

REDUÇÃO DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA NA CIDADE DO PORTO POR APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE BAIXO CUSTO

JOSÉ MANUEL NEVES BARBOSA

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor Américo Henrique Pires da Costa

FEVEREIRO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor doutor Américo Pires da Costa pela correcta orientação científica que me proporcionou na realização deste projecto, bem como a sempre boa disposição na relação de amizade criada.

A toda a secção de Vias de Comunicação da FEUP, em especial à Engenheira Sara Ferreira pela sua inesgotável disponibilidade e amizade que demonstrou para comigo quer no fornecimento de bibliografia quer na transferência de conhecimento.

À Câmara Municipal do Porto, em especial à Direcção Municipal de Via Pública pela disponibilidade e simpatia com que me receberam e apoiaram. Deixo também uma palavra de agradecimento em especial ao Engenheiro João Valente Neves pelo acompanhamento interessado que me proporcionou.

Ao Laboratório de Inteligência Artificial da FEUP, em especial a Edgar Esteves e Paulo Ferreira, pela disponibilidade na elaboração da macro usada neste projecto.

A todos os amigos com quem convivi e que sempre me apoiaram ao longo da realização deste projecto.

RESUMO

A sinistralidade rodoviária constitui uma preocupação crescente da sociedade actual uma vez que o número de vítimas dela resultantes se tem verificado muito elevado.

A aplicação de medidas de baixo custo visa atingir objectivos de redução da sinistralidade rodoviária por optimização da relação custo/benefício resultante da sua aplicação.

O presente trabalho pretende, neste contexto e com base nos registos de acidentes ocorridos entre 2001 e 2005 na cidade do Porto, identificar zonas da cidade com maior índice de sinistralidade, estudar essas zonas com o intuito de perceber as causas que levaram à ocorrência dos acidentes nelas ocorridos e assim propor medidas de baixo custo capazes de garantir uma redução significativa da sinistralidade rodoviária nessas zonas.

A identificação das zonas mais gravosas, terá por base uma metodologia com recurso a sistemas de informação geográfica e tendo em conta as especificidades da rede viária da cidade do Porto.

O estudo/tratamento das zonas resulta da análise das condições existentes no terreno e da informação disponível sobre os acidentes afectos às zonas.

Tentar-se-á ainda concluir da eficiência da metodologia bem como de possíveis desenvolvimentos deste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: sinistralidade, rodoviária, Porto, baixo, custo.

ABSTRACT

Road accidents constitute a growing concern of current society since the number of resulting victims is very high.

The application of low cost measures aims at reaching goals of reduction of road accidents to optimize the relation cost/benefice resulting from its application.

The present work intends - in this context and based on registers of accidents occurred between 2001 and 2005 in Porto city - to identify zones of the city with bigger accidents index. It also has the goal to study these zones in a way to perceive the causes that lead to the occurrence of accidents and thus to put forward low cost measures capable to guarantee a significant reduction of road accidents in these areas.

The identification of the most serious areas will have as base a methodology with resource to the systems of geographic information and minding the specificities of the Porto road network.

The study/treatment of the zones results from the analysis of the conditions existing in the land and of the information available over the accidents related to these areas.

We will still try to get some conclusions of the methodology efficiency as well as of possible developments of this work.

Key-words: accidents, road, Porto, low cost.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. BASES TEÓRICAS	3
2.1 ÂMBITO/OBJECTIVOS	3
2.2 METODOLOGIA	3
2.3 LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES	4
2.4 ESPECIFICIDADES DOS BEAV'S	4
2.5 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS COM NECESSIDADES DE TRATAMENTO	7
2.5.1 ENTIDADE	7
2.5.2 INDICADOR DE SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA	8
2.5.3 CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS ZONAS COM MAIORES NECESSIDADES DE INTERVENÇÃO	8
2.6 METODOLOGIA PARA O ESTUDO/TRATAMENTO DAS ZONAS MAIS GRAVOSAS	10
3. O CASO DA CIDADE DO PORTO	13
3.1 REGISTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS	13
3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA SINISTRALIDADE	13
3.1.2 ACIDENTES RODOVIÁRIOS SÓ COM DANOS MATERIAIS	13
3.1.3 ACIDENTES RODOVIÁRIOS ONDE SE REGISTRARAM VÍTIMAS	15
3.2 ESPECIFICIDADES DA LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES	19
3.2.1 DIFICULDADES NA LOCALIZAÇÃO	19
3.2.2 GEOCODIFICAÇÃO	19
3.2.3 RESULTADOS DA GEOCODIFICAÇÃO	20
3.3 RECUPERAÇÃO DE REGISTOS NÃO LOCALIZADOS	21
3.3.1 RECUPERAÇÃO COM RECURSO À PROGRAMAÇÃO	21
3.3.2 RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DA AMPLIAÇÃO DA BASE DE DADOS	22
3.3.3 RECUPERAÇÃO DOS REGISTOS COM VÍTIMAS	24
3.3.4 DIAGRAMA DAS RECUPERAÇÕES	25
3.4 CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DAS ÁREAS	25
3.4.1 ESPECIFICIDADES NA ELABORAÇÃO DAS ÁREAS	28
3.5 ESCOLHA DAS ZONAS A INTERVIR	28
3.5.1 ESPECIFICIDADES NA ESCOLHA DAS ZONAS A INTERVIR	31
3.5.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO CRITÉRIO DAS FREQUÊNCIAS	31
3.5.3 ANÁLISE CRÍTICA	33
3.6 NOVOS CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS ZONAS A INTERVIR	33
3.7 ZONAS A INTERVIR	39
4. TRATAMENTO DAS ZONAS MAIS GRAVOSAS	41
4.1 VIADUTO DA AREOSA (ZONA 1)	41
4.1.1 ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES	41

4.1.2	ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO	44
4.1.3	CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES	46
4.1.4	ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR	47
4.2	RUA DO AMIAL COM VIADUTO VCI (ZONA 2)	51
4.2.1	ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES.....	51
4.2.2	ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO	54
4.2.3	CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES	57
4.2.4	ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR	57
4.3	RUA STª JUSTA COM AV. DE FERNÃO DE MAGALHÃES (ZONA 3).....	61
4.3.1	ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES.....	61
4.3.2	ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO	64
4.3.3	CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES	68
4.3.4	ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR	68
5.	CONCLUSÕES	73

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Alterações do BEAV relativamente à Natureza do Acidente. _____	6
Quadro 2 - Dados numéricos disponíveis. _____	14
Quadro 3 - Dados numéricos da tipologia dos acidentes com vítimas mortais. _____	18
Quadro 4 - Alterações na base de dados e recuperação dos registos só com danos materiais. _____	23
Quadro 5 - Alterações devido a falhas na base de dados e recuperação dos registos só com danos materiais. _____	24
Quadro 6 - Alterações na base de dados e recuperação dos registos com vítimas. _____	24
Quadro 7 - Zonas com maiores frequências relativas ao total de acidentes. _____	33
Quadro 8 - Zonas com frequências superiores a 10 e relativas aos acidentes com vítimas. _____	34
Quadro 9 - Zonas com frequências superiores a 1 e relativas aos acidentes com mortos e/ou feridos graves. _____	39
Quadro 10 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 1). _____	41
Quadro 11 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 1. _____	44
Quadro 12 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 2). _____	51
Quadro 13 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 2. _____	53
Quadro 14 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 3). _____	61
Quadro 15 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 3. _____	63
Quadro 16 - Descrição dos movimentos. _____	65
Quadro 17 - Descrição das fases reguladoras do cruzamento. _____	65
Quadro 18 - Descrição dos movimentos de viragem à esquerda. _____	66
Quadro 19 - Condições e resultados da 1ª contagem. _____	67
Quadro 20 - Condições e resultados da 2ª contagem. _____	67
Quadro 21 - Descrição dos movimentos alvo de contagem. _____	68
Quadro 22 - Condições de realização e resultados da 3ª contagem. _____	69
Quadro 23 - Descrição dos movimentos. _____	70
Quadro 24 - Descrição das fases reguladoras do cruzamento. _____	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentagem de acidentes afecta às áreas.....	9
Gráfico 2 - Evolução anual da sinistralidade só com danos materiais.....	14
Gráfico 3 - Variação anual da sinistralidade só com danos materiais.....	15
Gráfico 4 - Variação horária da sinistralidade só com danos materiais.....	15
Gráfico 5 - Vítimas de sinistralidade na idade do Porto.....	16
Gráfico 6 - Evolução dos mortos e feridos graves.....	16
Gráfico 7 - Evolução dos feridos ligeiros.....	17
Gráfico 8 - Distribuição mensal dos mortos e feridos graves.....	17
Gráfico 9 - Distribuição mensal dos feridos ligeiros.....	18
Gráfico 10 - Distribuição percentual por tipo de acidente.....	18
Gráfico 11 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 1.....	42
Gráfico 12 - Distribuição mensal da sinistralidade afecta à zona 1.....	42
Gráfico 13 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 1.....	43
Gráfico 14 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativo à zona 1.....	43
Gráfico 15 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 2.....	51
Gráfico 16 - Distribuição mensal da sinistralidade afecta à zona 2.....	52
Gráfico 17 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 2.....	52
Gráfico 18 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativos à zona 2.....	53
Gráfico 19 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 3.....	61
Gráfico 20 - Distribuição mensal da sinistralidade afecta à zona 3.....	62
Gráfico 21 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 3.....	62
Gráfico 22 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativos à zona 3.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1 - Correspondência entre códigos para tratamento de dados.</i>	7
<i>Fig. 2 - Opções de geocodificação.</i>	20
<i>Fig. 3 - As pecto do programa de busca de novos números de polícia.</i>	22
<i>Fig. 4 - Diagrama representativo do número de recuperações conseguidas pelos diferentes métodos.</i>	25
<i>Fig. 5 - Áreas com 50m de raio.</i>	27
<i>Fig. 6 - Áreas com 30m de raio.</i>	27
<i>Fig. 7 - Concentração do total de acidentes em áreas de raio igual a 30m.</i>	29
<i>Fig. 8 - Áreas sobrepostas somando os mesmos acidntes e por isso representativas da mesma zona a intervir.</i>	31
<i>Fig. 9 - Concentração de acidentes na Rotunda AEP.</i>	32
<i>Fig. 10 - Concentração de acidentes de onde resultaram vítimas, em áreas de raio igual a 30m.</i>	35
<i>Fig. 11 - Concentração e acidentes de onde resultaram mortos e/ou feridos graves, em áreas de raio igual a 30m.</i>	37
<i>Fig. 12 - Esquema da planta e enquadramento do Viaduto da Areosa.</i>	45
<i>Fig. 13 - Aspecto da entrada poente do Viaduto da Areosa.</i>	45
<i>Fig. 14 - Inexistência de passagens de peões.</i>	45
<i>Fig. 15 - Aspecto de carreiros no separador central provocados pelo atravessamento de peões.</i>	46
<i>Fig. 16 - Esquema em planta do Viaduto da Areosa com localização da sinalização a acrescentar decorrente das medidas propostas.</i>	49
<i>Fig. 17 - Esquema em planta do cruzamento da Rua do Amial com a VCI.</i>	54
<i>Fig. 18 - Poste de iluminação mal localizado (fraca visibilidade da passagem de peões).</i>	55
<i>Fig. 19 - Aspecto da Rua do Amial (entrada Sul).</i>	55
<i>Fig. 20 - Fraca conservação das marcas rodoviárias.</i>	56
<i>Fig. 21 - Aspeto de percurso pedonal incompleto (ausência de passagem de peões).</i>	56
<i>Fig. 22 - Aspecto do acesso à Rua do Amial (saída VCI; sentido Arrábida - Freixo).</i>	56
<i>Fig. 23 - Esquema em planta da rotunda a introduzir.</i>	58
<i>Fig. 24 - Esquema em planta da zona 2 com identificação dos sinais e sua localização no terreno, resultantes das medidas propostas.</i>	59
<i>Fig. 25 - Aspecto da zona 3 (Av. de Fernão de Magalhães).</i>	64
<i>Fig. 26 - Aspecto da zona 3 (Rua Stª Justa).</i>	65
<i>Fig. 27 - Esquema das vias do cruzamento (zona 3) com identificação dos movimentos alvo de contagem.</i>	66
<i>Fig. 28 - Desenho esquemático das medidas propostas para redução da sinistralidade na zona 3.</i>	71

1.

INTRODUÇÃO

Um acidente de viação, de acordo com a legislação portuguesa, é um acontecimento que ocorre na via pública envolvendo um ou mais veículos e do qual resultem pelo menos danos materiais.

A sinistralidade rodoviária é hoje uma preocupação/exigência da sociedade tendo já em 2003 a União Europeia adoptado medidas que estabelecem metas para a sua redução em pelo menos 50% do número de vítimas mortais e feridos graves até 2010.

As exigências desta redução prendem-se em primeiro lugar pelo elevado número de vítimas mortais constituindo em Portugal a principal causa de morte até aos 35 anos. Estes valores são ainda piores se nos situarmos em idades até aos 14 anos onde Portugal lidera o ranking europeu de mortes em acidentes de viação sendo que por cada criança que morre nas nossas estradas há 160 feridos graves e 2000 feridos ligeiros. Neste contexto, a sinistralidade rodoviária é hoje uma epidemia para a qual é urgente encontrar “vacinas” eficazes.

Os custos associados aos acidentes rodoviários para além de serem economicamente elevados, atingem também valores sociais e psíquicos inerentes ao sofrimento quer das vítimas quer dos familiares. Assim o número de vítimas não se resume exclusivamente aos indivíduos sinistrados nem os custos são estáticos no tempo, podendo o custo de um determinado acidente prolongar-se por vários anos.

Em meio urbano a ocorrência de acidentes rodoviários depende de inúmeros condicionalismos que não se prendem só com a qualidade do traçado e do piso mas também com o mobiliário urbano que muitas vezes reduz a visibilidade, com a variedade de meios de transporte com características muito diversas, com a existência de peões, com a diversidade de movimentos e funções.

A definição de medidas de baixo custo varia de autor para autor especialmente nos que atribuem uma quantificação monetária. Contudo, há autores que definem medidas de baixo custo como sendo medidas físicas, de rápida implementação, com baixos custos de capital e proporcionando relações benefício/custos elevadas, podendo ser objecto de um programa de aplicação sistemática por parte das entidades responsáveis pela administração das redes de estradas.

O presente trabalho pretende aplicar metodologias que permitem a localização dos registos de acidentes na rede viária da cidade do Porto com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com o objectivo de identificar os locais da rede mais graves do ponto de vista da sinistralidade rodoviária, propondo medidas de baixo custo que levem a uma redução da sinistralidade nesses locais.

Este documento está dividido em cinco capítulos, sendo este o primeiro.

No segundo capítulo pretende-se enquadrar o projecto quer em relação ao âmbito quer à metodologia utilizada recorrendo a reflexões teóricas.

O terceiro capítulo consiste na aplicação da metodologia ao caso concreto da cidade do Porto com o objectivo de encontrar as zonas com maiores necessidades de intervenção.

O quarto capítulo destina-se à aplicação da metodologia que se refere ao tratamento das zonas obtidas no capítulo 3 por aplicação de medidas de baixo custo, reflectindo sobre os ganhos e/ou custos para o utilizador resultantes da aplicação dessas medidas.

O último capítulo pretende referir as conclusões decorrentes da realização deste projecto, bem como indicar possíveis melhoramentos para a realização de trabalhos futuros no âmbito deste projecto.

2.

BASES TEÓRICAS

2.1 ÂMBITO/OBJECTIVOS

A redução da sinistralidade rodoviária está directamente relacionada com as melhorias que se possam efectuar sobre três factores indissociáveis que intervêm na circulação rodoviária, são eles: o veículo, o condutor/peão e a via.

O comportamento do condutor relaciona-se com factores sócio culturais como são a educação, a idade, as motivações, as emoções do momento, as expectativas, pelo que torna difícil o controlo deste factor. No entanto, e porque a segurança rodoviária visa fundamentalmente a protecção do condutor/peão, as melhorias em termos de segurança que têm vindo a ser introduzidas nos outros dois factores vão no sentido de dar indicações activas ao condutor, isto é, de alertá-lo antecipadamente para os perigos que pode vir a correr.

Sistemas que identificam a sonolência do condutor ou detectam a ingestão de álcool ou outras substâncias psicotrópicas inibindo o arranque do motor dos veículos são exemplos de segurança activa em veículos automóveis.

A via, porque interage directamente sobre o veículo e sobre o condutor/peão, assume um papel preponderante na prevenção rodoviária. Questões de aderência, visibilidade e comodidade condicionam a segurança pelo que a introdução de medidas activas que indiquem antecipadamente ao condutor/peão os perigos que podem vir a ocorrer, são essenciais na redução da sinistralidade. É neste contexto que se insere o presente trabalho pretendendo-se identificar áreas na rede urbana da cidade do Porto com elevado índice de sinistralidade rodoviária e propor medidas de baixo custo que potenciem significativamente a redução desse índice. Serão estudadas três zonas tentando-se encontrar medidas de tratamento que solucionem os problemas identificados para cada uma delas.

2.2 METODOLOGIA

Embora sejam muitas as dificuldades decorrentes da sua aplicação a metodologia proposta para este trabalho é relativamente simples podendo ser resumida pela listagem:

- Localização dos acidentes na rede viária com recurso a sistemas de informação geográfica (ArcGis 9.1);
- Identificação/selecção das áreas com necessidade de intervenção mais urgente;
- Identificação das causas prováveis para a ocorrência da elevada sinistralidade em cada área seleccionada;
- Proposta de medidas de baixo custo a adoptar para cada área;

- Avaliação do custo/benefício das medidas a adoptar;

2.3 LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

Quando ocorre um acidente em que os intervenientes chamam as forças de segurança (P.S.P.), estas últimas preenchem um Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV) da Direcção-Geral de Viação. São estes boletins a fonte que nos fornece os dados relativos à sinistralidade (estes boletins são apresentados em anexo).

Os BEAV's actuais possuem um campo de preenchimento correspondente às coordenadas GPS que permitem localizar com precisão um determinado ponto da rede viária através de coordenadas x, y, z. No entanto, dado que as nossas autoridades competentes ainda não possuem estes sistemas, a localização dos acidentes rodoviários terá que ser efectuada com recurso a outros métodos.

A localização da zona onde ocorreu um acidente pode em alternativa ao sistema de localização por GPS, ser feita através da correspondência entre o arruamento e número de polícia que constam no BEAV com estes mesmos campos existentes na rede viária. Esta localização usando os números de polícia tem a vantagem de permitir localizar num determinado arruamento o local aproximado em que ocorreu o acidente pelo que o não preenchimento deste campo no BEAV dificulta ou mesmo impossibilita a determinação do local de ocorrência do acidente.

Nos casos em que o número de polícia não existe ou não foi preenchido a sua localização é ainda possível se tiver sido registado um ponto de referência inequívoco, como é o caso de rotundas ou cruzamentos em que são referidos os nomes dos dois arruamentos. Contudo, embora a localização destes casos seja possível obriga a um grande trabalho de identificação dos números de polícia que lhes correspondem de maneira a possibilitar a sua localização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), metodologia que se revela bastante demorada por obrigar a uma busca praticamente manual.

A localização dos acidentes recorrendo a sistemas SIG obriga à criação de uma base georeferenciada da rede viária e dos números de polícia a que são associadas tabelas de atributos dos quais assumem especial relevo os códigos de toponímia. Estes códigos não são mais que um conjunto de caracteres que identificam cada arruamento permitindo uniformizar os dados e ultrapassar o problema da diversidade de critérios na escrita do topónimo do arruamento. Um exemplo desta diversidade pode ser percebida considerando um arruamento com topónimo "Avenida do Dragão". Se o mesmo arruamento for introduzido com letra minúscula, isto é, "avenida do dragão" ou "Avenida Dragão" ou "Av. do Dragão" torna-se impossível pelo SIG reconhecer esta diversidade como sendo um mesmo arruamento. Neste sentido, ao associarmos um código de toponímia a cada arruamento ultrapassamos esta dificuldade.

2.4 ESPECIFICIDADES DOS BEAV'S

Neste ponto pretende-se reflectir sobre os Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação, identificando problemas no seu preenchimento e suas implicações para o desenvolvimento de trabalhos no âmbito deste projecto.

Os BEAV's têm sido alvo de actualizações periódicas estando os actuais boletins em vigor desde 1 de Janeiro de 2004 pelo que o período de tempo a que dizem respeito os acidentes tratados neste projecto (de 2001 a 2005 inclusivé), abrangem dois modelos diferentes de BEAV's, existindo diferenças que dificultam o tratamento igual dos registos.

Nos BEAV's em vigor de 2001 até o final de 2003, existia uma lacuna fundamental para a localização dos acidentes na rede que consistia na ausência de um campo para o preenchimento do número de polícia mais próximo do local de ocorrência do acidente. Este facto foi no entanto minimizado por muitos agentes da P.S.P. que indicavam o número de polícia por iniciativa própria em muitas das ocorrências.

No que refere aos BEAV's actuais, estes dividem-se em duas partes distintas, sendo a primeira com informação de carácter mais geral e de preenchimento obrigatório em todos os acidentes. A segunda parte é apenas de preenchimento obrigatório em caso de resultarem uma ou mais vítimas do acidente respectivo. Conforme se pode observar no anexo 1 a primeira parte compreende a secção identificada como A, correspondendo a segunda parte às restantes secções (de B a F). Estas secções dividem-se ainda em categorias contendo cada uma várias opções de escolha que as autoridades deverão seleccionar de acordo com o acidente em causa. Acrescenta-se ainda que a cada opção de escolha está associado um número (ver anexo 1) que foi usado como código para identificação em tratamento automático. Assim, para cada secção pode criar-se um campo numa base de dados a que está associado um número representativo da opção seleccionada pelo agente que preencheu o BEAV.

Os campos criados e disponibilizados, numa base de dados informatizada, para a realização deste projecto diferem conforme se trate de acidentes só com danos materiais ou acidentes em que se registaram vítimas. As diferenças para além da existência de campos relativos ao número e tipo de vítimas, no caso dos acidentes com vítimas, prendem-se também com a entidade que informatizou os dados e com as mudanças dos BEAV's.

Uma primeira diferença é a não especificação do dia e hora de ocorrência dos acidentes com vítimas. Por outro lado, os dois tipos de acidentes, relativamente à secção C do BEAV (Natureza do Acidente) difere conforme o acidente tenha ocorrido antes ou depois de 2004, devido às alterações introduzidas nos boletins. Esta alteração levou à necessidade de considerar dois campos na base de dados designando-se "Natureza do Acidente 1" e "Natureza do Acidente 2" para fazer corresponder os códigos numéricos correspondentes a acidentes ocorridos antes e a partir de 2004 respectivamente.

As diferenças entre estes dois campos estão registadas no quadro 1 onde se especifica o significado de cada código.

Quadro 1 - Alterações do BEAV relativamente à Natureza do Acidente.

CÓDIGOS DE IDENTIFICAÇÃO DA NATUREZA E CAUSAS DOS ADIDENTES DE VIAÇÃO REGISTRADOS			
Natureza do acidente 1 *		Natureza do acidente 2 **	
CÓD	TIPO	CÓD	TIPO
	Despiste		Despiste
1	Com transposição do separador central	1	Despiste simples com transposição do separador central
2	Com capotamento	2	Com dispositivo de retenção
3	C/ colisão c/ veículo imob. Ou obst. Fora da faixa de rodagem	3	Sem dispositivo de retenção
4	Com transposição do dispositivo de retenção lateral	4	Com transposição do dispositivo de retenção lateral
	Colisão	5	Com capotamento
5	Frontal com outro veículo em movimento	6	Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo
6	Traseira com outro veículo em movimento	7	Com fuga
7	Lateral com outro veículo em movimento		Colisão
8	Com veículo imob. Ou obst. Na faixa de rodagem	8	Frontal
9	Choque em cadeia	9	Traseira com outro veículo em movimento
	Atropelamento	10	Lateral com outro veículo em movimento
10	De peões	11	Com veículo imob. Ou obst. Na faixa de rodagem
11	De animais	12	choque em cadeia
12	Atropelamento com fuga	13	Com fuga
		14	Outras situações
			Atropelamento
		15	De peões
		16	De animais
		17	Com fuga
* - códigos utilizados até: Dez / 2003		** - códigos utilizados a partir de: Jan / 2004	

Esta alteração do BEAV apresenta ainda uma dificuldade no caso dos acidentes só com danos materiais ocorridos a partir de 2004 pelo facto de não ser obrigatório o preenchimento deste campo, pelo que nestes acidentes a informação disponível resume-se a distinguir o acidente como resultante de despiste, colisão ou atropelamento conforme o campo de preenchimento obrigatório A3 (ver BEAV em anexo).

As diferenças de correspondência de códigos dificulta o tratamento dos dados pelo que foi necessário estabelecer um código único que estabeleça a relação entres os dois campos referidos no quadro 1.

A correspondência de códigos está esquematizada na figura 1 (Fig. 1).

Note-se que no caso dos acidentes só com danos ocorridos a partir de 2004, não é possível estabelecer correspondência pelo que se traduz numa perda de informação muito importante para se perceber as causas na origem dos acidentes e relacioná-las com o local onde ocorreram (ver ponto 4).

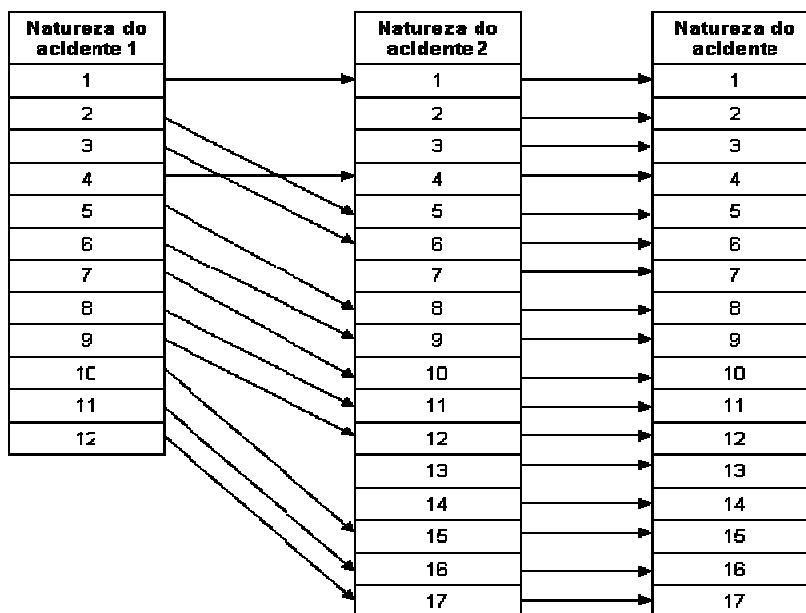


Fig. 1 - Correspondência entre códigos para tratamento de dados.

Como comentário às alterações do BEAV e tendo em conta o âmbito deste projecto, verifica-se um retrocesso relativamente aos anteriores na medida em que despreza a informação relativa aos acidentes só com danos materiais. Embora sendo aceitável que se dê uma importância maior aos acidentes de onde resultam vítimas, para aferir das causas deste tipo de acidentes relacionando-os com as condições do local onde ocorreram, é muitas vezes importante a informação dos registos de acidentes só com danos materiais de maneira a formar um número de registos suficiente para um tratamento estatístico adequado. Muitas vezes a concentração de acidentes com vítimas não é suficiente para relacionar com clareza as causas dos acidentes ocorridos, pelo que a informação detalhada dos acidentes sem vítimas (normalmente em maior número) pode revelar-se fundamental.

Por outro lado, o tratamento de locais com elevadas frequências de concentração de acidentes só com danos materiais mas onde raramente ocorrem acidentes com vítimas torna-se consideravelmente mais difícil.

2.5 IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS COM NECESSIDADES DE TRATAMENTO

2.5.1 ENTIDADE

A escolha dos locais a tratar pressupõe o estabelecimento de critérios de selecção que devem ter em conta os recursos disponíveis e as finalidades pretendidas, impondo-se desde logo a definição da entidade a considerar. Características como a dimensão e forma da entidade variam mediante a análise pretendida de maneira a corresponder melhor aos objectivos propostos. Apresentam-se de seguida alguns exemplos:

- Zonas específicas – entidade definida por uma curta extensão de uma via mais utilizada no tratamento de um grupo de acidentes (por exemplo, uma zona de passagem de peões);

- Arruamento – aplicação de medidas a uma rua com um elevado número de acidentes tendo em conta as características desse arruamento;
- Diversos locais em conjunto – aplicação de medidas a locais com características comuns a que corresponde um determinado(s) tipo(s) de acidente(s) (por exemplo, intersecções);
- Áreas – aplicação de medidas correctivas numa área com número de acidentes acima de um nível pré-determinado.

No nosso caso e de acordo com a metodologia proposta a entidade a adoptar será a área que permitirá o estabelecimento de hierarquias de tratamento. Esta entidade tem a vantagem de agregar sinistros associados a números de polícia consecutivos ou próximos que na prática são referentes à mesma zona diluindo assim erros de localização decorrentes da metodologia. As dimensões a definir devem ter em conta a densidade da rede viária e o número de registos para o tempo considerado. Assim, embora áreas maiores abranjam um maior número de registos, o que poderá ser uma vantagem, deve haver um limite à sua dimensão, especialmente em zonas com elevada densidade da rede viária de modo a limitar a agregação de registos com características completamente diferentes (por exemplo, acidentes de dois arruamentos que não se interceptam).

2.5.2 INDICADOR DE SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA

Entende-se por indicador, o factor que quantifica a segurança ou a falta dela sendo por isso a base que permite “medir” a sinistralidade. Os indicadores mais usados para quantificar a sinistralidade são a frequência dos acidentes e a taxa de acidentes, sendo esta última igual ao quociente entre o número de acidentes pela medida de exposição.

A taxa de acidentes é portanto uma “medida” que quantifica o risco de ocorrência de acidentes. Facilmente se perceberá que se só existir um veículo a circular numa determinada estrada, o risco a que este se expõe relativamente por exemplo, a embates frontais com outro veículo circulante é nulo pelo que o risco varia com o factor/medida de exposição.

Os factores de exposição podem ser o volume de tráfego, a distância percorrida, o tempo médio de viagem, entre outros, constituindo sempre factores que intervêm no aumento/diminuição da sinistralidade rodoviária.

2.5.3 CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS ZONAS COM MAIORES NECESSIDADES DE INTERVENÇÃO

Os critérios de selecção das zonas mais críticas devem ser estabelecidos tendo em conta a distribuição dos recursos financeiros disponíveis de maneira a possibilitar uma repartição mais justa dos mesmos recursos.

Existem dois níveis para o estabelecimento destes critérios, o da frequência ou o da gravidade das ocorrências ou uma combinação dos dois podendo fazer também intervir factores de exposição ao tráfego uma vez que esta intervém directamente no aumento ou diminuição da sinistralidade.

1º Critério (frequência de acidentes)

A selecção das áreas por este critério é baseada na concentração de acidentes sem distinção quer do tipo quer do registo ou não de vítimas que eventualmente possam ter resultado do acidente. Este

critério tem especial interesse quando queremos reduzir a sinistralidade de uma forma global e também porque é o critério que está sempre na base de todos os critérios que possamos admitir.

Somando o número de registos em cada área temos directamente a frequência de ocorrências para os anos considerados. Podemos também dividir o número de acidentes nas áreas pelo número de anos em análise obtendo assim a frequência anual para cada área, correspondendo ao número esperado de acidentes durante um ano.

Ordenando as áreas tendo em conta o número de acidentes ocorridos em cada uma podemos fazer-lhes corresponder a percentagem de acidentes que é afectada a uma determinada quantidade de áreas. Esta correspondência pode ser visualizada graficamente através do gráfico 1, onde no eixo das abcissas se lê o número de áreas que contém pelo menos determinado número de acidentes e às quais corresponde uma concentração de acidentes lida no eixo das ordenadas. Ou seja, embora o referido gráfico não indique directamente qual o número de acidentes associado a cada valor do eixo das abcissas, indica o número de áreas em que se deve intervir para determinada percentagem de redução de acidentes pretendida.

Para uma melhor compreensão do gráfico 1, refere-se que de acordo com a sua leitura, existem 150 áreas com pelo menos um acidente no seu interior (ou seja, são todas as áreas), do mesmo modo existem 5 áreas para as quais não sabemos o número de acidentes mínimo associado mas às quais corresponde uma concentração de 30% dos acidentes. Cada valor do eixo das abcissas é assim o somatório das áreas que têm pelo menos um determinado número de acidentes.

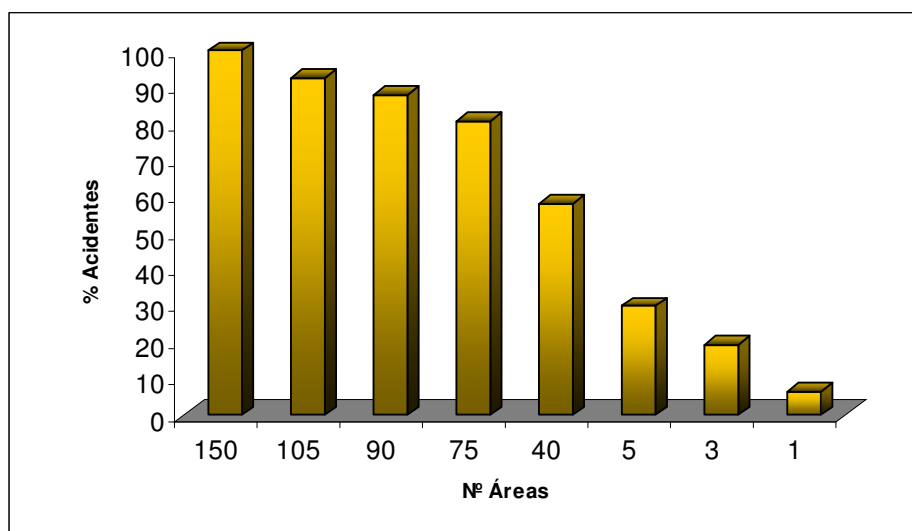


Gráfico 1 - Percentagem de acidentes afectada às áreas.

A quantidade de áreas a intervir é obtida tendo em conta a percentagem de acidentes que se pretende tratar. Esta percentagem pode ser definida como uma meta a atingir (por exemplo, redução de 30% da sinistralidade) ou então tendo em conta os recursos disponíveis.

Tomando como exemplo o gráfico 1, para reduzirmos 30% da sinistralidade teríamos que intervir em 5 áreas (áreas que concentram mais acidentes).

2º Critério (gravidade dos acidentes)

Este critério pretende distinguir os acidentes quanto à sua gravidade, atribuindo pesos diferentes às ocorrências. É do próprio senso comum a percepção de que um acidente rodoviário de onde resultaram vítimas mortais requer uma urgência maior no tratamento das causas que o provocaram comparativamente com um acidente onde só se verificaram danos materiais. Neste sentido, este critério pode ramificar-se em vários subcritérios que poderão diferir conforme a metodologia de base à atribuição dos vários pesos.

Se pretendermos por exemplo reduzir especificamente o número de mortos para um determinado valor, podemos usar um critério que se preocupará unicamente com os acidentes onde se registaram vítimas mortais, escolhendo como zonas a tratar aquelas que correspondem a estes registos. De igual modo podemos usar o mesmo critério para reduzir um qualquer tipo de acidentes rodoviários específico (por exemplo, atropelamentos de peões).

Alternativamente podemos quantificar os pesos permitindo assim considerar em conjunto e ponderadamente todos os registos. Este método tem como principal desvantagem a dificuldade na quantificação dos pesos, que podem resultar de vários factores como é o caso do custo associado aos diferentes tipos de acidentes rodoviários. Neste caso, a quantificação depende de factores como o custo associado a um morto que como já foi referido anteriormente se revela bastante difícil por englobar custos indirectos.

3º Critério (Factores de exposição)

Este critério tem especial interesse quando são conhecidos os fluxos de tráfego afecto aos vários arruamentos da rede em estudo, uma vez que a ocorrência de sinistros é em geral uma função directa do aumento do débito. Assim, serão atribuídos maiores pesos a ocorrências em arruamentos com menores débitos pois o aumento destes poderá significar um aumento exponencial do número de acidentes.

Este critério é normalmente usado como complemento dos critérios anteriores e de acordo com os resultados pretendidos.

2.6 METODOLOGIA PARA O ESTUDO/TRATAMENTO DAS ZONAS MAIS GRAVOSAS

A aplicação de medidas correctivas às zonas em estudo requer antes de mais um conhecimento do tipo de acidentes ocorridos pelo que se justifica uma análise detalhadas de todos os registos localizados. A escolha das medidas mais adequadas a cada zona terá ainda de atender às condições existentes no terreno ao nível do pavimento, da iluminação, da visibilidade, da sinalização, da existência de obras, etc., cuja análise permite identificar as prováveis causas dos acidentes e daí aferir quais as medidas de baixo custo mais adequadas a cada caso.

Neste sentido a metodologia a aplicar no estudo de cada zona a tratar será:

- Análise detalhada dos registos afectos à zona;
- Análise das condições existentes no terreno;
- Identificação das causas prováveis dos acidentes;
- Estudo das medidas a adoptar;
- Selecção das medidas mais adequadas a cada caso.

No que se refere às condições a observar no terreno, encontra-se em anexo um quadro resumo constituindo uma ferramenta bastante útil para a análise dos locais a intervir.

A escolha das medidas mais adequadas a cada caso deve resultar da ponderação dos vários pontos da metodologia e da expectativa do potencial de redução de acidentes que deriva da aplicação das mesmas medidas.

No anexo 3 referencia-se um conjunto de medidas susceptíveis de aplicação de acordo com bibliografia da especialidade.

3.

O CASO DA CIDADE DO PORTO

3.1 REGISTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS

Os registos utilizados neste trabalho correspondem ao período de tempo entre 2001 e Outubro de 2005 inclusivé, sendo que os registos de acidentes rodoviários com vítimas incluem também o mês de Novembro de 2005.

Estes registos referentes aos acidentes em que apenas se verificaram danos materiais foram introduzidos numa base de dados Access directamente a partir dos BEAV's fornecidos pelo Governo Civil do Porto. Os registos em que se verificaram vítimas foram fornecidos pelo governo civil em formato Excel sendo necessário trabalhar estes dados afim de poderem ser localizados na rede viária. Assim, porque os dados dos acidentes com vítimas não tinham associados códigos de toponímia, foi necessário acrescentar à tabela uma coluna onde se introduziram os códigos correspondentes aos arruamentos em causa. Foi ainda acrescentada uma coluna com pontos de referência a partir quer de informação contida na coluna dos números de polícia (como sejam referências à quilometragem do arruamento) quer a partir da coluna dos topónimos em que constava mais que um topónimo indicando que o acidente ocorreu no cruzamento/entroncamento dos dois arruamentos (nestes casos passou-se um dos arruamentos para a coluna dos pontos de referência).

3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA SINISTRALIDADE

Quando se pretende reduzir os índices de sinistralidade rodoviária de uma determinada região, uma análise estatística das ocorrências revela-se fundamental para melhor perceber a sua evolução e distribuição temporal. Neste sentido propõe-se uma análise separativa em termos de ocorrências em que se registaram vítimas e ocorrências em que apenas se registaram danos materiais. Esta distinção decorre do facto dos dados afectos aos dois tipos de acidentes rodoviários serem nalguns casos distintos e apresentarem diferentes graus de pormenorização.

3.1.2 ACIDENTES RODOVIÁRIOS SÓ COM DANOS MATERIAIS

Começando pelos registos dos acidentes rodoviários onde só ocorreram danos materiais, apresentam-se no Quadro 2 os dados numéricos respectivos.

Quadro 2 - Dados numéricos disponíveis.

Acidentes rodoviários só com danos materiais													
		Distribuição por mês											
Ano	Nº acidentes	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2001	5691	574	445	580	423	490	426	475	357	405	558	441	517
2002	5120	489	433	416	424	456	374	355	279	461	467	490	476
2003	4819	445	369	362	397	409	418	404	313	359	470	468	405
2004	4432	432	389	406	380	381	394	324	287	323	395	359	362
2005	3582	408	388	407	363	402	335	328	253	318	380	-	-
Não preenchido*	4												

* - Resultam do não preenchimento da data no BEAV.

Com base nos valores registados no quadro 2 podemos elaborar alguns gráficos que ajudarão a compreender melhor a evolução da sinistralidade ao longo do tempo considerado.

Verifica-se uma tendência para uma redução da sinistralidade (ver gráfico 2), assim como uma tendência para uma redução das ocorrências no mês de Agosto que deverá resultar da redução dos fluxos de tráfego dado que este é o mês preferido para os portugueses marcarem as suas férias (ver gráfico 3).

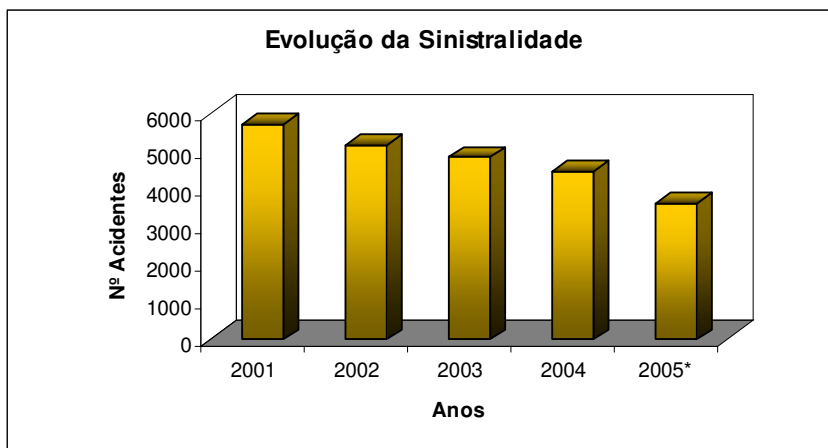


Gráfico 2 - Evolução anual da sinistralidade só com danos materiais.

* - Estão em falta os sinistros ocorridos em Novembro e Dezembro.

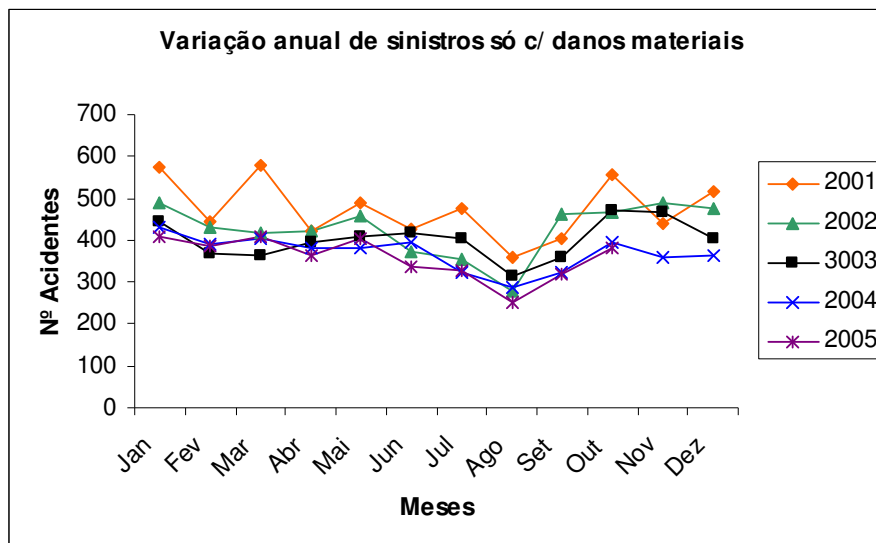


Gráfico 3 -Variação anual da sinistralidade só com danos materiais.

Analisando a variação horária (ver gráfico 4), verifica-se a ocorrência de um número mais elevado de ocorrências no período entre as 8h e as 20h, com ligeira tendência para aumentar no período entre as 15h e as 19h que poderá relacionar-se de alguma forma com sonolência e/ou ingestão de bebidas alcoólicas por parte dos condutores uma vez que este é um período de pós almoço. Verifica-se também um patamar de frequências intermédio, entre as 21h e as 24h, correspondente a um período de fluxos de tráfego de intensidade intermédia e ainda um patamar de frequências mais reduzidas no período de fluxos de tráfego mais reduzidos, entre as 0h e as 8h.

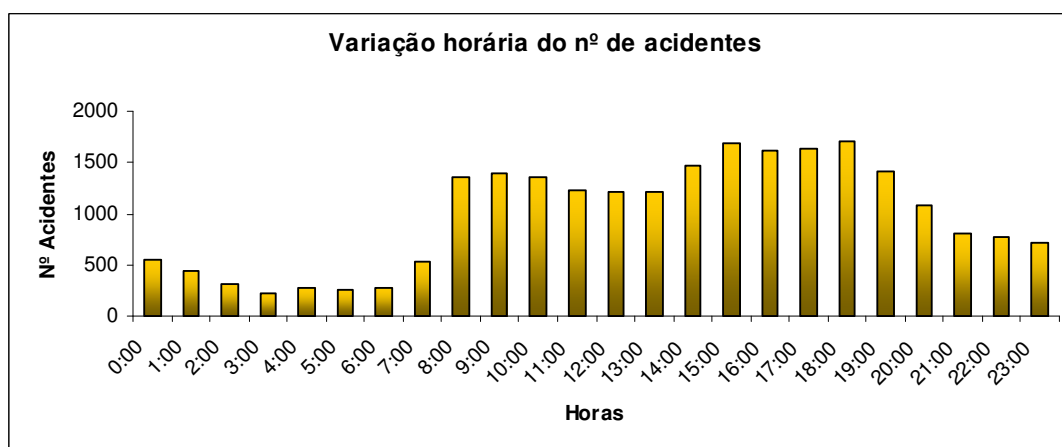


Gráfico 4 - Variação horária da sinistralidade só com danos materiais.

3.1.3 ACIDENTES RODOVIÁRIOS ONDE SE REGISTRARAM VÍTIMAS

Quando num acidente rodoviário resulta pelo menos uma vítima esta é classificada de acordo com a gravidade dos ferimentos apresentados como ferido ligeiro, ferido grave e morto.

Em Portugal é considerado morto uma vítima que falece nas primeiras 24 horas após o acidente.

No gráfico 5 representa-se a distribuição percentual do número total de vítimas registado no período de tempo considerado por grau de gravidade.

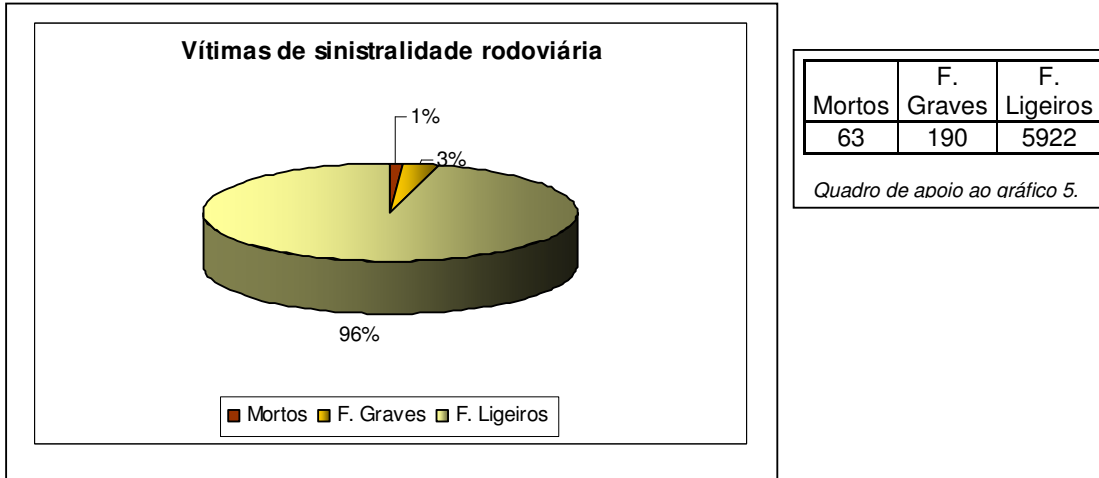


Gráfico 5 - Vítimas de sinistralidade na cidade do Porto.

Verifica-se que em média ocorrem cerca de 13 mortos e 38 feridos ligeiros por ano enquanto os feridos ligeiros ultrapassam a média de 3 por dia. À tendência de redução do número de sinistros, associa-se uma igual tendência de redução do número de mortos e feridos graves (ver gráfico 6). O mesmo acontece com os feridos ligeiros (ver gráfico 7).



Gráfico 6 - Evolução dos mortos e feridos graves.

* - Em falta os sinistros ocorridos em Dezembro.

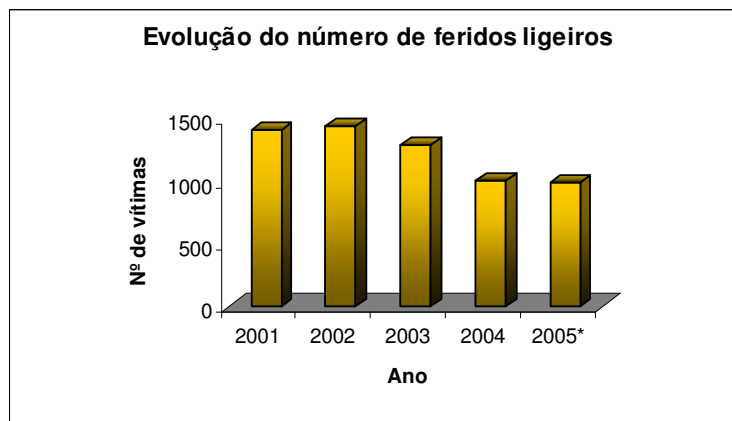


Gráfico 7 - Evolução dos feridos ligeiros.

* - Em falta os sinistros ocorridos em Dezembro.

Afim de perceber quais os meses em que ocorrem mais acidentes na cidade do Porto, elaboraram-se os gráficos 8 e 9, verificando-se uma tendência para um aumento no mês de Outubro no que respeita aos sinistros mais graves enquanto que os feridos ligeiros têm uma distribuição mensal aproximadamente constante. A ocorrência do referido aumento no mês de Outubro poderá relacionar-se com as primeiras chuvas que reduzem consideravelmente o coeficiente de aderência entre o pneumático e o pavimento reduzindo a segurança e aumentando a gravidade dos embates.

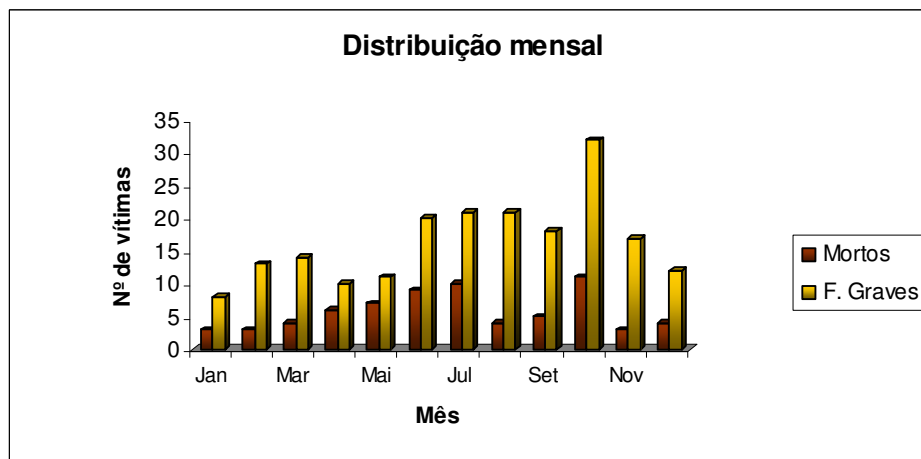


Gráfico 8 - Distribuição mensal dos mortos e feridos graves.

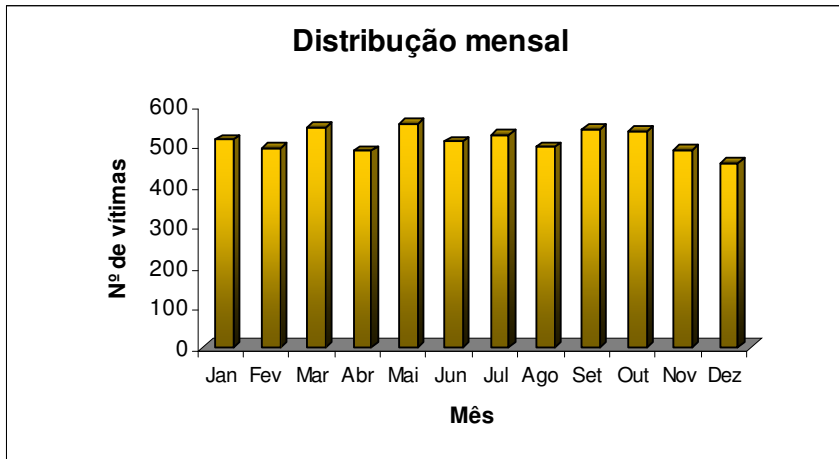


Gráfico 9 - Distribuição mensal dos feridos ligeiros.

Apresentam-se ainda em quadro anexo os valores que serviram de base à elaboração dos gráficos anteriormente apresentados para uma melhor quantificação daqueles (ver anexo 2).

ACIDENTES ONDE FORAM REGISTADAS VÍTIMAS MORTAIS

Neste ponto pretende-se perceber quais as principais causas de morte na rede viária da cidade. Para tal, seleccionaram-se apenas os registos onde ocorreram mortos e elaborou-se o gráfico 10. A tipologia dos acidentes utilizada consta dos BEAV's sendo de preenchimento obrigatório.

Quadro 3 - Dados numéricos da tipologia dos acidentes com vítimas mortais.

Tipologia dos acidentes com vítimas mortais	
Despiste	16
Colisão	16
Atropelamento	30

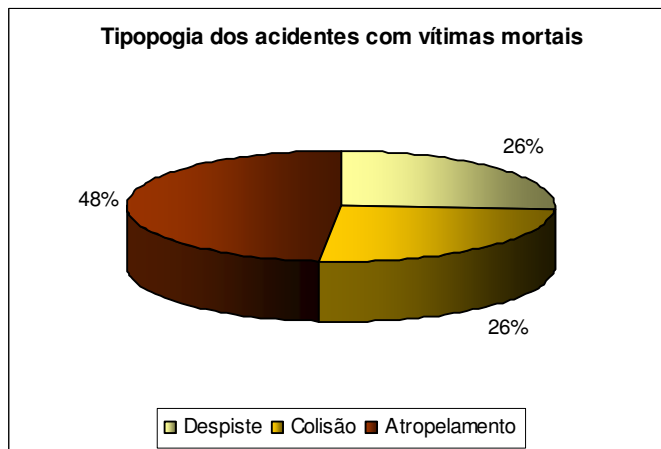


Gráfico 10 - Distribuição percentual por tipo de acidente.

Verifica-se que quase metade das mortes, resultantes de acidentes rodoviários ocorridos na cidade do Porto tem origem em atropelamentos, sendo que a outra metade das mortes resulta equitativamente da ocorrência de despistes e de colisões. Esta distribuição resulta do facto da maior parte da rede do Porto ser em meio urbano, onde as velocidades de circulação são mais reduzidas e a circulação de peões é mais intensa.

3.2 ESPECIFICIDADES DA LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

A Câmara Municipal do Porto (CMP) possui uma base de dados referenciada dos eixos da rede viária da cidade e outra contendo os números de polícia associados a esses eixos pelo código de toponímia específico de cada arruamento.

Utilizando a geocodificação do ArcGis 9.1 é possível estabelecer correspondência entre os conjuntos de pares Código de toponímia – número de polícia da base referenciada da CMP com os mesmos conjuntos referentes aos registos dos acidentes.

3.2.1 DIFICULDADES NA LOCALIZAÇÃO

De acordo com o processo referido na metodologia do ponto anterior e a fim de localizar os sinistros na rede viária, usou-se a geocodificação fazendo procurar correspondência entre os conjuntos números de polícia – arruamento afectos à tabela de registos de acidentes com a base georreferenciada dos números de polícia. Em primeiro lugar criou-se um novo campo (nova coluna nas tabelas) contendo simultaneamente a informação do número de polícia e código de toponímia do arruamento permitindo assim uma busca através de uma só coluna.

3.2.2 GEOCODIFICAÇÃO

A geocodificação é um processo de busca de endereços contido na lista de ferramentas do SIG (ArcGis 9.1) de acordo com determinados critérios que podemos controlar. Este processo necessita de especificação do campo de entrada através do qual pretendemos efectuar a procura (KeyField) que no nosso caso corresponde ao campo que une a informação dos números de polícia aos códigos de toponímia.

A procura automática parte deste campo e para cada célula procura na base georreferenciada dos números de polícia células semelhantes atribuindo a cada caso uma classificação percentual de acordo com os níveis de semelhança localizando (match) os registos classificados com percentagem superior a um determinado valor pré-estabelecido.

Como a busca que pretendemos é uma associação por pontos, isto é, cada registo de sinistro é localizado em cima do ponto representativo do número de polícia que lhe corresponde, escolheu-se no quadro “Geocoding Options” um “Minimum match score” de 100% (ver figura 2). Esta escolha impossibilita que acidentes com “KeyField” muito parecidos aos quais o programa atribui uma classificação inferior a este valor seja localizado eliminando assim os erros associados e garantindo a certeza na localização.

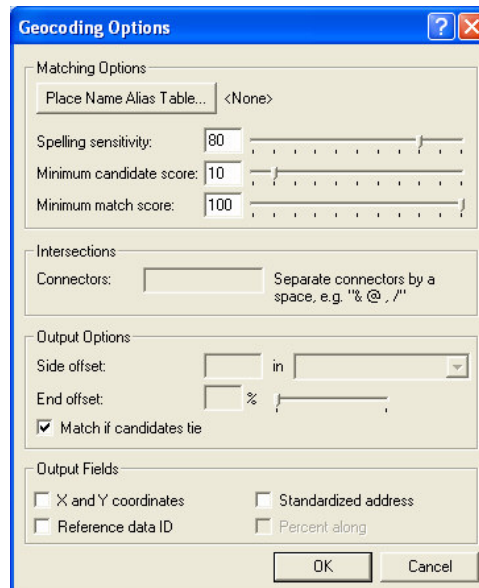


Fig. 2 - Opções de geocodificação.

3.2.3 RESULTADOS DA GEOCODIFICAÇÃO

Os resultados da primeira geocodificação, utilizando apenas os registos dos acidentes só com danos materiais, apenas conseguiu localizar 4221 registos dos 23648 disponíveis. Resultado da análise dos dados, descobriram-se algumas respostas explicativas desta situação. Em primeiro lugar verificou-se que apenas 9264 registos possuem número de polícia inviabilizando à partida a localização dos restantes 14384. São vários os factores que justificam esta lacuna, como é exemplo a ausência de números de polícia em diversos arruamentos. Arruamentos periféricos, nomeadamente IP's e IC's não possuem números de polícia pelo que a localização neste tipo de vias não é possível com a adopção desta metodologia. O mesmo problema surge em troços de arruamentos onde não existe edificação ou em rotundas onde encontramos situações do mesmo tipo.

Outro factor é o não preenchimento deste campo nos BEAV's por parte das autoridades competentes que aparentemente em inúmeras situações optam por referir apenas um ponto de referência que identifica o local onde ocorreu o acidente mas não permite a sua localização de forma automática.

São inúmeros e variados os pontos de referência apontados sendo seguidamente referidos alguns a título de exemplo:

- Referência ao número do poste de iluminação mais próximo;
- A um estabelecimento comercial (exemplo: bombas de abastecimento);
- Ao nó de ligação;
- Ao nome de rotunda;
- Ao nome de viaduto;
- Ao bloco habitacional (exemplo: bloco B).

Esta informação apesar de em muitos casos permitir a localização dos acidentes requer um tratamento praticamente manual o que inviabilizou a localização de muitos destes registos dado o tempo diminuto para a realização deste projecto, bem como o facto de esse procedimento já estar fora do âmbito do mesmo.

3.3 RECUPERAÇÃO DE REGISTOS NÃO LOCALIZADOS

Como já referido no ponto anterior, à partida só se localizaram 4221 registos correspondendo a menos de 18% do total de registos dos acidentes em que só foram registados danos materiais. Uma vez que a localização dos sinistros é fundamental para encontrar as eventuais zonas da rede viária que constituem pontos negros para a sinistralidade rodoviária, tentou-se encontrar metodologias que potenciasses a obtenção de novos números de polícia correspondentes aos locais onde ocorreram os acidentes que não foram localizados com a primeira geocodificação.

3.3.1 RECUPERAÇÃO COM RECURSO À PROGRAMAÇÃO

Em primeiro lugar, tentou-se perceber as razões que levavam a que um registo que possui número de polícia e código de toponímia aparentemente válidos não fosse localizado pelo processo de geocodificação. Verificou-se que a base de dados georreferenciada dos números de polícia não é uma base “fechada” na medida em que um determinado arruamento só tem números de polícia associados às entradas dos edifícios existentes, podendo “saltar” por exemplo do nº 10 para o nº 15 ou 20 sem que constem na base de dados os números intermédios ao intervalo. Com efeito, sempre que um acidente ocorre num local onde não existe um número de polícia atribuído e o agente ao preencher o BEAV atribui um número recorrendo a interpolação com os números existentes com o intuito de registar mais rigorosamente a localização do acidente, estamos na realidade a “perder” um registo.

Para resolver problemas deste tipo, e uma vez que a atribuição dos números de polícia na cidade do Porto é feita de acordo com um sistema métrico, em que o número de polícia de uma determinada entrada corresponde à distância em metros ao início do arruamento, elaborou-se um programa automático capaz de procurar na base de dados georreferenciada o número de polícia mais próximo do número de polícia constante no registo de um dado acidente que não foi localizado.

A ideia foi transmitida ao laboratório de Inteligência Artificial da Faculdade de Engenharia do Porto que elaborou a macro pretendida.

A macro criada, funciona de forma bastante intuitiva sendo apenas necessário introduzir o ficheiro a modificar (ficheiro exportado do ArcGis contendo os registos que não foram localizados e possuem simultaneamente número de polícia e código de toponímia), o ficheiro a comparar (base de dados dos números de polícia fornecida pela Câmara do Porto) e o intervalo de comparação correspondendo ao diferencial que queremos estabelecer como máximo para a busca e atribuição de novo número de polícia ao registo. Assim se um registo que não foi localizado tem um número X e um código de toponímia Y, o programa procura na base de dados para um mesmo Y a existência ou não de números pertencentes ao intervalo $[X-k; X+k]$ em que $2k$ é a amplitude do intervalo de comparação e cria um novo campo na tabela a modificar com o novo número de polícia encontrado, caso não exista nenhum número dentro do intervalo escolhido, o programa mantém o número de entrada. Para tornar mais fácil a percepção dos números alterados, o programa cria ainda um novo campo contendo a palavra “sim” ou a palavra “não” no caso de ter havido alteração ou não do número de polícia respectivamente.

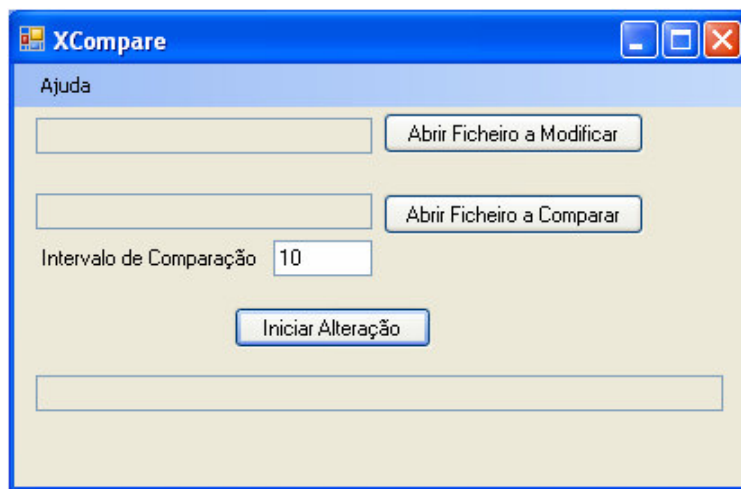


Fig. 3 - Aspecto do programa de busca de novos números de polícia.

O número de registos recuperados com este programa é como seria de esperar variável com o intervalo de comparação crescendo com este. Optou-se por estabelecer um intervalo de comparação máximo de 10 unidades que correspondem na prática e porque estamos a trabalhar com um sistema métrico, a deslocar até dez metros a localização dos acidentes. Este valor revela-se adequado pois corresponde aproximadamente ao comprimento de dois automóveis ligeiros e porque no fundo queremos encontrar áreas onde se concentram acidentes e não pontos pelo que o erro introduzido não é significativo.

Por aplicação desta macro e com o referido intervalo de comparação conseguiram-se encontrar/localizar mais 2904 registos aumentando para mais de 30% os registos localizáveis.

O alargamento do intervalo de comparação apesar de permitir elevar o número de registos localizáveis implicaria a introdução de erros maiores que embora pudessem não ser significativos em diversos casos noutros, principalmente em entroncamentos/cruzamentos muito próximos como o que acontece na zona histórica da rede viária da cidade do Porto, poderíamos estar a deslocar demasiado o local das ocorrências com consequências na eficácia da metodologia.

3.3.2 RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DA AMPLIAÇÃO DA BASE DE DADOS

Recorrendo aos pontos de referência indicados nos BEAV's podemos ainda localizar alguns acidentes, embora este processo seja bastante moroso uma vez que é necessário uma procura e marcação praticamente manuais.

Se um registo não foi localizado mas possui um ponto de referência que o permite localizar inequivocamente então, temos que associar a este registo um conjunto NP_TOP (nº de polícia / código de toponímia) que conste na nossa base de dados ou, no caso mais frequente, criar na base de dados um conjunto NP_TOP identificativo do local em causa associando simultaneamente o mesmo código NP_TOP ao registo referido de modo a permitir a sua geocodificação.

Através da análise dos registos tentou procurar-se pontos de referência semelhantes em número que justificasse a criação de mais um ponto na base de dados. Constatou-se então a existência significativa de referências a rotundas pelo que nestes casos procedeu-se de duas maneiras distintas conforme a

rotunda em causa já possuísse código de toponímia atribuído ou não. Assim, se a rotunda já tinha código de toponímia apenas se criou na base de dados um ponto no centro da rotunda ao qual se atribuiu um número de polícia arbitrário e associou o código de toponímia já existente. Nos outros casos foi necessário criar também um código de toponímia para a rotunda em causa.

Procedimentos semelhantes foram realizados para o caso de viadutos e arruamentos sem números de polícia, apresentando-se a listagem das alterações efectuadas no quadro 4.

Quadro 4 - Alterações na base de dados e recuperação dos registos só com danos materiais.

Ponto de referência	Novo código NP_TOP	Nº de Localizações conseguidas
Rotunda Parque Nascente	1RPNAS0	79
Rotunda Artur Cupertino de Miranda	1RACMI1	27
Rotunda do Giestal	1RGIES0	8
Rotunda de Bonjóia	1RBONJ2	12
Rotunda 25 Abril	1RVCAB0	15
Rotunda Rebordãos	1RREBO1	83
Nó das Areias (rotunda)	1NAREI0	42
Viaduto da Aeosa	1VAREO0	28
Rotunda do Freixo	1RFREI1	151
Rotunda AEP	1RAEPO0	562
Rotunda de Cartes	0RCART0	2
Rotunda do Bessa	0RBESS0	30
Rotunda do Mercado Abastecedor	0RMABS0	14
Rotunda Manuel Pinto de Azevedo Júnior	0RMPAJ0	33
Rotunda da Areosa	0RAREO1	105
Via Castelo do Queijo	0VCQUE0	21
Via Castelo do Queijo	1VCQUE0	2
Praça Cidade Salvador	1PCSAL0	31
Rotunda do Casal	1RCASA0	1
Rua Hospital S. João	0APHMO0	27
Via Estruturante FEUP	1VESTRO	8
Viaduto Pedro Hispano	1VPHIS0	25
	Total=	1306

Falhas da base de dados

Outro problema que dificulta a localização dos sinistros está relacionado com falhas na fase de dados onde foram descobertos pontos que só têm número de polícia associado, isto é, não têm nenhum código de toponímia que lhes diga respeito, impossibilitando assim a localização automática de registos de acidentes nestes pontos. Estes casos apesar de não se terem revelado significativos, constituem mais um factor de introdução de erros, pelo que se procedeu à alteração da base de dados introduzindo os códigos de toponímia respectivos nos pontos referidos e para os quais foram encontrados registos de acidentes (ver lista de alterações no quadro 5).

Quadro 5 - Alterações devido a falhas na base de dados e recuperação dos registos só com danos materiais.

ObjectID	Ponto de referência	Novo código toponímia	Nº de Localizações conseguidas
79605	Largo da Ramada Alta	LRALT0	1
77857	Largo da Ramada Alta	LRALT0	2
77872	Rua do Barão de Forrester	RBFOR0	1
77873	Rua do Barão de Forrester	RBFOR0	2
49694	Largo da Ramada Alta	LRALT0	1
Total=			7

Conseguiram-se assim um total de 1313 novos registos localizados perfazendo quase 36% do total de registos. Se tivermos em conta que à partida só 39% dos registos é que tinham número de polícia, que só conseguíamos localizar pouco mais de 17% e dados os condicionalismos inerentes à rede viária do Porto podemos dizer que os resultados da recuperação de registos para adequada localização são bastante animadores.

3.3.3 RECUPERAÇÃO DOS REGISTOS COM VÍTIMAS

Quanto aos registos onde se verificaram vítimas (5045 registos), foram realizados procedimentos idênticos aos referidos para os registos onde só se verificaram danos materiais.

Inicialmente conseguiram-se localizar 1036 acidentes correspondendo a cerca de 21% dos registos. Os acidentes recuperados pela ampliação da base de dados estão referidos no quadro 6 tendo-se conseguido mais de 1% de recuperações. Relativamente aos registos recuperados recorrendo à programação e com um intervalo de comparação igual a 10, conseguiram-se localizar 688 acidentes com vítimas representando cerca de 14% dos registos.

Quadro 6 - Alterações na base de dados e recuperação dos registos com vítimas.

Acidentes com Vítimas		
Ponto de referência	Novo código NP_TOP	Nº de Localizações conseguidas
Via Castelo do Queijo	0VCQUE0	6
Viaduto Pedro Hispano	1VPHIS0	2
Viaduto da Aeosa	1VAREO0	29
Rotunda do Giestal	1RGIES0	1
Rotunda do Freixo	1RFREI1	8
Rotunda da Areosa	0RAREO1	6
Rotunda AEP	1RAEPO0	18
Total=		70

3.3.4 DIAGRAMA DAS RECUPERAÇÕES

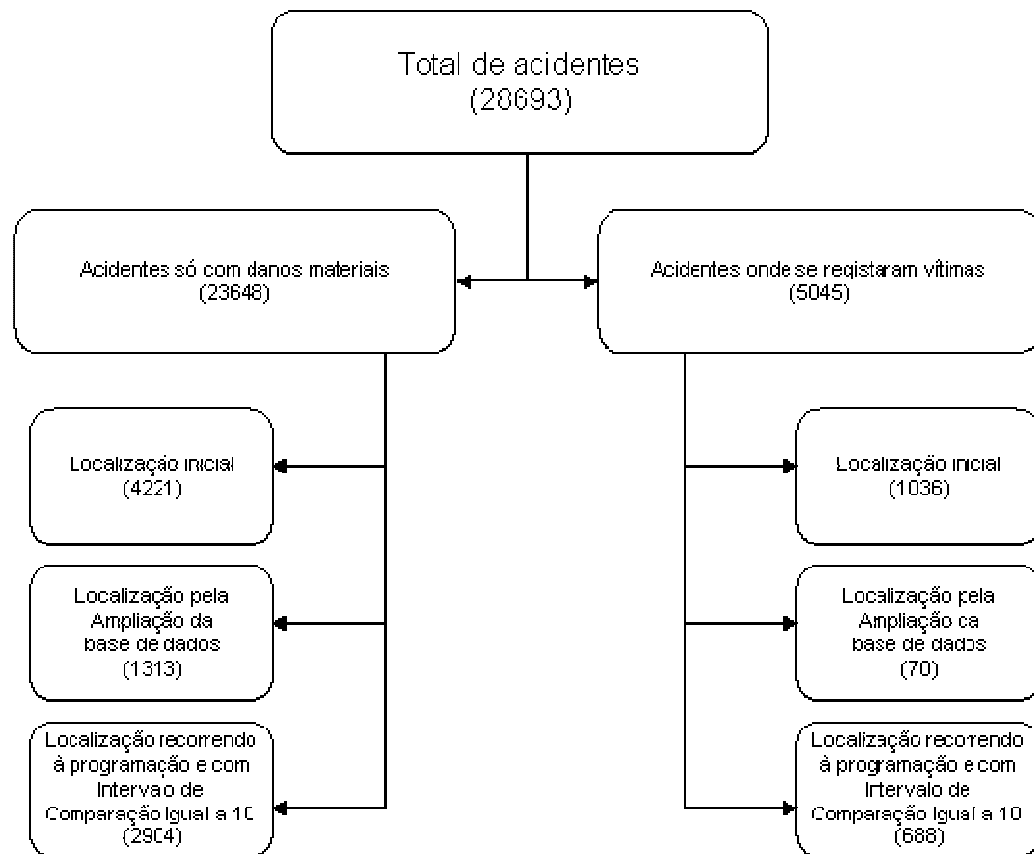


Fig. 4 - Diagrama representativo do número de recuperações conseguidas pelos diferentes métodos.

3.4 CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DAS ÁREAS

Como referido anteriormente, a escolha das dimensões e forma das áreas a adoptar deve reflectir a densidade da rede viária e a concentração de sinistros.

No caso da cidade do Porto verifica-se simultaneamente uma considerável concentração de pontos representativos de sinistros e uma maior densidade da rede na zona histórica pelo que se deu especial atenção a esta.

Foram equacionados dois tipos de áreas, um usando uma malha quadrada que sobreposta à rede estabeleceria um conjunto de áreas com dimensões idênticas, a outra seria a criação de áreas circulares circunscrivendo cada ponto representativo do número de polícia onde está associado um ou mais acidentes.

A adopção de uma malha quadrada apresenta como principal vantagem o facto de não haver sobreposição de áreas facilitando a afectação dos sinistros uma vez que um ponto representativo de um qualquer acidente só poderá pertencer a uma única área. Por outro lado a escolha da posição da malha tem o grande inconveniente de poder afectar o número de ocorrências no interior de cada área. Para melhor se perceber esta problemática considere-se que num dado arruamento ocorreram 9 acidentes

que podem ser inseridos num quadrado de 20 metros de lado pertencente à malha. No entanto a malha escolhida dividiu casuisticamente estes 9 registos por 3 quadrados contendo cada um 3 registos e diluindo assim uma zona com ocorrências frequentes por três zonas com um terço das ocorrências. Note-se que no limite os sinistros podem ser divididos por quatro áreas podendo reduzir a frequência de ocorrências para $\frac{1}{4}$ dispersando ao máximo a concentração de acidentes.

Se escolhermos as áreas circulares, como estas são centradas nos pontos onde ocorreram sinistros, este problema de posicionamento da malha é praticamente eliminado garantindo a possibilidade de encontrar para um determinado raio a área com maior frequência de ocorrências. Estas áreas têm o inconveniente de se sobrepor umas às outras fazendo com que um ponto representativo de um sinistro possa ser contabilizado simultaneamente por mais do que uma área.

Tendo em conta as considerações referidas, optou-se por escolher as áreas circulares dada a vantagem que apresentam na obtenção das zonas da rede com ocorrências mais frequentes.

Para criar as áreas foi necessário criar uma nova “feature class” e proceder como especificado:

- Criar “feature class” (Áreas);
- Editar a “feature class” criada;
- Seleccionar os pontos a partir dos quais queremos criar as áreas circulares;
- Criar “buffer” a partir dos pontos seleccionados atribuindo o raio pretendido;
- Gravar a edição;
- Terminar a edição.

A escolha do raio mais apropriado às características da rede viária em estudo foi realizada por tentativas sendo a primeira escolha igual a 50m. A análise das áreas obtidas revelou no entanto um valor excessivo para o raio uma vez que na zona histórica portuense onde a densidade de arruamentos é maior, iríamos contabilizar para uma mesma área acidentes que ocorreram em arruamentos paralelos o que na prática corresponderia a juntarmos acidentes de zonas e características muito diferentes (ver figura 5).

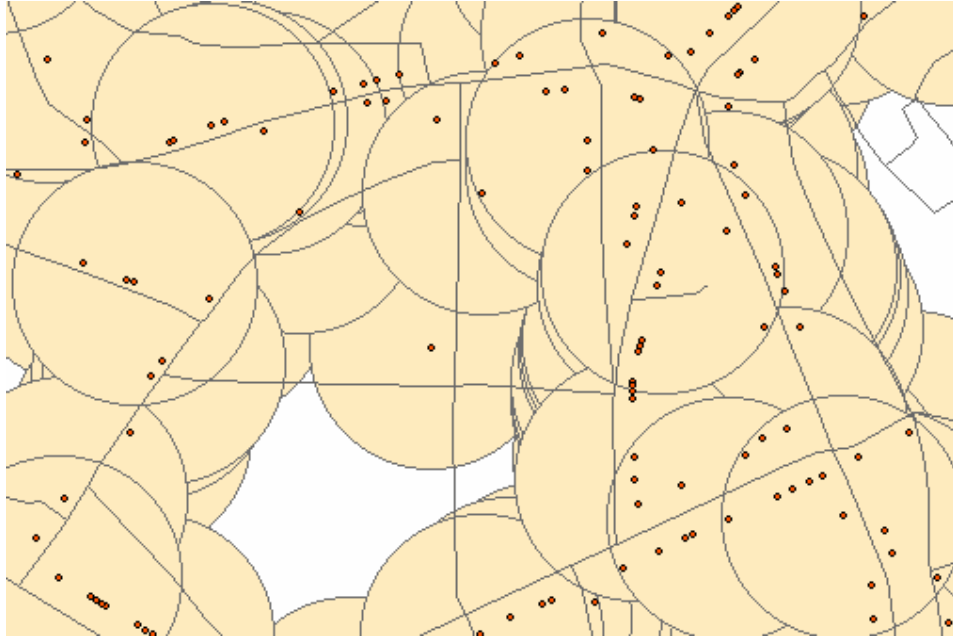


Fig. 5 - Áreas com 50m de raio.

Procurou-se então reduzir o raio tendo em atenção que o valor mínimo possível seria 10m pois como referido no ponto 3.3.1 a procura dos novos números de polícia com recurso à programação foi feita precisamente com este valor pelo que a área criada deverá conter o local onde o acidente verdadeiramente ocorreu. Um raio de valor igual a 30m revelou-se bastante apropriado na medida em que reduziu significativamente o problema referido para a zona histórica e ao mesmo tempo em zonas de maior dispersão da rede viária mostrou-se suficiente para obter agregação adequada de pontos sinistrados (ver figura 6).

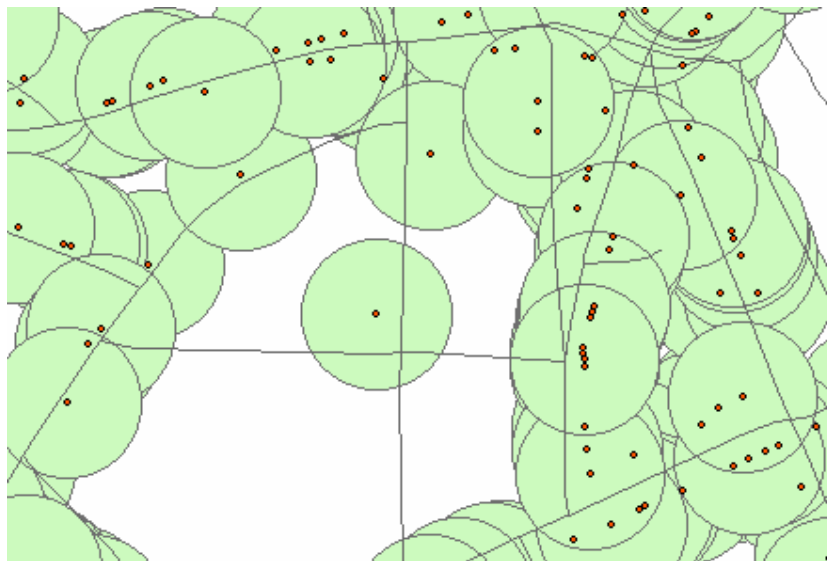


Fig. 6 - Áreas com 30m de raio.

3.4.1 ESPECIFICIDADES NA ELABORAÇÃO DAS ÁREAS

Este tipo de entidade requer alguns cuidados na sua obtenção decorrentes de estas serem obtidas a partir dos pontos representativos dos locais onde ocorreram acidentes. Assim, se seleccionarmos todos os pontos localizados, estamos a criar áreas idênticas e sobrepostas nos casos em que num mesmo ponto estão localizados mais do que um acidente. Por outras palavras, se num determinado ponto foram localizados seis acidentes, estamos a criar seis áreas centradas nesse ponto que contabilizarão exactamente o mesmo número de acidentes no seu interior complicando o tratamento dos dados. Para evitar esta situação, recorreu-se ao comando “Summarize” do ArcGis que cria uma tabela onde regista os resultados da soma dos elementos idênticos de uma coluna pretendida. Executou-se então um “Summarize” para a coluna “COD_NP_TOP” obtendo uma tabela onde o campo correspondente não tem repetições, possibilitando assim criar áreas únicas a partir de cada ponto sem que ocorram as sobreposições anteriormente referidas.

3.5 ESCOLHA DAS ZONAS A INTERVIR

Na escolha dos locais com maior urgência de tratamento, estabeleceram-se vários critérios sendo o critério das frequências o que serviu de base.

Para obtermos o número de ocorrências dentro de cada área criada usou-se o comando “Join” que associa os polígonos “áreas” aos pontos representativos de sinistros.

Podemos estabelecer esta correspondência para os acidentes onde ocorreram vítimas, para aqueles em que só ocorreram danos materiais, para ambos simultaneamente ou para qualquer subcategoria que pretendamos (por exemplo, acidentes com vítimas mortais) bastando para isso criar uma “feature class” correspondente para permitir unir (Join) às áreas.

Tendo em conta que o objectivo deste trabalho visa a redução da sinistralidade em geral, usou-se o critério das frequências aplicado ao total de registos de acidentes (sinistros só com danos materiais e sinistros onde se registaram vítimas) com o objectivo de reduzir ao máximo o número de acidentes intervindo no menor número possível de áreas.

Os resultados da soma das ocorrências afectas às áreas podem ser visualizados graficamente de forma muito intuitiva por uma escala de cores correspondendo à quantidade de registos no interior de cada área (ver figura 7).

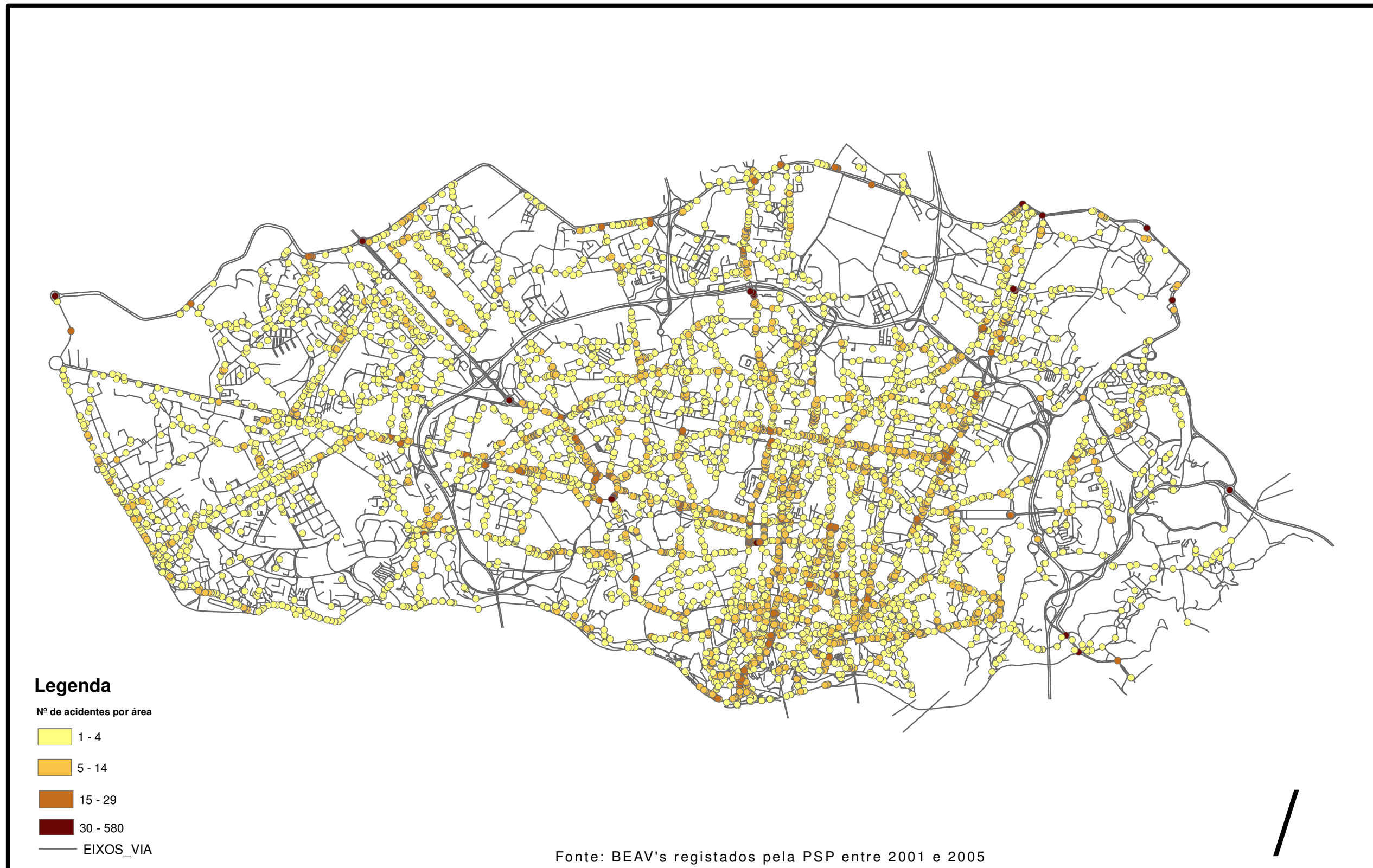


Fig. 7 - Concentração do total de acidentes em áreas de raio igual a 30m.

3.5.1 ESPECIFICIDADES NA ESCOLHA DAS ZONAS A INTERVIR

O facto de trabalharmos com áreas que se sobrepõem assume nesta fase a sua principal desvantagem. Como um mesmo registo pode ser contabilizado simultaneamente em várias áreas, a metodologia referida no ponto 2.6 recorrendo ao gráfico 1 deixa de ter significado uma vez que a leitura no gráfico não corresponde ao número de zonas a intervir mas ao número de áreas (ver figura 8). Para se perceber melhor esta questão tome-se como exemplo três registos associados a três números de polícia consecutivos. De acordo com a metodologia usada haverá uma área centradas em cada ponto perfazendo três áreas que se sobrepõem contabilizando no seu interior os mesmos três registos. Admitindo que queríamos intervir nestas áreas, teríamos na prática de intervir apenas em uma delas pois as três correspondem à mesma zona da rede viária. Ao mesmo tempo a redução na sinistralidade seria de três acidentes e não do resultado da soma dos registos nas três áreas que neste caso seria nove. Esta especificidade decorrente da utilização de áreas sobrepostas impossibilita assim uma leitura gráfica directa da percentagem de acidentes que se reduz intervindo em X áreas (ver ponto 2.6).

Com vista a ultrapassar estas dificuldades, torna-se necessário proceder no sentido contrário, isto é, conhecer o número de registos afecto às zonas a intervir e posteriormente obter a percentagem de acidentes que lhes corresponde. Este procedimento embora mais moroso por não permitir um tratamento totalmente automático não afecta contudo o rigor do resultado final.

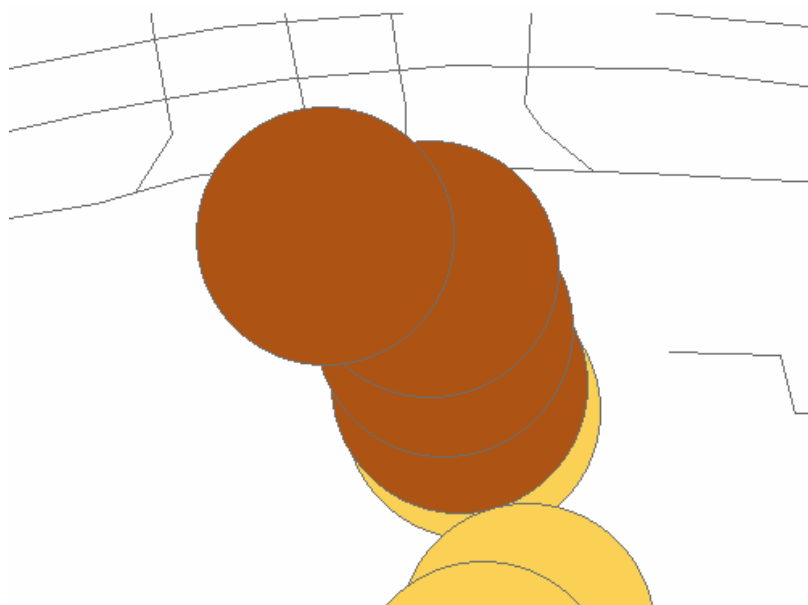


Fig. 8 - Áreas sobrepostas somando os mesmos acidentes e por isso representativas da mesma zona a intervir.

3.5.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO CRITÉRIO DAS FREQUÊNCIAS

A análise dos resultados obtidos revela uma grande concentração de acidentes em rotundas sendo a zona mais gravosa a Rotunda AEP com um total de 580 registos. No entanto os valores observados nas rotundas não podem ser comparados directamente com os restantes pois correspondem a pontos

criados para possibilitar a localização dos registos como referido no ponto 3.3.2 o que leva a que em rotundas de grandes dimensões, como é o caso da Rotunda AEP, estejamos a contabilizar registos que se encontram fora da área circular correspondente (ver figura 9). Note-se que neste caso é provável que nenhum dos acidentes ocorridos nesta rotunda tenha ocorrido dentro da área respectiva uma vez que esta corresponde praticamente à dimensão da placa central. Este problema poderia ser minimizado se aumentássemos o raio das áreas com prejuízo para as zonas de grande densidade de rede viária (ver ponto 3.4).

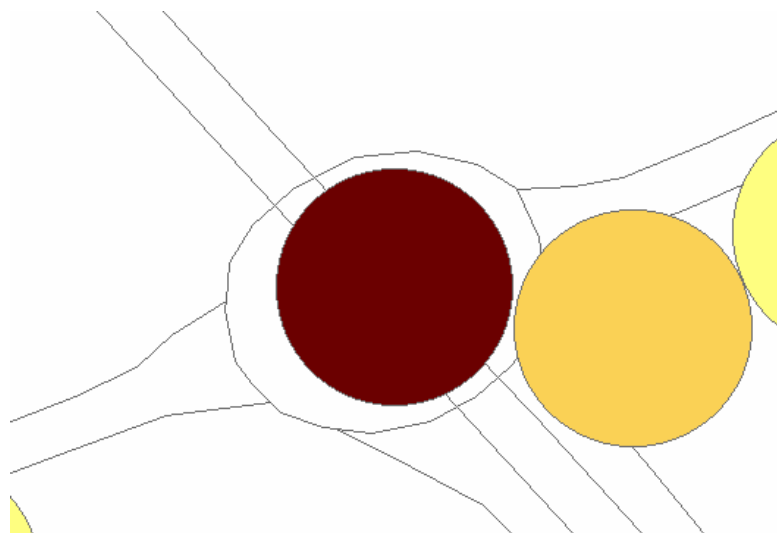


Fig. 9 - Concentração de acidentes na Rotunda AEP.

Em virtude de neste trabalho não existir nenhuma meta a atingir em termos de percentagem de acidentes a reduzir, optou-se por criar uma lista decrescente das zonas com maior concentração de registos. Como o número de áreas é bastante extenso e porque só se irá propor tratamento para três zonas seleccionaram-se apenas as áreas com frequências superiores a 30 registos. Correspondem a estes requisitos um total de 27 áreas representativas de 15 zonas a intervir e às quais está associada uma percentagem de acidentes de aproximadamente 14%, significando que a intervenção nas 15 zonas com maiores frequências potencia a redução daquela percentagem de sinistros.

Apresentam-se no quadro 7 as zonas onde se observaram áreas com frequências de acidentes iguais ou superiores a 30.

Quadro 7 - Zonas com maiores frequências relativas ao total de acidentes.

Zonas com maiores frequências		
Zona	Identificação	Nº acidentes
1	Rotunda AEP	580
2	Rotunda do Freixo	159
3	Rotunda da Areosa	106
4	Rotunda de Rebordãos	83
5	Rotunda do Parque Nascente	81
6	Viaduto da Areosa	57
7	Rua do Amial com Viaduto VCI	53
8	Rotunda das Areias	42
9	Rotunda da Boavista	37
10	Rua S. Crispim com Av. de Fernão de Magalhães	35
11	Praça da República (arruamento sul)	33
12	Rotunda Manuel Pinto de Azevedo Júnior	33
13	Rua Stª Justa com Av. De Fernão de Magalhães	32
14	Praça da Cidade de Salvador	31
15	Rotunda do Bessa	30

Resulta da aplicação exclusiva do critério das frequências que as três zonas a intervir seriam três rotundas com o potencial de redução de sinistralidade de aproximadamente 8%.

3.5.3 ANÁLISE CRÍTICA

As três áreas obtidas como sendo mais gravosas, dizem respeito a pontos acrescentados à base de dados e para os quais está associada uma área de concentração de acidentes substancialmente superior à entidade (área circular de raio igual a 30 metros) pelo que o número de acidentes vem agravado comparativamente com as outras áreas. Neste sentido a redução da sinistralidade que se conseguiria com o tratamento destes locais não seria muito significativa uma vez que seria inferior aos referidos 8%. Por outro lado, se tivermos em conta que para tratar 14% da sinistralidade seria necessário intervir em pelo menos 15 áreas, então podemos concluir que a aplicação deste método isoladamente não satisfaz as expectativas na medida em que não permite tratar percentagens significativas de sinistralidade com intervenções num número reduzido de áreas.

Outro aspecto a referir diz respeito à não consideração da gravidade dos acidentes. Também o facto das áreas mais gravosas ser do mesmo tipo (três rotundas) levaria provavelmente a tratamentos semelhantes pelo que perderia algum interesse o tratamento destas zonas no âmbito deste projecto. Assim optou-se por estabelecer alguns critérios para considerar conjuntamente as frequências com a gravidade das ocorrências.

3.6 NOVOS CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS ZONAS A INTERVIR

Na escolha dos pesos a atribuir aos sinistros, foram tidos em conta os seguintes aspectos:

- Metas propostas pela União Europeia (redução de 50% de mortos e feridos graves até 2010).
- Flexibilidade para possibilitar intervenções futuras decorrentes de alteração dos objectivos do ponto de vista das prioridades de tratamento.

- Dificuldades na quantificação numérica com base nos custos de cada sinistro.
- Dificuldades na atribuição numérica dos pesos aos sinistros.

As dificuldades na quantificação do custo dos sinistros já foram referidas no ponto 2.5.3 pelo que se dispensa a sua especificação.

A atribuição dos pesos numéricos aos diferentes sinistros não apresenta grandes dificuldades, sendo relativamente simples em “ArcGis”. Para tal, basta criar um novo campo que resulte da multiplicação dos factores de ponderação com o número de vítimas por gravidade. O problema surge quando associamos os pontos sinistrados às áreas uma vez que a relação é feita usando um critério espacial cuja tabela resultante não mantém qualquer campo relativo ao sinistro e portanto perde-se a informação relativa ao número de vítimas resultantes de cada acidente. Para ultrapassar esta dificuldade, embora seja possível, obriga a um tratamento individualizado das ocorrências com número e gravidade de vítimas idêntico traduzindo-se num trabalho exaustivo não compensatório para o âmbito deste projecto. Por outro lado a atribuição numérica de pesos aos sinistros dissolve a informação de “layout” final reduzindo a flexibilidade de adaptação imediata perante mudanças nas prioridades de tratamento.

De maneira a ter em conta as preocupações Europeias e de modo a conseguir reduzir ao máximo a sinistralidade com o mínimo de intervenções, optou-se por aplicar o critério das frequências não só ao total de acidentes mas também aos acidentes onde se registaram vítimas e ainda ao registos onde se observaram mortos e/ou feridos graves. Assim, resultam da aplicação deste critério as figuras 10 e 11 e os quadros 8 e 9. Note-se que os quadros referidos apenas apresentam as zonas com maiores frequências podendo se necessário aumentar o número de zonas de maneira a possibilitar a escolha de um maior número de zonas a intervir.

Quadro 8 - Zonas com frequências superiores a 10 e relativas aos acidentes com vítimas.

Zonas com maiores frequências de acidentes com vítimas		
Zona	Identificação	Nº acidentes
1	Viaduto da Areosa	29
2	Rua do Amial com Viaduto VCI	18
3	Rotunda AEP	18
4	Rua Stª Justa com Av. De Fernão de Magalhães	13
5	Rua do Amial com Circunvalação	12
6	Rua do Amial com Rua do Coronel Almeida Valente	11



Fig. 10 - Concentração de acidentes de onde resultaram vítimas, em áreas de raio igual a 30m.

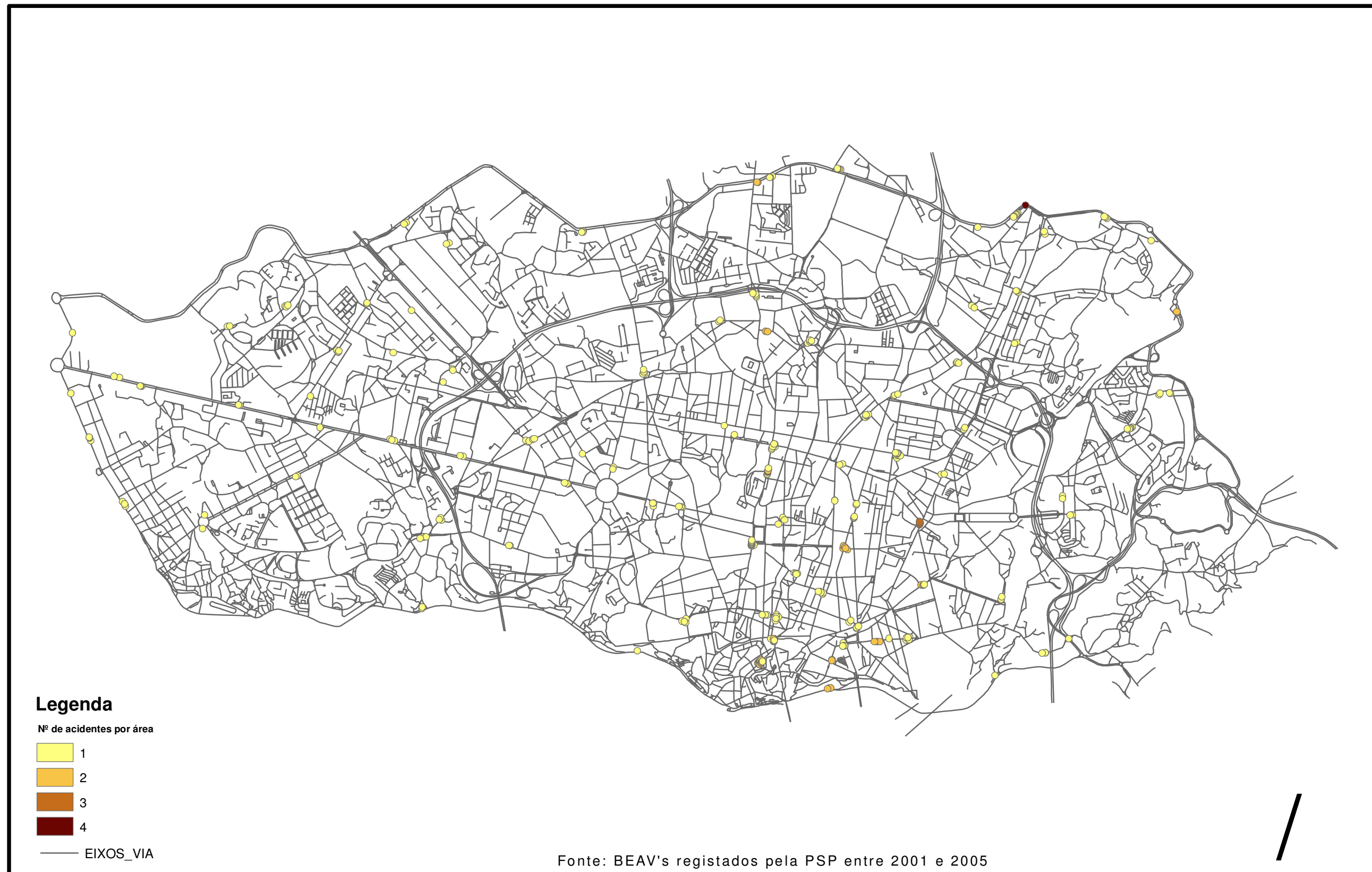


Fig. 11 - Concentração e acidentes de onde resultaram mortos e/ou feridos graves, em áreas de raio igual a 30m.

Quadro 9 - Zonas com frequências superiores a 1 e relativas aos acidentes com mortos e/ou feridos graves.

Zonas com maiores frequências de acidentes com mortos e feridos graves		
Zona	Identificação	Nº acidentes
1	Viaduto da Areosa	4
2	Av. de Fernão de Magalhães com Rua Aires de Ornelas	3
3	Rua do Moreira com Rua da alegria	2
4	Av. Gustavo Eiffel com Calçada das Carquejeiras	2
5	Rua Alexandre Herculano com Rua do Duque de Loulé	2
6	Rua Mouzinho da Silveira	2
7	Praça de Almeida Garrett	2
8	Travessa de Salgueiros com Rua Antero de Quental	2
9	Praça de Nove de Abril (arruamento sul)	2
10	Rua do Amial com Circunvalação	2
11	Circunvalação (perto das Bombas Jumbo)	2
12	Rotunda de Rebordãos	2
13	Rua do Bomfim com Travessa de Fernão de Magalhães	2

Como critérios para a escolha das três zonas a intervir foi estabelecido que:

- As zonas prioritárias a intervir estarão referidas obrigatoriamente na lista de maiores frequências (quadro 7).
- A zona com mais necessidades de intervenção resulta da sua repetição nas três listas resultantes da aplicação do critério das frequências referido.
- Caso um sinistro só esteja referenciado em duas listas, têm prioridade de intervenção as zonas referenciadas nos quadros 7 e 8 em relação às zonas referenciadas nos quadros 7 e 9.

A adopção destes critérios permite tratar zonas com maiores ocorrências de vítimas partindo simultaneamente das zonas com maiores concentrações de acidentes.

3.7 ZONAS A INTERVIR

Resulta da observação directa dos quadros 7, 8 e 9 que as zonas mais gravosas por ordem de prioridade são:

- Viaduto da Areosa (zona 1)
- Rotunda AEP
- Rua do Amial com Viaduto VCI (zona 2)
- Rua Stª Justa com Av. de Fernão de Magalhães (zona 3)

As duas primeiras zonas dizem respeito a áreas substancialmente maiores que a entidade como já referido no ponto 3.4, razão pela qual se optou por tratar apenas uma delas. Foi escolhida a zona do Viaduto da Areosa por aparecer em primeiro lugar nas prioridades de intervenção, por concentrar significativamente um maior número de vítimas e pelo facto das medidas de baixo custo susceptíveis de aplicação na Zona da Rotunda AEP terem uma eficácia discutível por se tratar de uma zona com grandes fluxos de tráfego e elevado número de conflitos necessitando de remodelações de fundo ao nível do traçado.

4.

TRATAMENTO DAS ZONAS MAIS GRAVOSAS

A metodologia utilizada para o estudo e aplicação das medidas de baixo custo nas zonas escolhidas, esta referida no ponto 2.6 (Metodologia para o estudo/tratamento das zonas mais gravosas).

4.1 VIADUTO DA AREOSA (ZONA 1)

4.1.1 ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES

O Viaduto da Areosa constitui um troço da Estrada da Circunvalação e situa-se na zona nordeste da cidade do Porto sobre o entroncamento com a Avenida de Fernão de Magalhães.

Os acidentes localizados nesta zona foram alvo de tratamento estatístico resultando o quadro 10 e os gráficos 11 e 12 que lhe dizem respeito.

Quadro 10 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 1).

Viaduto da Areosa													
Ano	Mês											Total	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov		Dez
2001	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	6
2002	1	2	0	0	0	2	2	2	0	2	3	1	15
2003	1	1	0	1	1	1	3	0	0	6	0	1	15
2004	0	1	1	1	0	0	0	2	3	2	1	1	12
2005	0	0	4	0	1	0	1	0	1	2	0		9
Total	4	5	5	2	2	4	6	5	4	12	4	4	57

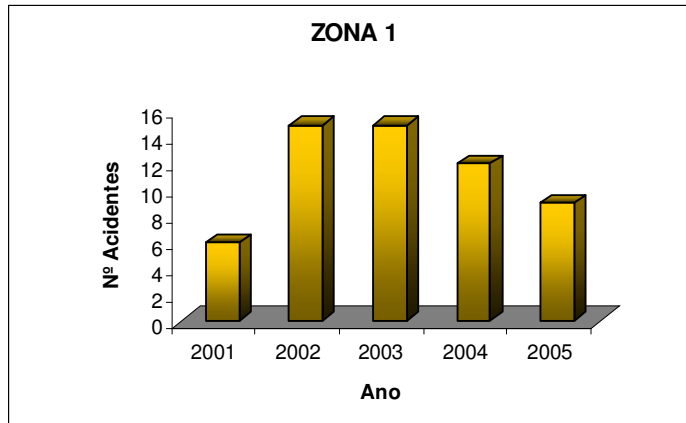


Gráfico 11 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 1.

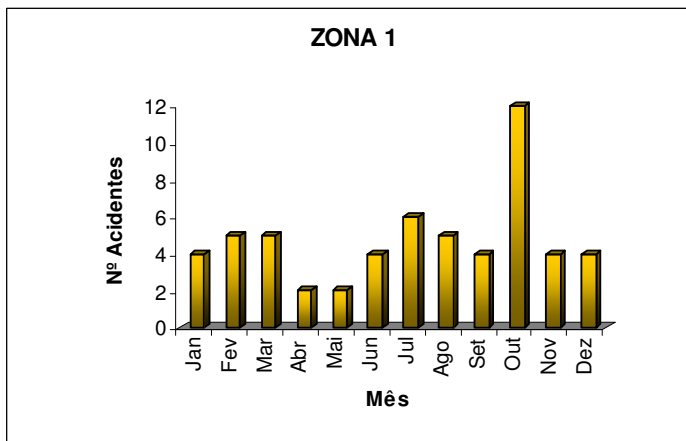


Gráfico 12 - Distribuição mensal da sinistralidade afectada à zona 1.

Observa-se um pico das ocorrências nos anos de 2002 e 2003 tendo havido a partir dessa data uma tendência para o decréscimo das ocorrências.

No que respeita à distribuição mensal, verifica-se um pico de incidências no mês de Outubro podendo estar relacionado com quebra de aderência provocada pelas primeiras chuvas, características deste mês.

Com base nos registos só com danos materiais (para os quais temos referência à hora em que ocorreram os acidentes), foi ainda possível elaborar o gráfico 13.

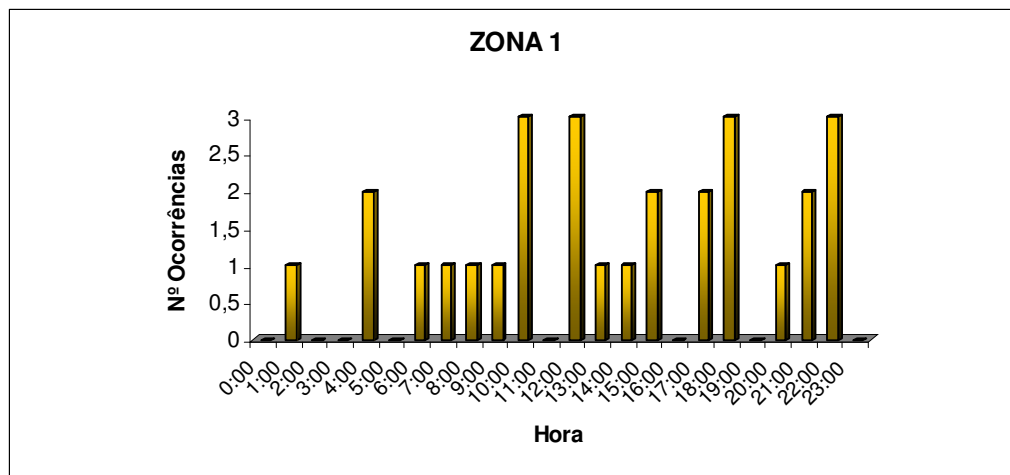


Gráfico 13 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 1.

A distribuição horária dos sinistros aponta para a inexistência de uma relação directa com as horas de ponta de maior tráfego o que poderá indiciar uma relação com a velocidade de circulação uma vez que para tráfegos muito intensos estão normalmente associadas baixas velocidades. Note-se que esta relação toma mais consistência se tivermos em consideração que o mês onde se verifica o pico máximo de sinistralidade é Outubro, que como anteriormente referido está relacionado com quebras no coeficiente de atrito e portanto, os acidentes ocorridos relacionados com velocidades excessivas.

Quanto à tipologia dos acidentes, podemos classificar os acidentes como resultantes de despiste, colisão ou atropelamento (ver ponto 2.4 relativo aos BEAV's), verificando-se fundamentalmente a ocorrência de colisões relativamente aos outros tipos (ver gráfico 14).

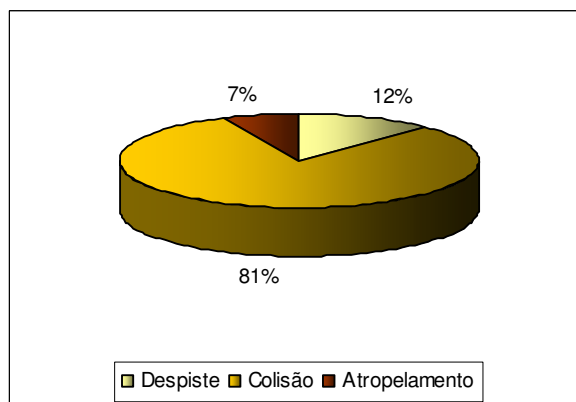


Gráfico 14 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativo à zona 1.

A informação quanto à tipologia dos acidentes pode ainda ser subdividida de acordo com o campo “Natureza do Acidente” constituindo informação da maior relevância no contexto deste projecto.

Resultado da não obrigatoriedade do preenchimento na sua totalidade dos BEAV's no caso de não resultarem vítimas de um determinado acidente, (ver ponto 2.4) a repartição em termos de tipologia referida no campo “Natureza do Acidente” não pode ser feita para a percentagem total dos acidentes.

Por outro lado também não podemos considerar uma distribuição na mesma proporção dos registos para os quais não temos informação, razão pela qual a soma das percentagens registadas no quadro 11 e afectas aos vários códigos é inferior a 100%, constituindo a percentagem em falta a perda de informação respectiva.

Constata-se por análise do quadro 11 que quanto à natureza do acidente e dentro da tipologia colisão, têm maior incidência o código 8 seguido do código 10 correspondentes a colisões frontais e laterais com outro veículo em movimento respectivamente.

Os códigos presentes no quadro 11 dizem respeito a tipologias detalhadamente especificadas no ponto 2.4 pelo que se dispensa a sua referência neste ponto.

Quadro 11 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 1.

	Natureza do Acidente		
	Cód	Nº Ocorrências	%
Despiste	1	1	2
	2	0	0
	3	0	0
	4	1	2
	5	2	4
	6	0	0
	7	0	0
Colisão	8	21	37
	9	4	7
	10	10	18
	11	2	4
	12	0	0
	13	0	0
	14	1	2
Atrop.	15	4	7
	16	0	0
	17	0	0
	Total	46	81

Por consulta através do “ArcGis” verifica-se que dos quatro acidentes com consequências mais graves em termos de vítimas resultaram cinco feridos graves sendo um deles resultante de atropelamento, dois resultantes de um acidente por colisão lateral e os restantes devidos a acidentes por colisão frontal.

4.1.2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO

O Viaduto da Areosa tem uma extensão aproximada de 700m, possui duas vias de largura igual a 4m, uma para cada sentido de tráfego, separadas por traço longitudinal contínuo. Possui ainda três trechos rectos e dois curvos com raios mínimos de 80m e 50m respectivamente sem sobrelargura.

No que refere à envolvente pode dizer-se que o viaduto de insere em zona urbana habitacional com predomínio de moradias. O trecho da Estrada da Circunvalação que precede o viaduto é constituído por duas via de tráfego em cada sentido possuindo separador central arborizado a poente e existindo a nascente um desnível das faixas de rodagem.

Na figura 12 observa-se a existência de troços rectos, que antecedem as curvas referidas anteriormente, com extensões capazes de proporcionar acelerações exageradas por parte dos condutores.

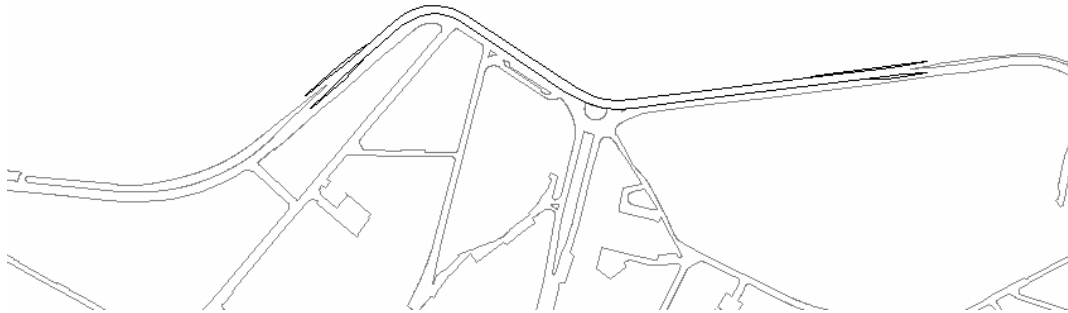


Fig. 12 - Esquema da planta e enquadramento do Viaduto da Areosa.



Fig. 13 - Aspecto da entrada poente do Viaduto da Areosa.

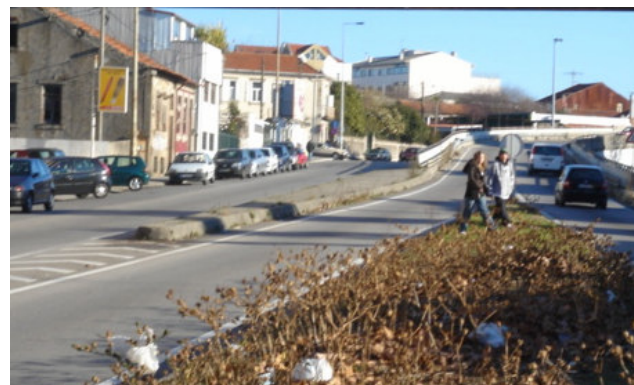


Fig. 14 - Inexistência de passagens de peões.

Verificou-se inexistência de passagens de peões em ambas as entradas do viaduto embora do lado poente se tenha observado várias travessias num curto espaço de tempo (aproximadamente 3 minutos) e indícios de consideráveis fluxos de peões no separador central como mostra a figura 15.



Fig. 15 - Aspecto de carreiros no separador central provocados pelo atravessamento de peões.

Verificou-se ainda a inexistência de passeios obrigando os peões a circular na berma bem como a ausência de sinalização vertical indicativa quer dos perigos da estrada quer da proibição da circulação de peões no viaduto (excepção à entrada do viaduto para a existência do sinal de perigo indicativo de trânsito nos dois sentidos). Existe ainda uma paragem de autocarros a anteceder a curva existente antes da entrada poente do viaduto, sem qualquer tipo de percurso apropriado para a circulação dos peões.

No que diz respeito à drenagem das faixas de rodagem constatou-se existir boas condições quer no viaduto quer nas suas entradas não havendo por isso preocupações a esse nível.

4.1.3 CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES

Considerando o conjunto das análises efectuadas nos pontos anteriores conclui-se em primeiro lugar que os acidentes observados se relacionam com a prática de velocidades excessivas. Dadas as características do arruamento em causa, o condutor não tem a percepção correcta dos perigos deste, sendo a sensação de segurança induzida pelas vias largas, pelo piso em bom estado de conservação e pelo separador central enganadora. Nestas circunstâncias, o condutor perde facilmente a noção do limite de velocidade (50 Km/h). A ausência de sinalização nas curvas do viaduto não alerta o condutor para a necessidade de reduzir a velocidade levando-o a abordá-las com velocidades que provocam a perda de controlo do veículo com consequente saída de via provocando a colisão quer com os dispositivos de retenção lateral quer com os veículos que circulam em sentido contrário, conforme o sentido da marcha.

Quanto aos atropelamentos verificados, constata-se que estes não devem ter ocorrido no viaduto uma vez que embora não haja sinalização proibindo a circulação de peões, também não é previsível que alguém queira circular no viaduto, pelo que é dispensável a referida sinalização. Assim, os

atropelamentos devem antes ter ocorrido à entrada poente do viaduto onde se verificaram atravessamentos da via sem dispositivos de protecção para os peões.

4.1.4 ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR

De acordo com as causas prováveis apontadas no ponto anterior, sugere-se a aplicação de medidas que potenciem a prática de velocidades mais reduzidas conjugadas com medidas de protecção ao atravessamento de peões.

Existe bibliografia que aponta várias medidas correctivas de acordo com o tipo de acidentes e situação do troço de estrada em que ocorrem, apresentando-se a título indicativo em anexo quadros que especificam essas medidas.

A forma mais eficaz para reduzir os embates frontais, consiste em separar os dois sentidos de tráfego através de separador físico pelo que se equacionou essa possibilidade, embora por si só a aplicação deste tipo de separador não garanta a redução de acidentes mas sim a redução do tipo de acidentes referido. A inexistência de sobrelargura em especial na curva com raio de 50m impossibilita a introdução de separadores uma vez que impede a manobra de veículos longos.

A introdução de lombas a anteceder os troços curvos do viaduto embora pudessem ser eficazes na redução da velocidade de circulação dos veículos, deverão ser uma solução a evitar dado o grande volume de tráfego diário que circula nesta via, sem alternativa para onde possa ser conduzido.

As medidas a adoptar deverão assim incidir na colocação de sinalização que identifique de forma inequívoca os perigos existentes na via de modo a induzir os condutores a reduzirem a velocidade.

Dadas as considerações apresentadas as medidas propostas são:

- Introdução de passagem para peões a anteceder a entrada poente do viaduto, devidamente identificada e provida de sinalização vertical luminosa com dispositivo de controlo de velocidade.
- Deslocar a paragem de transportes públicos de modo a ficar mais próxima da passagem de peões introduzida.
- Colocar baias direccionais nas curvas do viaduto, conjugadas com lanternas sequenciais no caso da curva de menor raio.
- Introdução de sinal informativo de curva perigosa a anteceder as curvas com informação da distância a que encontra da curva a que se refere, caso necessário.
- Limitar a velocidade de circulação a 30Km/h.
- Colocar sinal de limitação de velocidade a 30Km/h e a anteceder a curva de maior raio associado a lanternas luminosas.
- Colocar bandas cromáticas antes das curvas.

O deslocamento da paragem de transportes públicos visa desencorajar os passageiros que chegam à referida paragem, a atravessarem fora da passagem de peões a introduzir, pelo facto de encurtar o percurso que estes terão que percorrer caso pretendam atravessar a via. Este encurtamento de percurso pedonal, torna compensatório o atravessamento pela passagem de peões devido ao acréscimo de segurança que esta proporciona, desencorajando assim os peões a atravessarem na perpendicular à paragem de transportes públicos.

Refere-se ainda que deveria ser feito um estudo dos fluxos e percursos dos peões que utilizam a referida paragem para confirmar a necessidade de a deslocar dada a sensibilidade que normalmente

envolve o deslocamento de paragens de transportes públicos. Outro facto é o da paragem em análise estar já bastante distanciada do viaduto e por isso fora da zona em estudo, pelo que não se procedeu à contagem dos fluxos referidos.

Apresenta-se na figura 16 o esquema em planta do Viaduto da Areosa com a localização e especificação das medidas propostas.

Em conclusão pode dizer-se que as medidas apresentadas garantem quer uma maior segurança para os peões quer para os condutores sendo o custo para o utilizador/conductor praticamente nulo uma vez que o custo associado ao tempo de espera para os veículos em fase de vermelho é compensado pela redução das filas de espera a jusante do viaduto e em ambos os sentidos.

A introdução destas medidas, porque alertam o condutor para as condições da via, reduz a velocidade de circulação e por isso garante a redução da sinistralidade quer em número quer em gravidade.

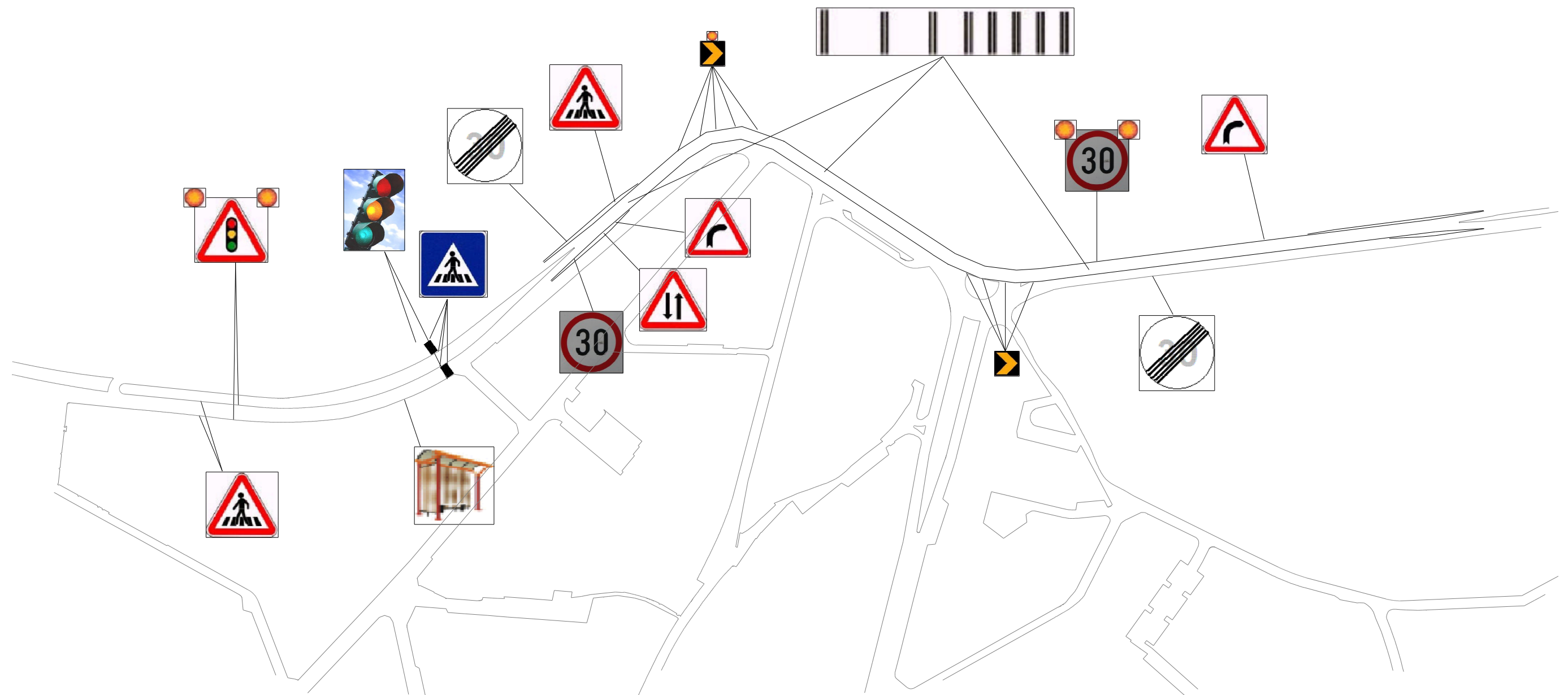


Fig. 16 - Esquema em planta do Viaduto da Areosa com localização da sinalização a acrescentar decorrente das medidas propostas.

4.2 RUA DO AMIAL COM VIADUTO VCI (ZONA 2)

4.2.1 ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES

A zona em análise refere-se ao cruzamento da Rua do Amial com a VCI (IC23) situado na zona norte da cidade.

O quadro 12 bem como os gráficos 15 e 16 que se lhe referem, resultam de um tratamento estatístico dos registos localizados.

Quadro 12 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 2).

Rua do Amial com Viaduto VCI													
Ano	Mês												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
2001	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	6
2002	1	0	2	3	0	2	1	0	0	0	1	1	11
2003	0	0	0	1	0	3	1	0	0	1	1	0	7
2004	2	3	0	0	0	6	1	1	2	1	0	1	17
2005	4	2	0	0	0	3	0	1	0	2	0		12
Total	7	6	2	4	0	15	3	2	2	5	5	2	53

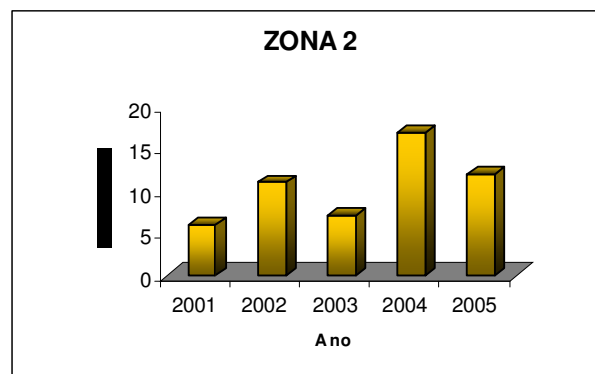


Gráfico 15 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 2.

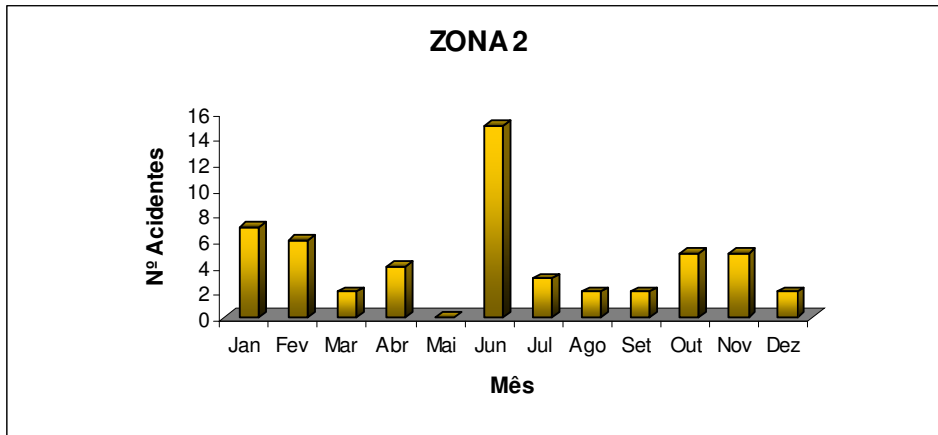


Gráfico 16 - Distribuição mensal da sinistralidade afecta à zona 2.

Observa-se uma tendência para uma subida do número de acidentes ao longo dos anos atingindo um pico anormal no ano de 2004 onde ocorreram seis acidentes só no mês de Junho o que agravou a incidência de sinistros neste mês. Note-se no entanto que mesmo assim o mês de Junho apresenta-se como aquele onde tendencialmente ocorrem mais acidentes. Enquanto o ano de 2004 poderá ter sido um ano atípico onde a maior concentração de acidentes pode ser relacionada com a possibilidade de obras na zona ou mudança das condições de tráfego, o mesmo não explica a tendência para uma maior concentração no mês de Junho. Numa tentativa de explicar este facto poderá estar a inclinação dos raios solares facto que só se poderá aferir no próprio local uma vez que não temos dados relativos ao campo E4 (informação complementar a acções e manobras) dos BEAV's.

Analisando a distribuição horária dos sinistros verifica-se um pico de incidência antes da hora de almoço, um pico intermédio entre as 2h e as 4h se poderá relacionar com a ingestão de bebidas alcoólicas e um pico máximo entre as 19h e as 20h (ver gráfico 17).

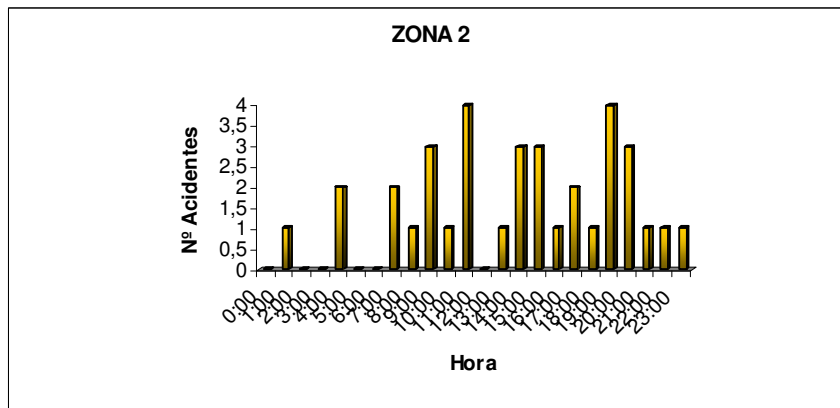


Gráfico 17 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 2.

No que respeita à tipologia dos acidentes, verifica-se uma ausência do tipo despiste que poderá relacionar-se com velocidades de circulação pouco elevadas. Por outro lado, a ocorrência de

atropelamentos em número considerável parece indiciar o contrário ou então revela insuficiência de iluminação e/ou visibilidade e/ou elementos distractivos para os condutores ou peões (ver gráfico 18). Por fim, verifica-se um predomínio de colisões indiciando a existência de inúmeros pontos de conflito associados a elevados fluxos de tráfego e/ou má sinalização quer vertical quer horizontal.

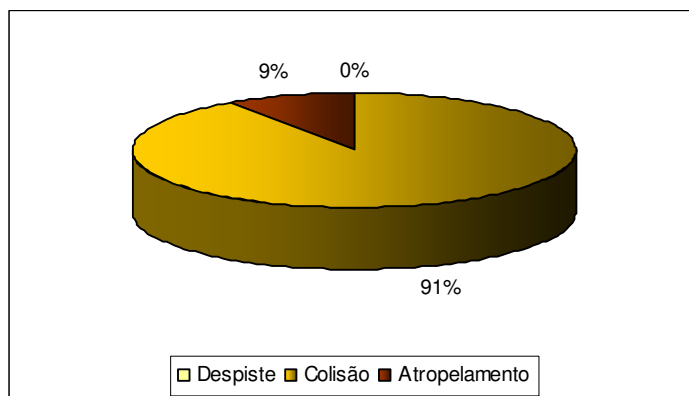


Gráfico 18 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativos à zona 2.

O quadro 13 classifica a maior fracção de sinistros com o código 10 correspondente a colisão lateral com outro veículo em movimento, constituindo a esmagadora maioria dos casos. Esta constatação revela a existência de conflitos entre as várias correntes de tráfego estabelecendo uma relação entre os acidentes ocorridos nesta zona com os que normalmente ocorrem em rotundas, com a particularidade de existir um elevado número de acidentes de onde resultaram vítimas.

Quadro 13 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 2.

	Natureza do Acidente		
	Cód	Nº Ocorrências	%
Despiste	1	0	0,0
	2	0	0,0
	3	0	0,0
	4	0	0,0
	5	0	0,0
	6	0	0,0
	7	0	0,0
Colisão	8	3	5,7
	9	3	5,7
	10	24	45,3
	11	0	0,0
	12	0	0,0
	13	0	0,0
	14	0	0,0
Atrop.	15	5	9,4
	16	0	0,0
	17	0	0,0
	Total	35	66,0

Note-se ainda que neste caso a percentagem perdida de acidentes afectos a esta zona e para análise da “Natureza do Acidente” é bastante elevada (44%) devendo-se ao facto de grande número de acidentes ter ocorrido a partir de 2004 (mudança no preenchimento dos BEAV’s).

Há ainda a acrescentar que na zona em causa ocorreu um acidente do qual resultou um morto devido a atropelamento.

4.2.2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO

A rua do Amial constitui uma importante via de entrada e saída da cidade do Porto recebendo fluxos quer da VCI quer da Circunvalação. Permite circular nos dois sentidos e é constituída por duas vias, uma em cada sentido de tráfego tendo-se verificado congestionamentos (na proximidade da zona em estudo) nas horas de ponta provocados pela intensa procura à qual a via não consegue dar resposta.

O cruzamento em análise é efectuado por intermédio de uma placa central com formato aproximado a uma elipse separando os sentidos de tráfego e aumentando o número de vias para quatro (duas em cada sentido). Os quatro ramos de entrada e saída da VCI são todos constituídos por duas vias de tráfego, apresentando-se um esquema do cruzamento na figura 17.



Fig. 17 - Esquema em planta do cruzamento da Rua do Amial com a VCI.

Verificou-se que a entrada no cruzamento mais a Sul apresenta consideravelmente menores ângulos de visibilidade comparativamente com a entrada Norte. Em especial, este ângulo é mais reduzido entre a saída da VCI (Sentido Arrábida – Freixo) e a entrada Sul da Rua do Amial (ver figura 17). Este facto surge associado à maior concentração de acidentes verificada na zona Sul do cruzamento, nomeadamente atropelamentos de peões. Os factores que contribuem para o menor ângulo de visibilidade a sul da placa resultam da curvatura do eixo da VCI e da existência de um muro delimitador de propriedade privada muito próximo do cruzamento. Foi ainda identificada a existência de um poste de iluminação suportando um sinal de proibição de estacionamento que dificulta a visibilidade do sinal identificativo de travessia de peões (ver figura 18).



Fig. 18 - Poste de iluminação mal localizado (fraca visibilidade da passagem de peões).

Observou-se a existência na Rua do Amial e próximo do cruzamento (lado Sul) de uma paragem de transportes públicos sem via própria, constituindo um obstáculo à normal fluidez do tráfego aquando da paragem dos autocarros.



Fig. 19 - Aspecto da Rua do Amial (entrada Sul).

As marcas rodoviárias apresentam-se em alguns pontos já pouco nítidas especialmente em algumas passagens de peões (ver figura 20), sendo mesmo inexistentes em percursos pedonais que atravessam a placa central se encontrarem continuidade em plena via (ver figura 21) induzindo os peões em erro e levando-os a atravessar a faixa de rodagem fora dos locais apropriados.



Fig. 20 - Fraca conservação das marcas rodoviárias.



Fig. 21 - Aspecto de percurso pedonal incompleto (ausência de passagem de peões).



Fig. 22 - Aspecto do acesso à Rua do Amial (saída VCI; sentido Arrábida - Freixo).

Como comentário à figura 22, refere-se ainda a possibilidade de um condutor poder seguir em frente sem ter que efectuar grandes manobras ou mesmo ser induzido em erro relativamente à existência do cruzamento em condições de fraca visibilidade como em ambiente nocturno ou ocorrência de nevoeiro.

4.2.3 CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES

A existência de uma placa central associada à introdução de mais uma via de tráfego por sentido, criam no condutor a sensação que está a entrar numa rotunda o que na verdade não acontece levando muitas vezes a hesitações por parte de condutores menos experientes e/ou condutores utilizadores menos frequentes da zona.

Como referido no ponto anterior, a fraca visibilidade de algumas viragens à direita associadas a preocupações por parte dos condutores com questões de cedência de prioridade, a questões de má sinalização/condições de percursos pedonais e também de precipitações por parte dos peões, levam à ocorrência de situações conflituantes de onde poderão ter resultado muitos dos acidentes registados.

Por outro lado, a fraca capacidade de escoamento da Rua do Amial em horas de maiores fluxos provocam congestionamentos ao longo do cruzamento que aliados ao desrespeito de alguns condutores que param em locais que impedem outros veículos de seguirem noutras direcções, levam a comportamentos mais agressivos por parte dos condutores lesados, aumentando o risco de acidente.

4.2.4 ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR

As medidas interventivas a adoptar, tendo em conta o referido no ponto anterior, devem proporcionar o aumento dos ângulos de visibilidade bem como a definição correcta dos percursos pedonais e da situação de circulação dos veículos.

Afim definir inequivocamente a situação de circulação equacionaram-se duas hipóteses: a introdução de regulação luminosa e a adopção por uma circulação em rotunda.

A hipótese da introdução de regulação por intermédio de sinais luminosos poderá apresentar no entanto dificuldades de eficiência em situações de maiores fluxos comparativamente com a hipótese de circulação em rotunda, pelo que se optou por esta última hipótese. Esta opção requer no entanto um novo desenho da placa central bem como dos ramos de entrada e saída sob pena de podermos agravar ainda mais a situação.

Assim, deverá adoptar-se uma rotunda de grandes dimensões capaz de se inserir sob o viaduto existente e de proporcionar maiores ângulos de visibilidade nas zonas com maior défice. Apresenta-se na figura 23 um esquema em planta da rotunda a adoptar.

O novo desenho da intersecção permite ganhos significativos nos ângulos de visibilidade assim como uma velocidade mais reduzida nas entradas do cruzamento quer pela perda de prioridade de quem circula na Rua do Amial quer pela introdução de curvas de menor raio nos ramos de saída da VCI. A nova intersecção permite também ganhos para a segurança rodoviária pelo facto de proporcionar um afastamento relativo dos ramos do cruzamento o que se traduz num afastamento das zonas de conflito. Esta nova configuração para o cruzamento proporciona ainda uma melhor percepção do mesmo cruzamento, aos condutores que chegam à intercepção pelo ramo de saída da VCI (sentido Arrábida – Freixo) por deixar de haver continuidade linear com o ramo de entrada da VCI no mesmo sentido, como acontece actualmente (ver ponto 4.2.2).

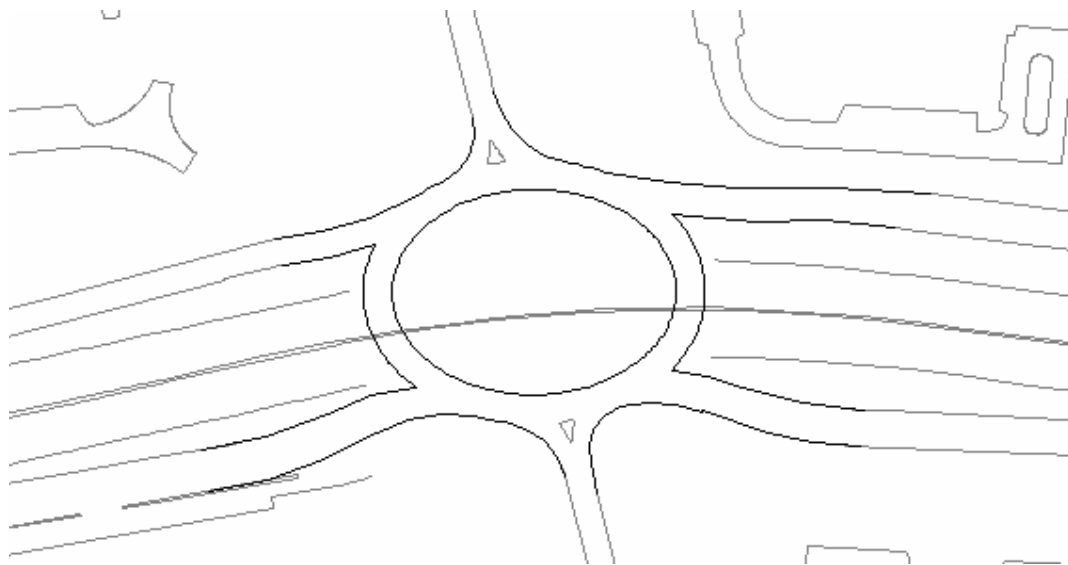


Fig. 23 - Esquema em planta da rotunda a introduzir.

As medidas propostas como complemento da introdução da rotunda são:

- Definição de percursos pedonais em toda a volta da rotunda através da introdução de passagens de peões devidamente sinalizadas e afastadas quanto possível das intercepções nos ramos de saída.
- Colocar sinalização vertical identificativa de rotundas.
- Colocar sinal de perigo indicando proximidade de passagem para peões a anteceder o poste de iluminação referido no ponto anterior como obstrutivo à visibilidade do sinal informativo de passagem de peões.
- Usar pintura brilhante na marcação das marcas rodoviárias em especial nas passagens de peões.

Em conclusão podemos dizer que a introdução das medidas propostas resulta numa melhoria evidente no que se refere ao ângulo de visibilidade que aliada à melhor visibilidade e correcta definição dos percursos pedonais, potencia a redução de atropelamentos. Quanto aos acidentes resultantes de colisão lateral acredita-se que se conseguirá também reduzir a sua frequência embora a quantificação da sua redução seja discutível dada a tendência para a concentração verificada deste tipo de acidentes em rotundas.

No que diz respeito aos custos para o utilizador, refere-se que estes não sendo significativos para os veículos, não são desprezáveis para os peões, uma vez que estes terão que percorrer uma distância maior. Contudo a expectativa de redução de acidentes e de melhoria na fluidez do tráfego justificam a intervenção.

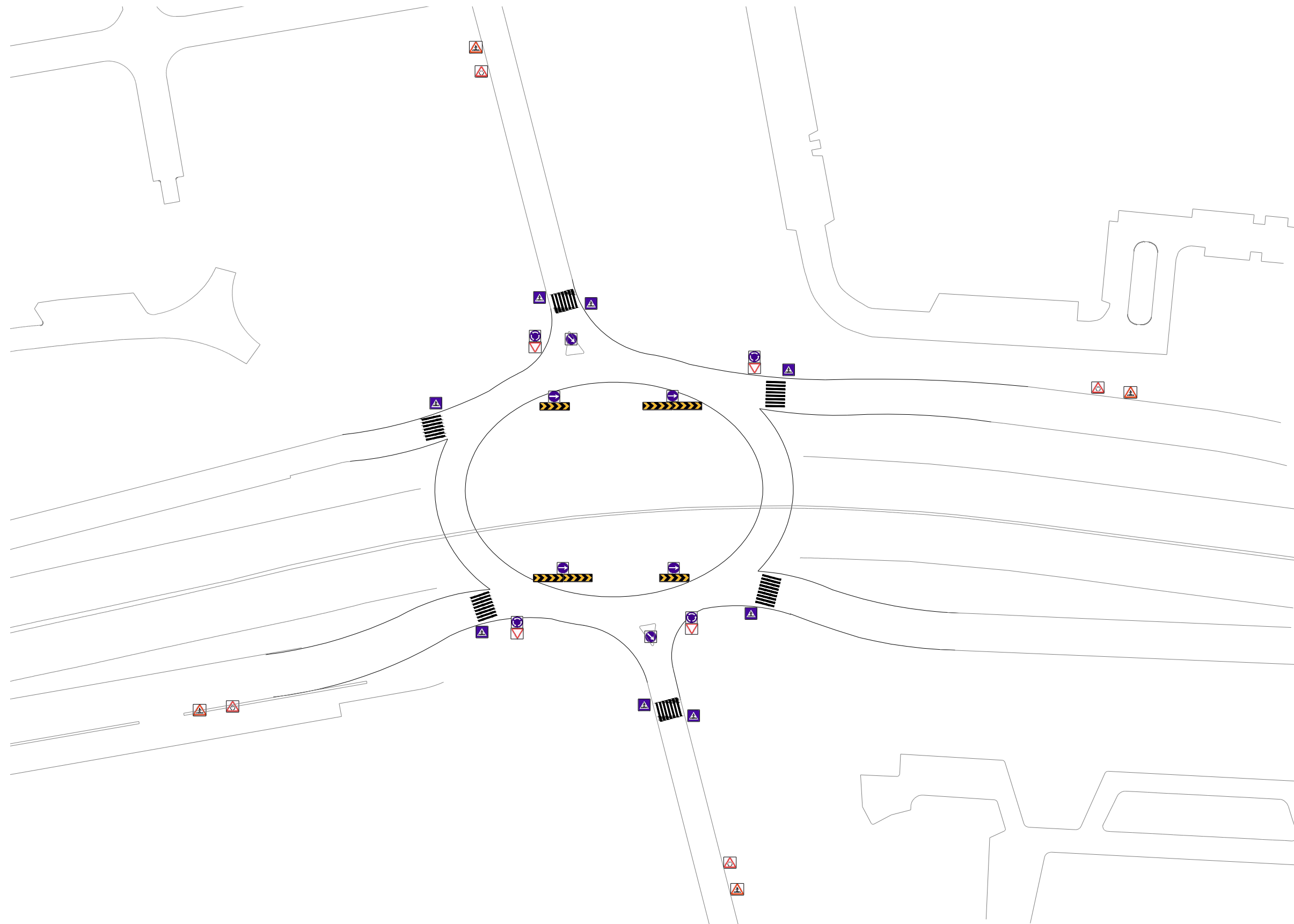


Fig. 24 - Esquema em planta da zona 2 com identificação dos sinais e sua localização no terreno, resultantes das medidas propostas.

4.3 RUA STª JUSTA COM AV. DE FERNÃO DE MAGALHÃES (ZONA 3)

4.3.1 ANÁLISE DETALHADA DOS REGISTOS DE ACIDENTES

A zona em análise diz respeito ao cruzamento da Avenida de Fernão de Magalhães com a Rua de Stª Justa situado na zona nordeste da cidade do Porto e com regulação de tráfego por sinalização vertical luminosa.

O quadro 14 e os gráficos 19 e 20 que se lhe referem resultam de um tratamento estatístico dos registos de acidentes localizados na zona em causa.

Quadro 14 - Ocorrências totais e sua distribuição temporal (zona 3).

Rua S. Justa com Av. De Fernão de Magalhães													
Ano	Mês											Total	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov		Dez
2001	1	1	0	0	0	0	0	3	0	2	1	1	9
2002	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	6
2003	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	1	6
2004	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5
2005	1	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1		6
Total	4	2	0	1	3	0	4	4	0	4	7	3	32

Observa-se uma estagnação na evolução dos acidentes a partir de 2002 com uma média anual de 6 ocorrências (ver gráfico 19), indiciando a permanência das condições quer ao nível dos fluxos quer o que refere às condições da via.

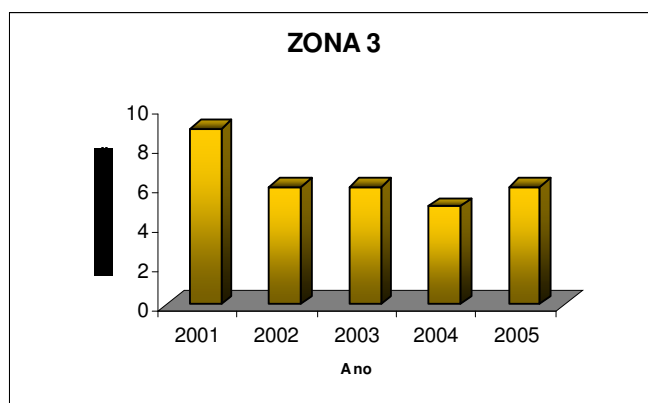


Gráfico 19 - Evolução da sinistralidade verificada na zona 3.

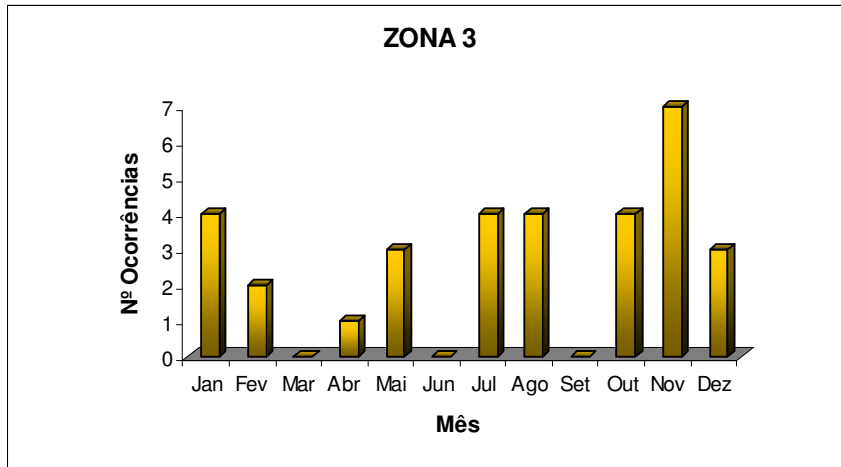


Gráfico 20 - Distribuição mensal da sinistralidade afectada à zona 3.

Atendendo à distribuição mensal dos acidentes verifica-se uma distribuição aparentemente aleatória com tendência para uma maior frequência de ocorrências no mês de Novembro.

O gráfico 21, correspondente à distribuição horária, revela a existência de dois picos máximos ocorridos entre as 11h e as 12h e entre as 18h e as 19h respectivamente. Observa-se ainda uma tendência para ocorrência de acidentes em período nocturno que poderá indiciar fraca iluminação do local associada a velocidades de circulação maiores por se tratar de um período de menores fluxos.

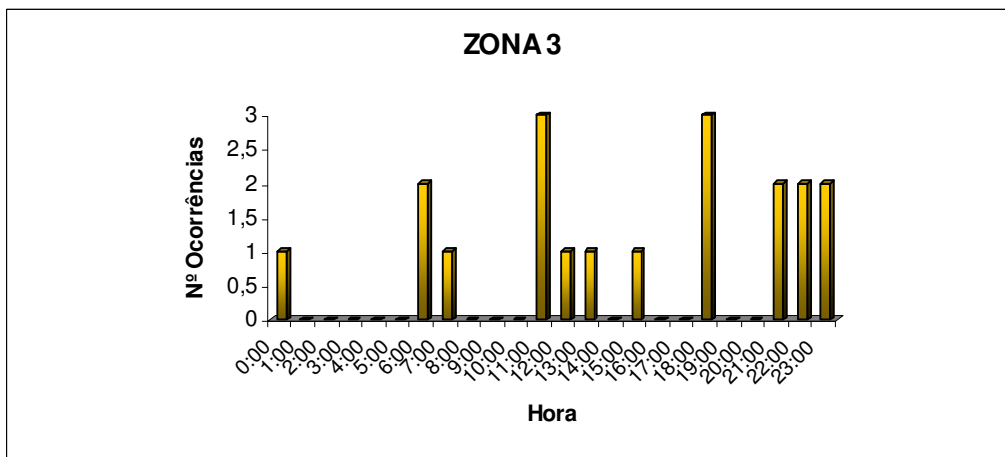


Gráfico 21 - Distribuição horária dos acidentes relativos à zona 3.

No que refere à tipologia dos acidentes envolvidos verifica-se uma predominância do tipo colisão correspondendo a 84% dos acidentes e uma percentagem relevante de atropelamentos 13% (ver gráfico 22). A ocorrência de atropelamentos uma vez mais poderá relacionar-se com a possível insuficiência de iluminação ou com fraca sinalização.

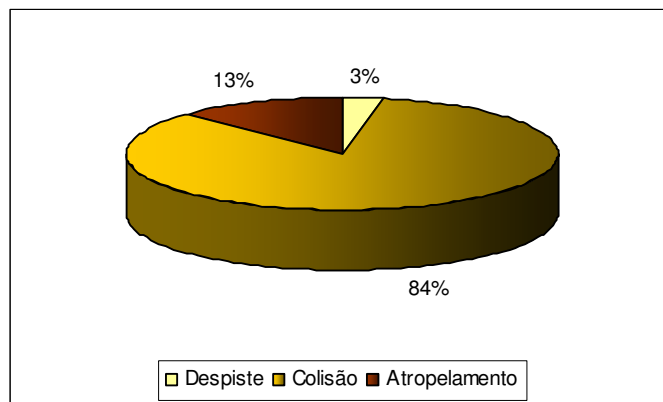


Gráfico 22 - Distribuição percentual do tipo de acidentes relativos à zona 3.

Dentro do tipo colisão e de acordo com o quadro 15, verifica-se uma predominância do código 10 representativo de colisão lateral com outro veículo em movimento indiciando a existência de conflitos importantes das correntes de tráfego. Uma vez que o cruzamento em causa é regulado por sinais luminosos, a ocorrência deste tipo de acidentes com tanta frequência questiona o funcionamento adequado das fases do semáforo.

Quadro 15 - Tipologia dos acidentes afectos à zona 3.

	Natureza do Acidente		
	Cód	Nº Ocorrências	%
Despiste	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	5	1	3
	6	0	0
	7	0	0
Colisão	8	3	9
	9	2	6
	10	14	44
	11	1	3
	12	1	3
	13	0	0
	14	0	0
Atrop.	15	4	13
	16	0	0
	17	0	0
	Total	26	81

A ocorrência de colisões frontais (código 8) sugere uma certa indefinição e/ou fraca visibilidade das vias de afectação ou locais de viragem.

4.3.2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES EXISTENTES NO TERRENO

A Av. de Fernão de Magalhães possui duas vias em cada sentido de tráfego passando nas proximidades do cruzamento com a Rua St^a Justa a três vias de entrada sendo a via mais à esquerda e em ambos os sentidos exclusiva para tráfego de viragem à esquerda. Em ambos os sentidos a via mais à direita é partilhada permitindo os veículos virar à direita ou seguir em frente enquanto a via do meio é exclusiva para seguir em frente (ver figura 27).

O piso em betão betuminoso encontra-se em razoável estado de conservação sendo na Rua St^a Justa em cubos de granito e estado de conservação razoável.

Observou-se a existência de passagens para peões em todas as entradas do cruzamento embora e em especial nas entradas da Rua St^a Justa em muito mau estado de conservação (ver figura 26). O mesmo se pode dizer no que refere às restantes marcas rodoviárias, uma vez que se encontram já muito apagadas.

Verificou-se também a existência de passeios em todos os arruamentos com largura suficiente para proporcionar boa visibilidade. No entanto, salienta-se que não deverá ter sido sempre assim uma vez que como se observa na figura 26, existiu um recuo recente do murro delimitador de propriedade que à data de registos dos acidentes deveria reduzir consideravelmente a visibilidade nas viragens à direita da Av. De Fernão de Magalhães (sentido areosa – antas) para a Rua St^a Justa.

No que refere à drenagem embora pudessem ser introduzidas melhorias ao nível das inclinações transversais na zona do cruzamento, constatou-se não existir grandes problemas uma vez que se efectuaram visitas ao local em dias de chuva intensa sem que se tenham verificado perturbações no tráfego devido a pequenos empoçamentos na faixa de rodagem.



Fig. 25 - Aspecto da zona 3 (Av. de Fernão de Magalhães).



Fig. 26 - Aspecto da zona 3 (Rua Stª Justa).

Quanto à sinalização vertical, refere-se a ausência de sinais indicativos de passagem de peões.

A sinalização vertical luminosa existente prevê três fases distintas e em coordenação com o entroncamento imediatamente a norte (Rua do Porto Feliz com Av. De Fernão de Magalhães). As folhas com informação detalhada das fases correspondentes ao sistema de funcionamento semafórico relativas ao programa “Castor” encontram-se em anexo, apresentando-se neste ponto e no quadro 17 um esquema simplificado das fases existentes.

Quadro 16 - Descrição dos movimentos.

Movimento	Especificação
0	Av. Fernão Magalhães (sentido Antas - Areosa)
1	Av. Fernão Magalhães (sentido Areosa - Antas)
2	Rua S. Justa (sentido Poente - Nascente)
3	Rua S. Justa (sentido Nascente - Poente)
4	Travessia de peões (Av. F. M. lado Antas)
5	Travessia de peões (Av. F. M. lado Areosa)
6	Travessia de peões (Rua Stª J. lado Poente)
7	Travessia de peões (Rua Stª J. lado Nascente)

Quadro 17 - Descrição das fases reguladoras do cruzamento.

Fase	Movimentos							
	0	1	2	3	4	5	6	7
A	v	v						
B			v	v				
C					v	v	v	v

Enquanto que a fase C se destina exclusivamente aos atravessamentos de peões não havendo por isso conflitos de movimentos, verifica-se que nas fases A e B existem conflitos nas viragens à esquerda, que se deverão relacionar com a ocorrência de acidentes por colisão lateral. Com o objectivo de aferir da importância desses movimentos, foram realizadas contagens desses fluxos em períodos de 5 minutos.

As contagens efectuaram-se no dia 3 de Janeiro de 2008 com início às 7:20h e término às 8:40h. Para confirmar os resultados obtidos e afim de se ter em conta o período de tempo com maiores frequências de ocorrências (ver gráfico 21), tentou-se realizar novas contagens no mesmo dia e no período entre as 18:00h e as 18:40h. No entanto a ocorrência de um acidente no cruzamento em estudo às 17:50h inviabilizou a contagem obrigando a um adiamento da mesma para o dia 8/01/2008.

As folhas de contagem utilizadas neste estudo encontram-se em anexo apresentando-se neste ponto os quadros resumo das contagens e condições em que foram realizadas. O quadro 18 especifica os movimentos que foram alvo de contagem e na figura 27 esquematiza-se os referidos movimentos.

Quadro 18 - Descrição dos movimentos de viragem à esquerda.

Movimento	Especificação
A	R. Stª Justa - Av. F. Mag.(Areosa)
B	Av. F. Mag.(Antas) - R. Stª Justa
C	R. Stª Justa - Av. F. Mag.(Antas)
D	Av. F. Mag.(Areosa) - R. Stª Justa

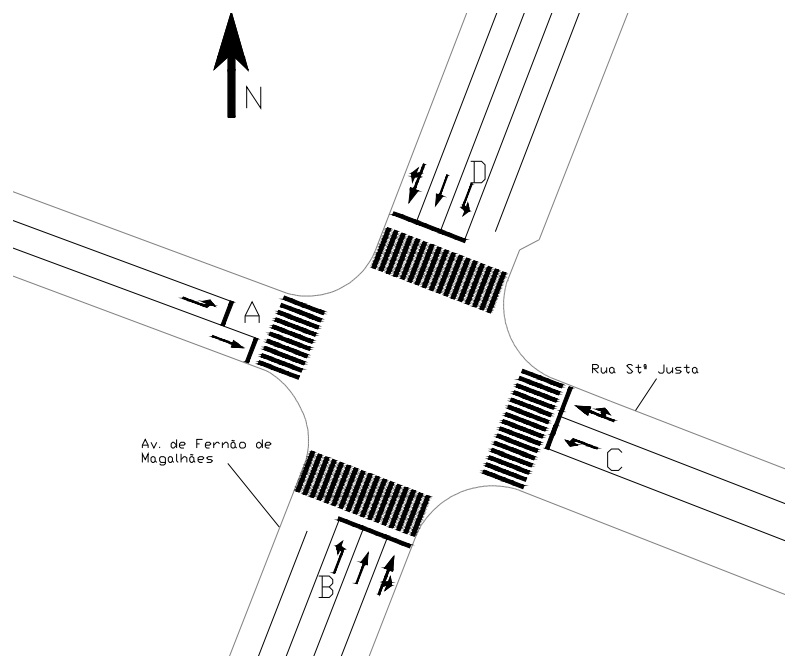


Fig. 27 - Esquema das vias do cruzamento (zona 3) com identificação dos movimentos alvo de contagem.

A primeira contagem realizada no dia 3 revelou que o movimento C apresenta um reduzido fluxo comparativamente com os restantes tendo sido verificada a mesma situação na segunda contagem (dia 8). Os movimentos A, B e D revelaram-se os mais intensos ultrapassando a média de dois veículos por

minuto no período depois das 8h, justificando por isso a existência de uma fase única que permita estes movimentos sem conflitos com outros.

Outro aspecto observado aquando das contagens foi o facto dos movimentos B e D, em períodos de maior tráfego, embora existissem veículos pretendendo virar à esquerda não o conseguiram fazer dado os fluxos intensos daqueles que pretendiam seguir em frente, tendo que aguardar pela próxima fase de verde e/ou avançando já na fase de vermelho criando conflitos com os movimentos que já tinham verde.

Quadro 19 - Condições e resultados da 1ª contagem.

Condições de realização da contagem		Movimento				
		A	B	C	D	
Data	03-01-2008	7:20	3	-	-	-
Início	7:20h	7:25	-	4	-	-
Fim	8:40h	7:30	-	-	4	-
Tempo	Chuva; Granizo; trovoadas	7:35	-	-	-	1
Pavimento	Razoável	7:40	3	-	-	-
Marcas Rodoviárias	Fraca visibilidade	7:45	-	6	-	-
		7:50	-	-	2	-
		7:55	-	-	-	9
		8:00	9	-	-	-
		8:05	-	11	-	-
		8:10	-	-	1	-
		8:15	-	-	-	13
		8:20	12	-	-	-
		8:25	-	9	-	-
		8:30	-	-	2	-
		8:35	-	-	-	6

Quadro 20 - Condições e resultados da 2ª contagem.

Condições de realização da contagem		Movimento				
		A	B	C	D	
Data	08-01-2008	18:00	14	-	-	-
Início	18:00h	18:05	-	12	-	-
Fim	18:40h	18:10	-	-	5	-
Tempo	Chuva fraca	18:15	-	-	-	10
Pavimento	Razoável	18:20	15	-	-	-
Marcas Rodoviárias	Fraca visibilidade	18:25	-	11	-	-
		18:30	-	-	2	-
		18:35	-	-	-	5

4.3.3 CAUSAS PROVÁVEIS NA ORIGEM DOS ACIDENTES

Enquanto as causas que originam os acidentes por colisão lateral e frontal neste cruzamento são mais ou menos evidentes, resultando fundamentalmente dos conflitos gerados pelo diagrama de fases existente, o mesmo não se pode dizer dos atropelamentos ocorridos sendo neste caso mais ambígua a identificação das suas causas. A reduzida visibilidade que como referido no ponto anterior existia mas viragens à direita de quem segue na Av. de Fernão de Magalhães vindo da Areosa (lado norte), aliada a movimentos fora de fase e má sinalização das passagens de peões existentes podem ter estado na origem desses atropelamentos. Contudo se tivéssemos acesso aos campos E3, E4 e F3 dos BEAV's, "Acções de manobra antes do acidente", "Informação complementar a acções e manobras" e "Peões vítimas" respectivamente poderíamos perceber com maior precisão as causas dos atropelamentos.

Voltando aos acidentes por colisão lateral, acrescenta-se que a falta de separadores que impossibilitem as manobras feitas de outra forma que não de maneira perpendicular aliada à existência de grande fluxo de tráfego conflituante e a pressões por parte dos condutores na retaguarda do veículo da frente, levam o condutor a cometer erros tornando o acidente inevitável.

4.3.4 ESTUDO E PROPOSTA DE MEDIDAS A ADOPTAR

De modo a reduzir as colisões laterais e frontais podem ser usados dos tipos de medidas, actuando na redução dos conflitos (por exemplo, criando novas fases de verde) ou actuando na forma como se estabelecem os cruzamentos dos veículos (por exemplo, criando guias que obriguem os condutores a efectuar as viragens de forma perpendicular).

Dado que uma das entradas no cruzamento tem nitidamente menos fluxo de tráfego, pôs-se a hipótese de tornar esse arruamento de sentido único permitido movimentos apenas de saída do cruzamento. O fluxo que pretende entrar por esse ramo passaria a ser obrigado a circular pela Rua do Porto Feliz. Com o objectivo de aferir da exequibilidade desta medida do ponto de vista da migração dos conflitos e também para analisar o custo em termos de distância percorrida bem como da fluidez do tráfego "futuro" na Rua do Porto Feliz, realizaram-se contagens do fluxo que passará a ser penalizado.

As contagens foram realizadas no dia 17 de Janeiro de 2008 (quinta feira) com início às 18h de modo a coincidir com o período de contagem referido no ponto anterior uma vez que se verificou nessa contagem um maior volume de movimentos relativamente à contagem realizada no período da manhã.

O quadro 21 especifica os movimentos que foram alvo de contagens.

Quadro 21 - Descrição dos movimentos alvo de contagem.

Movimento	Especificação
E	R. Stª Justa - Av. F. Mag.(Antas)
F	R. Stª Justa - Rua Stª Justa (Poente)
G	R. Stª Justa - Av. F. Mag.(Areosa)
H	Rua Porto Feliz - Av. F. Mag.(Antas)
I	Rua Porto Feliz - Av. F. Mag.(Areosa)

Os movimentos descritos no quadro 21 foram contados em intervalos de cinco minutos e agrupados por origem de arruamento, isto é, os primeiros cinco minutos contaram-se simultaneamente os

movimentos E, F e G, nos cinco minutos seguintes foram contados os movimentos H e I, e assim sucessivamente até completar quatro contagens para cada movimento (ver quadro 22).

Quadro 22 - Condições de realização e resultados da 3ª contagem.

Condições de realização da contagem		Movimento					
		E	F	G	H	I	
Data	17-01-2008	18:00	1	2	5	-	-
Início	18:00h	18:05	-	-	-	10	6
Fim	18:40h	18:10	5	4	2	-	-
Tempo	Sem chuva (piso húmido)	18:15	-	-	-	12	0
Pavimento	Razoável	18:20	6	6	2	-	-
Marcas Rodoviárias	Fraca visibilidade	18:25	-	-	-	11	4
		18:30	6	1	1	-	-
		18:35	-	-	-	6	1

Verificou-se uma ligeira subida nas viragens à esquerda (movimento E) comparativamente com as observadas nas contagens anteriores, passando de 0,7 veículos por minuto para 0,9 (veí/min) constituindo a maior percentagem dos veículos provenientes do ramo correspondente.

Os movimentos H e I referentes às viragens à esquerda e direita respectivamente com origem na Rua do Porto Feliz revelaram sempre fluxos insuficientes para preencher completamente a fase de verde, tendo sido frequente a existência de cerca de metade da fase de verde com fluxo nulo. Atendendo ao fluxo médio por minuto do total de veículos provenientes de cada arruamento, verifica-se que a Rua do Porto Feliz tem um débito médio de 2,5 veí/min enquanto que a Rua Stª Justa possui um débito médio de 2,1 veí/min. Consta-se assim que o débito da Rua do Porto Feliz passará para cerca do dobro do actual. Este acréscimo do débito não necessitará da alteração do tempo de verde uma vez que actualmente este é pelo menos o dobro do tempo saturado, viabilizando à partida a opção considerada de tornar o troço da Rua de Stª Justa de sentido único.

A avaliação dos custos de percurso resultantes da alteração proposta resulta da consideração do total de movimentos E e F uma vez que o percurso no caso dos movimentos G será aproximadamente o mesmo apresentando até ganhos em termos de tempo e combustível devido ao facto dos veículos apenas terem potencialmente que parar num semáforo. Assim a percentagem de veículos penalizados será cerca de 75% do total de veículos que fluem do ramo em análise da Rua Stª Justa. Estes veículos correspondem a um débito médio na hora de ponta de 1,6 veí/min sendo a penalização em termos de acréscimo de percurso aproximadamente 180 metros correspondendo ao dobro da distância entres o eixo da Rua do Porto Feliz e o eixo da Rua Stª Justa.

Face ao exposto anteriormente, e de modo a ter em conta todos os tipos de acidentes afectos à zona, propõem-se o seguinte conjunto de medidas:

- Alteração da circulação do tráfego no troço da Rua Stª Justa a Nascente do cruzamento, passando a permitir exclusivamente movimentos de saída do cruzamento.
- Adicionar mais uma fase à regulação semafórica exclusiva para as viragens à esquerda dos veículos que circulam na Av. De Fernão de Magalhães (movimentos B e D).
- Colocação de sinalização vertical indicativa dos novos sentidos de tráfego.

- Criar ilha direccional de modo a evitar que utilizadores habituais circulem no sentido proibido.
- Nova pintura das marcas rodoviárias de modo a concordar com os novos sentidos de tráfego.
- Tornar as passagens de peões mais visíveis através de marcas rodoviárias com adição de material reflector e sinalização vertical adequada.
- Criar locais de estacionamento de ambos os lados do troço de sentido único.
- Adoptar a circulação no troço poente da Rua Stª Justa prioritária através da introdução de sinais “STOP” na Rua de João Roby e Rua do Professor Duarte Leite.

Apresenta-se no quadro 24 o novo diagrama de fases a adoptar especificando-se os movimentos envolvidos no quadro 23.

A figura 28 esquematiza a localização dos sinais verticais a introduzir bem como as alterações ao nível das marcas rodoviárias propostas.

Quadro 23 - Descrição dos movimentos.

Movimento	Especificação	
	De:	Para:
0	Av. Fernão Magalhães (Antas)	Av. Fernão Magalhães (Areosa) e/ou R. Stª Justa (Nascente)
1	Av. Fernão Magalhães (Antas)	R. Stª Justa (Poente)
2	Rua S. Justa (Poente)	Rua S. Justa (Nascente) e/ou Av. Fernão Mag. (Antas)
3	Rua S. Justa (Poente)	Av. Fernão Magalhães (Areosa)
4	Av. Fernão Magalhães (Areosa)	Av. Fernão Magalhães (Antas) e/ou R. Stª Justa (Poente)
5	Av. Fernão Magalhães (Areosa)	R. Stª Justa (Nascente)
6	Travessia de peões (Av. F. M. lado Antas)	
7	Travessia de peões (Av. F. M. lado Areosa)	
8	Travessia de peões (Rua S. J. lado Poente)	
9	Travessia de peões (Rua S. J. lado Nascente)	

Quadro 24 - Descrição das fases reguladoras do cruzamento.

Fase	Movimentos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	v				v					
B		v				v				
C			v	v						
D							v	v	v	v

Em conclusão, pode dizer-se que os custos envolvidos na aplicação das medidas propostas, embora não estando quantificados em termos monetários, apresentam um benefício claro não só no que respeita à redução de acidentes mas também na fluidez de tráfego tendo em conta que a ausência de conflitos entre os movimentos envolvidos possibilita um escoamento mais rápido, na medida em que um maior número de viaturas conseguirá avançar para o mesmo tempo de fase verde.

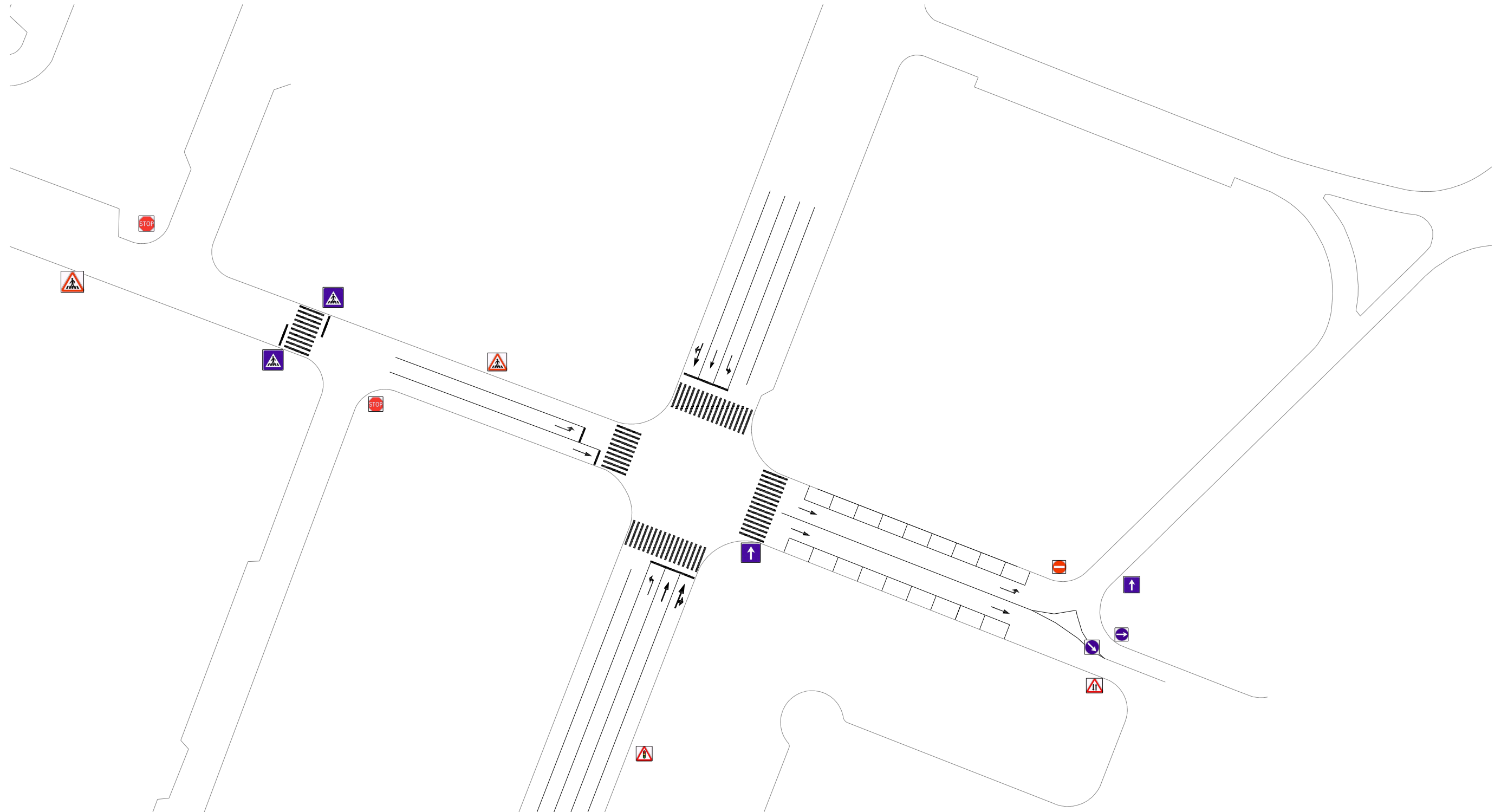


Fig. 28 - Desenho esquemático das medidas propostas para redução da sinistralidade na zona 3.

5.

CONCLUSÕES

A realização deste projecto permitiu retirar algumas conclusões que se relacionam quer com a metodologia de localização dos acidentes na rede quer com a metodologia de escolha e tratamento das zonas de intervenção.

Em primeiro lugar, refere-se que a possibilidade de ter os registos de acidentes numa base de dados que permita a sua localização na rede viária constitui uma ferramenta muito útil ou mesmo fundamental para uma correcta gestão quer da via pública quer no planeamento da própria cidade.

No que respeita à localização dos acidentes na rede, verificou-se que a metodologia é eficaz embora apresente várias dificuldades que todavia poderão ser minimizadas se introduzidas algumas medidas simples. Para isso, será necessário uma coordenação das entidades responsáveis envolvidas em todo o processo. Em especial o preenchimento do BEAV deve ser inequívoco e obrigatório o preenchimento dos campos: “Circunstâncias Externas”; “Natureza do Acidente”; “Acções e Manobras antes do Acidente” e “Informação Complementar a Acções e Manobras”; que constam no actual BEAV, para todos os acidentes ocorridos. Os campos referidos têm informação muito importante, nomeadamente referências às manobras dos condutores e ao estado da via aquando da ocorrência do acidente, que como se compreende não poderão mais ser observadas senão na altura do acidente.

Igualmente importante, é o correcto preenchimento do número de polícia que deverá ser preenchido, sempre que possível, com o número mais próximo do local do acidente existente no terreno. Deverá ser evitada a referência a postes de iluminação. Contudo, no caso de não haver alternativa deve indicar-se essa referência.

Para resolver os casos dos arruamentos sem números de polícia, poderá criar-se uma base de dados, por exemplo com pontos quilométricos e informar os agentes da P.S.P. que deverão nestes casos preencher sempre este campo do BEAV, permitindo criar um campo na base de dados referido ao quilómetro da via e possibilitando posterior localização automática dos registos. Em alternativa, e servindo para toda a rede, o fácil acesso a sistemas de localização por GPS e a recursos informáticos justificaria já a localização dos acidentes usando este meio ou mesmo a adopção de uma ferramenta informática que permitisse a digitalização directa dos BEAV's armazenando-os numa base de dados e garantindo que não se perderia nenhum registo de acidente nem haveria acumulação de erros decorrentes da informatização dos BEAV's.

Na escolha das zonas a intervir, verificou-se que embora a dimensão das áreas de agregação de sinistros escolhida tivesse sido adequada e eficaz, a zona a intervir correspondente foi consideravelmente maior, potenciando em alguns casos (por exemplo, o Viaduto da Areosa) a redução de um número maior de sinistros do que aqueles que foram alvo de análise. Conclui-se por isso, que poderiam ter sido considerados esses registos para analisar as causas dos acidentes afectos às zonas, muito embora nos casos analisados não fosse expectável qualquer alteração aos resultados finais.

Os critérios utilizados para a selecção das zonas a intervir resultaram numa metodologia muito simples, de rápida execução e bastante flexível, permitindo adaptar com facilidade novos critérios de selecção na eventualidade de se estabelecer uma alteração das prioridades de intervenção.

A escassez de informação relativa aos acidentes, nomeadamente às manobras dos veículos intervenientes e às condições de visibilidade e manutenção da via aquando da ocorrência, dificulta a obtenção das causas prováveis na origem dos mesmos acidentes pelo que mais uma vez se refere a necessidade de alterar as regras de preenchimento do BEAV.

A aplicação de medidas de baixo custo em meio urbano revelou-se exequível e potencialmente capaz de atingir os objectivos para a redução da sinistralidade rodoviária propostos, num espaço de tempo relativamente curto e usando uma metodologia aproximadamente idêntica para todos os locais de análise.

BIBLIOGRAFIA

Ferreira, Sara Maria Pinto, *Caracterização da Sinistralidade Rodoviária em Meio Urbano*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2002.

Marrana, João R. S. S. Fernandes, *Detecção de Pontos Negros de Sinistralidade Rodoviária em Meio Urbano com Recurso à Tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica*. Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra, Março 1996.

PIARC, *Road Safety Manual*. PIARC technical Committee on Road Safety (c13), 2003.

Elvic, Rune, Vaa, Truls, *The Hand Book of Road Safety Measures*. Institute of Transport Economics, Oslo, 2004.

Macedo, A. Lemonde, Roque, Carlos de Almeida, *Medidas de Baixo Custo para Melhoria da Segurança Rodoviária. Considerações sobre a sua aplicação em Portugal*. LNEC, Lisboa, 1999.

Prevenção Rodoviária portuguesa, *Engenharia de Segurança Rodoviária em Áreas Urbanas. Recomendações e boas práticas*.

ATSSA, safer roads save lives, *Low Cost Road Safety Solutions*. The American Traffic Services Association, Março 2006.

U.S.Department of Transportation, *Low-Cost Treatments for Horizontal Curve Safety*. Federal Highway administration, December 2006.

U.S.Department of Transportation, *Road Safety Audits for Locals: Low Cost Safety Improvements*. Federal Highway administration, Abril 2007.

Roadway Safety Foundation, *Roadway Safety Guide*. Roadway Safety Foundation.

Roadway Safety Tools for Local Agencies. A Synthesis of Highway Practice.

Sítio da Internet (www.semcog.org/WorkArea/showcontent.aspx?id=3496). Novembro 2007.

Sítio da Internet (www.roadwaysafety.org/toc.html). Novembro 2007.

Sítio da Internet (www.semcog.org/TranPlan/Safety/assets/Safety Manual.pdf). Novembro 2007.