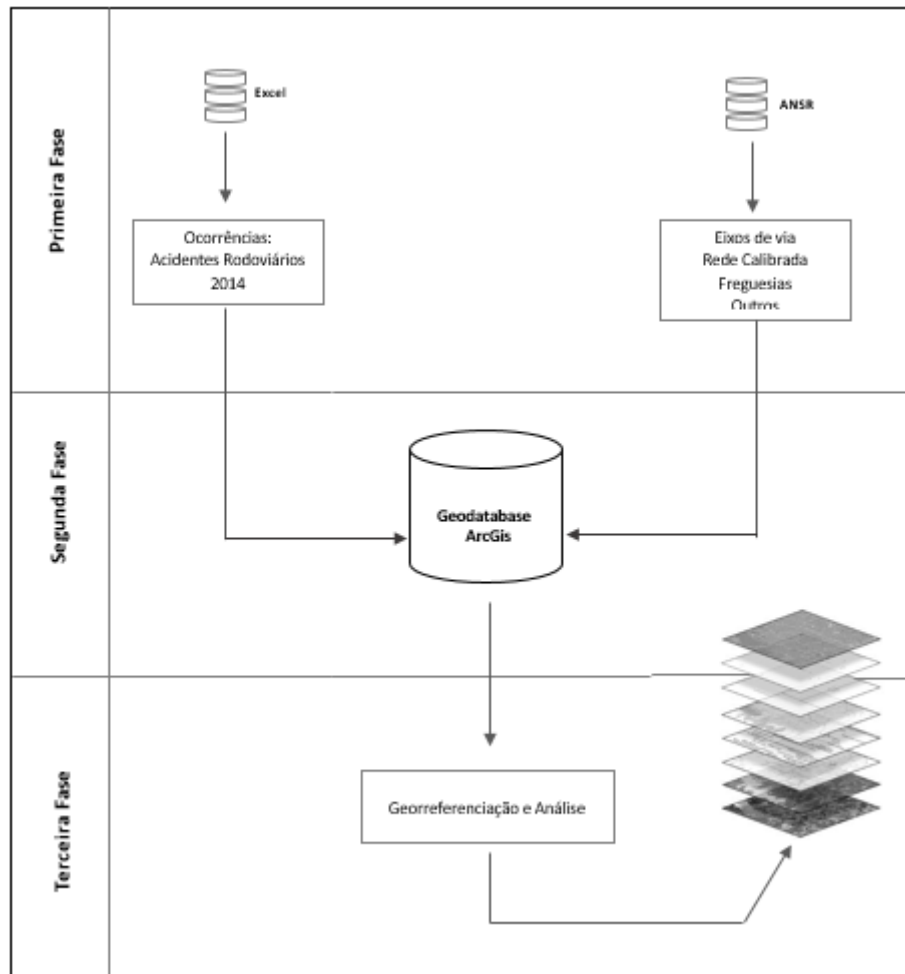


Figura 7: Esquematização dos procedimentos necessários à análise espacial

Como referido no tópico anterior, as diferenças entre espaço urbano e espaço não urbano vão muito além das características populacionais e do tipo de ocupação do solo. Mas comecemos pelos números populacionais: O número de população urbana é claramente superior. Segundo os dados do INE, a população urbana em Portugal é de cerca de 65%, sendo que, em três décadas, o número de portugueses a viver em espaço

urbano subiu de 3 para 6 milhões, número que se estima aumentar, até 2050, para 75%. A razão entre a população urbana e a população rural é de 1,85.

Associado a tudo isto, é necessário compreender-se que o tipo de estradas e tudo o que está associado à rede viária portuguesa nacional também difere. Há mais nós e intersecções em espaço urbano do que em espaço não urbano, por exemplo. Como tal, há a necessidade de se definir os dois tipos de espaço existentes. Segue-se a figura 8, a título de exemplo, do processo feito para a definição de perímetro de espaço urbano. O processo para espaço não urbano ocorreu da mesma forma.

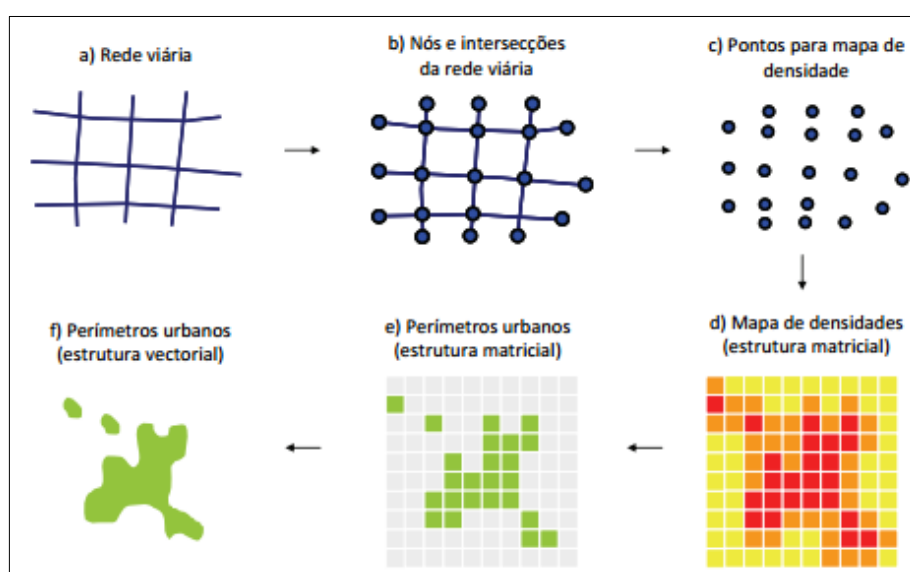


Figura 8 – Processo de definição de perímetro de espaço urbano

Antes de se chegar a um modelo final, foram estudados e testados vários métodos e modelos, teoricamente válidos para a abordagem pretendida. Inicialmente, o método pela densidade de *kernel* era aquele que mais se apropriava ao pretendido; Esta técnica permite estimar a intensidade de um conjunto de pontos dentro de uma determinada área (Druck, Câmara, Carvalho, Monteiro, 2004). Para o efeito, pondera-se a distância para o fenómeno (acidentes rodoviários) identificando-se o núcleo, ou seja, uma maior concentração de pontos. À medida que a distância ao núcleo aumenta, a densidade diminui. Assim, gera-se uma superfície contínua, que representa uma interpolação dos eventos pontuais, onde se identificam áreas de maior ou menor densidade (Simões, 2010).

Ao mesmo tempo, estudou-se também o índice de *Moran* e as técnicas de agrupamento espaciais (agrupamento por *clusters*). Segundo Flahaut et. Al (2003), *Kernel* e *Moran* são mais indicados para a identificação das vias críticas, enquanto as técnicas de agrupamento espaciais são mais adequadas para a identificação de intersecções e trechos críticos.

Contrariamente aos modelos actuais, que apenas trabalham a componente alfanumérica, com os SIG pretende-se aumentar a riqueza da análise, nomeadamente em ambiente urbano. Tendo em consideração que a introdução de coordenadas é relativamente recente, o trabalho requer, em primeiro lugar, a recolha, a validação e a correcção da informação geográfica fornecida pelas entidades competentes e a abordagem ao modelo de dados espaciais.

Paralelamente, obriga à inventariação das formas de análise de concentração. Neste campo, foram estudados os modelos de **Cluster** e **Kernel**, sendo que o modelo de Clusters foi automaticamente excluído: sugere que cada tipo de acidente rodoviário (sinistralidade) tem a sua especificidade e tem de ser analisado de forma individual, sendo especialmente robusto na previsão a curto prazo, desde que exista quantidade suficiente de dados georreferenciados e validados. Esta quantidade razoável é determinada pelo teste M que indica quais os números mínimos para definir a função com um erro mínimo, ignorando as restantes.

As etapas do seu processo estruturam-se em três fases:

1. ***Spatial Analysis*** (Análise Espacial): Identifica os clusters geográficos com base em centróides;
2. ***Cluster Modelling*** (Modelagem por cluster): Determina a qualidade da informação de cada cluster associando os dados ao centróide desse mesmo cluster;
3. ***Prediction*** (Previsão): Desenvolve o modelo preditivo baseado numa correspondente rede neural (uma por cada cluster) com especificações de previsão autorregressiva;

Concluiu-se não ser possível a implementação do modelo de análise espacial pela análise de clusters, por falta de qualidade dos dados e ausência de variáveis

geográficas obrigatórias à análise dos *black spots*, segundo o conceito definido para Portugal já referido anteriormente.

Segundo Flahaut et al. (2003), focado no problema de análise de dados espaciais, há a necessidade de comparação entre os dois restantes métodos: a utilização do Índice de Moran (utilização espacial local de índices de autocorrelação) e a estimativa por *Kernel*. Ambos permitem diferenciar os locais dos acidentes e gerar uma suavização do processo empírico e ambos são diferentes nas suas abordagens conceptuais, fornecendo os dois resultados semelhantes, ainda que ao abrigo de diferentes parâmetros.

O Diagrama de Espalhamento de Moran (*Moran Scatterplot Map*) é uma forma adicional de visualizar a dependência espacial⁵. É construído com base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos da sua média e divididos pelo desvio padrão), e permite analisar o comportamento da variabilidade espacial, neste caso, dos acidentes rodoviários.

O objectivo é comparar valores normalizados do atributo numa área com a média dos seus vizinhos⁶, obtendo-se um gráfico bidimensional de Z (valores normalizados) por WZ (média dos vizinhos, também normalizados), divididos em quatro quadrantes, como mostra a Figura 9.

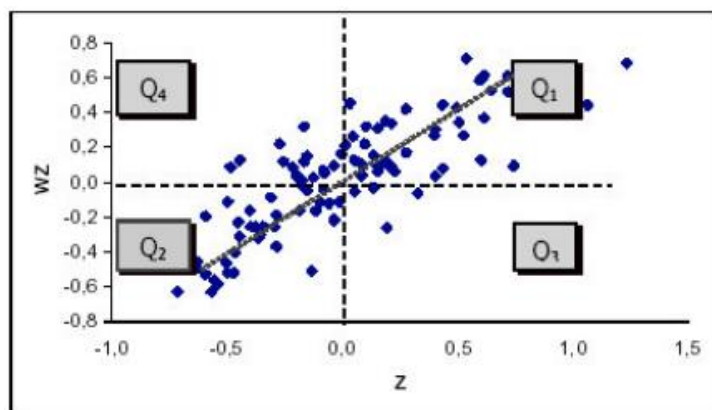


Figura 9: Representação gráfica do índice de Moran

Fonte: PAIVA, Carlos. *Dependência Espacial*, 2014

⁵ Dependência Espacial é uma característica inerente à representação de dados através de subdivisões territoriais

⁶ O conceito de vizinhança adoptado é formulado com base na propriedade de proximidade e conectividade entre atributos

Em que:

Q1 – Representa valores positivos e médias positivas

Q2 – Representa valores negativos e médias negativas

Pontos de associação espacial positivo, no sentido que determinada localização tem vizinhos com valores semelhantes;

Q3 – Representa valores positivos e médias negativas

Q4 – Representa valores negativos e médias positivas

Pontos de associação espacial negativa, no sentido que determinada localização tem vizinhos com valores distintos, indicando pontos de transições entre diferentes padrões espaciais ou pontos de não estacionaridade do atributo;

Lu (2000:21) diz que, em comparação com outras técnicas de análise espacial, a densidade do grão da imagem é mais confiável, numa análise de *Black Spots*, pela densidade de *Kernel* (*Kernel Density*) e faz as seguintes observações: “Em primeiro lugar, a densidade de *Kernel* usa mais informações sobre o ponto de distribuição de praticamente todos os algoritmos do que virtualmente de todos os algoritmos de *clusters*. A superfície de densidade contínua permite gerar todas as localizações. Os dados mostram-se por eles mesmos.” Ou seja, os utilizadores podem inspecionar visualmente a variabilidade de densidade ao longo de toda a superfície e identificar os *black spots* em função da observação do seu ponto de vista.

“Em segundo lugar, uma vez que a densidade é uma medida de grandeza, permite que a clusterização espacial mostre os *black spots*, comparando-os ao longo do espaço, bem como entre estudos”. Os algoritmos baseados na separação espacial de observação são tímidos para apoiar a comparação quantitativa de *black spots*. “Em terceiro lugar, a técnica da densidade de *Kernel* é mais livre e a sua arbitrariedade fornece resultados de análise relativamente estáveis para o utilizador”.

O modelo de Estimador de *Kernel* traduz-se como alternativa de análise geográfica de padrões, sendo que os casos de sinistralidade rodoviária estão inseridos no contexto da análise de processos pontuais (eventos pontuais). O principal interesse, nos dados deste tipo de processo, está no conjunto de coordenadas geográficas, representando as localizações exactas dos eventos.

Esta técnica permite a contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse. A sua representação num mapa não fica limitada a áreas pré-definidas, como o caso de bairros ou municípios. Por esta razão, o modelo de análise espacial para a identificação de *Black Spots* em Portugal Continental no ano de 2014, foi testado, numa primeira tentativa, pelo estimador de densidade de *Kernel* (em ambiente ArcGis), estudado também, previamente, através da função *Help*, da qual surge a figura 10.

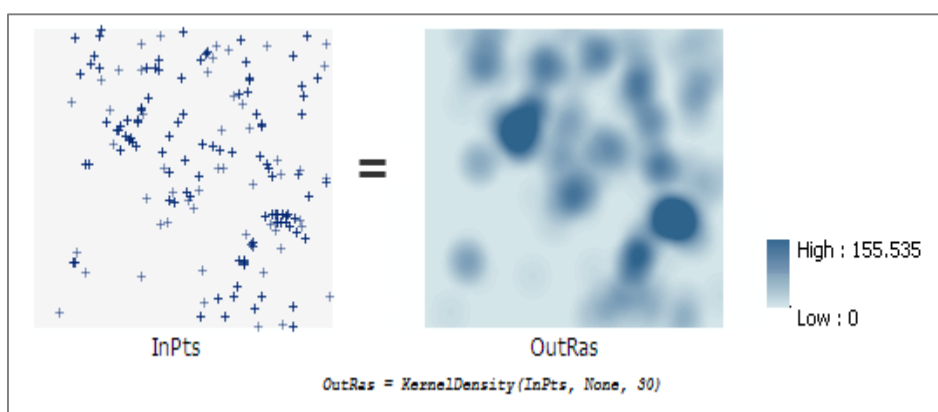


Figura 10: Representação gráfica da ferramenta Kernel Density

Fonte: Help ArcGis 10.2.2, Kernel Density (Spatial Analyst)

Em que os seus parâmetros de utilização são:

- Os valores elevados do parâmetro utilizado produzem uma imagem mais suave e mais generalizada da densidade do *raster*. Os valores mais pequenos produzem um *raster* com maior detalhe;
- Apenas os pontos ou porções de uma linha que é contínua até à sua vizinhança é considerada no cálculo da densidade. Se não existirem pontos ou linhas numa determinada célula, a célula é considerada como não tendo valor (*NoData Cell*);

- Se a unidade da área da escala for relativamente inferior às *features* (distância entre pontos na secção, dependendo do tipo de *feature*), os valores do *output* podem ser pequenos. Para obter valores maiores, é necessário seleccionar a unidade da área da escala com uma unidade maior (por exemplo, km² vs m²)
- Na versão *ArcGis 10.2.2*, por defeito, o raio de pesquisa é calculado com base na configuração espacial e o número de pontos existentes.
- Demasiados pontos ou uma amostra mínima de pontos podem dar resultados que aparentemente parecem pouco intuitivos. Se o valor do campo “população” for muito maior que 1 (por exemplo, o número de acidentes de uma cidade), o raio de pesquisa deve ser muito pequeno, resultando numa imagem com pequenos anéis à volta do ponto no mapa.
- Se o valor do campo “população” for muito menor que 1, a largura da banda calculada pode parecer exageradamente grande. Nesse caso, cabe ao utilizador, escolher o seu próprio raio de pesquisa.

A função kernel, em suma, é baseada na função quadrática de kernel, descrita em Silverman (1986, p.76, equation 4.5):

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

Em que:

h é a largura da banda

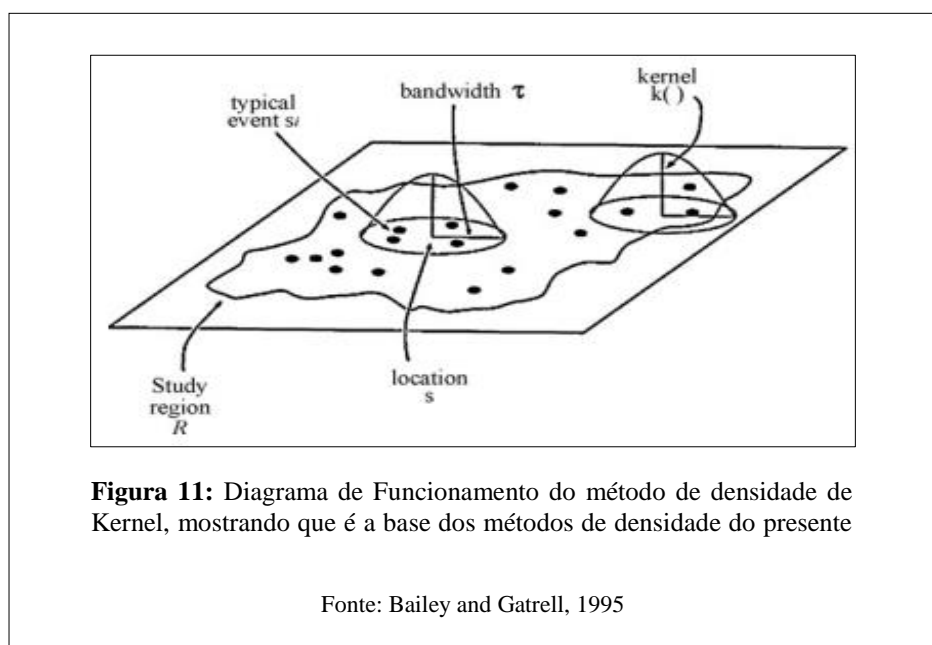
x-X_i é a distância entre cada ponto

K é a função quadrática do núcleo, que é definido como:

$$K(x) = \frac{3}{4}(1 - x^2), |x| \leq 1$$

$$K(x) = 0, x > 1$$

O método de densidade de *Kernel* divide a área total de estudo, no caso, de Portugal Continental, num pré-determinado número de células. Apesar disso, considerando um bairro como um polígono de forma circular à volta de cada célula (método simples), o método de densidade *Kernel* desenha esse mesmo bairro à volta de cada *feature point* (acidente rodoviário identificado), aplicando em seguida uma equação matemática que vai de 1 (posição do acidente rodoviário) até 0 (fronteira de vizinhança). Expõe-se a Figura 11 que representa esta descrição.



Depois de testado, foram encontradas algumas situações que mostraram que este modelo tem algumas desvantagens que, para o tipo de análise pretendida, se tornaram demasiado pesadas. A principal desvantagem deste modelo é que, ao existir uma concentração excessiva de pontos (acidentes rodoviários), a análise visual torna-se deturpada, não sendo possível uma análise correcta do acontecimento (ex. numa determinada área, um único ponto estava, na realidade, a representar várias ocorrências, não sendo possível aferir a exactidão do acontecimento). Tendo em conta a definição do modelo de densidade de Kernel, em que se assume o valor de um ponto e a distância do mesmo ao núcleo (raio da célula), numa *grid*, no caso de 50 x 50 metros (área urbana), o número de elementos pontuais (acidentes rodoviários) existentes ficariam muito dispersos ao longo do território, não conseguindo gerar qualquer tipo de contributo na análise de zonas de concentração de acidentes, quando aplicado o modelo.

IV.3 Modelo Adotado e Respectivas Interpretações

Para a análise pretendida inicialmente, ou seja, uma análise onde se consiga analisar áreas de acumulação de acidentes rodoviário para o ano de 2014, afastou-se, em parte, o conceito de black spot definido pela ANSR, uma vez que a definição que engloba a utilização dos 200 metros de comprimento é uma referência linear desajustada para análise espacial. Foi, contudo, calculado o índice de gravidade inerente ao conceito (Anexo III).

Foi testado em ambiente ArcGis, para a área urbana e para a área não urbana, modelos em que se parametrizaram os acidentes totais do ano de 2014, apenas para esta área (IV.1. Figura 4), com uma *grid* de 50x50 metros, onde é possível fazer a contagem do número de acidentes que, naquele ano, ocorreram dentro dessa *grid*. O tamanho foi escolhido, depois de outras tentativas, devido à dimensão da malha urbana: as vias são mais densas, havendo a necessidade de ajustar a distância dos acidentes rodoviários, aplicando assim uma *grid* de menor resolução. No caso da área não urbana, o tamanho da *grid* foi de 100x100 metros, seguindo a mesma linha de raciocínio: a densidade das vias é menor, por isso uma *grid* de maior resolução permite uma análise facilitada dos elementos. Ou seja, permite parâmetros de agregação comuns, obtendo-se melhores resultados.

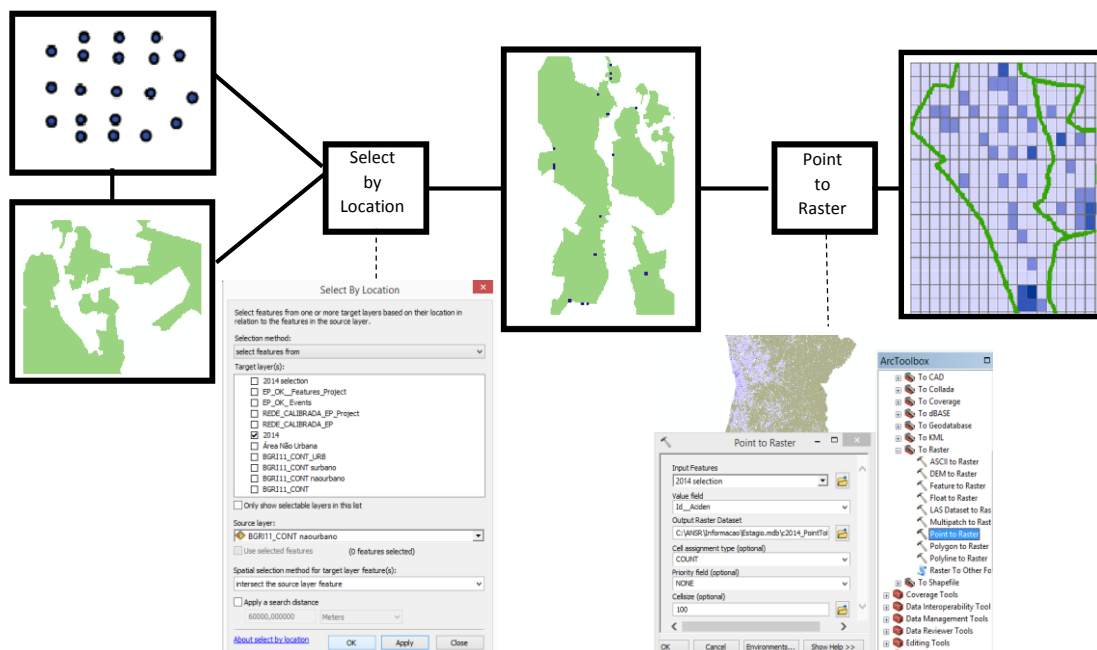


Figura 12. Processo de parametrização do modelo utilizado

Aplicou-se um *Select by Location* entre a *shape* pontual do número de acidentes georreferenciados de 2014 e a *shape* poligonal das áreas definidas previamente como Urbana e Não Urbana. Conseguiu-se, nesta fase, obter uma nova *shape* com todos os acidentes rodoviários ocorridos naquele ano, dentro das duas áreas definidas. Depois, foi feita uma conversão para *Grid*, escolhendo-se aqui o valor da célula associado. No caso da área urbana foi escolhido o tamanho 50 metros de resolução e, para a área não urbana, o valor definido foi de 100 metros de resolução.

Os resultados para este teste, que se mostrou viável e visualmente interpretativo, seguem-se nas figuras 13 e 14 para a área urbana e área não urbana, respectivamente.

Segundo a imagem representativa da área urbana (excerto da cidade de Lisboa), que abrange locais como a 2ª Circular, Av. Da Liberdade, Campo Grande, entre outras, é possível identificar as zonas críticas e justificar o número de acidentes ocorridos. Nos pontos assinalados como zonas de acumulação de acidentes é possível verificar que se tratam de vias críticas, com uma taxa de tráfego diário elevada, com muitas intersecções e junto a equipamentos colectivos.

No caso dos acidentes ocorridos em áreas não urbanas, estes ocorrem maioritariamente nas vias fora da rede calibrada (EP). Há inevitavelmente menor número de concentração de acidentes, uma vez que há também menos tráfego viário. Na imagem representativa desta área (Junto ao estádio Nacional, distrito de Oeiras), é possível verificar que, embora haja menos zonas de acumulação de acidentes, estas estão localizadas também em áreas consideradas críticas. No caso, tratam-se de intersecções de via onde não há semaforização adequada ao tráfego diário.

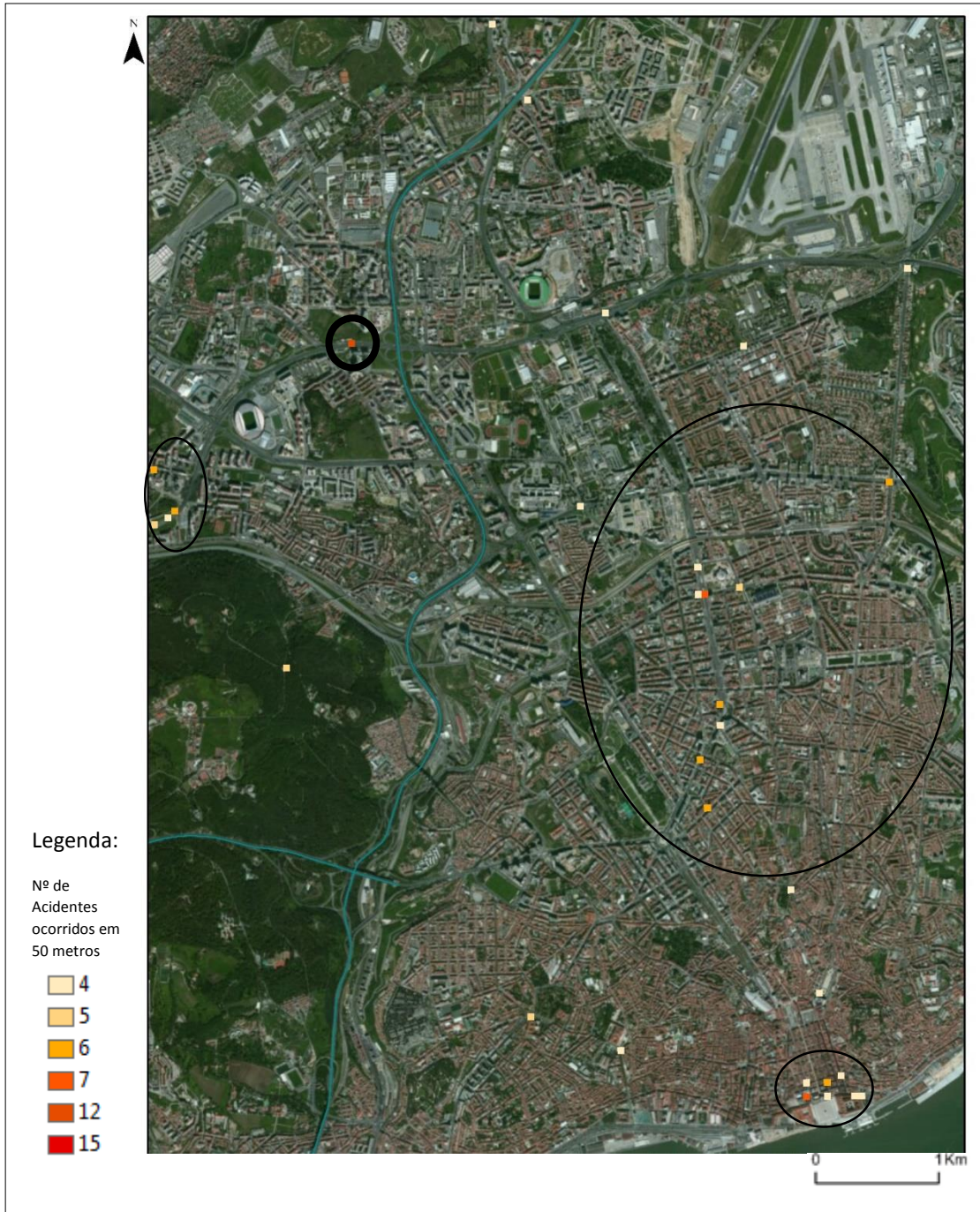


Figura 13. Zonas de Acumulação de Acidentes Rodoviários – Área Urbana

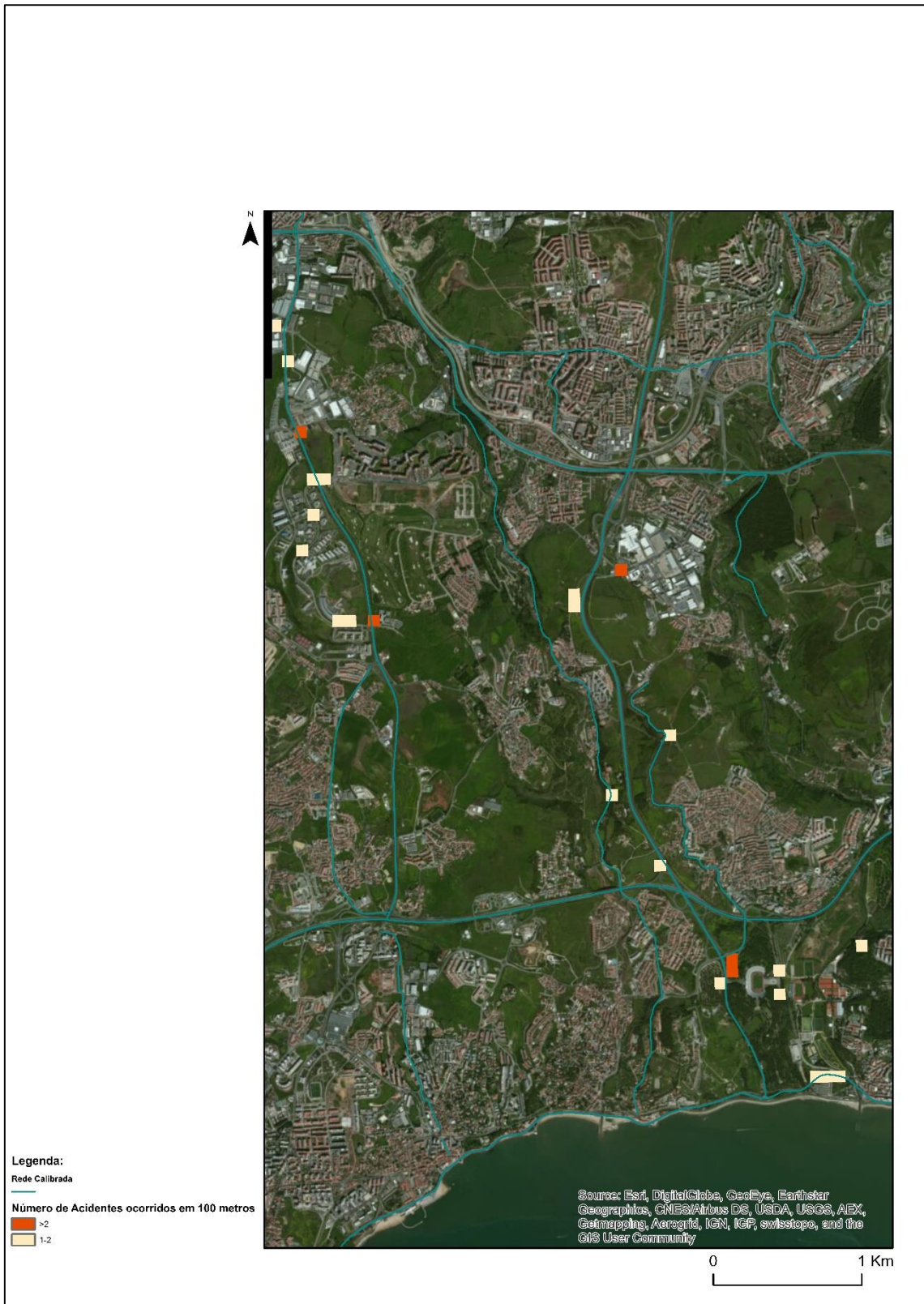


Figura 14. Zonas de Acumulação de Acidentes Rodoviários – Área Não Urbana

V – OUTRAS TAREFAS REALIZADAS NA ANSR

Ao longo do período de estágio, foram realizadas outras tarefas de suporte às metodologias e aos processos principais de desenvolvimento do presente relatório. Destaca-se o processo de validação e georreferenciação dos dados totais dos acidentes rodoviários de 2013 e 2014, o qual é diferenciado e explicado em seguida.

V.1 – Validação e Georreferenciação

V.1.1 Validação

A validação de dados referentes a acidentes rodoviários decorreu durante o período de dois meses (Outubro e Novembro). O processo serviu de aprendizagem e iniciação a métodos e uso de ferramentas em ambiente *Excel*, *Access* e *ArcGis*.

A validação dos dados foi, primeiramente, referente ao ano de 2013, ano pensado para todo o processo de desenvolvimento do tema do estágio. Existiram alguns problemas de conformidade de dados: dados sem referência de marco quilométrico, outros sem número de polícia, outros sem referência de coordenadas e/ou outros com coordenadas erradas. Foram poucos os dados de fácil e rápida validação. Com estes condicionalismos, numa tentativa de uniformização dos dados e de construir uma única base de dados que servisse de suporte de trabalho para depois se implementar ferramentas de análise espacial, foi adoptado o seguinte processo:

1. Foram descarregados todos os dados relativos aos acidentes rodoviários em Portugal Continental no ano de 2013 em ambiente *Excel* <dados_validar_2013.xls>, num total de 30.240 acidentes referenciados. Dentro desta folha de cálculo, foram divididos, em quatro folhas, os dados recolhidos pela PSP, os dados recolhidos pela GNR, os dados sem coordenadas e os dados sem marco quilométrico.
2. Em ambiente *ArcGis*:
 - Descarregou-se, com o sistema de projecção de coordenadas <ETRS_1989_Portugal_TM06>: a rede calibrada de estradas de Portugal Continental (REDE_CALIBRADA_EP.shp), os marcos dos Km das estradas de Portugal Continental (MarcosKM.shp), a *Shape* das ruas de

Portugal Continental (STREETS.shp) e a carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) (Cont_AAD_CAOP2010.shp);

3. Descarregaram-se todas as tabelas dos dados da folha de cálculo <Excel dados_validar_2013.xls>, pelo campo da tabela <Cod_via2>, referenciado por “km” e foi feito manualmente a validação de cada acidente, sendo que aqueles que não possuíam informação de coordenadas nem de km, não foram validados.
4. Depois de validados em ambiente ArcGis, os dados foram novamente descarregados em *Excel* onde se verificou o número de erros (LOC_ERROR) que se conseguiram corrigir. Este processo é feito através dos seguintes passos:
 - Na folha de cálculo < Excel dados_validar_2013.xls>: *Dados > A partir do Acess > Selecionar origem dos dados > ANSR > Validação > Estágio.mdb*
 - Foram copiados os dados sem erros, ou seja, os dados que foram ficando validados, para uma nova folha, em formato Excel, e descarregados novamente em ArcGis, de onde se exportou o mapa final com os acidentes 2013 e posteriormente de 2014.

Os dados validados de 2013, como referido anteriormente, seriam os dados a utilizar no tema do relatório, e seria sob eles que se testariam os modelos de análise espacial, compreendendo em que medida os SIG podem contribuir para a diminuição dos *black spots*. No entanto, após os dois primeiros meses de estágio, os dados de 2014 estavam já a ser inseridos e tratados na base de dados da ANSR e, por isso, faria mais sentido utilizar os dados mais recentes e aqueles que, após um ano, mostram claras melhorias na introdução real de coordenadas geográficas e maior cuidado nos parâmetros que são utilizados para georreferenciar esses mesmos dados. Assim, o processo de validação dos dados de 2013 ficaram suspensos (foram georreferenciados e validados cerca de 30% dos dados totais) e deu-se início ao trabalho com os dados de 2014. O processo de validação dos dados deste ano seria o mesmo que se utilizou para os dados de 2013, permitindo à estagiária fazê-lo de forma mais rápida e intuitiva.

V.1.2 Georreferenciação

Entende-se por georreferenciação todo o processo de localização geográfica de determinado objecto espacial, através da atribuição de coordenadas a esses mesmos objectos. A georreferenciação e a validação de dados está, invariavelmente, ligada entre si, sendo processos complementares.

O processo de georreferenciação iniciou-se com uma preparação prévia da base de dados disponível de 2013, que consistiu na verificação e correcção dos erros encontrados. Foi realizada em três fases: A primeira, automática, consistiu na utilização da funcionalidade do SIG para localizar cada acidente no local exacto no mapa. A segunda fase consistiu numa georreferenciação semi-automática dos registos não georreferenciados na primeira fase, por erros, como o número de polícia não coincidir com a numeração constante no mapa. Ultrapassou-se este problema de forma interactiva, recorrendo-se ao programa *Google Earth*. A terceira fase, manual, foi efectuada nos registos que não puderam ser georreferenciados nem na primeira fase nem na segunda fase e consistiu na procura da localização exacta do acidente por meio também do *Google Earth*, desenhando-se no mapa (*Editor > Start Editing > Shape acidentes 2014 > Point*) o ponto representativo desse mesmo acidente. Por fim, quando a georreferenciação não foi possível através das três fases anteriores, os acidentes ficaram sem representação visível no mapa. Esta exclusão de acidentes aconteceu também porque os dados de 2013 não seriam utilizados e como tal, procedeu-se directamente à georreferenciação dos dados de 2014 que não tiveram este obstáculo.

No caso dos dados de 2014, as coordenadas permitiram a localização real de um número maior de acidentes rodoviários, uma vez que o uso de dispositivos espaciais (como o GPS) por parte das entidades que recolhem esta informação tornou-se mais comum. Esta característica melhora e facilita muito o trabalho de quem insere, posteriormente, os dados totais, provenientes de todas as entidades que recolhem informação sobre os acidentes ocorridos durante o ano.

O processo de georreferenciação surge, naturalmente, em consequência da validação prévia dos mesmos dados. Este trabalho, inicialmente sobre os dados de 2013, foi feito quase em simultâneo, através da localização mapeada dos dados validados. Os

dados validados e georreferenciados de 2013 representam cerca de 30% do total dos dados disponibilizados.

Uma das vantagens claras da georreferenciação de dados é conseguir obter e trabalhar a informação sob a forma de mapa, em formato digital, numa plataforma SIG. Ou seja, facilita a interpretação dos dados e permite a utilização de ferramentas de análise espacial em ambiente ArcGis, conseguindo-se trabalhar a informação de forma a obter os resultados pretendidos.

A validação e georreferenciação de dados foi assim a primeira função da mestranda durante o decorrer do estágio, sendo que a partir deste processo, foram desencadeados todos os passos para responder às questões de partida propostas. Também pela validação e georreferenciação é possível apercebermo-nos da importância que os dados têm em temas como o dos acidentes rodoviários. É sobre eles que se fazem todos os testes e se aplicam os modelos considerados necessários para o desenvolvimento de determinado projecto.

Foi assim construída uma plataforma de informação georreferenciada, padronizada e normalizada, capaz de reunir e interligar diversos conjuntos de informação, agilizando o funcionamento e acesso à informação (através da tabela de atributos) entre os diferentes intervenientes. A plataforma ficou assim pronta a trabalhar com ferramentas capazes de tratar a informação espacial.

A georreferenciação é a etapa inicial do processo de análise espacial de dados em que se pretende correlacionar a prevalência ou a existência de zonas de acumulação com outros factores como a tipologia e estado de conservação das vias, ocupação do solo, declive, entre outros. Pretende-se também correlacionar a incidência dos acidentes rodoviários em Portugal Continental com as zonas de acumulação onde estes acidentes ocorrem (*black Spots*).

As tarefas realizadas na ANSR durante o período de estágio revelaram-se uma mais-valia para a mestranda. Foram sempre acompanhadas pelo orientador na entidade e tornaram-se num contributo fundamental ao desenvolvimento do relatório.

VII. NOTAS FINAIS

Ao longo do período de estágio e no decorrer do desenvolvimento do relatório apresentado, foi possível responder às questões de partida mencionadas no capítulo I (I.2).

Particularizando:

1. Qual a utilidade da geolocalização de acidentes e da identificação dos pontos de acumulação?

A geolocalização de acidentes, associado à georreferenciação dos mesmos é de utilidade extrema. É fundamental que haja uma calibração espacial dos atributos que se pretende analisar, permitindo a correlação entre o aspecto espacial e o aspecto estatístico. Consegue-se, a partir da geolocalização da informação, associada à identificação das zonas de acumulação, analisar visualmente os pontos críticos onde os acidentes ocorrem. Permite também fazer-se uma distinção entre as diferentes áreas de Portugal Continental, assumindo as suas especificidades, uma vez que as características territoriais são claramente diferentes e devem ser analisadas como tal.

2. Cálculo de pontos de acumulação de acidentes – Informação necessária e disponível?

A informação disponível para o cálculo dos pontos de acumulação de acidentes provém de dados previamente tratados pela ANSR, depois de recolhidos por outras entidades. A qualidade dos dados, factor fundamental numa análise espacial com veracidade, pode não ser garantida, uma vez que os meios de recolha não são, ainda, aqueles que se pretende neste tipo de análise. Seria mais eficaz se toda a informação estivesse uniformizada por uma única base de dados, seguindo uma única metodologia, com importância particular para a recolha das coordenadas geográficas do local onde o acidente ocorre. Para tal, seria fundamental que todas as entidades que recolhem estes dados tivessem ao seu dispor dispositivos GPS, conseguindo garantir informação

espacial de forma mais rápida e um trabalho de análise automática sob esses mesmos dados.

3. Quais as especificidades do território e de exposição ao risco que influenciam o modelo de análise?

Portugal Continental é caracterizado pelas suas especificidades territoriais, sendo que a análise deve ser feita de forma diferenciada, tendo existido para esse efeito, a necessidade de uma divisão entre área urbana e área não urbana. Ambas com características muito diferentes, quando analisadas pela perspectiva do fenómeno da ocorrência de acidentes rodoviários, deve ter-se em consideração a exposição aos riscos de cada uma. No caso da área urbana, apesar de representar menor espaço territorial, é nesta área que habitam e trabalham o maior número de pessoas, onde existem mais acessos, equipamentos e, conseqüentemente, também mais tráfego viário, trechos de via e intersecções críticas. Ou seja, uma rede mais “ocupada”, densa e problemática. Nas áreas não urbanas, apesar de a sua representação ser maior na área total de Portugal Continental, apresenta menor taxa de tráfego diário, tem menor número de estradas principais, sendo que os acidentes ocorrem com maior frequência e com uma distância entre si.

Assim, os riscos que cada área representa, reflectem exactamente o número de zonas de acumulação de acidentes rodoviários existente. Todas estas características e conclusões que daí derivam, influenciam, inevitavelmente, os modelos de análise espacial a utilizar.

Como tal, é fundamental que se conheça, primeiro, as especificidades do território que se quer analisar e, dentro desse território, aplicar modelos de análise que permitam fazer uma análise correcta (com veracidade) do que se pretende.

4. Quais os modelos de análise mais eficazes para o fenómeno?

Os modelos mais eficazes para a análise do fenómeno dos acidentes rodoviários, depois de alguma revisão bibliográfica sobre o tema são, o índice de Moran (como

modelo de visualização de dependência espacial), o agrupamento por clusters (excluído por falta de qualidade dos dados e ausência de variáveis geográficas obrigatórias) e o modelo de densidade de Kernel que, com as condições existentes, não se evidenciou como o modelo indicado.

5. Quais os modelos mais eficazes para representar a informação pretendida?

A informação pretendida, visualização de zonas de acumulação de acidentes rodoviários (black spots) em Portugal Continental, foi conseguida através de um modelo de parametrização, distinguida entre área urbana e área não urbana. Depois de calculado o índice de gravidade foi possível, utilizando uma *grid* de 50 e 100 m² para a área urbana e não urbana, respectivamente, aplicar o modelo escolhido, permitindo compreender e identificar os black spots, bem como uma análise visual e intuitiva do fenómeno. Depois de gerados os mapas da área urbana e área não urbana, podem retirar-se conclusões e aprofundá-las com outros dados. A título de exemplo: saber a altura do dia em que ocorreu o acidente, sendo possível aplicar medidas de intervenção no local que possa diminuir os acidentes nocturnos através de sinais luminosos, caso não existam.

O modelo de análise espacial que, inicialmente se pensou ser diferente para as duas áreas mencionadas, tornou-se diferenciado apenas nos parâmetros que foram utilizados (tamanho da *grid*). Todo este processo foi executado depois da selecção das áreas de georreferenciação dos acidentes rodoviários de 2014 para as duas áreas de estudo.

Depois de respondidas às perguntas de partida a que a estagiária de propôs, o relatório proporcionou também ter acesso ao desenvolvimento do tema dos black spots na ANSR. Embora não haja um modelo fixo de análise aos black spots em Portugal, tem sido feito um esforço entre a entidade e a ESRI Portugal – sistemas e informação geográfica, S.A, sobre uma nova hipótese de análise espacial a esta problemática: a utilização linear numa extensão do ArcGis, através da função *ArcGis Network*. Foram estudados dois modelos com a ESRI: Um modelo que se baseia na metodologia normal dos pontos negros, ou seja, na contagem do número de acidentes associados ao eixo de via onde estão inseridos. Nas redes principais (IP), a contagem é feita de 200 em 200 metros. Nas redes secundárias (IC), a contagem é feita de 25 em 25 metros até se

totalizar o máximo de 200 metros, podendo o utilizador seleccionar o número de acidentes e o grau de gravidade pretendido na concentração. Ambos os testes assentam, como foi referido, numa análise em *Network Analyst*. Apesar desta hipótese estar a ser equacionada e estudada, até à altura da entrega deste relatório tinham sido apenas feitos alguns testes (Anexo IV). Como tal, espera-se que seja uma solução viável, funcional e que ajude a combater o número de acidentes rodoviários existentes, aplicável dentro de pouco tempo, permitindo então afirmar que o contributo dos sistemas de informação geográfica é um factor fundamental no estudo da acumulação de zonas de acidentes rodoviários.

Todas as soluções passarão, inicialmente, pela uniformização dos métodos de recolha de dados das diferentes entidades, esperando-se ser possível que passem a utilizar dispositivos GPS, permitindo a rápida passagem para um SIG e a extração de informações espaciais que daí advém.

O número de acidentes, tendencialmente a aumentar, deve ser considerado como um fenómeno a ser tratado com estratégias definidas pelo Governo, implicando uma sinergia entre as entidades que estão por dentro da problemática. O objectivo fundamental passa, obviamente, pela redução do número de mortes resultante dos acidentes rodoviários e, para tal, devem ser tomadas medidas de mitigação: Conhecer o estado do pavimento, as taxas de tráfego diário, a implementação de radares, a iluminação das zonas, entre outras. Os SIG não resolvem o problema, mas ajudam e contribuem para que o fenómeno seja estudado e analisado de forma espacial (com uma envolvente estatística), permitindo a ajuda na tomada de decisão de medidas de mitigação que devem ser impostas.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA

Anderson, T.K., (2009). *Kernel density estimation and K-Means clustering to profile road accidents hotspots*. Accident Analysis and Prevention 41, 359-364.

Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2013), *Relatório de Actividades 2013*, ANSR, Portugal.

Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2014), *QUAR ANSR 2014*, ANSR, Portugal.

Cardoso, J. (1998). *Definição e detecção de zonas de acumulação de acidentes na rede rodoviária nacional (1º relatório)*. Relatório 119/98 - NTSR, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Vias de Comunicação, Lisboa.

Elvik, Rune (2008). *Road safety management by objectives: A critical analysis of the Norwegian approach*. Accident Analysis & Prevention, Volume 40, pp. 1115-1122.

Elvik, Rune (2008). *State-of-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road Networks*, Sixth Framework Programme Priority 1.6: Sustainable Development, Global Change and Ecosystem 16.2: Sustainable Surface Transport.

ENSR. (2009). *Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008 - 2015*. Obtido em 2014, de ANSR - Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária; disponível em: www.ansr.pt

ERF. (2003). *Guidelines to Black Spot Management - Identification and Handling*. European Union Road Federation.

Flahaut, B.; M. Mouchart; E. San Martin e I. Thomas (2003), *The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach*. Accident Analysis & Prevention, v.35, p.991-1004

Framarim.C.S.; C.T Nodari e L.A Lindau (2002) *Técnicas de identificação de locais propensos a ocorrências de acidentes: principais características e dificuldades de aplicação*. Anais do XVI Congresso de pesquisa e Ensino em transportes, ANPET, V.1. pp.417-426, Rio de Janeiro.

Frantzeskakis, John et al. *The potential of accident analysis systems for the evaluation of road safety measures in europe*, National Technical University of Athens Department of Transportation Planning and Engineering Marrousi-Athens, Greece.

General Directorate of Highways (2001), *Road Improvement and and traffic safety project*, Black Spot Manual, SWEROAD, Sweden.

Gomes, Sandra Vieira (2013), *Avaliação da influência da infraestrutura na segurança rodoviária em meio urbano*, LNEC, Lisboa, Portugal.

Haslett, J. R. (1990). *Geographic information systems: a new approach to habitat definition and the study of distributions*. TREE. 5, 214-218.

Hauer, E. et al (2002). *Estimating safety by the empirical Bayes Method: A tutorial*. Wasington Dc.

Thomas, I. (1996), *Spatial Data aggregation: Exploratory analysis of road accidents*, Accident Analysis & Prevention, Vol. 28, 251 – 264, Louvain, Belgium.

Li, L., Zhu, L., Sui, D.Z., (2007). *A GIS-based Baesyan approach for analyzing spatial-temporal patters of intra-city motor vehicle crashes*. Journal of Transport Geography 15, 274-285.

Maguire, D. J. (1991). *An Overview and Definition of GIS. In Geographical Information Systems. Principles and Applications* Longman Scientific & Technical, U.K.

Martins, Ana, (2009-2013) *Georeferenciação e Análise de Ocorrências na Cidade de Lisboa, ocorrências de acidentes: principais características e dificuldades de aplicação*. Anais do XVI Congresso de pesquisa e Ensino em transportes, ANPET, V.1. pp.417-426, Rio de Janeiro.

McGuigan, D.R (1981), *The Use of relationships between road accidents and trafiic flow in black-spot identification*. Traffic Engineering and control, 22 (8-9), 448-453.

Moreira, Inês Franco (2011). *Identification of Hazardous Road Locations in Urban Areas through Spatial Analysis*. Instituto Superior Técnico

Nyerges, T. L. (1993). *Understanding the scope of GIS: its relationship to environmental modeling* In *Environmental Modeling with GIS*. eds. Goodchild, M. F., Parks, B. O. & Steyaert, L. T. pp. 75-93. Oxford University Press, New York.

Paiva, Carlos (2014). *Dependência Espacial*.

Persaud, B., Lyon. C et al. (2009), *Comparison of empirical Bayes and full Bayes for before-after road safety evaluations*, Accident Analysis and Prevention Journal. Disponível em: www.elsevier.com/locate/app

Persaud et al. (1999), Safety effect of roundabout conversion: Empirical Bayes observational Before-After studies. In transportation research record 1751, TRB, National research council, Washington DC.

Queiroz, M. P. et al. (2004), Metodologia de Análise Espacial para identificação de locais críticos considerando a severidade dos acidentes de Trânsito. Revista de Transportes, Vol. XII. Pag. 15-28, dez. 2004.

Silverman, B. w. (1986). *Density Estimation for statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall.

Sørensen, M., & Elvik, R. (2007). *Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks-Best Practice Guidelines and Implementation Steps*. Institute of Transport Economics (TØI).

Vistisen, D. (2002), Models and methods for hot spot safety work, PhD thesis, Denmark.

World Health Organization (2013), *Global Status Report on road safety 2013 – supporting a decade of action*, Geneva, Switzerland.

Yamada, I., Thill, J.C., 2004. *Comparison of planar and network K-Functions in traffic accident analysis*. Journal of Transport Geography 12, 149-158.

GLOSSÁRIO

Acidente

Ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo em movimento, do conhecimento das entidades fiscalizadoras e da qual resulte vítimas e/ou danos materiais.

Acidente com vítimas

Acidente do qual resulte pelo menos uma vítima.

Acidente mortal

Acidente do qual resulte pelo menos um morto.

Acidente com feridos graves

Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte.

Acidente com feridos leves

Acidente do qual resulte pelo menos um ferido leve e em que não se tenham registado mortos nem feridos graves.

Vítima

Ser humano que, em consequência do acidente, sofra danos corporais.

Morto/Vítima mortal (no local)

Vítima cujo óbito ocorra no local do acidente ou durante o percurso até à unidade de saúde.

Ferido grave

Vítima de acidentes cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização

*

superior a 24 horas e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente.

Ferido leve

Vítima de acidente que não seja considerada ferido grave e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente.

Condutor

Pessoa que detém o comando de um veículo ou animal na via pública.

Passageiro

Pessoa afecta a um veículo na via pública e que não seja condutora.

Peão

Pessoa que transita na via pública a pé e em locais sujeitos à legislação rodoviária. Todas as pessoas que conduzam à mão velocípedes ou ciclomotores de duas rodas sem carro atrelado ou carros de crianças ou de deficientes físicos.

Índice de gravidade

Número de mortos por 100 acidentes com vítimas.

Indicador de gravidade

$IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL$; M= Mortos, FG = feridos graves e FL = Feridos Leves.

Ponto negro

Lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20.

* Em conformidade com o Despacho n.º 27808/2009, de 31 de Dezembro, o número de “mortos a 30 dias” assume um carácter definitivo no prazo de seis meses após a ocorrência do acidente

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Processo de Gestão dos <i>Black Spots</i> na sua forma convencional	10
Figura 2. Cinco Princípios Gerais de identificação dos acidentes rodoviários	12
Figura 3. N.º de <i>Black Spots</i> em Portugal Continental entre 2011 e 2014	19
Figura 4. Distribuição do espaço urbano e do espaço não urbano em Portugal Continental	26
Figura 5. Acidentes rodoviários georreferenciados em Portugal Continental em Ambiente ArcGis	27
Figura 6. Metodologia de identificação de locais críticos de acidentes de trânsito usando análise espacial	28
Figura 7. Esquematização dos procedimentos necessários à análise espacial	29
Figura 8. Processo de definição do perímetro urbano	30
Figura 9. Representação gráfica do índice de Moran	32
Figura 10. Representação gráfica da ferramenta Kernel Density	34
Figura 11. Diagrama de funcionamento do método de Densidade de Kernel	36
Figura 12. Processo de parametrização do modelo utilizado	37
Figura 13. Zonas de Acumulação de Acidentes Rodoviários – Área Urbana	39
Figura 14. Zonas de Acumulação de Acidentes Rodoviários – Área não Urbana	40
Tabela 1. Definição de <i>Black Spots</i> nos países europeus selecionados	16

ANEXOS

Anexo I.

Estrutura actual do Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV)

The image displays two pages of the BEAV form. The left page contains sections 1 through 6, and the right page contains sections 7 through 12. Red circles are placed around the following sections to indicate their location in the legend:

- 1 - Identificação do Acidente
- 2 - Circunstâncias Externas
- 3 - Natureza do Acidente
- 4 - Veículos Intervinentes
- 5 - Condutores Intervinentes
- 6 - Consequências do Acidente

Legenda:

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1- Identificação do Acidente | 4- Veículos Intervinentes |
| 2- Circunstâncias Externas | 5- Condutores Intervinentes |
| 3- Natureza do Acidente | 6- Consequências do Acidente |

Anexo II.

Tabela e Mapa dos Acidentes georreferenciados para o ano de 2013

NOME	VALIDADO	NÃO VALIDADO	TOTAL
KM_VALIDADO	8189	0	8189
COORD_GNR	99	9440	9539
COORD_PSP	1	5526	5527
A VALIDAR	0	205	205
A TRABALHAR NO FINAL	0	6885	6885
TOTAL	8289	22056	30345

Tabela 1. Total de acidentes validados e não validados por separações, para o ano de 2013

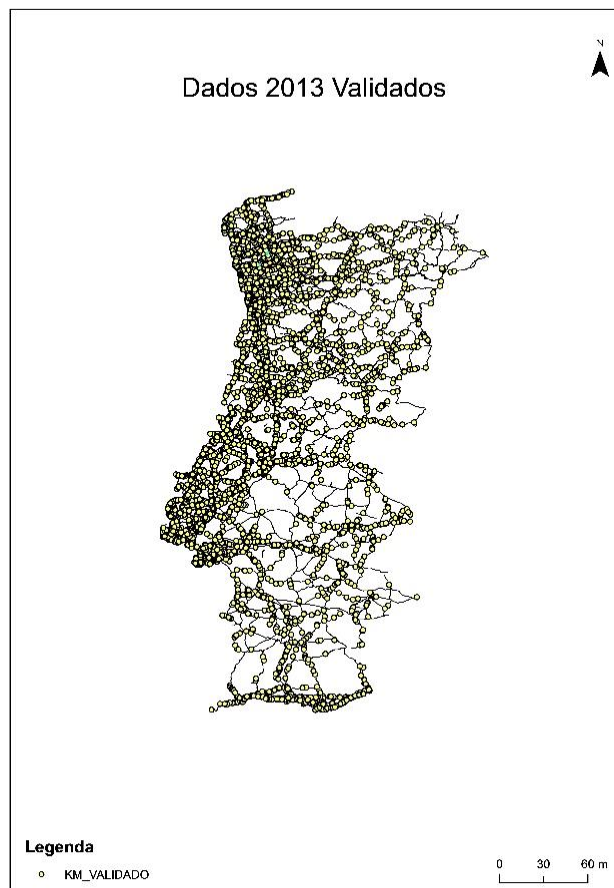


Figura 1. Mapa com os acidentes rodoviários validados para o ano de 2013

Anexo III.

**Excerto do cálculo do índice de gravidade admitido na definição de *Black*
Spot em Portugal**

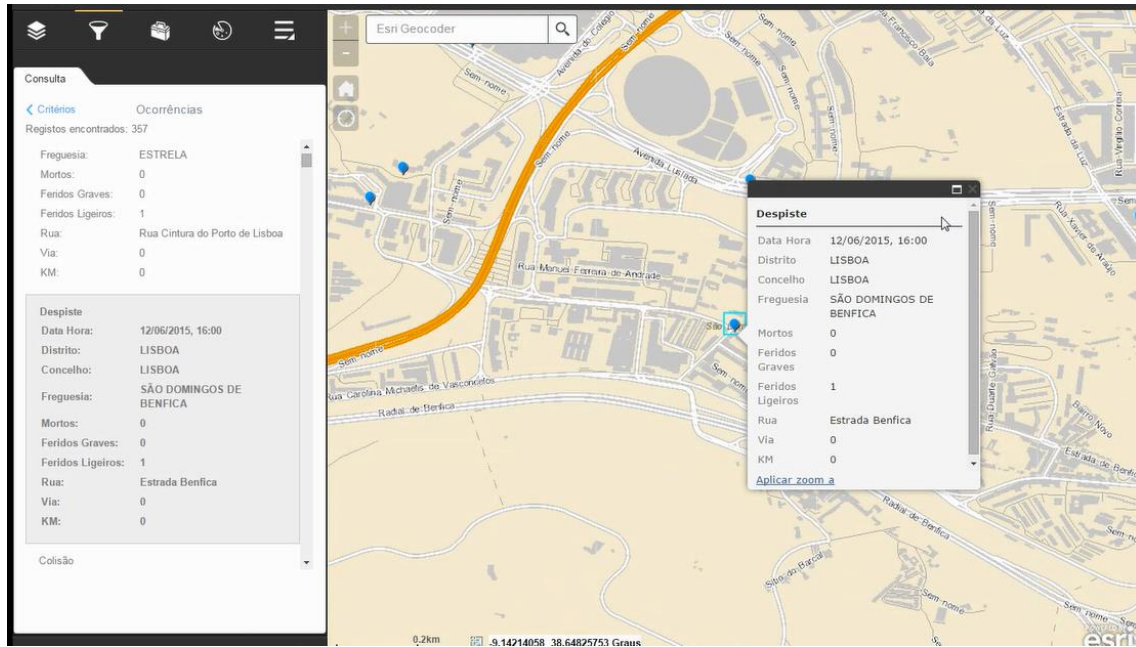
Distrito	Mortos	F_graves	F_leves	Indice_gravidade	Velocidade	Traçado_3	Traçado_2	Traçado_1	Tipos_Piso	Tipos_Natur	Tipos_Acidente	Sinais_Lum
Guarda	0	0	1	3	90	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Santarém	0	0	2	6	90	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	70	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Viana do Castelo	0	0	1	3	50	Sem berma ou impraticável	Com inclinação	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Viana do Castelo	0	0	1	3	90	Berma não pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Faro	0	0	1	3	90	Berma não pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	50	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Atropelamento	Acidente com vítimas	Inexistentes
Guarda	0	0	1	3	90	Berma pavimentada	Em Lomba	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Leiria	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Setúbal	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	90	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	100	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Coimbra	0	0	1	3	50	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Viseu	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	2	6	100	Berma pavimentada	Com inclinação	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Porto	0	0	4	12	50	Sem berma ou impraticável	Com inclinação	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Leiria	0	0	2	6	90	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Porto	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Setúbal	0	0	1	3	90	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Guarda	0	0	1	3	50	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Braga	0	0	1	3	90	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Evora	0	1	0	10	90	Sem berma ou impraticável	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Porto	0	0	1	3	80	Berma pavimentada	Empatamar	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	1	3	80	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Vila Real	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Setúbal	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Setúbal	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	Inexistentes
Lisboa	0	0	2	6	50	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Colisão	Acidente com vítimas	A funcionar normalmente
Viseu	0	0	1	3	90	Berma não pavimentada	Com inclinação	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Porto	0	0	1	3	120	Berma pavimentada	Com inclinação	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Braga	0	0	1	3	50	Berma pavimentada	Empatamar	Recta	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes
Castelo Branco	0	0	1	3	90	Berma pavimentada	Empatamar	Curva	Betuminoso	Despiste	Acidente com vítimas	Inexistentes

Base de Dados relativa aos acidentes rodoviários no ano de 2014

IG = 100xM + 10xFG + 3xFL, em que M é o número de mortos, FG o de feridos graves e FL o de feridos leves

Anexo IV.

Testes com recurso à extensão ArcGis Network



Excerto de imagem do vídeo apresentado no EUE 2015 por Ricardo Fernandes, Co-orientador do estágio