

FATORES DE RISCO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS E ESTUDO DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

ANA SOFIA DIAS SALVADOR

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professora Doutora Sara Maria Pinho Ferreira

JUNHO DE 2014

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

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 - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo 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 eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais e Irmãos

“Não julgues nada pela pequenez dos começos. Uma vez fizeram-me notar que não se distinguem pelo tamanho as sementes que darão ervas anuais das que vão produzir árvores centenárias.”

Josemaría Escrivá

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Sara Pinho Ferreira, pela total disponibilidade e acompanhamento, pelos conhecimentos transmitidos, opiniões e sugestões que me permitiram terminar este trabalho com sucesso.

A toda a minha família, especialmente aos meus pais e irmãos por tudo aquilo que representam para mim.

Ao António por toda a paciência e apoio.

Aos meus amigos pela amizade, preocupação e incentivo constantes.

O meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

RESUMO

A sinistralidade rodoviária representa uma das principais causas de morte violenta a nível mundial e, para além disso, acarreta avultados danos a nível económico e social. Para combater essa realidade tem havido um empenho comum de diversos países de forma a tornar a rede viária mais segura.

Em Portugal os números são preocupantes ao ponto de ser um dos países desenvolvidos com maior taxa de sinistralidade. Face à dimensão do problema é essencial que a engenharia rodoviária consiga avaliar objectivamente os factores de risco e medidas de mitigação a adoptar.

As características físicas de uma rede rodoviária são um dos factores que mais contribuem para a sinistralidade. Por essa razão optou-se por iniciar este trabalho analisando os dados disponíveis referentes a acidentes com vítimas na cidade do Porto durante os anos de 2007 e 2011. O objectivo principal desta análise passou por identificar os locais mais gravosos para posteriormente se estudar as medidas de mitigação possíveis para tratar o local de modo reduzir a sinistralidade.

Nesse contexto pretendeu-se criar uma metodologia simples, mas eficiente, que permitisse identificar rapidamente medidas de tratamento com base num valor percentual, designado de “*crash modification factor*”, que indica qual a influência que estas teriam na sinistralidade. A consulta destes valores foi realizada principalmente com base no *Highway Safety Manual*.

Posteriormente foi efectuada a aplicação da metodologia desenvolvida aos locais seleccionados. Numa primeira fase estudou-se as características do local, os registos dos acidentes, os indicadores disponíveis e procurou-se identificar possíveis factores de risco. Finalmente identificou-se os “*crash modification factors*” que poderiam ser utilizados para reduzir a sinistralidade do local.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança rodoviária, Medidas de tratamento, Infraestrutura, Políticas de segurança

ABSTRACT

Road accidents are one of the most violent causes of death worldwide and therefore produce substantial damages at an economical and social level. To counter this reality there has been common efforts from several countries in order to improve safety in the road network.

In Portugal the numbers are worrying, being one of the developed countries with the highest accident rate. By knowing the extent of this problem it is essential that road engineering is able to evaluate objectively the risk factors and the adoption of countermeasures.

The geometric and functional characteristics of a road network are one of the facts that contribute to accidents. For that reason, it was decided to start this work by analyzing the available data regarding accidents with victims occurred in Porto city during the years of 2007 and 2011. The main objective of this analysis was to identify the hazardous sites to lately study the possible countermeasures that may reduce the probability of accidents occurrence.

In that context, a simple but efficient methodology was developed as a tool to identify quickly the corrective measures based on a percentage value namely "Crash Modification Factor", which represents the influence of each measure on the accident risk. The "Crash Modification Factors" have been developed under the Highway Safety Manual and they are continually update.

In order to show the developed methodology, an application was described to the previous selected sites. The first stage consisted of studying the characteristics of the site, the accident data set, and the available indicators such as traffic volume in order to identify possible risk factors. Finally, "Crash Modification Factors" were identify and selected that may be applied as countermeasure in order to reduce accidents and/or its severity.

Key-Words: Road Safety, Treatment Measures, Infrastructures, Safety Policies

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ÂMBITO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. METODOLOGIA / ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2. ENQUADRAMENTO	7
2.1. SINISTRALIDADE	7
2.2. ENQUADRAMENTO DA CIDADE DO PORTO	11
2.3. TRATAMENTO DE DADOS E SELECÇÃO DAS ZONAS A INTERVIR	13
2.3.1. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS	13
2.3.2. GOOGLMAPPING	14
2.3.3. NOVO CRITÉRIO DE SELECÇÃO DE ZONAS A INTERVIR	15
2.3.4. CRITÉRIO FINAL PARA ESCOLHA DO LOCAL	15
2.3.5. SELECÇÃO DOS LOCAIS A INTERVIR	16
3. METODOLOGIA	17
3.1. HIGHWAY SAFETY MANUAL	17
3.2. CRASH MODIFICATION FACTORS	18
3.3. ORGANOGRAMA	19
4. ESTUDO DE CASO	25
4.1. CRUZAMENTO RUA DAMIÃO DE GÓIS/ RUA ANTERO DE QUENTAL	25
4.1.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL	25
4.1.2. REGISTO DE ACIDENTES	29
4.1.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO	30
4.1.4. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	31
4.2. AVENIDA MONTEVIDEU 236	35

4.2.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	35
4.2.2. REGISTO DE ACIDENTES.....	38
4.2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO.....	39
4.2.4. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	40
4.3. AVENIDA DA BOAVISTA 2706	45
4.3.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	45
4.3.2. REGISTO DE ACIDENTES.....	49
4.3.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO.....	49
4.3.4. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	50
5. CONCLUSÃO	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Evolução das vítimas mortais por milhão de habitantes.....	2
Fig. 2.1. – Evolução de número de acidentes com vítimas na UE	8
Fig. 2.2. – Rede viária da cidade do Porto	11
Fig. 2.3. – Número de acidentes, mortos e feridos graves, distribuídos por distritos, durante os anos de 2012, 2013 e 2014	12
Fig. 2.4. – Número de feridos leves em Portugal Continental durante os anos de 2012, 2013 e 2014	12
Fig. 3.1. – Probabilidade de morte dos peões em função da velocidade de circulação do veículo	24
Fig. 4.1. – Imagem aérea do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.....	25
Fig. 4.2. – Esquema do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.....	26
Fig. 4.3. – Pormenores do piso junto ao cruzamento.	27
Fig. 4.4. – Esquema das fases dos semáforos no cruzamento da Rua Damião de Góis com a Rua Antero de Quental	28
Fig. 4.5. – Pormenor da circulação de veículos no cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.....	30
Fig. 4.6. – Tratamentos disponíveis para interseções	32
Fig. 4.7. – Efeitos na sinistralidade causados pela mudança da fase de viragem à esquerda numa interseção urbana sinalizada.....	33
Fig. 4.8. – Fase permissiva e Fase permissiva/protegida.....	34
Fig. 4.9. – Vista da Avenida Montevideu a partir da paragem de autocarro “Homem do Leme”.	37
Fig. 4.10. – Imagem aérea da Avenida Montevideu onde é visível o número 236.....	38
Fig. 4.11. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de sinais de alerta de velocidade para condutores individuais	40
Fig. 4.12. – Sinais variáveis de alerta de velocidade	41
Fig. 4.13. – Esquema representativo de um “ <i>Speed Hump</i> ” e um “ <i>Speed Bump</i> ”.	43
Fig. 4.14. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de “ <i>Speed Humps</i> ”	44
Fig. 4.15. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela conversão do estacionamento na rua grátis em estacionamento pago	44
Fig. 4.16. – Imagem aérea da Avenida da Boavista	46
Fig. 4.17. – Pormenor da Avenida da Boavista me frente ao número 2706.....	47
Fig. 4.18. – Vista da Avenida da Boavista a partir da rua Doutor Alberto de Macedo.....	48
Fig. 4.19. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de sinais de alerta de fila. .	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. – Dados dos acidentes do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis	29
Tabela 4.2. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para o cruzamento da rua da Rua Antero de Quental com a rua Damião de Góis	35
Tabela 4.3. – Dados dos acidentes registados na Avenida Montevideu 236	39
Tabela 4.4. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para a Avenida Montevideu, 236	44
Tabela 4.5. – Dados dos acidentes registados na Avenida da Boavista, 2706	49
Tabela 4.6. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para a Avenida da Boavista, 2706	51

ABREVIATURAS

CMF – Crash modification factors

HSM – Highway Safety Manual

OMS – Organização Mundial de Saúde

CE – Comissão Europeia

CNSR – Concelho Nacional de Segurança Rodoviária

PNPR – Plano Nacional de Prevenção Rodoviária

UE – União Europeia

ENSR – Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials

FHWA – Federal Highway Administration

HCM – Highway Capacity Manual

BEAV – Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação

RTE-T – Redes Transeuropeias de Transportes

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

STI – Sistemas de Transportes Inteligentes

VCI – Via de Cintura Interna

TDMA – Tráfego diário médio anual

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

LRV – Lombas Redutoras de Velocidade

1

INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO

A sinistralidade rodoviária representa atualmente uma das principais causas de morte no mundo. A situação é tão grave que em 2011 foi considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) a nona maior causa de morte a nível global e prevê-se que, se nada for feito para inverter esta realidade, subirá para a quinta posição em 2030 [1].

Esta situação tem grande impacto na sociedade actual. Estima-se que por ano cerca de 1.3 milhões de pessoas percam a vida devido a acidentes rodoviários e que aproximadamente 50 milhões fiquem feridas, muitas das quais em situação de incapacidade permanente.

Os custos desta realidade são difíceis de quantificar. A nível social podem implicar danos morais difíceis de ultrapassar como traumas e sofrimento, o que representa uma carga significativa para as vítimas assim como para a família, amigos e comunidade em geral. A nível económico leva a custos avultados tanto para os envolvidos como para a sociedade no geral. Segundo o relatório das Nações Unidas para a melhoria da segurança rodoviária global, os acidentes rodoviários representam entre 1 a 3 por cento do produto interno bruto de um país.

Dada a gravidade do problema tornou-se urgente adotar uma política de prevenção. Nesse sentido, a Comissão Europeia (CE) criou diversos planos e metas que devem ser cumpridas através do empenho e compromisso de todos os países envolvidos. Só através do trabalho conjunto de todos os países membros se pode reduzir o enorme prejuízo que os acidentes rodoviários trazem à nossa sociedade.

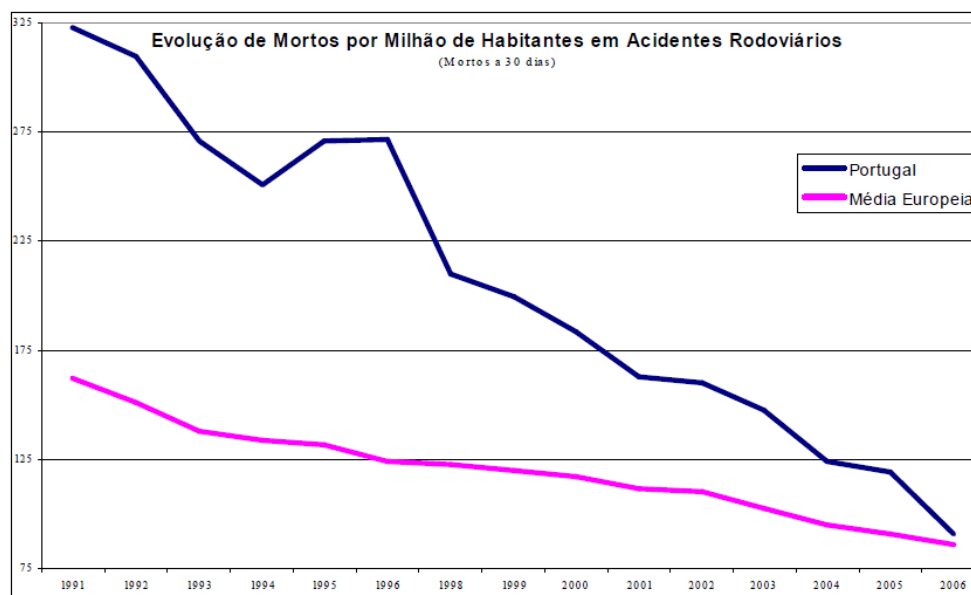
A estas políticas foram também aliadas estratégias nacionais que se adaptam à realidade de cada país na luta pelo objectivo comum: a procura de um espaço europeu de segurança rodoviária.

Nesse sentido o Concelho Nacional de Segurança Rodoviária (CNSR), sob a alçada da Secretaria de Estado da Administração Interna iniciou um processo para elaboração do Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR), em 2003.

Desde 1998 que a diminuição da mortalidade rodoviária em Portugal converge de forma consistente com a média da União Europeia (UE) continuando, mesmo assim, acima da média da UE. Foi então decidido encarar a questão como um desafio nacional. Para combater o problema foi criado um documento intitulado Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR), tendo em conta que as metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR), onde são apresentadas políticas para a redução de acidentes rodoviários, em vigor entre 2008 e 2015. Aliadas a estas políticas existem também metas a cumprir [2]:

- Alcançar os 62 mortos por milhão de habitantes, equivalente a uma redução de 31,9% em relação a 2006.
- Redução de mortes dentro das localidades:
 - Veículos de duas rodas 22% - 32%
 - Veículos ligeiros 32%-49%
 - Peões 15%-32%
- Redução de condutores mortos com taxa de alcoolémia no sangue ilegal 25%

Assim, a ENSR tem objectivos claros, mensuráveis, que permitem o seu acompanhamento, monitorização e avaliação contantes.



Fonte – CARE

Figura 1- Evolução das vítimas mortais por milhão de habitantes (fonte: CARE).

Números de 2009 indicam também que mais de 35 000 pessoas morreram e 1 500 000 sofreram ferimentos em acidentes nas estradas da EU nesse ano o que corresponde a vítimas equivalentes às da queda de 250 aviões comerciais de média dimensão. Portanto, em 2010 foi apresentado à CE um novo quadro geral de orientações, para a política de segurança rodoviária, a serem postas em prática entre 2011 e 2020 e que tem em conta os que se encontravam previamente em vigor (2001-2010) mas propõe também novas metas.

Esta proposta foi feita considerando que apenas 27,5% das medidas previstas no 3.º Programa de Ação, adotado pela Comissão, em 2 de junho de 2003, se encontram completamente postas em prática e que, por isso, são necessários objectivos e medidas muito mais ambiciosos do que os até à data previstos pela Comissão, de molde a aumentar a segurança dos transportes rodoviários [3].

As novas metas propostas pretendem reduzir para metade o total de vítimas mortais em acidentes de viação na UE até 2020, por comparação com os dados de 2010, incluindo, além disso, o estabelecimento de objectivos claros e mensuráveis para este período, em particular:

- Uma redução de 60% do número de vítimas mortais entre as crianças até aos 14 anos
- Uma redução de 50 % do número de peões e ciclistas mortos em acidentes rodoviários
- Uma redução de 40% do número de feridos em perigo de vida, com base numa definição harmonizada à escala da UE, se pretende desenvolver rapidamente

As metas propostas só poderão ser cumpridas com o empenho de todos: entidades reguladoras públicas e privadas e também de cidadãos que utilizam o sistema rodoviário.

Recentemente tem sido também seguida uma política intitulada “visão zero” tendo por objectivo final a não ocorrência de mortos e feridos graves em acidentes rodoviários: “zero” mortos e “zero” feridos graves. E que exige a definição de objetivos intermédios, atingíveis de acordo com a concepção e execução de planos de segurança rodoviária. Apesar de ser um objetivo que dificilmente será alcançado é no entanto uma meta para a qual deveremos trabalhar. Seguindo essa política apoia-se expressamente o objetivo de reduzir para metade as mortes na estrada até 2020. No entanto, apesar desta redução, em 2020 prevê-se que ainda haverá 15 000 pessoas vítimas de acidentes de viação. O preço a pagar pela mobilidade dos cidadãos da UE seria, assim, assustadoramente elevado. Uma pessoa que morre ou fica ferida num acidente de viação é sempre demais. Embora não exista uma segurança absoluta a este respeito, o objetivo da simples redução para metade das mortes na estrada, por muito ambicioso que possa parecer, é questionável sob o ponto de vista ético. Nesta perspetiva, a Comissão deve, finalmente, acolher a solicitação do Parlamento Europeu e adoptar como objetivo a longo prazo a redução para zero das mortes na estrada, tal como diversos Estados já praticam a nível nacional. A UE tem de começar a concretizar essa visão, elaborando uma estratégia que ultrapasse o horizonte temporal dos dez anos.

Apesar de tudo, na UE, ainda continua a existir uma tolerância social relativamente elevada para com os acidentes de viação e o tráfego rodoviário. Nos módulos atuais, este é ainda um problema com consequências imensuráveis para a sociedade. Sendo por isso de considerável importância assinalar que, por um lado, é crescente a necessidade de esforços tendentes a uma redução complementar das vítimas rodoviárias e que, por outro, se deve prevenir uma atitude de indiferença à medida que se vai registando uma diminuição do número total de vítimas.

O respeito pela vida e pela pessoa humana deve emergir de um processo cultural e de definição de valores partilhado, no qual a estrada seja conscientemente interpretada como uma comunidade humana.

É essencial salientar que todos os cidadãos da UE têm, não só o direito a ser utentes da estrada e a usufruir de um tráfego rodoviário seguro, mas também, e sobretudo, a obrigação de contribuir, com o seu comportamento, para a segurança rodoviária. O plano proposto considera também que os poderes públicos e a UE têm a obrigação ética e política de adoptar medidas e acções para fazer face a este problema social.

1.2. OBJETIVOS

Os acidentes rodoviários resultam da interacção entre peões/conductor, veículo e a via. Só combinando medidas que tenham em atenção estes três fatores se poderá de facto reduzir a sinistralidade.

Na presente dissertação será dada especial atenção à infra-estrutura e suas características, embora tendo sempre presente a sua interacção com o utente viário e o meio envolvente.

Através da análise de dados estatísticos de acidentes com vítimas pretende-se encontrar os fatores de risco e posteriormente desenvolver o estudo de medidas de mitigação que permitam reduzir a sinistralidade rodoviária nos locais.

Assim, o presente estudo tem como objetivo principal a identificação e seleção das medidas de tratamento dos locais selecionados como locais de risco. Para tal, propõe-se uma nova metodologia de seleção de medidas que se baseia num conjunto de estudos e aplicações a casos práticos monitorizados

já realizados a nível internacional e que estão reportados nos Fatores de Modificação de Acidentes “*Crash Modification Factors*” (CMF). O conceito de CMF foi desenvolvido no âmbito de uma metodologia de previsão de acidentes proposta no HSM. Este manual, embora recentemente publicado, tem já uma aplicação internacional científica e prática, prevendo-se que a sua divulgação e utilização se assemelhe ao *Highway Capacity Manual* (HCM) editado pela mesma instituição AASHO [4].

O objetivo dos CMFs, aos quais o HSM dedica um volume, é ajustar o valor estimado para a ocorrência de acidentes com base no volume de tráfego num determinado local às características desse mesmo local em estudo. Assim, estes fatores deverão representar o impacto da característica do local na sinistralidade. Os CMFs são obtidos com base na monitorização dos locais intervencionados, comparando o período antes a intervenção e depois da intervenção.

Embora o HSM apresenta já uma vasta lista de CMFs associados a diferentes características dos locais, a determinação de novos CMFs assim como a atualização dos mesmos é um processo que está em contínuo desenvolvimento.

Assim, considerando a mais-valia da informação associada aos CMFs, principalmente no contexto nacional em que não existe muitos estudos de medida de mitigação, pretende-se com este trabalho analisar o potencial da informação associada a estes fatores como método de identificação e seleção de medidas.

Para tal, um dos principais objectivos é a criação de um organograma de apoio à decisão que permita reduzir o número e gravidade dos acidentes no local em estudo através da rápida identificação de medidas objectivas. Deverá ser uma ferramenta simples mas eficiente.

Reduzindo o número de acidentes no geral espera-se também reduzir a gravidade dos mesmos e, consequentemente, o número de vítimas.

No desenvolvimento desta ferramenta, e para melhor exemplificar a sua aplicação, serão avaliados locais que são considerados de maior risco pois têm um registo de maior número de acidentes com vítimas. Para esses locais serão identificados os fatores de risco e respetivas medidas para os combater.

No desenvolvimento desse organograma pretende-se também que as medidas tomadas e os respetivos resultados fiquem registados numa base central para que possam contribuir para futuras intervenções noutros locais. Espera-se portanto que os resultados obtidos com a aplicação destas medidas sejam também usados como contribuição para atualizar os CMFs e validar a sua aplicação no contexto português ou mesmo para criação de novos.

1.3. METODOLOGIA / ESTRUTURA DO TRABALHO

Para o desenvolvimento do trabalho em estudo recorreu-se a dados relativos a acidentes com vítimas que ocorreram entre 2007 e 2011 e que foram registados pelas autoridades policiais através dos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV). Numa primeira fase é efetuada uma análise desses mesmos dados com o objetivo de identificar os locais em que é necessária uma intervenção mais urgente. Para este processo de seleção existem diferentes metodologias algumas das quais descritas no manual HSM, e que recentemente foram aplicadas no âmbito de uma dissertação de mestrado [5]. Note-se no entanto, que a aplicação dessas diferentes metodologias sai fora do âmbito do

presente estudo quer por já existirem trabalhos exclusivamente centrados nesse assunto quer pelo tempo que a aplicação dessas metodologias requer.

No capítulo 3 são apresentados os *Crash Modification Factors* (CMF) e toda a metodologia base a desenvolver e utilizar ao longo deste trabalho.

O desenvolvimento do organograma assim como todos os aspectos relacionados com o mesmo são abordados pormenorizadamente serão também abordados no capítulo 3. Esta ferramenta pretende ser um método fácil e intuitivo que permita a melhoria dos locais de risco através da implementação de medidas de mitigação baseadas nos CMFs. Por locais de risco deve entender-se locais onde tenha havido registo de acidentes com vítimas durante o período em questão.

Posteriormente, no capítulo 4, será efectuada uma referência prática quanto ao modo de utilização desse organograma. Este capítulo está compreendido em três partes correspondentes aos três locais seleccionados para tratamento. Dentro de cada uma dessas partes será feita uma descrição do local, análise dos registos de acidentes do local seleccionado, identificação dos fatores de risco e escolha das medidas de mitigação. A cada medida sugerida será atribuído um valor do CMF.

Na primeira fase de análise será efetuado um diagnóstico da situação actual e de todas as características da infra-estrutura no âmbito da sinistralidade rodoviária. De seguida são identificados os prováveis fatores de risco do local. Por fim, numa terceira fase, considerando as características de cada medida, bem como as suas condições de aplicabilidade, seleccionam-se as medidas ou o conjunto de medidas mais apropriadas para a situação em estudo. Nesta fase é importante que existam várias hipóteses de solução, de modo a que se possa escolher a mais vantajosa do ponto de vista económico, da eficiência e da satisfação de todas as partes envolvidas no processo.

2

ENQUADRAMENTO

2.1. SINISTRALIDADE

Desde 1998 Portugal tem vindo a diminuir a mortalidade rodoviária, em convergência de forma continuada com a média europeia.

No entanto, em 2006, apesar dos consideráveis progressos alcançados, Portugal continuava acima da média Europeia, considerando os 15 Países membros em 2003.

Para fazer face à elevada sinistralidade rodoviária registada em Portugal foi aprovado, em 2003, o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR) que, em consonância com o plano da EU, estabeleceu como objectivo geral a redução em 50% do número de vítimas mortais e feridos graves, até 2010, bem como objectivos relativos a determinados alvos da população mais expostos. Tendo-se constatado que essas metas foram, na generalidade, alcançadas antes do término desse período, foi de acordo com as Grandes Opções do Plano para 2008 no âmbito da Segurança Rodoviária (Lei n.º 31/2007, de 10 de Agosto) que a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), com o acompanhamento e direcção científica do ISCTE, procedeu à elaboração do presente documento tendo em vista apresentar, na primeira parte, a definição da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) para o período 2008-2015 e, na segunda, o seu desenvolvimento [2].

O ENSR, já referido no primeiro capítulo, contém a estratégia nacional de segurança do sistema rodoviário. A sua revisão e implementação é sem dúvida a melhor garantia de que será possível, em tempos difíceis como os atuais, obter o compromisso e o empenhamento de todas as entidades, públicas e privadas, com responsabilidades, capacidades e competências para intervir na diminuição da sinistralidade rodoviária, mas também de todos os utentes do sistema de transporte rodoviário. A concretização dos objetivos propostos na ENSR exige esta responsabilidade partilhada entre todos os intervenientes, pilar fundamental de um Sistema de Transporte Rodoviário Seguro.

É importante mencionar que objectivo central do PNPR de diminuição em 50% do número de mortos e feridos graves até 2010, tendo como referência a média dos anos 1998, 1999 e 2000 – estabelecido com base numa proposta da Comissão Europeia, foi atingido [6].

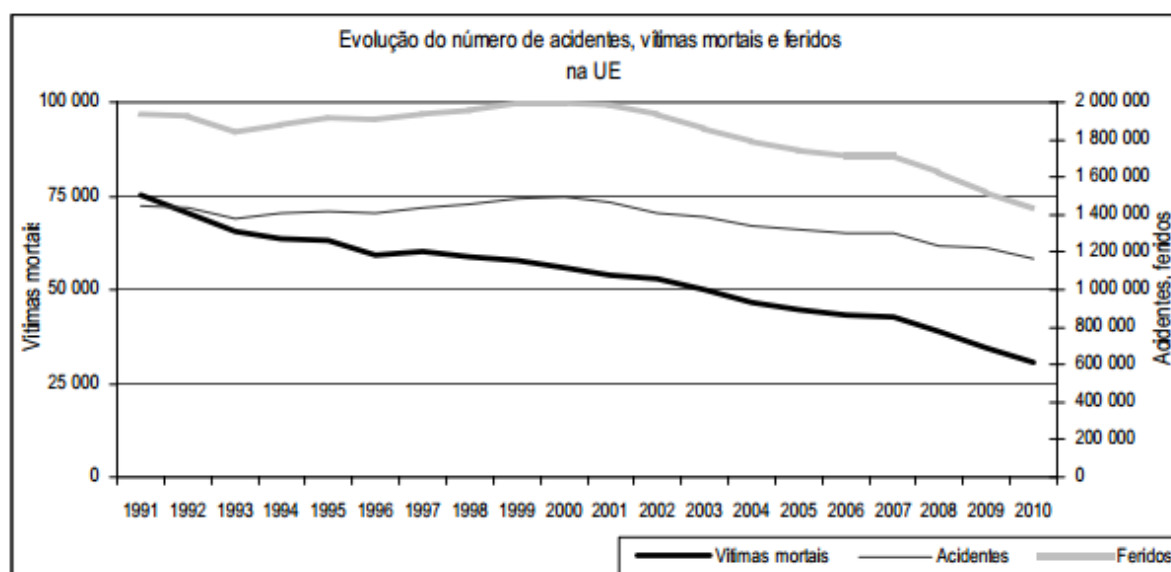


Figura 2.1. – Evolução de número de acidentes com vítimas na União Europeia.

Foram efectuados diversos estudos e análises de sinistralidade para compreender as causas que levaram a esta diminuição até 2010. Segundo dados disponibilizados no documento de revisão do PNPR pode concluir-se que as circunstâncias da diminuição dos acidentes rodoviários em Portugal, apesar de se tratar de um fenómeno complexo, se devem a alguns fatores importantes que estão descritos nos seguintes pontos [7]

- O novo Código da Estrada e correspondentes actualizações
- A forte mediatização do problema da sinistralidade
- A rapidez e constância da fiscalização e da punição
- O maior controlo a nível distrital

Estes fatores levaram a mudanças consideráveis nas atitudes e comportamentos dos condutores portugueses. A estes devemos também acrescentar

- As melhorias no ambiente rodoviário e do parque automóvel
- A qualidade e rapidez do socorro às vítimas
- A ligeira diminuição no consumo de combustível por causa do abrandamento da actividade económica

Juntando todas estes factos estarão identificados todos os fatores mais importantes para o sucesso obtido dos últimos anos.

No entanto, a evolução não é idêntica em todos os segmentos considerados prioritários no PNPR, tendo em atenção os diferentes índices de mortalidade: peões, duas rodas e veículos pesados.

Os resultados comparados obtidos entre o início do PNPR (2003) e 2006 mostram que a evolução mais positiva respeita a peões e pesados. No entanto, os acidentes com ligeiros e em particular os que ocorrem dentro das localidades continuam a registar números preocupantes que exigem medidas de acalmia de trânsito.

De facto, nesta última década, foram alcançados resultados encorajadores, particularmente na redução acentuada do número de vítimas mortais de entre alguns dos segmentos prioritários definidos no PNPR 2003: peões e veículos de duas rodas.

Contudo, sendo a sinistralidade rodoviária um flagelo inaceitável, pelas suas consequências sociais e económicas, e porque a posição de Portugal no contexto da União Europeia não é satisfatória, apesar da melhoria já referida anteriormente.

As mortes em acidentes de viação continuam a ser quatro vezes superiores à dos acidentes de trabalho e seis vezes superiores aos homicídios. Outra realidade intimidante é a percentagem de acidentes de trabalho mortais que correspondem a acidentes rodoviários em que, se se incluir o trajecto casa-trabalho-casa a percentagem chega aos 60% [8].

A sustentabilidade da diminuição do número de mortos só pode ser alcançada através da redução do total de acidentes com vítimas e das suas consequências.

A meta para 2020 é, de modo semelhante às anteriores, reduzir para metade o número de mortes resultantes de acidentes de viação comparativamente aos números de 2010. Existe também um objectivo intermédio de redução de 1350 mortes até 2015. É sem dúvida importante e ninguém pode ficar indiferente ao fato de, no caso da meta quantitativa da ENSR ser alcançada em 2015, a diminuição da sinistralidade obtida estará em linha com os objetivos do nosso país para o Plano de Ação Europeu – “Rumo a uma área de segurança rodoviária europeia: orientações de política de segurança rodoviária 2011 – 2020” da Comissão Europeia.

Existem diversas maneiras de tentar melhorar a segurança rodoviária focadas em cinco campos diferentes:

- Educação
- Fiscalização
- Socorro
- Avaliação
- Engenharia

É sempre necessário um empenho geral para que, ao longo dos anos, seja notável a melhoria que tanto se pretende alcançar. Uma boa estruturação do local deverá sempre induzir o condutor e peão a adoptar os comportamentos adequados. Para além disso existem muitas outras maneiras de melhorar o comportamento das pessoas como campanhas de sensibilização e uma fiscalização mais apertada.

Sendo assim todas as intervenções efectuadas nos campos mencionados só resultarão em pleno se houver um trabalho individualizado para melhorar cada um deles.

Acima de tudo é importante salientar que a segurança rodoviária depende em grande medida da prudência, do civismo e do respeito mútuo, bem como do cumprimento do Código da Estrada, o que está diretamente relacionado com a necessidade de melhoria sistemática da qualidade da formação ministrada pelas escolas de condução e da qualidade do procedimento de emissão das cartas de condução. Comportamentos de risco e incumprimento do código da estrada são frequentemente as causas de muitos acidentes com vítimas. No entanto, o sistema de segurança rodoviária deve sempre considerar que existirão comportamentos inapropriados assim como ter igualmente em conta o erro humano, tentando corrigir e diminuir os mesmos tanto quanto possível, embora sabendo que o risco zero não existe. Todas as componentes, em especial os veículos e as infra-estruturas, devem por isso ser menos agressivos, a fim de evitar e limitar as consequências dessas falhas para os utentes, em especial os mais vulneráveis.

Fiscalização mais apertada para os veículos também é outro campo indiscutivelmente importante. Por melhores que sejam as condições da via pode haver sempre outros factores relacionados com o estado do veículo que levem a um acidente. Nesse campo só mesmo a responsabilidade do condutor e a obrigatoriedade de inspeções periódicas podem fazer diminuir ou mesmo anular o risco de acidente

devido a falhas do veículo. Deve ser considerando também que as inspeções regulares de todas as estradas pelas entidades competentes constituem um elemento essencial da prevenção de eventuais perigos para os utentes da estrada.

Outro campo que pode sempre ser melhorado são os serviços de emergência e a pós-assistência aos feridos. Ao tornar melhor a assistência é possível reduzir a gravidade das lesões causadas por acidentes de viação. Para tal é necessário introduzir um amplo leque de medidas em matéria, por exemplo, de segurança dos veículos e da infra-estrutura, de disponibilidade dos serviços de emergência, de rapidez e coordenação da intervenção, de eficácia dos primeiros socorros e da reabilitação, etc.

As avaliações constantes, estudos, estatísticas e indicadores são indispensáveis para orientar e monitorizar todo o programa de segurança rodoviária.

Em termos de engenharia existe um leque bastante grande de possibilidades para melhorar o sistema rodoviário desde novas tecnologias que tornem os veículos e infra-estruturas cada vez mais seguras ao tratamento da infra-estrutura em si.

Uma infra-estrutura rodoviária bem preservada contribui para reduzir o número de mortos e feridos entre os utentes da estrada. A CE solicita aos Estados-Membros que preservem e desenvolvam as suas infraestruturas rodoviárias graças a uma manutenção periódica e ao recurso a métodos inovadores, como, por exemplo, a sinalização horizontal inteligente que indique a distância de segurança e o sentido da circulação, e a segurança passiva da infra-estrutura rodoviária; salienta que as normas de sinalização, especialmente das obras nas estradas, devem ser respeitadas, pois são cruciais para manter um elevado nível de segurança rodoviária.

A Diretiva 2008/96/CE, relativa à gestão da segurança da infra-estrutura rodoviária, requer a realização de auditorias à segurança rodoviária e inspeções de segurança no âmbito da manutenção regular das estradas, no entanto a presente directiva apenas se aplica à infra-estrutura rodoviária das Redes Transeuropeias de Transportes (RTE-T), deixando por regulamentar muitas estradas nacionais e locais.

O presente trabalho engloba principalmente o campo da engenharia e da avaliação através da identificação dos fatores de risco e das medidas de mitigação que poderão ser adoptadas.

Deve ser dada cada vez mais atenção à concepção das estradas, apoio à implementação de medidas economicamente rentáveis já disponíveis e encorajamento de atividades de investigação que permitam aos responsáveis políticos compreender melhor o modo como a infra-estrutura rodoviária se deveria desenvolver para melhorar a segurança rodoviária e para satisfazer as necessidades específicas de uma população em envelhecimento e dos utentes da estrada vulneráveis.

Para cada caso deve ser efetuada uma análise custo-benefício. O cálculo do custo social médio dos acidentes graves assim como o custo social médio dos acidentes mortais que ocorram em território nacional deve ser atualizado quinzenalmente e é assegurado pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR).

Ainda no âmbito da economia a diretiva n.º 2008/96/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, relativa à gestão da segurança da infra-estrutura rodoviária, transposta através do Decreto-lei n.º 138/2010 de 28 de dezembro, estabelece no seu artigo 8.º, n.º 2, que é indispensável “Ajudar os decisores políticos a aplicarem de forma eficiente os recursos económicos de forma a maximizar os benefícios resultantes das políticas de segurança rodoviária”. Esta diretiva tem especial importância hoje em dia pois o orçamento da UE destinado a medidas no domínio da segurança

rodoviária sofreu nos últimos anos, cortes significativos e o orçamento em Portugal também se encontra muito limitado. É portanto necessário fazer render os recursos disponíveis ao máximo.

Reafirma-se novamente que é necessária uma estratégia complementar a longo prazo, que vá além do horizonte temporal dos presentes documentos enunciados e que tenha como objectivo evitar vítimas mortais ("visão zero"); sabendo que tal não é exequível sem a utilização extensiva de tecnologia nos veículos rodoviários e o desenvolvimento de redes adequadas de Sistemas de Transportes Inteligentes (STI).

2.2. ENQUADRAMENTO DA CIDADE DO PORTO

A cidade do Porto tem um total de 237591 habitantes (2011) e uma área de 41,42 km². Sendo considerada a segunda maior cidade do país é um importante polo de atracção onde diariamente circulam milhares de veículos e peões.

A ligação com a cidade de Vila Nova de Gaia, através no norte, também é maioritariamente feita através da cidade do Porto usando as pontes sobre rio Douro. A cidade de Gaia tem uma população residente ainda maior que a do Porto, 302 295 habitantes (2011), e grande percentagem dessa população efectua movimentos pendulares para o concelho vizinho do Porto. Todas essas deslocações levam a que os acessos à cidade se encontrem bastante congestionados em horas de ponta principalmente a VCI e todas as vias adjacentes.

A figura seguinte está representada a rede viária da cidade do Porto. É visível a complexidade da estrutura viária da cidade assim como toda a sua heterogeneidade.

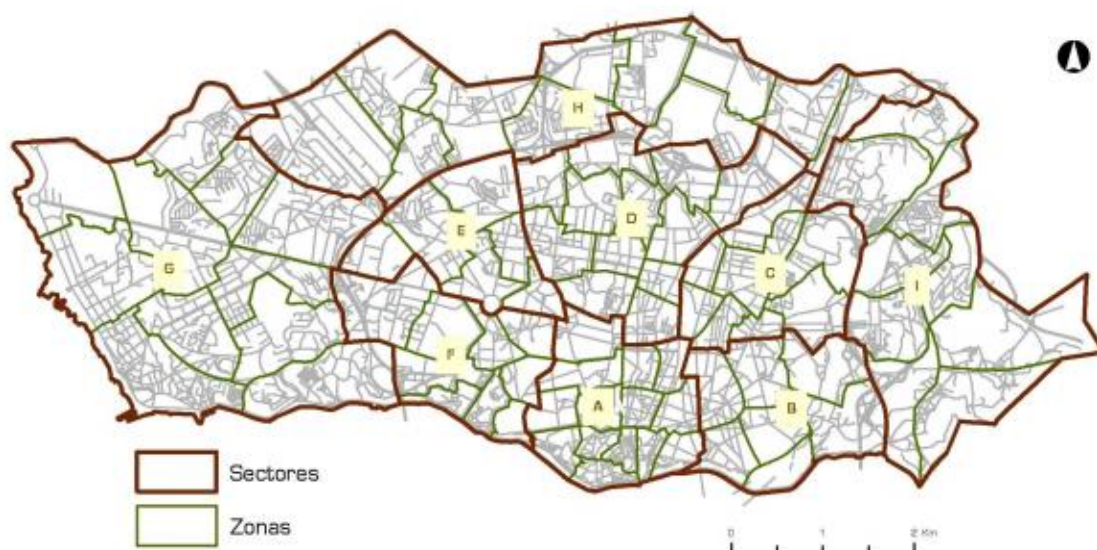


Figura 2.2. – Rede viária da cidade do Porto.

Analisando os dados disponibilizados pela ANSR, apresentados na figura 2.3., verificamos que o concelho do Porto é aquele com o segundo maior registo de acidentes em todo o país. Os dados de 2012 e 2013 foram obtidos através dos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV's) enquanto os de 2014 através das Antenas.

As ANTENAS apenas contêm informação sobre o número de acidentes e vítimas registado por distritos e são enviados diariamente para a ANSR que, após proceder à recolha dos dados, elabora uma

ficha todos os dias 7, 15, 21 e cada final do mês. Esta informação tem um carácter temporário, servindo como um indicador célere destinado a conhecer a tendência registada pelas vítimas de acidentes durante o ano em curso.

Os BEAV's são uma fonte muito mais completa, na medida em que permitem caracterizar as circunstâncias em que ocorrem os acidentes (vias, natureza, condições atmosféricas, número de veículos, etc...), bem como os utentes envolvidos (idade, género, nível de álcool no sangue, etc...). O envio dos dados para a ANSR é efectuado no mês seguinte ao da ocorrência dos acidentes. Posteriormente a ANSR procede à recolha e validação dos respectivos dados mas apenas utilizando os acidentes com vítimas. É com base nesta informação que são elaborados os relatórios mensais e anuais, de carácter definitivo.

	ACIDENTES ¹			MORTOS ²			FERIDOS GRAVES ³		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Aveiro	4.271	4.374	4.272	21	23	9	50	54	42
Beja	869	782	820	7	7	4	35	18	40
Braga	4.607	4.489	4.442	18	18	12	71	55	93
Bragança	533	567	508	5	2	6	20	24	18
C. Branco	755	708	646	5	15	8	51	44	27
Coimbra	2.095	1.992	2.099	11	8	12	42	23	27
Évora	673	672	637	3	10	6	18	21	20
Faro	3.394	3.283	3.220	23	12	13	72	52	46
Guarda	655	644	616	1	4	2	21	19	21
Leiria	2.673	2.647	2.639	12	12	9	68	53	51
Lisboa	11.252	11.411	11.245	34	22	22	127	143	122
Portalegre	462	438	551	5	5	4	14	21	33
Porto	9.197	9.394	9.765	44	23	22	88	82	74
Santarém	2.144	2.094	2.130	20	11	13	71	47	73
Setúbal	4.008	3.692	3.805	21	20	16	79	50	68
V. Castelo	1.097	1.118	1.152	3	3	13	11	21	25
Vila Real	936	970	897	5	3	5	12	11	27
Viseu	1.845	1.729	1.743	9	12	11	44	27	27
Total	51.466	51.004	51.187	247	210	187	894	765	834

Figura 2.3. – Número de acidentes, mortos e feridos graves, distribuídos por distritos, durante os anos de 2012, 2013 e 2014 [9].

	2012	2013	2014
Feridos Leves	15.399	15.317	14.583

Figura 2.4. – Número de feridos leves em Portugal Continental durante os anos de 2012, 2013 e 2014 [9].

Na tabela constam os dados referentes a cada distrito de Portugal e estão discriminados o número de acidentes total, número de mortos e o número de feridos graves para cada um. Os dados correspondem aos anos de 2012, 2013 e 2014, no entanto do último ano são baseados apenas nos registos de carácter provisório feitos entre 1 de Janeiro a 15 de Junho de 2014. Também são disponibilizados os números anuais de feridos graves mas não estão distribuídos por regiões.

O número de mortos no distrito do Porto é deveras preocupante sendo mesmo o total mais elevado durante o período em questão. Esta realidade revela a necessidade de tomar medidas urgentes para reduzir a sinistralidade rodoviária na região devendo ser tomadas medidas imediatas para trabalhar nesse sentido. É no entanto de salientar que nos últimos anos têm sido efetuadas constantes alterações ao nível da infra-estrutura na cidade do Porto, mudanças que permitem minimizar os fatores de risco e diminuir o número de acidentes. Atingir este objectivo implica um trabalho contínuo e um empenho comum de todos os intervenientes. Uma responsabilidade partilhada na qual cada entidade deve fazer tudo o que está ao seu alcance para tornar o sistema de transportes rodoviário o mais seguro possível.

No âmbito da redução da sinistralidade rodoviária já foi anteriormente realizada uma dissertação de Mestrado Integrado de Engenharia Civil por José Manuel Barbosa em 2008 [10] na qual foram apresentadas medidas de baixo custo para redução da sinistralidade rodoviária na Cidade do Porto.

2.3. TRATAMENTO DE DADOS E SELECÇÃO DAS ZONAS A INTERVIR

2.3.1. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram usados os registos de acidentes com vítimas, na cidade do Porto entre 2007 e 2011. O facto de haver uma maior concentração de acidentes e vítimas em meio urbano levou a que fizéssemos deste o objeto de estudo para a realização deste trabalho.

Optou-se também por considerar apenas os acidentes com vítimas pois são os mais graves e portanto, prioritários de estudar e tratar, mas também porque estes registos são de mais fácil acesso com alguma garantia de estarem completos (quer em número de registos quer na qualidade da informação dos mesmos).

Os dados utilizados resultam de um cruzamento feito entre a base de dados onde constam todos os dados obtidos nos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV's) e os registos dos centros hospitalares para onde são encaminhadas as vítimas dos acidentes rodoviários. Apesar de ter sido um trabalho feito com o maior rigor possível, é sempre passível a erros quer por falta de dados ou de incompatibilidade dos mesmos.

No total constam na lista 6605 registos, sendo cada um deles corresponde a uma vítima e não a um acidente. Portanto poderá haver vários registos que na realidade correspondem ao mesmo acidente.

Dessa lista de dados inicial foram imediatamente eliminados os registos que correspondiam a locais fora das localidades pois pretende-se tratar apenas zonas urbanas pelas suas características particulares e por serem locais com um elevado volume de tráfego.

Durante a análise dos registos verificou-se que havia muitos dados relacionados com a Estrada Interior da Circunvalação, vulgarmente conhecida como Circunvalação, e com a Via de Cintura Interna (VCI). Nestas vias é muito frequente não haver dados que permitam uma exata localização do acidente. Ao contrário dos outros arruamentos urbanos, é raro haver números de polícia que identifique o local com a precisão necessária, sendo que no caso da VCI estes são mesmos inexistentes. Em alguns registos estão discriminados os quilómetros no entanto foi ignorado pois a sua identificação demoraria muito tempo uma vez que esta informação associada à via não é de acesso fácil. Tratando-se de zonas onde é difícil obter uma localização exata, ou mesmo aproximada, optou-se por excluir estas duas estradas dos possíveis locais para seleção. Note-se ainda que no caso da VCI, esta via é classificada como via coletora não apresentando como tal um perfil do tipo urbano. É conveniente referir que o número de sinistros correspondentes a estas duas estradas representa uma parcela bastante significativa do total de vítimas. As causas prováveis para tal estão relacionadas com a elevada velocidade praticada em ambas

que é frequentemente superior à recomendada aliada por vezes ao grande volume de tráfego que circula diariamente nestas vias. Estes dois fatores são ainda agravados em dias de chuva devido há má drenagem de algumas zonas e também à falta de cuidado dos condutores que não adaptam o seu comportamento às exigências que esta condição atmosférica implica.

2.3.2. GOOGLMAPPING

Para a escolha dos locais a intervir foi inicialmente testada a aplicação *Google Places* utilizando a base de dados em *Excel* [11].

A aplicação do *Google Places* é um serviço que retorna informações sobre locais utilizando solicitações HTTP. As solicitações de local especificam locais como coordenadas de latitude/longitude. Esta ferramenta tem diferentes funcionalidades, no entanto, foi apenas utilizada o *geocode* pois era a única necessária para o trabalho em desenvolvimento.

O *geocode* instrui o serviço de local a retornar somente resultados de geocodificação (endereço), ou seja, utilizando uma sequência de texto. Para tal foi usado a morada, que consta em cada registo, sob o formato “*rua e número*”, “*freguesia*”, “*cidade*”, “*país*”. O programa fornece automaticamente as coordenadas do local e o correspondente código postal assim como a morada previamente introduzida.

Para facilitar o processo foi também utilizada outra funcionalidade da aplicação, que corresponde a uma das quatro solicitações do local básicas e disponíveis, o *Preenchimento automático do Google Places*. Esta funcionalidade permite o preenchimento automático para pesquisas geográficas, baseadas em texto, obtendo os dados pedidos automaticamente.

Os dados são preenchidos mecanicamente no mesmo documento *Excel* que contém as moradas fornecidas. Cada conjunto de conjunto de dados é apresentado, em colunas diferentes, na linha da morada correspondente.

Depois de obtermos o *geocode* é possível escolher uma opção que marca o local exacto no mapa (*GoogleMaps*) através de um marcador.

Esta ferramenta foi desenvolvida no âmbito do projeto europeu LIVE pelo Marco Amorim. Existem ainda outros trabalhos sobre o assunto.

Este processo, apesar de simples, foi moroso pois só é possível obter estes registos para um número limitado de dados por cada 24h. Segundo a aplicação é possível obter os resultados para 2500 registos por dia mas, na prática, estes valores eram reduzidos por vezes a 800 dados por 24h.

É importante salientar que quando o programa não encontra a morada exacta opta por fornecer as coordenadas de alguns pontos genéricos, previamente seleccionados pelo programa, e que habitualmente fazem parte da freguesia em questão. Geralmente esses pontos situam-se relativamente perto do local real no entanto não tão perto que sejam significativos para o estudo em desenvolvimento.

Alguns dados também não foram processados pela aplicação pois não correspondiam a ruas existentes.

Inicialmente pensou-se em escolher o local através do mapa seleccionando as zonas em que houvesse ma maior intensidade de marcadores. Este método não foi posto em prática pois moradas com as mesmas coordenadas correspondiam todas a um único marcador em comum.

Com o mesmo objectivo, o de seleccionar os locais com mais registos, foi procurado o número de repetições de cada conjunto de coordenadas. Ao estudar os números obtidos foram detectados alguns

números exageradamente elevados. Numa análise mais atenta desses valores verificou-se que a ferramenta utilizada estava a fornecer a mesma coordenada para casos em que a morada era diferente. Por exemplo: quando introduzida a morada “Rua Coronel Almeida Valente, Paranhos, Porto, Portugal” as coordenadas obtidas eram de um ponto genérico, na freguesia de Paranhos, mas que não correspondia à rua em questão. Estudando esta situação percebeu-se que a todas as moradas desta mesma freguesia foram atribuídas as coordenadas do mesmo ponto genérico. O que o mesmo acontecia se fosse procurada a morada através do *googlemaps*.

Para evitar esse erro era necessário introduzir a morada sem a freguesia. Se tal fosse posto em prática iriam surgir outros erros pois existem ruas com o mesmo nome em freguesias distintas e por isso as coordenadas fornecidas poderiam não ser as correctas.

Outro grande problema na utilização desta ferramenta deveu-se à falta de rigor dos dados. Algumas das dificuldades encontradas foram a ausência do registo do número de porta ou número do polícia, nomes de ruas mal escritos os incompletos e até nomes de ruas que não existem. Esta falta de rigor dos dados levou portanto a que muitas mais das coordenadas obtidas não correspondessem aos locais correctos. Para evitar estas lacunas de informação é recomendado um maior rigor no preenchimento dos dados no BEAV e nas diversas fases de tratamento desses dados. Este aspecto é particularmente importante pois sem dados fiáveis não há possibilidade de efectuar inferências correctas para futuras acções.

2.3.3. NOVO CRITÉRIO DE SELECÇÃO DE ZONAS A INTERVIR

Excluída a hipótese de utilização do *Googlemapping* tentou-se a escolha dos locais através de um tratamento de dados simples no *Excel* de modo a obter o número de repetições de cada morada na lista de dados. Mas também este método revelou moroso e inconclusivo pois muitas moradas, que na realidade correspondem ao mesmo local, são contadas como registos distintos devido às diferentes maneiras como estavam escritas e eram portanto consideradas como locais diferentes. Essas disparidades decorrem de abreviaturas, nomes incompletos, erros de escrita entre outras razões.

Para uma correta contagem das repetições seria necessário uma correcção manual dos registos e mesmo assim isso não garantiria uma contagem fiável. Devido ao tempo que demoraria esta intervenção, acrescentado a outros problemas anteriormente encontrados no critério de selecção anterior, este modo de selecção acabou por ser também excluído.

2.3.4. CRITÉRIO FINAL PARA ESCOLHA DO LOCAL

Com o objetivo de ultrapassar todos os problemas encontrados e relatados anteriormente em tempo útil foi necessário seleccionar um critério simples. Optou-se então pela escolha de locais de tráfego considerável, em que pelo menos metade da rua confina com habitações e onde se tenham registado mais do que um acidente com vítimas.

Para um estudo mais abrangente foram seleccionados locais com características diferentes de modo a obtermos uma amostra pequena mas representativa para testarmos posteriormente a ferramenta desenvolvida.

Optou-se portanto por escolher três locais, de entre aqueles que tinham maior número de vítimas de acidentes distintos que possivelmente associados a causas relacionadas com a geometria e funcionamento do local, e como tal onde fosse possível identificar algum tipo de intervenção na infraestrutura.

2.3.5. SELEÇÃO DOS LOCAIS A INTERVIR

Os três locais seleccionados foram:

- Cruzamento Rua Damião de Góis/ Rua Antero de Quental
- Avenida Montevideu associado ao número de polícia 236
- Avenida da Boavista associado ao número de polícia 2706

O primeiro foi escolhido por se tratar de um cruzamento semaforizado. Este tipo de cruzamentos, embora com sinalização luminosa a separar alguns dos movimentos de tráfego, são caracterizados como locais de maior risco tanto para os peões como para os condutores/veículos. De facto, os cruzamentos urbanos são locais onde se realizam um número elevado de movimentos entre utentes viários muito heterogéneos (pões, veículos, motociclos) e como tal associado a um número elevado de pontos de conflito. Mesmo com sinalização semafórica, que de facto diminui alguns desses pontos de conflito, verifica-se um número elevado de acidentes normalmente associados a um tipo de viragem, da interação com os peões e/ou com desrespeito pela sinalização (Mountain *et al.* 1998) [12].

O segundo local escolhido representa um local fora do cruzamento numa zona mais aberta e onde tipicamente são atingidas grandes velocidades.

Por fim o terceiro local encontra-se muito perto de um cruzamento complexo e com tráfego muito intenso.

As características de cada local são abordadas pormenorizadamente no capítulo 4, parte referente ao estudo de caso.

3

METODOLOGIA

3.1. HIGHWAY SAFETY MANUAL

O AASHTO Highway Safety Manual (HSM) foi inicialmente desenvolvido pela Federal Highway Administration (FHWA) dos EUA e publicado em 2010 [4].

A primeira edição do HSM fornece uma vasta compilação de informações e ferramentas factuais organizadas de uma forma útil para facilitar aos profissionais a fase planeamento rodoviário, projecto, operações e manutenção com base numa análise precisa das suas consequências relativamente à segurança. O foco principal da HSM é a introdução e desenvolvimento de ferramentas analíticas para prever o impacto do projecto e decisões do programa em relação à segurança rodoviária.

Este manual apresenta uma variedade de métodos para estimar quantitativamente a frequência de acidentes ou a sua gravidade numa grande variedade de locais.

Constitui assim um importante documento base para os profissionais da área onde é possível consultar um grande número de informação de boa qualidade e que se encontra em constante actualização na página web do manual.

O HSM está organizado em quatro partes:

- Parte A – Introdução, Factores Humanos e Fundamentos da Segurança;
- Parte B – Processo de Gestão da segurança da estrada;
- Parte C – Métodos de previsão;
- Parte D – Crash Modification Factors para planeamento, geometria e elementos operacionais

Na presente dissertação tem especial interesse a última parte do manual na qual são tratados dos Crash Modification Factors (CMF). O conhecimento apresentado na Parte D do HSM baseia-se numa extensa revisão da literatura de pesquisas de segurança de estradas publicadas por mais de cinco décadas baseada em evidências e análise rigorosa e apoiada pela evidência estatística da precisão e validade dos estudos. As informações apresentadas neste capítulo são usadas para identificar os efeitos que os tratamentos aplicados às redes rodoviárias podem ter sobre a frequência média esperada de acidentes.

Optou-se por manter a sigla CMF, que vem do inglês, pois trata-se da sigla original e é aquela que se deve usar para encontrar os indicadores disponíveis.

3.2. CRASH MODIFICATION FACTORS

Com vista à aplicação dos CMF pretende-se fazer neste capítulo uma breve exposição dos mesmos.

Os CMFs são, tal como o nome indica, factores de modificação de sinistralidade. Estes quantificam a alteração na frequência média de acidentes induzida pela alteração das características num determinado local. Deste modo possibilita a previsão da influência de uma nova medida antes da mesma ser aplicada.

Segundo o HSM, estes factores são habitualmente usados por engenheiros pelas mais diversas razões, como por exemplo:

- Obter o maior ganho de segurança com recursos limitados
- Comparar as consequências de segurança entre várias alternativas de medidas e locais
- Identificar estratégias e locais de baixo custo
- Verificar razoabilidade das avaliações (ou seja, comparar novas análises com CMF já existentes)
- Verificação da validade dos pressupostos em análises de custo-benefício

Apesar de não ser especificamente para redução de acidentes com vítimas, mas sim todo o tipo de acidentes, será apresentada como apoio à procura de uma solução para os locais trabalhados pois reduzindo o número de acidentes global a probabilidade de reduzir o número de acidentes com vítimas aumenta.

A aplicação dos CMFs é feita através dos índices que correspondem a cada uma das medidas. Por exemplo se sabemos que a colocação de semáforos num cruzamento poderá reduzir os acidentes com peões em 20% isso significa que tem um CMF de 0,8 nos acidentes com peões. Esta medida poderia também ser usada, por exemplo, para redução da velocidade mas o CMF nesse caso poderia ser diferente. Usando os CMFs sabemos qual a redução esperada na frequência de acidentes.

Os índices são atribuídos através do estudo de casos anteriores, em que as medidas foram aplicadas, e da análise da influência das mesmas na sinistralidade rodoviária dos locais. São definidos pela razão da frequência de acidentes depois de implementada a medida sobre a frequência de acidentes antes de implementada a medida.

$$CMF = \frac{\text{Frequência de acidentes depois ou com tratamento}}{\text{Frequência de acidentes antes ou sem tratamento}} \quad (1)$$

Na utilização destes índices pode haver variações em relação à influência inicialmente prevista pois tudo depende dos locais em questão e o efeito pode variar de local para local. No entanto estes indicadores representam uma ferramenta muito fiável.

Cada medida implementada tem um índice atribuído, mas é no entanto possível prever a influência geral de todas as medidas utilizadas.

Se várias medidas são implementadas num local, em seguida, a prática comum é a de multiplicar os CMF para estimar o efeito combinado das contramedidas. Embora a implementação de várias contramedidas possa ser mais eficaz do que apenas uma, é improvável que o efeito total do conjunto seja maior do que apenas uma contramedida se estas não forem bem escolhidas e implementadas. Este caso pode acontecer por exemplo se as contramedidas tem como alvo o mesmo tipo de acidente. Se assim for podemos estar a cometer o erro de estimar uma redução de acidentes muito acima daquela que na realidade pode ocorrer.

Contramedidas que são consideradas independentes são aquelas que visam diferentes tipos de acidentes. Por exemplo, a instalação de um sinal de peões seria relativamente independente da

instalação de um sinal de rotunda, uma vez que aborda falhas em relação à interação peão/veículo, enquanto a outra pretende apenas informar o condutor que se aproxima de uma rotunda.

Portanto, a menos que as contramedidas aplicadas visem situações completamente independentes, ao multiplicar vários CMF é provável superestimar o efeito combinado. A probabilidade de sobreavaliação aumenta com o número de CMF que são multiplicados. Portanto, é necessário bastante cuidado e julgamento por parte do engenheiro especialmente quando se estima o efeito combinado de mais de três contramedidas num determinado local.

O portal online da *CMF Clearinghouse* contém um banco de dados dos CMFs juntamente com a documentação de apoio que permite ajudar os engenheiros de vias a identificar as medidas mais adequadas para as necessidades de segurança procuradas. É apenas uma das ferramentas e recursos disponíveis para ajudar os profissionais de vias a tomar decisões em relação à segurança. A primeira edição do *Highway Safety Manual (HSM)*, lançado em 2010, fornece aos profissionais a melhor informação factual e ferramentas para facilitar a concepção de estradas e decisões operacionais baseadas em considerações explícitas sobre a segurança das mesmas [13].

A *CMF Clearinghouse* incorpora informações relativas ao HSM dentro deste site. Os utilizadores são capazes de aceder a uma base de dados que contém todos os CMF incluídos no HSM. Esta listagem compila todos os CMFs documentados, centralizando-os, e fornece uma base de dados pesquisável e de fácil consulta. Através do site é também possível acrescentar CMFs novos para serem incluídos na lista já existente.

É no entanto importante referir que a introdução de um CMF implica pesquisas adicionais para atingir um nível de confiabilidade estatística e estabilidade que cumpra os critérios estabelecidos dentro do HSM. Os tratamentos para os CMFs que não constam na lista são discutidos no Apêndice 17^a do HSM.

A maioria dos CMF listados tem uma ficha correspondente onde está detalhada toda a informação que é necessária ter em conta na sua aplicação como o tipo de rua, tipo e gravidade dos acidentes que a medida pode influenciar, número de vias do local, limite de velocidade, volume de tráfego, dia/ noite entre outras características. Nesta mesma ficha também é apresentada uma pequena tabela que detalha pormenores referentes às condições em que foi desenvolvido.

Existe também uma avaliação que atribui padrões de qualidade aos CMFs através de uma escala que pode ir até cinco estrelas. Quanto mais estrelas tem uma medida maior é o grau de confiança.

Este portal é mantido pela *Highway Safety Research Center UNC* com o financiamento da *Federal Highway Administration* nos EUA.

Dito isto, deve ser entendido que o *CMF Clearinghouse* só se refere à parte de CMF do HSM (Parte D). O HSM também abrange muitos outros temas importantes para a segurança nas estradas, incluindo fundamentos de segurança, gestão da segurança rodoviária, e métodos de previsão de acidentes.

3.3. ORGANOGRAMA

O organograma apresentado neste subcapítulo foi construído de modo a ser uma ferramenta simples, e útil, mas confiável, que possa ser usada como apoio à decisão no estudo para reduzir sinistralidade rodoviária.

Estando perante um local em que haja registos de acidentes rodoviários, e seguindo este conjunto de passos, deve ser possível saber quais as medidas a tomar para diminuir os factores de risco. Este processo é sistemático e pode ser usado em qualquer zona ou região.

A utilização dos CMFs para a seleção das medidas permite que haja uma base fiável e consistente uma vez que são dados centralizados e sujeitos a um rigoroso controlo de qualidade.

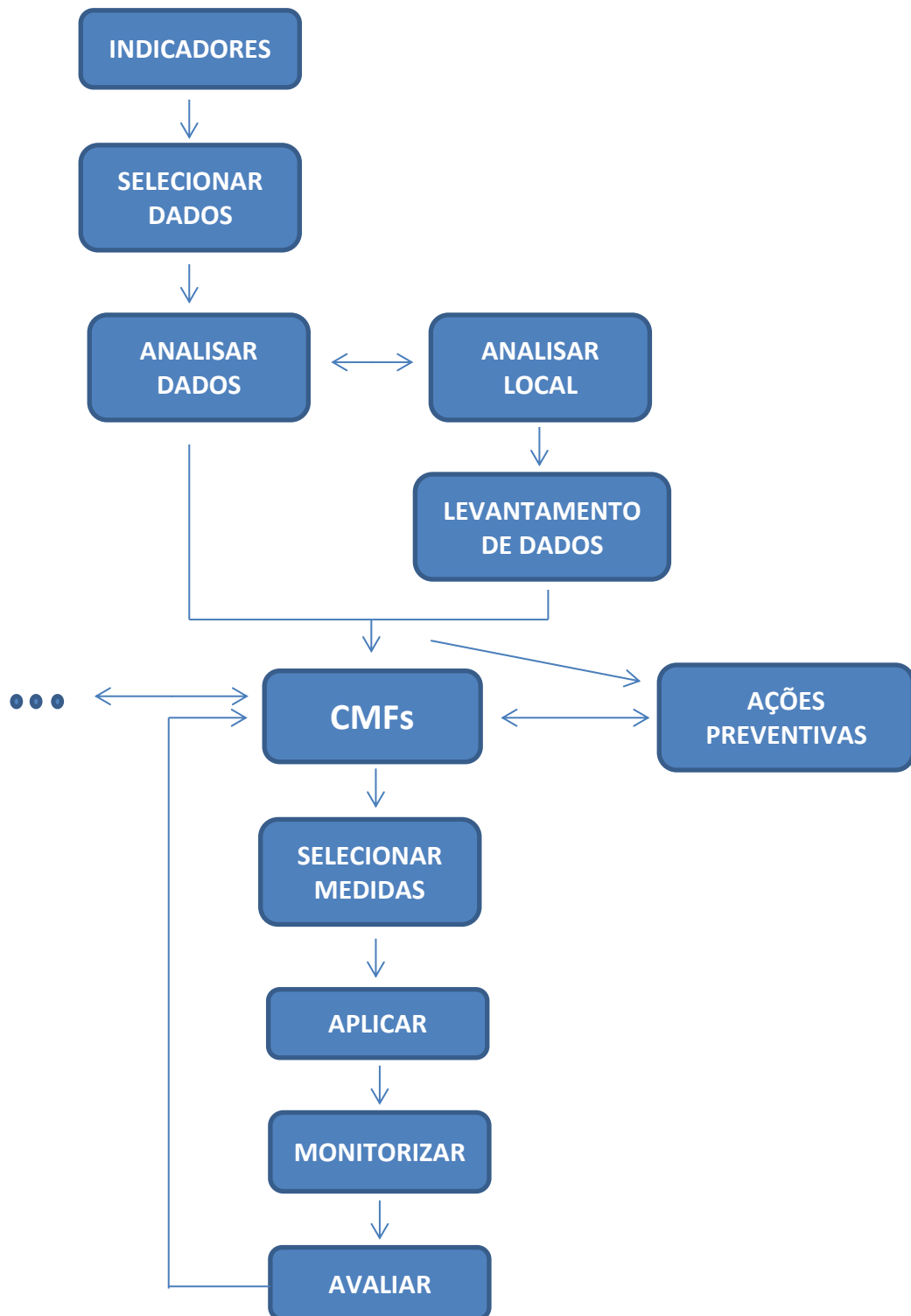
É também um modo de tornar todo o processo mais homogéneo e assim haver uma menor possibilidade de erros.

No geral espera-se que a sistematização do método torne as intervenções mais rápidas, eficazes e melhores do ponto de vista económico.

As fases principais do processo são:

- Diagnóstico da situação e identificação dos problemas
- Escolha das possíveis soluções
- Seleção da solução e sua implementação
- Monitorização

A representação do processo e dos fluxos de informação está mais detalhada no seguinte organograma:



Os passos representados são bastante simples e diretos. A maioria já são habitualmente usados pelos profissionais da área para o mesmo fim aqui sugerido no entanto foi introduzido um novo elemento, os CMFs, pelas razões já anteriormente enunciadas.

Inicialmente é necessário verificar alguns indicadores típicos que nos alertem para uma necessidade de intervenção no local no âmbito da sinistralidade rodoviária:

- Tráfego diário médio anual (TDMA)
- Acidentes

De seguida é necessário efetuar uma selecção de dados disponibilizados por esses indicadores considerando apenas aqueles que podem ser relevantes para o tratamento da sinistralidade rodoviária.

Para podermos identificar com precisão os factores de risco é efectuada uma análise dos dados seleccionados e um levantamento do local em estudo.

Para análise do local há muitas características a considerar que poderão ser ou não relevantes, dependendo da situação. De seguida é apresentada uma lista de características a estudar na via e área adjacente à faixa de rodagem e que são importantes para identificar possíveis factores de risco.

- Largura da rua
- Tipo de uso da rua
- Duplo sentido ou sentido único
- Existência de passeio
 - Largura do passeio
 - Apenas de um dos lados ou de ambos os lados
- Velocidade praticada no local (velocidade de tráfego)
- Existência de passadeiras e suas condições
- Sinalização
- Existência de semáforos
- Iluminação da rua
- Escolas ou outro tipo de estabelecimentos muito frequentados nas imediações
- Paragens de autocarro
- Estabelecimentos de venda de álcool
- Frequência de estacionamentos que ocupem a faixa de rodagem total ou parcialmente
- Lugares de estacionamento
- Volume de tráfego
- Saídas de garagens
- Frequência de peões
- Tipo de pavimento
- Número de ramos (se se aplicar)
- Volume de peões

Para identificar os fatores de risco é essencial conhecer bem o local e para tal pode ser indispensável, para além do levantamento de dados anteriormente referido, tentar procurar a opinião de comerciantes da zona e, eventualmente, de moradores.

Após ter sido efectuado o levantamento devem ser consultados os CMFs disponíveis. Estes devem ser compatíveis com as características do local e com os dados recolhidos, em particular o TMDA. Na escolha dos CMFs a utilizar deve ter-se em conta que é sempre possível configurar a rede rodoviária de modo que os utentes (condutores e peão) que nela circulam reconheçam o tipo de cada ligação e sejam condicionados a adoptarem o comportamento às condições locais. Pois tornando o comportamento homogéneo e previsível reduz-se o risco de acidentes.

A escolha dos CMFs deve ser feita em função do tipo de acidentes que se pretende reduzir. Essa informação está disponível na base de dados e condiciona o efeito previsto. Se forem usados dois CMFs que conduzam à redução do mesmo tipo de acidentes o efeito previsto total não é a soma de ambos mas sim um valor inferior a essa soma.

Nestes casos, por vezes, a melhor solução é optar por usar apenas uma dessas medidas. Para uma maior eficácia a medida escolhida deve ser a que corresponde a um CMF mais baixo pois prevê-se que será aquela que reduzirá mais os acidentes. Devemos sempre ter em atenção que a solução escolhida deve ser a tecnicamente mais eficaz e que reúna o maior consenso possível de todas as partes envolvidas e ao mesmo tempo que a seja a mais viável em termos económicos.

Sempre que se justifique a necessidade de acesso de veículos pesados ao local onde se tenciona implementar as medidas de acalmia de tráfego, devem ser tidos em conta os requisitos de manobrabilidade destes veículos ao nível da concepção da solução.

Deve também ser considerado o efeito produzido pela implementação das medidas de acalmia de tráfego, nas vias adjacentes à área em estudo, de modo a garantir que os problemas que levaram à implementação deste tipo de medidas são efectivamente resolvidos e não aconteça que apenas sejam transferidas para outro local. É uma boa prática estender a aplicação destas medidas a toda a extensão de uma via ou mesmo a um conjunto alargado de vias numa determinada área. No entanto esta solução implica também um esforço financeiro muito maior.

Para que o efeito das alterações seja ainda mais eficiente é necessário manter ações preventivas em paralelo com as medidas adoptadas.

Neste sentido, durante o processo, importa também ter em conta algumas considerações acerca da acalmia de tráfego:

- A redução da velocidade dos veículos é essencial para o aumento da segurança.
- O envolvimento das populações é essencial para o sucesso da implementação das medidas de acalmia de tráfego.
- As medidas de acalmia e de gestão de tráfego devem complementar-se, de modo a obter-se melhores resultados.
- A concepção das soluções deve-a tornar previsível e facilmente compreensível pelos condutores e pelos outros utilizadores da via.
- Deve-se optar por medidas que atinjam vários objectivos.
- As medidas devem considerar as necessidades dos veículos de emergência.
- As zonas em que implementam soluções de acalmia de tráfego devem estar devidamente assinaladas e sinalizadas, de forma a serem visíveis pelos condutores.
- As medidas de acalmia devem adaptar-se às pessoas com mobilidade reduzida.

Para ilustrar a importância do primeiro ponto é, de seguida, apresentado um gráfico que representa a probabilidade de morte dos peões em função da velocidade a que o veículo circula no momento em que ocorre o acidente.

No gráfico a velocidade encontra-se em milhas por hora (mph). Cada mph corresponde, aproximadamente, a 1,609 quilómetros por hora (Km/h).

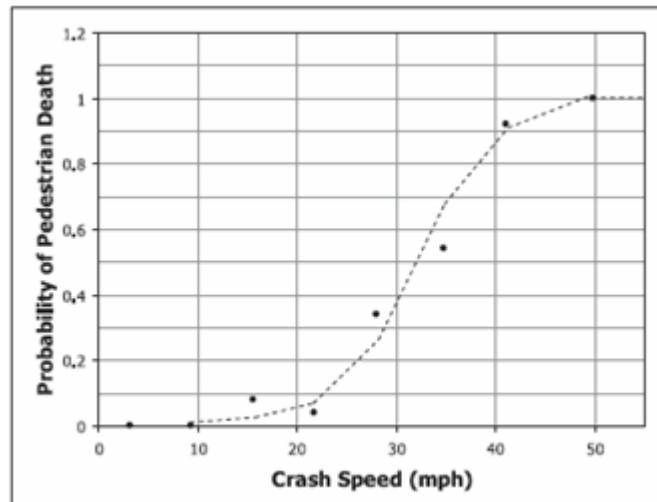


Figura 3.1. – Probabilidade de morte dos peões em função da velocidade de circulação do veículo [4].

Após escolha das medidas e respectiva aplicação, a última fase deste processo é a monitorização da solução implementada. Este controlo deve ser feito quer durante os primeiros meses de funcionamento da solução final adoptada, quer durante a fase de testes (caso se tenha optado por efectuar testes com dispositivos instalados provisoriamente) de modo a obter-se um conjunto de dados após a implementação da solução. Os dados recolhidos poderão ser mais tarde analisados e comparados com os dados obtidos antes da implementação da solução, sendo deste modo possível avaliar a eficácia das medidas adoptadas e se estas correspondem ou não à alteração na sinistralidade prevista pelo CMF, ou conjunto de CMFs, usados.

No caso de se verificar que a instalação da solução de acalmia de tráfego não resolveu o problema, ou até piorou, a solução deve ser reformulada podendo mesmo ser removida definitivamente. Na reformulação podemos reduzir o CMF anterior por outro que também seja adequado ao local em estudo e que tenha como objectivo reduzir o mesmo tipo de acidentes.

Com os resultados da monitorização é também possível actualizar as informações disponíveis na base de dados acerca de cada medida, neste caso dos CMFs, para que deste modo os indicadores possam ser melhorados tendo em vista futuras aplicações da mesma.

No entanto, os resultados obtidos podem ser apenas resultado de uma situação singular e excepcional não sendo por isso representativos ao ponto de poderem ser usados como exemplo noutras casos.

É importante salientar que qualquer que seja a medida ou conjunto de medidas aplicadas no local nunca poderá haver uma eliminação completa dos factores de risco. Para que isso fosse possível, dentro do âmbito da estrutura, era necessária uma remodelação completa da zona. Contudo existe sempre o factor humano que nunca é totalmente controlável e portanto a hipótese de ocorrência de acidentes é sempre uma certeza por mais eficientes que sejam as medidas tomadas.

4

ESTUDO DE CASO

Neste subcapítulo pretende-se fazer uma pequena demonstração do modo de aplicação do organograma em três locais distintos. Em todos estes locais há registos de acidentes com vítimas e, portanto, podem ser efetuadas algumas melhorias.

4.1. CRUZAMENTO RUA DAMIÃO DE GÓIS/ RUA ANTERO DE QUENTAL

4.1.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL

A Rua Damião de Góis é considerada um eixo urbano estruturante e de articulação intermunicipal enquanto a Rua Antero de Quental se trata de um eixo urbano complementar ou estruturante local. As ruas são perpendiculares entre si e o cruzamento de ambas pode ser considerado um local de bastante importância onde, diariamente, passa um volume de tráfego bastante considerável.

O entroncamento em questão é semaforizado e tratando-se portanto de um local onde ocorrem, tipicamente, acidentes mais graves, tal como já foi referido anteriormente. As ruas em si têm características bastante diferentes pois a rua Antero de Quental é uma distribuidora local de duplo sentido e a rua Damião de Góis é uma distribuidora principal de sentido único.



Figura 4.1. – Imagem aérea do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis [14].

Analisando agora as características da zona podemos perceber que é um local onde existe grande número de habitações multifamiliares, de escritórios e comércio. Os edifícios são todos construídos em altura não ultrapassando os nove pisos acima do solo sendo o piso inferior reservado a estabelecimentos comerciais. Não se verificou existência de garagens que interfiram directamente com o trânsito no cruzamento.

O trânsito de peões que atravessam o cruzamento é regular e bastante frequente.

A rua Damião de Góis tem aproximadamente a orientação Este-Oeste. É uma rua bastante larga, de sentido único e com três vias. Na aproximação ao cruzamento, com a rua Antero de Quental, a via da direita é exclusiva para tráfego de viragem à direita, a via do meio é para os veículos que pretendem seguir em frente e a via da esquerda é reservado para quem quer seguir em frente ou mudar de direcção à esquerda. Existe também estacionamento em espinha, do lado direito, que termina pouco antes da intersecção com a rua Antero de Quental. Imediatamente depois do cruzamento são mantidas as três vias no entanto a da direita é uma via BUS exclusiva para veículos de transporte público cuja largura é bastante superior à das outras vias. Existem também lugares de estacionamento, em paralelo, à esquerda, uns metros após o cruzamento. A passadeira que permite o atravessamento de peões da rua Damião de Góis situa-se antes do cruzamento.

A Rua Antero Quental é bastante mais estreita e, ao contrário da anterior, tem dois sentidos de circulação. A orientação é aproximadamente Norte-Sul. A Sul do entroncamento a rua tem apenas duas vias, uma para cada sentido, e uma fila de estacionamento em paralelo. No outro ramo, mais a Norte, junto ao cruzamento, a rua tem três vias sendo que uma é para quem sai do cruzamento e outras duas, independentes, para quem pretende seguir em frente ou para quem pretende virar à esquerda no cruzamento.

As características acima descritas estão representadas esquematicamente na figura 4.2.

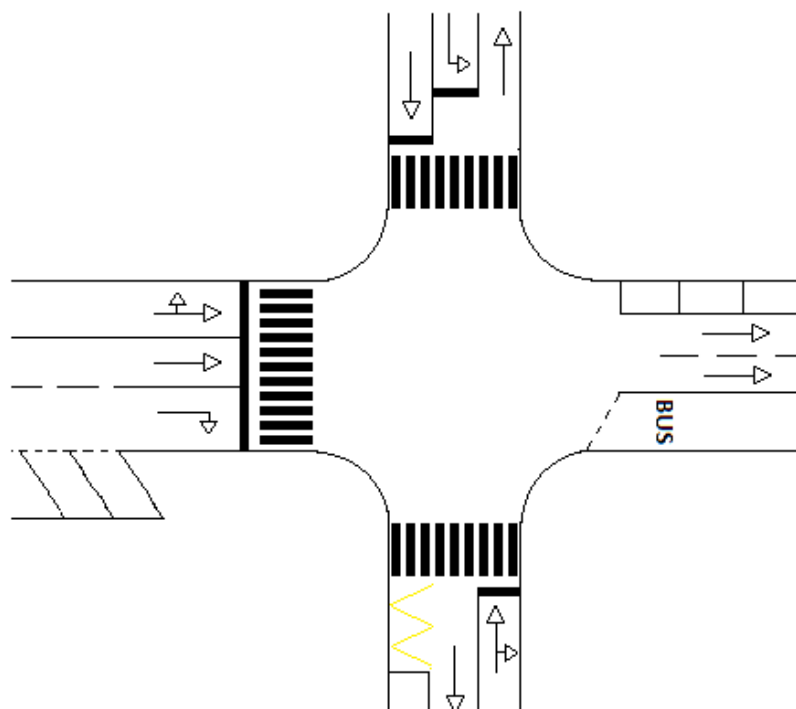


Figura 4.2. – Esquema do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.

O limite de velocidade no local é de 50km/h.

Existem passeios em todos os arruamentos e verificou-se que estes são bastante largos e se encontram em bom estado. As passeadeiras também estão em boas condições, no entanto, não existe sinalização vertical que indique a passagem de peões.

Junto ao cruzamento existem pequenos jardins e árvores que tornam a zona mais acolhedora. Para além disso o espaço é aberto e limpo transmitindo, de modo geral, uma ideia de segurança aos peões.

Durante a noite verificou-se que a rua estava bem iluminada.

São visíveis algumas fissuras no piso, visíveis na figura 4.3., mas de forma geral o piso encontra-se em bom estado.



Figura 4.3. – Pormenores do piso junto ao cruzamento.

Não existem estabelecimentos de ensino na zona, nem mesmo outros tipos de estabelecimentos muito frequentados, que justifiquem a sua referência como factor de influência no tráfego. Por vezes verifica-se estacionamento na faixa de rodagem, numa área adjacente ao entroncamento, mas são paragens rápidas de clientes das lojas comerciais e não estão directamente relacionados com os acidentes no cruzamento.

A única paragem de autocarro próxima localiza-se na rua Damião de Góis, após cruzamento, na faixa BUS não sendo por isso previsível qualquer influência no normal funcionamento do trânsito.

Apenas existem linhas contínuas a separar as vias numa pequena extensão imediatamente antes da intersecção. Na restante extensão as vias são separadas por traço descontínuo com a excepção da via BUS.

É proibido estacionar na área de influência do cruzamento.

Por observação do local em dias de chuva não se observou problemas de drenagem. No entanto não foi possível verificar se tal acontecia em dias de pluviosidade intensa e prolongada.

A única sinalização vertical observada, e referente a veículos ligeiros, é um sinal, no ramo sul na rua Antero de Quental, que indica a proibição de virar à esquerda para os veículos que vão entrar no cruzamento.

O tráfego no entroncamento é gerido por sinalização luminosa. Esta sinalização funciona em duas fases representadas na figura, uma pela cor vermelha (R) e outra pela cor verde (G).

A fase R do semáforo, representada pela cor vermelha, permite a circulação de todos os veículos que vem da rua Damião de Góis assim como a de todos os peões que pretendem atravessar a rua Antero de Quental. Esta situação cria dois pontos de conflito idênticos pois todos os entre veículos que pretendem mudar de direção, quer à esquerda, quer à direita, se deparam com peões a atravessar a passadeira.

A fase G do semáforo, representado pela cor verde, permite a circulação de todos os veículos, provenientes de qualquer um dos sentidos da rua Antero de Quental, assim como de todos os peões que pretendem atravessar a rua Damião de Góis. Nesta fase existe apenas um ponto de conflito que acontece quando um veículo, que circule do sentido Norte-Sul da rua Antero de Quental, pretende virar à esquerda. O veículo não pode efectuar essa viragem enquanto circularem veículos na direção Sul-Norte.

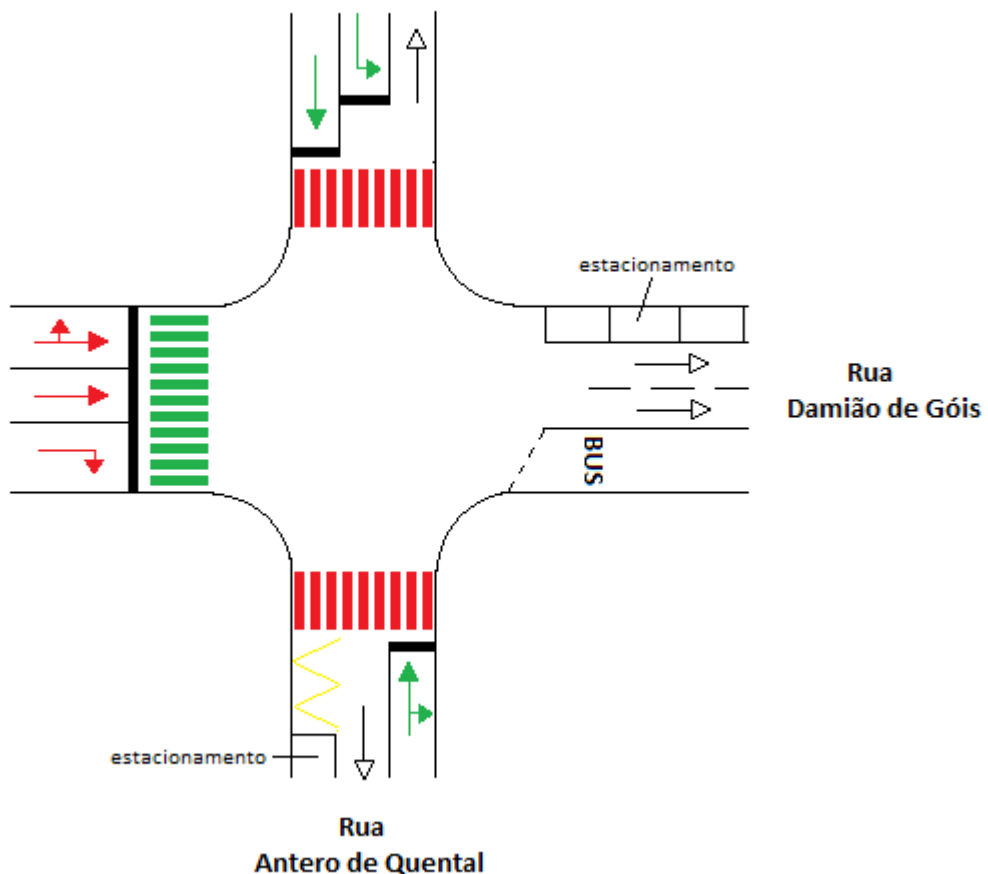


Figura 4.4. – Esquema das fases dos semáforos no cruzamento da Rua Damião de Góis com a Rua Antero de Quental.

4.1.2. REGISTO DE ACIDENTES

No período de 2007 a 2011 foram registados oito vítimas neste cruzamento. Cinco dessas vítimas são resultantes de um acidente por colisão lateral envolvendo duas viaturas em movimento enquanto as outras três de um acidente por colisão frontal no qual estiveram envolvidas cinco viaturas. Todos os sinistros ocorreram em pleno dia e em momentos com boas condições atmosféricas. À data das ocorrências o piso encontrava-se em bom estado.

Existe também o registo de outros dois acidentes na entrada do cruzamento. Uma das ocorrências é um atropelamento na Rua Antero de Quental, também em pleno dia e com bom tempo, envolvendo uma viatura ligeira e um peão do qual resultou um ferido. O acidente em causa aconteceu, principalmente, devido a desrespeito no atravessamento de uma passagem sinalizada. O segundo acidente ocorreu na Rua Damião de Góis envolvendo uma viatura ligeira e um veículo de duas rodas. É de especial importância referir que circunstâncias no momento deste acidente não eram as mais favoráveis pois já era de noite e chovia, condições que diminuem bastante a visibilidade apesar da rua se encontrar iluminada.

Tabela 4.1. – Dados dos acidentes do cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.

Idade	Data	Hora	Tipo	Posição	Proteção	Ação
52	05-10-2006	17:40	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
54	05-10-2006	17:40	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
69	05-10-2006	17:40	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
80	05-10-2006	17:40	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
83	05-10-2006	17:40	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
59	11-05-2008	11:35	Passageiro	À frente	C/ capacete/cinto segurança	-
61	11-05-2008	11:35	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
64	11-05-2008	11:35	-	-	A pé	Transitando pela berma ou passeio
22	03-11-2010	16:45	-	-	A pé	Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica
52	20-12-2011	17:30	Condutor	À frente	Capacete	Em marcha normal

No tabela 4.1. estão registados outros dados recolhidos sobre os acidentes relatados anteriormente.

O acidente do dia 5 de outubro de 2006 corresponde às colisão lateral com outro veículo em movimento, o do dia 11 de maio de 2006 e o do dia 20 de dezembro de 2011 a uma colisão frontal e o do dia 3 de novembro de 2010.

É de notar que não existe qualquer registo de nível de álcool no sangue nos detalhes dos acidentes deste local. Conclui-se portanto que esse factor não foi um elemento determinante para a ocorrência dos sinistros.

Observando as idades verificou-se em que apenas um dos casos a idade é inferior a 50 anos, idade a partir da qual é obrigatória a renovação da carta desde 2012.

4.1.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO

Analisando dos dados disponíveis e o local foi possível observar que um dos principais factores de risco é o ponto de conflito gerado pela fase “G” do semáforo. Esta permite que veículos que pretendem virar à esquerda para a rua Damião de Góis se cruzem com um veículos que pretendem seguir em frente para a Rua Antero de Quental. Neste caso, os veículos que pretendem mudar de direção, encontram habitualmente um entrave pois, em simultâneo, circulam veículos provenientes do ramo sul. Os que seguem em frente tem prioridade em relação aos outros dificultando assim a passagem. O tempo dos semáforos combinado com o elevado volume de tráfego a determinadas horas do dia pode levar a precipitações por parte dos condutores que resultem em acidentes graves.

A figura 4.5. representa uma dessas situações em que o veículo azul precisou de parar de forma abrupta porque o veículo branco se atravessou no seu caminho para poder efectuar a viragem à esquerda.



Figura 4.5.- Pormenor da circulação de veículos no cruzamento da Rua Antero de Quental com a Rua Damião de Góis.

Para além disso, o facto de haverem veículos provenientes de dois ramos, ramo sul e ramo norte da Rua Antero de Quental, e que tem a possibilidade de efectuar simultaneamente a viragem para a rua

Damião de Góis, gera por vezes um ponto de conflito. Os veículos que provenientes do ramo norte, por se encontrarem na necessidade de realizar a viragem mais rapidamente, têm tendência a não efectuarem a paralela correctamente. Apesar de se tratar de um cruzamento bastante largo verificou-se que de facto existe conflito entre viaturas neste ponto, conflito esse que só é muitas vezes evitado porque os veículos provenientes do ramo sul usam parte da via BUS para efectuar a viragem à direita.

Movimentos de virar à esquerda são geralmente reconhecidos como os movimentos de maior risco nos cruzamentos. Estima-se que representem uma grande parcela dos acidentes relacionados com interseções dos quais cerca de dois terços estão em cruzamentos semaforizados. Veículos que efectuam este tipo de movimento podem portanto encontrar conflitos de diversas maneiras, incluindo o tráfego que circula no sentido oposto, o tráfego que circula na mesma direcção e cruzamento com outros veículos.

Na outra fase do semáforo, fase “R”, existe também um ponto de conflito. Qualquer veículo que pretenda mudar de direcção, quer à esquerda quer à direita, corre o risco de encontrar um peão a atravessar a passadeira pois o sinal também se encontra verde para os peões que desejem atravessar a Rua Antero de Quental. Aparentemente a visibilidade é boa pois não há qualquer muro, casa ou outro tipo de estrutura que sirva de entrave. A iluminação durante a noite é suficiente para permitir ver toda a envolvente do cruzamento. No entanto o facto das duas ruas se cruzarem perpendicularmente e da passadeira se encontrar bastante em cima do cruzamento, imediatamente após a curva, por vezes leva a que os condutores dos veículos não vejam os peões por ainda se encontrarem a efectuar a viragem. Estando ainda a efectuar a manobra o condutor corre o risco de estar mais desatento a outros pormenores. Outra causa frequente é o chamado “ângulo morto”, isso acontece quando o peão se encontra ocultado por alguma componente do automóvel. Neste último caso o condutor, mesmo que esteja atento, pode não conseguir ver o peão até ao momento em que a viatura já se encontra muito próxima do mesmo.

Verificou-se também alguns estacionamento irregulares nas imediações do local mas sem qualquer ligação aparente com qualquer acidente que possa ocorrer dentro da intersecção.

Apesar de não haver dados que o comprovem, a prática de velocidades elevadas não foi considerada um factor de risco pois presume-se que esta já esteja controlada pela sinalização luminosa. Também não se encontrou quaisquer ligações evidentes que a possam relacionar com as ocorrências registadas.

4.1.4 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

As medidas para este local foram escolhidas com base nas características do local, anteriormente analisadas, nos factores de risco identificados e nos indicadores disponíveis.

O tráfego médio diário anual (TMDA) registado, correspondente ao ano de 2005, foi de 28000 veículos por 24 horas na rua Antero de Quental e de 19831 por 24 horas para a rua Damião de Góis. Optou-se por usar este valor como base para o nosso estudo pois, apesar de não ser o valor correspondente ao período em questão, é o valor mais actual disponível. É importante referir que o TMDA cresceu continuamente durante os anos de 2001 a 2005, anos sobre os quais dispomos de dados do TMDA, sendo portanto expectável que essa tendência se mantenha e que o valor actual seja superior ao do ano 2005.

Para a escolha das medidas de mitigação foram analisados todos os CMFs disponíveis e compatíveis com um cruzamento de quatro ramos. De entre os CMFs resultantes foram excluídos aqueles em que o intervalo de TMDA correspondente, quando discriminados, não se adaptava ao caso em estudo.

Por fim, de entre a lista final disponível, foram também retirados os que já se encontravam aplicados no local como por exemplo a implementação de semáforos para regular o tráfego e as faixas independentes para viragem à esquerda.

É também essencial referir que só foram considerados os CMFs que poderiam reduzir o número de acidentes sendo por isso excluídos todos os CMF com valores superiores a 1.

Na figura 4.6. está representada a tabela 14.9., retirada do HSM [4] na qual estão listadas sugestões de tratamentos possíveis, a nível da infraestrutura, em interseções. Estas medidas de tratamento sugeridas tem como principal objectivo principal a alteração do nível de sinistralidade rodoviária. Os vistos indicam medidas para as quais existe um CMF disponível.

HSM Section	Treatment	Urban				Suburban				Rural			
		Stop		Signal		Stop		Signal		Stop		Signal	
		Minor Road	All-Way	3-Leg	4-Leg	Minor Road	All-Way	3-Leg	4-Leg	Minor Road	All-Way	3-Leg	4-Leg
14.6.2.1	Reduce intersection skew angle	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—	—	—
14.6.2.2	Provide a left-turn lane on approach(es) to three -leg intersections	✓	—	✓	N/A	—	—	—	—	✓	—	✓	N/A
14.6.2.3	Provide a left-turn lane on approach(es) to four-leg intersections	✓	—	N/A	✓	—	—	—	—	✓	—	N/A	✓
14.6.2.4	Provide a channelized left-turn lane at four-leg intersections	—	—	N/A	—	—	—	N/A	—	✓	✓	N/A	✓
14.6.2.5	Provide a channelized left-turn lane at three-leg intersections	—	—	—	N/A	—	—	—	N/A	✓	✓	✓	N/A
14.6.2.6	Provide a right-turn lane on approach(es) to an intersection	✓	—	✓	✓	—	—	—	—	✓	—	✓	✓
14.6.2.7	Increase intersection median width	✓	✓	—	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	—	—
14.6.2.8	Provide intersection lighting	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Appendix 14A.4.2.1	Provide bicycle lanes or wide curb lanes at intersections	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Appendix 14A.4.2.2	Narrow roadway at pedestrian crossing	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Appendix 14A.4.2.3	Install raised pedestrian crosswalk	T	T	—	—	T	T	—	—	—	—	—	—
Appendix 14A.4.2.4	Install raised bicycle crossing	—	—	T	T	—	—	T	T	—	—	T	T
Appendix 14A.4.2.5	Mark crosswalks at uncontrolled locations (intersection or mid-block)	T	—	—	—	T	—	—	—	T	—	—	—
Appendix 14A.4.2.6	Provide a raised median or refuge island at marked and unmarked crosswalks	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

NOTE: ✓ = Indicates that a CMF is available for this treatment.

Figura 4.6. – Tratamentos disponíveis para interseções (Tabela 14-9 HSM)

A coluna a vermelho corresponde aos dados compatíveis com o local em estudo. Os CMFs apresentados que não constam na lista, para esta interseção, foram retirados da página online *CMF Clearinghouse*.

Treatment	Setting (Intersection Type)	Traffic Volume AADT (veh/day)	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Change to protected phasing (8,15)	Urban (Four- and three-leg signalized)	Unspecified	Left-turn crashes on treated approach (All severities)	0.01*	0.01
			All types (All severities)	0.94**	0.1
Change from permissive to protected/permissive or permissive/protected phasing (15,22)	Urban (Four-leg signalized)	Major road 3,000 to 77,000 and minor road 1 to 45,500	Left-turn (Injury)	0.84	0.02
Change from permissive to protected/permissive or permissive/protected phasing (15)	Urban (Four-leg signalized)	Unspecified	All types (All severities)	0.99	N/A*

Base Condition: For changing to protected phasing, the base condition is permissive, permissive/protected, or protected/permissive phasing. For changing to permissive/protected or protected/permissive phasing, the base condition is permitted phasing.

NOTE: **Bold text** is used for the most reliable CMFs. These CMFs have a standard error of 0.1 or less.
 * Observed variability suggests that this treatment could result in an increase, decrease, or no change in crashes. See Part D—Introduction and Applications Guidance.
 ** Standard error of CMF is unknown.
 + Combined CMF, see Part D—Introduction and Applications Guidance.

Figura 4.7. – Efeitos na sinistralidade causados pela mudança da fase de viragem à esquerda numa interseção urbana sinalizada. (Tabela 14-23 HSM)

A mudança de fase do semáforo que permite a viragem à esquerda, dos veículos provenientes do ramo norte da Rua Antero de Quental, corresponde a um CMF com o valor 0.01. Com a aplicação desta medida prevê-se que todos os acidentes que são provocados por veículos que estejam a efectuar a viragem à esquerda, independentemente da gravidade dos mesmos, diminua em 99%. Apesar de não haver informação detalhada que confirme a existência de acidentes directamente relacionados com esse factor em particular, admitimos que a existência dessa possibilidade. De entre os tratamentos possíveis para redução deste tipo de risco este é o que eventualmente terá uma melhor análise custo/benefício pois trata-se de uma medida de baixo custo, bem sucedida e eficaz.

A aplicação da medida implica a mudança do modo de virar à esquerda de permissiva para permissiva / fase protegida. Quando o semáforo se encontra num modo "permissivo", o sinal verde permite veículos para virarem à esquerda ao mesmo tempo que os veículos que não pretendem mudar de direção. Quando se encontra num modo "permissivo / protegido" a fase permissiva é imediatamente seguida por uma fase protegida que permite a viragem à esquerda exclusiva, esta fase é iniciada por uma indicação de um sinal com seta verde para a esquerda. Durante a fase protegida não é permitida circulação de veículos nas outras direções anulando por isso os riscos enunciados no subcapítulo anterior. As fases indicadas estão representadas na figura 4.8 [15].



Figura 4.8. – Fase permissiva e Fase permissiva/protegida [16].

Actualmente o semáforo tem apenas a fase “permissiva” com uma percentagem de tráfego bastante considerável. A utilização desta medida prevê também a redução de acidentes no geral, ou seja, que não estejam directamente relacionados com a viragem à esquerda, em 6% pois corresponde a um CMF de 0.94.

Uma segunda medida que poderá ser utilizada é aumentar o tempo semáforos verde para peões em zona urbana corresponde a um CMF de 0.5. Este valor só é válido para cruzamentos de quatro ramos, semaforizados e pelo menos seis vias sendo por isso compatível com o local. Pela aplicação desta medida prevê-se a redução para metade dos acidentes que envolvem peões, ou seja, atropelamento. Nos dados disponibilizados existem dois peões envolvidos, vítimas de acidentes distintos neste local, durante o período de 2007 a 2011.

No entanto a mesma medida também tem um CMF de valor 0.55 para outros tipos de acidentes nomeadamente colisão lateral, colisão frontal, colisão traseira, viragem à esquerda entre outros. O que representa uma redução de 45% dos valor total de acidentes independentemente da gravidade do sinistro.

Outra medida, que poderá ser aplicada são as chamadas “*slip phases*” que na prática estão associadas à alteração das fazes do semáforo que deverão passar das duas actualmente existentes para pelo menos três. A essa alteração está associado um CMF de 0.61, para acidentes relacionados com atropelamento, e de 0.44 para os restantes tipos de acidentes. Este CMF representa uma redução de acidentes de qualquer tipo de gravidade desde que aplicado em cruzamentos de quatro ramos, semaforizado e em meio urbano.

A substituição das lâmpadas incandescentes dos semáforos por díodos emissores de luz, ou seja, LEDs. Esta medida corresponde a um CMF de 0.926 para acidentes nocturnos e 0.828 para acidentes por colisão lateral no entanto é uma medida sobre a qual existe ainda muita disparidade de resultados. Em algumas análises concluiu-se que esta medida deveria corresponder a um CMF superior a um, o que na realidade corresponde a um acréscimo do número de acidentes. A grande disparidade de resultados e falta de maior informação, por parte das fontes, sobre as circunstâncias em que foi realizado o estudo tornam-na uma medida bastante arriscada.

Outras alterações que poderão ser usadas são por exemplo a alteração do espaçamento entre a passeadeira e o cruzamento. Esse afastamento iria permitir que os veículos tivessem maior visibilidade do peão quando este está a atravessar a passeadeira. A desvantagem desta medida é poder induzir os peões a tomarem o caminho mais curto para atravessar o cruzamento e portanto atravessarem fora de passeadeira. Se tal ocorresse iria agravar ainda mais a situação em vez de melhorar. Se esta medida

fosse aplicada deveriam ser registadas todas as evoluções dos acidentes rodoviários durante um período mínimo de modo a que esses registos possam ser usados para de futuro criar um novo CMF.

Alguns CMFs não foram considerados como hipótese por implicarem um esforço financeiro muito grande e uma total remodelação da zona. Tal não era justificado quer pelo volume de tráfego médio diário, pelo número de peões ou até mesmo pelo número de acidentes registados.

Tabela 4.2. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para o cruzamento da rua da Rua Antero de Quental com a rua Damião de Góis.

Medida	Valor CMF	Tipo de acidente	Gravidade
Mudança de fase do semáforo que permite a viragem à esquerda	0.01	veículos que efectuem a viragem à esquerda	-
Aumentar tempo semáforos verde para peões	0.50	atropelamento	-
	0.55	outros	-
Alteração das fazes do semáforo	0.61	atropelamento	-
	0.44	outros	-
Substituição das lâmpadas incandescentes dos semáforos por lâmpadas LED	0.926	noturnos	-
	0.828	colisão lateral	-

4.2. AVENIDA MONTEVIDEU 236

4.2.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

A Avenida Montevideu é classificada como distribuidora local. Situa-se na zona oeste da cidade e encontra-se em primeira linha em frente ao mar fazendo parte da denominada marginal marítima do Porto. A rua é ladeada por uma zona residencial de um dos lados, com predominância de moradias, e, do lado oposto, por uma zona de lazer seguida de uma praia que faz ligação com o mar.

A zona de lazer é composta por uma vasta área, para uso exclusivo de peões e bicicletas, na qual estão integrados um passeio largo com jardim, áreas e equipamentos para a prática de desporto, esplanadas e ainda outros pontos de interesse diversos para além da própria praia.

A Avenida Montevideu, juntamente com a Avenida Brasil, são um elo de ligação entre dois antigos fortes na orla marítima da cidade do Porto: o Forte de São João Baptista na Foz do Douro, situado mais a sul, e o Forte de São Francisco Xavier (Castelo do Queijo), situado mais a norte situado junto à praça de Gonçalves Zarco, Matosinhos. A avenida Montevideu corresponde ao troço mais a norte deste passeio marítimo.

Do lado oposto, zona residencial, existe estacionamento para carros e um pequeno passeio para peões. O estacionamento é feito em paralelo e não está sujeito a qualquer tipo de pagamento. A única exceção é num local onde existe uma habitação multifamiliar, pois o edifício encontra-se num plano recuado em relação à avenida, e em frente à qual existe estacionamento em espinha.

As habitações são, na sua maioria, moradias entre as quais é possível encontrar condomínios privados, serviços e mesmo habitações abandonadas.

A avenida tem um comprimento total de aproximadamente 1 km ao longo do qual desembocam três ruas: Rua Timor, Rua Pero da Covilhã e Rua Funchal.

Verificou-se que, ao longo de todo o arruamento, só existem passadeiras para peões no início e fim da avenida e mais três junto às três ruas anteriormente mencionadas. Em duas delas não existe qualquer tipo de sinalização luminosa.

A avenida é de dois sentidos separados por linha dupla contínua. Para cada sentido existem duas vias de circulação. O que torna a avenida bastante larga. O piso é em asfalto e encontra-se em bom estado, o mesmo se pode dizer das marcas rodoviárias que são bem visíveis.

O tráfego é controlado através de semáforos em três locais distintos. Esse controlo é apenas feito para permitir que os peões atravessem na passadeira e, conseqüentemente, também obriga os veículos a reduzirem a velocidade. Dois dos locais são nas extremidades da avenida, um junto à praça de Gonçalves Zarco e outro no local de separação entre a avenida Montevideu e a avenida Brasil, o segundo corresponde ao cruzamento com a Rua do Molhe, apesar do semáforo não controlar o cruzamento em si. Para além dos semáforos no início e fim da rua existe também controlo de tráfego por sinalização luminosa junto à Rua Pero da Covilhã.

Em toda a extensão da avenida existem seis paragens de autocarro, três de cada lado, junto das quais não existem passadeiras. É necessário percorrer um caminho um pouco mais longo para que os peões possam atravessar para o lado do mar.

De facto, verificou-se que há locais onde é necessário percorrer uma larga distância até à passadeira mais próxima levando por vezes a que os peões atravessem fora dos locais próprios e aumentando assim o risco de acidente.



Figura 4.9. – Vista da Avenida Montevideu a partir da paragem de autocarro “Homem do Leme”.

Esta situação acontece, por exemplo, no local em estudo que corresponde ao número 236, ponto este que pertence ao troço da avenida que fica entre a rua Funchal e a rua do Molhe, ou seja, mais a sul. Nesta zona podemos observar uma grande extensão de avenida sem existência de passeadeiras. Observando mais pormenorizadamente o local foi possível confirmar que, de facto, é quase impossível avistar qualquer tipo de passagem para peões do ponto em questão. Outro facto que agrava a situação é a existência, a poucos metros do local, de paragens de autocarro em ambos os lados da rua.

O número 236 corresponde ao portão de entrada de veículos de uma propriedade privada com uma grande área. Nesse terreno podemos encontrar uma moradia antiga, com anexos, e à qual foram acrescentadas algumas estruturas mais recentes. No complexo, chamado Edifício Montevideu, estão sediados diversos serviços e escritórios de empresas sendo frequente a entrada e saída de veículos ao longo do dia.

Durante dias de bom tempo, principalmente ao fim de semana e feriados, e também durante a semana em meses de Verão a procura de lugares de estacionamento é muito superior à oferta sendo habitual haver veículos estacionados em cima dos passeios e em lugares ilegais que dificultem o correcto funcionamento do trânsito nomeadamente a visibilidade mínima da área circundante que é indispensável para uma condução segura.

No entanto verificou-se que, mesmo em dias em que o estacionamento não é caótico, a visibilidade para veículos que pretendem entrar na avenida Montevideu, vindo das ruas perpendiculares, é muito limitada. É mesmo necessário entrar um pouco dentro do entroncamento para verificar se algum veículo se aproxima a circular na faixa mais próxima.



Figura 4.10. – Imagem aérea da Avenida Montevideu onde é visível o número 236 [14].

Na figura 4.10. está assinalado o local exacto do número de polícia 236. É também visível a paragem de autocarro do Homem do Leme, anteriormente mencionada, e o enorme espaço de lazer dedicado a peões e velocípedes. A imagem aérea não é muito recente mas as únicas alterações efectuadas até à data, em relação ao que é visível na imagem, foi a alteração do pavimento, que agora se encontra em bom estado, e a criação de um corredor para bicicletas, paralelo à rua, no lado do passeio mais largo.

Actualmente existe um projecto em curso no qual está prevista uma requalificação dos jardins, elementos históricos e pavimentos da marginal marítima, incluindo a Avenida Montevideu. Este projecto implicará um investimento de 712 mil euros participado em 85% por fundos comunitários. Segundo dados disponibilizados pelo vereador do Ambiente da Câmara do Porto, o projecto tem início marcado para junho de 2014.

Esta requalificação, embora não esteja associado directamente a questões do âmbito do tráfego rodoviário, pode de algum modo implicar alterações da zona que influenciem essa matéria, nomeadamente em assuntos que estejam relacionados com peões.

4.2.2. REGISTO DE ACIDENTES

Na avenida Montevideu foram identificados três acidentes distintos dos quais resultaram cinco vítimas registadas.

Na primeira ocorrência, do qual resultaram dois feridos, estiveram envolvidas uma viatura ligeira e um veículo de duas rodas. O tipo de acidente foi colisão com outras situações e aconteceu durante uma noite de bom tempo. No momento do acidente a rua encontrava-se iluminada e o piso em estado regular.

A segunda ocorrência e terceira ocorrência aconteceram com um intervalo temporal de cinco minutos pelo que podem estar relacionadas apesar de não haver qualquer informação sobre tais circunstâncias. Ambos ocorreram durante a noite, com bom tempo, iluminação na rua e piso em bom estado.

Um deles é um acidente resultante de um atropelamento do qual resultou uma vítima. A causa do acidente foi atravessamento fora de passagem sinalizada e os dados indicam que o peão se encontrava a mais de 50 metros da passadeira. Este pormenor, especificado no boletim associado ao acidente de viação, vem de facto confirmar que a passadeira mais próxima do local se encontra a mais de 50 m.

O último registo corresponde a uma colisão lateral com outro veículo em movimento no qual estiveram envolvidos de novo um veículo de duas rodas e uma viatura ligeira. Deste acidente resultaram duas vítimas.

Na tabela 4.3. estão descritos os restantes dados sobre os acidentes em causa. A colisão com outras situações ocorreu no dia 12 de junho de 2009 às duas horas da manhã. O atropelamento ocorreu no dia 17 de setembro de 2011 às dez e vinte da noite e, no mesmo local, cinco minutos mais tarde foi registada uma colisão lateral com outro veículo em movimento.

Tabela 4.3. - Dados dos acidentes registados na Avenida Montevideu 236.

Idade	Data	Hora	Tipo	Posição	Proteção	Ação
39	12-06-2009	2:00	Passageiro	À frente	C/ capacete/ cinto segurança	-
51	12-06-2009	2:00	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
14	17-09-2011	22:20	-	-	A pé	Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50m de uma passagem ou quando não exista passagem
41	17-09-2011	22:25	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
45	17-09-2011	22:25	Passageiro	À frente	C/ capacete/ cinto segurança	-

4.2.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO

A rua é bastante larga e, tendo as duas vias para cada sentido, torna-se um factor que propicia a prática de velocidades seriamente elevadas principalmente durante a noite pois o volume de tráfego é consideravelmente mais reduzido. Apesar de ser de dois sentidos separados por linha dupla contínua foi possível observar que, durante a noite, existem veículos que desrespeitam esta sinalização. O troço em causa é ainda mais problemático neste aspecto por ser aquele que tem maior extensão sem qualquer tipo de controlo por sinalização luminosa.

As passadeiras existentes também estão muito distanciadas entre si, principalmente no troço em questão, o que leva a que os peões prefiram correr o risco de passar fora das mesmas em vez de percorrer uma longa distância para atravessar de forma segura. Esta situação é ainda agravada pelo facto de existir uma paragem de autocarro, perto do local, e que está também distanciada de qualquer passadeira.

A grande largura da rua, combinada com as velocidades elevadas e a falta de passagens para peões, são factores que propiciam a ocorrência de atropelamentos.

O estacionamento pode também levar a algum tipo de acidentes, principalmente em dias de muita procura, no entanto, por observação dos CMFs, foi possível perceber que mudar o tipo de estacionamento de paralelo para espinha faria aumentar ainda mais os acidentes.

4.2.4. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Para escolha das medidas foram consultados os CMFs disponíveis para o conjunto de características do local: zona urbana e fora de interseções. De entre os CMFs possíveis eliminamos aqueles que não podem ser utilizados por não se adequarem à situação e também os que já se encontram de algum modo aplicados.

O tráfego médio diário anual (TMDA) registado, correspondente ao ano de 2005, foi de 26271 veículos por 24 horas. Optou-se por usar este valor como base para o nosso estudo pois, apesar de não ser o valor correspondente ao período em questão, é o valor mais actual disponível. É importante referir que o TMDA cresceu continuamente durante os anos de 2001 a 2005, anos sobre os quais dispomos de dados do TMDA, sendo portanto expectável que essa tendência se mantenha e que o valor actual seja superior ao do ano 2005. Este volume de tráfego obrigou à exclusão de alguns CMFs.

As medidas apresentadas são as possíveis, baseadas nos CMFs, no entanto não foi ainda feita nenhuma análise custo/benefício podendo por isso, representar um custo bastante elevado para os recursos disponíveis.

Os primeiros CMF apresentados são retirados do HSM e são portanto acompanhados das respectivas tabelas.

A instalação de sinais individuais de alerta de velocidade variáveis corresponde a um CMF de 0.59. Representa um decréscimo de 41% no número total de acidentes com vítimas graves e ligeiras independentemente do tipo de sinistro. No entanto tem uma qualidade muito baixa, apenas uma estrela em cinco, segundo o *CMFclearinghouse*.

A mesma medida, mas aplicada a condutores individuais, reflete-se numa diminuição ainda maior da sinistralidade pois corresponde a um CMF de 0.54. Neste caso o decréscimo não afecta apenas os acidentes com vítimas graves ou ligeiras mas sim todos o tipo de acidentes independentemente da gravidade. Esta medida tem quatro estrelas em cinco o que corresponde a uma qualidade bastante superior à anterior.

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Install changeable speed warning signs for individual drivers	Unspecified (Unspecified)	Unspecified	All types (All severities)	<i>0.54</i>	<i>0.2</i>

Base Condition: Absence of changeable speed warning signs.

NOTE: Based on international study: Van Houten and Nau 1981.
Italic text is used for less reliable CMFs. These CMFs have standard errors between 0.2 to 0.3.

Figura 4.11. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de sinais de alerta de velocidade para condutores individuais. (Tabela 13-33 HSM)

Os sinais individuais variáveis de alerta de velocidade avisam os condutores da velocidade instantânea a que circulam dando um alerta através de um ecrã. Existem várias maneiras de aplicar esta medida,

uma seria um alerta simples através de cores, verde se a velocidade é abaixo da indicada para o local, amarelo se a velocidade é muito próxima mas ainda abaixo ou igual à indicada para o local e vermelho se a velocidade for acima do limite legal, ou então um ecrã que mostrasse a velocidade a que o veículo circula, tal como mostra a imagem direita da figura 4.12 [17]. Em alternativa poderá ser usado um ecrã em que apareça um sinal luminoso, com o limite de velocidade legal no local, sempre que um veículo circule acima desse limite, como representado na imagem esquerda da figura 4.12 [18]. Estes diapositivos não são providos de qualquer tipo de câmara que registe os veículos que não cumprem a lei. O objectivo principal é de sensibilização dos condutores para que estes adaptem a velocidade ao limite local.

A medida aplicada a condutores individuais é difícil de aplicar no local pois existem duas faixas em cada sentido. Não é impossível no entanto seria provavelmente necessária uma estrutura mais complexa e dispendiosa, circunstância que não se justifica para o local em questão.

A situação representada à esquerda já é colocada em prática, desde, na VCI do Porto em quatro locais distintos, dois em cada sentido. A do lado direito é semelhante à solução utilizada na Avenida da Liberdade em Leça da Palmeira, apesar da imagem não corresponder ao local. À semelhança da Avenida Montevideu, a Avenida de Leça também fica em primeira linha em relação ao mar e tem também duas vias para cada sentido apesar do traçado ser menos retilíneo.



Figura 4.12. – Sinais variáveis de alerta de velocidade.

Os painéis que indiquem a velocidade momentânea dos veículos devem ser bem visíveis e legíveis de modo a sensibilizar os condutores. Poderá haver também sinalização complementar mas deve haver o cuidado de evitar a sua sobreposição de sinalização de modo a não tornar a leitura confusa por parte dos condutores.

Para tornar esta medida ainda mais eficaz é sempre possível acrescentar uma câmara de controlo e registo dos veículos que circulem acima do limite de velocidade.

A instalação de câmaras de sinal vermelho, as intituladas red-light cameras (RLR) pelo HSM, trata-se uma medida frequentemente estudada. Existem muitos valores relacionados com esta aplicação no entanto nem todos prevêm uma redução da sinistralidade. No *CMFclearinghouse* existem setenta e dois valores de CMFs relacionados com esta medida. A disparidade de resultados deve-se ao tipo de acidente que está a ser analisado, gravidade do mesmo ou até do autor do estudo. Mas, de uma forma geral, é possível concluir que a aplicação desta medida irá reduzir a sinistralidade total do local onde é aplicada pois são mais o CMF que prevêm essa descida do que os que mostram o contrário.

As câmaras de sinal vermelho são um tipo de câmara de controlo de tráfego que captura uma imagem de um veículo que entrou em uma interseção, ou outro tipo de local com controlo semaforizado, apesar

do sinal de trânsito indicar vermelho (durante a fase de vermelho) fotografando automaticamente veículos os veículos que cometam a infração de passar com a luz vermelha. A foto é uma prova que auxilia as autoridades na sua aplicação de leis de trânsito. Em geral, a câmara é acionada quando um veículo passa o semáforo (passa a barra que sinaliza o stop) após o sinal de trânsito ficar vermelho. Normalmente, a polícia ou entidade responsável precisa de rever a prova fotográfica assim como todos os dados relacionados que também podem ser obtidos através da câmara, como por exemplo a velocidade de circulação do veículo, e determinar se ocorreu realmente uma violação da lei. Se for determinado que realmente ocorreu a infração então será enviada uma notificação para o proprietário do veículo encontrado em violação da lei.

Esta medida podia ser aplicada usando semáforo intermédio, para controlo de velocidade, junto ao local em estudo. O sinal luminoso deve mudar para vermelho sempre que alguém ultrapasse o limite de velocidade sendo a câmara acionada se o veículo não parar no sinal vermelho. Este tipo de medidas, mudança do semáforo para vermelho se o condutor ultrapassar o limite de velocidade, já são actualmente usadas mas por vezes revelam-se ineficientes. São frequentes as vezes em que os condutores não respeitam a sinalização ou então aceleraram ainda mais pois sabem que acionaram o sinal vermelho e querem passar no semáforo enquanto este ainda está verde ou amarelo. No segundo caso a medida acaba por não ter efeito e muitas vezes obriga apenas a parar os condutores que seguem dentro do limite de velocidade uma vez que o veículo que acionou o sinal vermelho passou o semáforo. Utilizando as câmaras de sinal vermelho reduziríamos ambos os riscos pois a câmara pode captar os veículos que passam com o sinal vermelho, desse modo o número de veículos que ultrapassa o semáforo de modo ilegal é reduzido e, conseqüentemente, os veículos deixarão de acionar o sinal com tanta regularidade.

Outra opção seria usar essas câmaras nos semáforos mais próximos mas, por razões já anteriormente mencionadas, o efeito provocado pelos mesmos, por se encontrarem distantes, podiam não ter qualquer influência na velocidade praticada em frente ao número 236.

É importante referir que a aplicação desta medida implica a existência de uma entidade responsável por registos captados e que, de seguida, efectuasse todo o trabalho de identificação dos veículos, notificação dos condutores e garantisse também o pagamento da coima. Este tipo de medida já foi adoptada na Via de Cintura Interna do Porto (dois pórticos em cada sentido, três na Prelada e um nas Antas) mas, apesar de ter contribuído para a redução da velocidade, o efeito só é sentido numa área muito próxima ao radar. Além disso a necessidade de haver uma entidade responsável pela manutenção dos radares e que garantisse a cobrança das coimas, tratasse de todas as questões jurídicas que daí resultaram, tanto por falta de pagamento da multa como por outras razões, criou um conflito, relacionado com o contrato de concessão. Por falta de entendimento das partes envolvidas, neste momento os radares não se encontram em funcionamento e sendo apenas usados como medida de sensibilização.

A aplicação de lombas no pavimento é uma medida que pode representar uma diminuição de pelo menos metade do número de acidentes com vítimas registados no local.

As chamadas “*Speed humps*” não são exactamente lombas mas sim são ondulações transversais criadas no pavimento. São construídas com vários materiais (alcatrão, borracha reciclada ou betão) com um comprimento, no caso da Inglaterra, de 3,7 metros e 75 mm de altura. Quando transpostas à velocidade, recomendada para a situação, de 15.20 MPH, aproximadamente 24.46 km/h, os ocupantes da viatura sentem uma sensação de “ elevação / deslocação ” e destinam-se a forçar os veículos a abrandar a velocidade antes da sua transposição [19]. Esta não é uma solução habitualmente usada em Portugal no entanto tem um CMF de 0.5 o que representa um decréscimo significativo do total de

acidentes com vítimas. Outra vantagem desta medida é que também tem um efeito na sinistralidade das ruas adjacentes que corresponde a um valor de CMF de 0.95.

No nosso país são mais utilizadas as “*Speed bump*”, em português Lombas Redutoras de Velocidade (LRV). Fazem parte do grupo das anteriores pois são também ondulações transversais, habitualmente em borracha, no entanto obrigam à quase paragem do veículo. Por obrigar a uma redução maior da velocidade espera-se que esta medida tenha um CMF menor que 0.5 no entanto não existem quaisquer dados disponíveis que forneçam essa informação.

A diferença entre “*Speed Hump*” e “*Speed Bump*”/lomba está representada na figura 4.13.



Figura 4.13. – Esquema representativo de um “*Speed Hump*” e um “*Speed Bump*” [20].

As LRV são medidas de acalmia de tráfego que consistem na alteração de cota da superfície do pavimento da estrada com o objetivo de produzir um impacto visual e físico no condutor e, dessa forma, induzir à redução da velocidade de circulação. A sua eficácia resulta, à semelhança das “*Speed Humps*”, da incomodidade imposta ao condutor durante a sua transposição a velocidades superiores à velocidade de projeto.

Segundo um despacho da (extinta) Direção Geral de Viação, actual Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT), designa-se por LRV uma secção elevada da faixa de rodagem construída em toda a largura desta com carácter não temporário, dimensionada com o objetivo de causar desconforto crescente nos ocupantes dos veículos com o aumento da velocidade durante o seu atravessamento. Tal efeito não pode, porém, ser significativo para velocidades de valor igual ou inferior ao recomendado e, nestes casos, não pode provocar qualquer dano nos veículos (desde que estes não excedam o limite de velocidade legal) [21].

Outra solução semelhante mas que ainda não tem um CMF atribuído são as passadeiras sobrelevadas. Este dispositivo obriga também os condutores a reduzirem a velocidade do veículo quando este se aproxima da passagem de peões. Podem ser utilizadas com o mesmo objectivo que as lombas mas tem a particularidade de obrigarem a reduzir exactamente junto à passadeira e, como são mais extensas, obrigam também a uma maior redução da velocidade. Devem estar bem sinalizadas para que os condutores adoptem um comportamento adequado e não sejam apanhados de surpresa. Se os condutores tentarem atravessar a passadeira a velocidades elevadas pode resultar num acidente ainda mais gravoso que os já registados e portanto essa medida teria o efeito contrário ao desejado.

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Adjacent to roads with speed humps	Urban/ Suburban (Residential Two-lane)	Unspecified	All types (Injury)	0.95*	0.06
Install speed humps				<i>0.60</i>	<i>0.2</i>

Base Condition: Absence of speed humps.

NOTE: Based on U.S. studies: Ewing 1999 and international studies: Baguley 1982; Blakstad and Gjaever 1989; Gjaever and Meland 1990; Webster 1993; Webster and Mackie 1996; ETSC 1996; Al Masaeid 1997; Eriksson and Agustsson 1999; Agustsson 2001.

Bold text is used for the most reliable CMFs. These CMFs have a standard error of 0.1 or less.

Italic text is used for less reliable CMFs. These CMFs have standard errors between 0.2 to 0.3.

* Observed variability suggests that this treatment could result in an increase, decrease or no change in crashes. See Part D Introduction and Applications Guidance.

Figura 4.14. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de “Speed Humps”. (Tabela 13-48 HSM)

Converter o estacionamento grátis em estacionamento pago poderia representar um decréscimo dos acidentes com vítimas no entanto iria haver um aumento de acidentes sem vítimas. Se o número de acidentes com vítimas for superior ao de acidentes sem vítimas esta será uma medida a considerar no entanto é necessário ter em consideração que enquanto os primeiros decrescem 6%, CMF de 0.94, os segundos aumentam 19%, CMF de 1.19. Na presente dissertação apenas temos acesso aos registos de ocorrências das quais resultaram vítimas, não dispomos por isso de dados suficientes para justificar a aplicação desta medida na Avenida Montevideu seria uma situação viável e justificável.

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Convert free to regulated parking	Urban (Arterial)	Unspecified	All types (Injury)	0.94*?	0.08
			All types (Non-injury)	1.19?	0.05

Base Condition: Provision of free parking.

NOTE: Based on U.S. studies: Cleveland, Huber and Rosenbaum 1982 and international study: Dijkstra 1990

Bold text is used for the most reliable CMFs. These CMFs have a standard error of 0.1 or less.

* Observed variability suggests that this treatment could result in an increase, decrease, or no change in crashes. See Part D—Introduction and Applications Guidance.

? Treatment results in a decrease in injury crashes and an increase in non-injury crashes. See Part D—Introduction and Applications Guidance.

Figura 4.15. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela conversão do estacionamento na rua grátis em estacionamento pago. (Tabela 13-51 HSM)

Outra solução que já é utilizada em Portugal mas que ainda não tem CMF atribuído são as passadeiras com semáforos activados por peões. Estes dispositivos são passadeiras as quais são combinadas com semáforos que estão sempre verdes para os veículos exepcto quando são activados pelos peões que desejam atravessar a passadeira. Quando activados o semáforo passa a verde para os veículos e verde para os peões. Esta medida pode ser provida de contagem decrescente para os peões, que é também visível para os condutores dos veículos. Existe um CMF de valor 0.3 que corresponde apenas à aplicação de contagem decrescente para peões em zonas onde já existe sinalização.

Tabela 4.4. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para a Avenida Montevideu, 236.

Medida	Valor CMF	Tipo de acidente	Gravidade
Sinais individuais de alerta de velocidade variáveis	0.59	todos	Com vítimas graves e ligeiras
Sinais de alerta de velocidade variáveis aplicados a condutores individuais	0.54	todos	-
Câmaras de sinal vermelho	~	~	~
Lombas Redutoras de Velocidade	0.50	todos	Com vítimas
Converter o estacionamento grátis em estacionamento pago	0.94	todos	Com vítimas

4.3. AVENIDA DA BOAVISTA 2706

4.3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O local em estudo pertence a uma conhecida avenida da cidade onde circulam diariamente dezenas de milhares de carros.

Com cerca de cinco mil e quinhentos metros de extensão, é a mais longa avenida portuense, prolongando-se em linha recta desde o Hospital Militar do Porto até à Praça de Gonçalves Zarco, situada junto ao mar e ao antigo forte de São Francisco Xavier, conhecido habitualmente por Castelo do Queijo. Atravessa também a famosa praça Mouzinho de Albuquerque, cuja designação popular é rotunda da Boavista, e cruza diversas vias de elevado tráfego da cidade do Porto entre as quais a Via de Cintura Interna (VCI).

A avenida da Boavista apenas cruza a VCI através de um viaduto é, no entanto, de salientar que existem entradas e saídas que a ligam directamente, ou quase directamente, ambas. Esses ramos de ligação encontram-se significativamente perto no local de estudo e justificam muito do volume de tráfego que se verifica diariamente nesta zona da avenida.

Sendo uma das principais artérias é também relevante destacar a centralidade económica e cultural que esta representa para a cidade do Porto. Ao longo da avenida há de tudo, edifícios de escritórios, hotéis, estabelecimentos de ensino e outros tipos de serviços, áreas verdes, zonas de habitação, sendo muitas delas grandes moradias luxuosas usadas como condomínios privados, passando também por várias zonas comerciais, entre as quais se destaca a existência de algumas das lojas mais conceituadas da cidade e do país. O arruamento atravessa as freguesias de Cedofeita, Massarelos, Lordelo do Ouro, Ramalde, Aldoar e Nevogilde.

Ao longo dos anos têm sido edificadas sucessivas construções em altura, que destoam da caracterização original da avenida, no entanto ao longo do pequeno troço onde se localiza o número 2706, verificamos que ainda existe a predominância de moradias, ligeiramente isoladas da face da rua, e também de terrenos particulares, que embora estejam isolados, se encontram abandonados ou a ser usados como estacionamento. Todas as moradias têm portões que permitem o acesso de veículos.

Analisando os registos constatou-se que o longo eixo de comunicação é o arruamento com maior número de acidentes registados ao longo de toda sua extensão, partindo do princípio que a VCI e a circunvalação não fazem parte da lista dos locais que poderão ser analisados e tratados nesta dissertação. Ao longo da rua é possível identificar vários locais e zonas de risco, no entanto, optou-se por focar apenas o número 2706 pois é o que mais relevante em termos de vítimas resultantes de acidentes rodoviários.

O sítio exacto que iremos examinar faz parte da união de freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos e localiza-se na entrada da interseção entre a Avenida da Boavista e da Avenida Marechal Gomes da Costa. O número 2706 está assinalado na imagem 4.16. com uma cruz vermelha apesar de se encontrar muito próximo da interseção será considerado como fora do cruzamento pois os acidentes registados não estão, aparentemente, directamente relacionados com o mesmo.

A interseção em causa é bastante complexa pois envolve o cruzamento de três grandes ramos, dois correspondentes à Avenida da Boavista e um correspondente à Avenida Marechal Gomes da Costa, todas com um volume de tráfego elevado.

O local em estudo fica imediatamente antes de um dos semáforos.



Figura 4.16. – Imagem aérea da Avenida da Boavista [14].

A avenida da Boavista é constituída, nesta zona, por seis vias, duas para cada sentido de trânsito e outras duas para transportes públicos. As “vias BUS” referidas ocupam o corredor central da avenida e são isoladas do restante tráfego por jardins com cerca de um metro de largura e ligeiramente sobreelevados em relação ao pavimento.

Na aproximação ao cruzamento o corredor BUS, de sentido descendente, passa a não ser exclusivamente para veículos de transporte público, tornando-se uma via independente para quem pretende virar à esquerda. Os veículos que seguem no sentido descendente da avenida são encaminhados para essa via através das marcas rodoviárias no pavimento e de um ilhéu direcional materializado com lancil. Esta via tem uma fase de sinalização luminosa independente, e mais curta,

que a dos veículos que não efectuam mudança de direção pois seguem em frente na avenida da Boavista.

A Avenida Marechal Gomes da Costa é também um arruamento com duas vias para cada sentido de trânsito mas com um volume de tráfego bastante inferior ao da avenida da Boavista.



Figura 4.17. – Pormenor da Avenida da Boavista me frente ao número 2706 [14].

O piso é em asfalto e encontra-se em estado razoável pois existem locais, nomeadamente em frente ao número 2706. Nesse local são visíveis buracos e degradação do piso ao longo da rua que provavelmente se devem a remendos efectuados após alguma intervenção.

As marcas de sinalização rodoviária estão um pouco gastas mas são bem visíveis. No entanto não se verificou a existência de qualquer tipo de sinalização vertical com excepção dos semáforos.

O passeio, do lado exterior da avenida, tem largura suficiente mas podia estar em melhor estado. Também existe passeio do lado interior, que delimita as faixas BUS no entanto não é constante ao longo de todo o percurso sendo mesmo inexistente na zona em estudo.

O limite de velocidade no local é de 50km/h.

Não existem lugares de estacionamento público no local exacto nem nas proximidades imediatas.

Para além características enumeradas é importante também referir que é frequente a existência de veículos parados em cima do passeio que ocupam parcialmente a faixa de rodagem assim como veículos que efectuam paragens que ocupam totalmente a via da esquerda. de roda Embora se trate de paragens rápidas são sempre prejudiciais.



Figura 4.18. – Vista da Avenida da Boavista a partir da rua Doutor Alberto de Macedo.

Imediatamente depois desse mesmo semáforo a faixa de rodagem tem duas vias e é permitida a viragem à direita, para quem circula na via da direita. Antes dessa viragem existe novamente controlo semaforizado, a poucos metros de distância do semáforo anterior, no entanto funciona de maneira totalmente diferente. O semáforo em questão é controlado pelos peões, quando o peão aciona o botão próprio para o efeito o semáforo fica imediatamente verde para os peões e vermelho para os veículos. Por se tratar de uma mudança praticamente instantânea pode levar veículos a paragens repentinas obrigando os veículos que circulam atrás a efectuar também paragens bruscas. Para além dessa situação pode também haver fila para quem pretende efectuar a viragem, à direita, para a rua Doutor Alberto de Macedo, o que causa constrangimento no tráfego que pretende seguir em frente na avenida. Estes dois aspectos são especialmente preponderantes devido ao curto espaço/distância que os veículos têm disponível entre o arranque do semáforo anterior e o momento de paragem no semáforo seguinte ou de viragem à direita. Esta situação é propícia a colisões traseiras pela redução de velocidade ou até travagem repentina de quem quer virar à direita aliada à velocidade, muitas vezes excessiva, de quem arranca no semáforo e pretende seguir em frente ou até mesmo de quem apanhou sinal verde para os veículos. A mesma combinação de factores é determinante no caso dos semáforos exclusivos para peões.

Na zona existem também acessos a habitações particulares e a um parque de estacionamento também particular.

4.3.2. REGISTO DE ACIDENTES

Nos dados disponíveis existe apenas o registo de dois acidentes com vítimas dos quais resultaram seis vítimas. Um dos acidentes foi por colisão lateral com outro veículo em movimento e outro por colisão traseira. As ocorrências foram verificadas em pleno dia e com bom tempo.

Para além destas ocorrências existem também outros quatro registos, muito perto do local em estudo e no mesmo sentido de tráfego. Estes acidentes, apesar de não terem qualquer ligação entre si para além da proximidade, são quase todos da mesma natureza. Três deles correspondem a colisões traseiras e apenas um a atropelamento. Todos os acidentes aconteceram durante o dia e com bom tempo excepto uma colisão traseira que ocorreu, também durante o dia, mas em circunstâncias de chuva.

Os dados em falta, que também constam nos registos, estão discriminados na tabela 4.5.

Tabela 4.5. - Dados dos acidentes registados na Avenida da Boavista, 2706.

Idade	Data	Hora	Tipo	Posição	Proteção	Ação
64	07-06-2011	10:30	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
54	30-12-2006	13:45	-	À frente	Cinto de segurança	Em marcha normal
83	04-01-2008	16:40	-	-	A pé	Atravessando em passagem sinalizada
79	15-11-2008	15:00	Passageiro	À frente	C/ capacete/ cinto segurança	-
38	11-12-2008	16:00	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Parado ou estacionado
32	03-05-2010	14:55	Condutor	À frente	Cinto de segurança	Inversão do sentido de marcha
39	03-05-2010	14:55	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
59	03-05-2010	14:55	Condutor	À frente	Isento	Em marcha normal
60	03-05-2010	14:55	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
61	03-05-2010	14:55	Passageiro	-	S/ uso capacete/cinto segurança	-
33	21-06-2010	21:10	Condutor	À frente	Capacete	Em marcha normal

4.3.3. IDENTIFICAÇÃO DOS FACTORES DE RISCO

Por observação do local é possível perceber a existência de um grande número de veículos que circulam com velocidade superior à velocidade limite do local.

Os estacionamento que ocupam parcialmente a via também são frequentes. Este facto deve-se habitualmente à necessidade de paragens rápidas para entrada ou saída de passageiros pois existem moradias, restaurantes, uma escola e paragens de autocarro perto do local e não existem lugares de estacionamento nas proximidades.

Existe também uma independente de viragem à esquerda que por vezes se torna demasiado pequena para o volume de tráfego existente, principalmente devido ao tempo reduzido da luz verde do semáforo e tempo de espera longo. O número de veículos que pretendem virar à esquerda implica por vezes que estes ocupem a faixa de quem pretende seguir em frente causando assim constrangimentos no trânsito e por vezes paragens inesperadas que aliadas à velocidade excessiva podem resultar em colisões traseiras.

4.3.4. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Actualmente a avenida encontra-se em remodelação pelo que qualquer alteração proposta, tendo em conta as características actuais, pode não ser viável ou necessária após o final da intervenção que se encontra actualmente em curso.

Todas as sugestões apresentadas são apenas hipóteses de soluções. A sua aplicação deverá contribuir para a redução dos acidentes de acordo com o CMF aplicado. É sempre necessário ter em conta que, independentemente da boa ou má aplicação da medida, é possível que o efeito real não corresponda ao efeito previsto.

O volume de tráfego médio diário anual registado na Avenida da Boavista é de 57966 veículos por 24 horas, valor registado em 2005. A evolução do volume de tráfego foi bastante inconstante ao longo dos anos registados pelo que não é possível prever se o volume actual é superior ou inferior.

A instalação de um pequeno painel electrónico que no qual apareça um aviso de fila quando o volume de veículos, que pretende vir à esquerda, seja superior ao volume suportado pela via exclusiva para viragem. Os veículos são por isso obrigados a ocupar também a via adjacente causando perturbações no trânsito que pretende seguir em frente. Avisando os veículos atempadamente da possibilidade de haver fila leva a que estes adoptem um comportamento adequado e diminui o risco de acidentes por colisão traseira. A esta medida é aplicado um CMF de 0.84, para acidentes com vítimas, representando assim uma diminuição de 16% deste tipo de sinistros. No entanto os acidentes sem vítimas têm um CMF de 1.16 que significa um aumento. A variação, em módulo, é semelhante nos dois casos portanto deve ser efectuada uma análise mais profunda, que inclua os registos de acidentes sem vítimas, antes de se optar definitivamente pela utilização da medida.

É no entanto de salientar que é indispensável haver uma sinalização adequada e visível que avise previamente o condutor da possibilidade de fila de trânsito à esquerda e também, mais à frente, da viragem à direita. Para que os condutores adequem o seu comportamento especialmente aqueles que não conhecem o local. A sinalização pode ser provida de sinais luminosos para ser mais chamativa.

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Install changeable "Queue Ahead" warning signs	Urban (Freeways)	Unspecified	Rear-end (Injury)	0.84 [*]	0.1
			Rear-end (Non-injury)	1.16 [*]	0.2

Base Condition: Absence of changeable "Queue Ahead" warning signs.

Figura 4.19. – Efeitos potenciais na sinistralidade causados pela instalação de sinais de alerta de fila.

A alteração da fase de viragem à esquerda no semáforo também poderá ser uma alternativa para reduzir a sinistralidade. Actualmente o semáforo já permite uma viragem à esquerda do tipo permissivo/protegido que, sendo esta a fase mais vantajosa, não é necessário nem adequado efectuar alterações no tipo de fases do semáforo.

Uma das medidas que poderá ser aplicada é o aumento do tempo do semáforo para peões pois o local é imediatamente antes de um semáforo e os acidentes estão provavelmente relacionados com o mesmo. Em cruzamentos de três ramos em zonas urbanas a medida “aumentar tempo semáforos verde para peões” corresponde a um CMF de 0.5. Este valor só é válido para cruzamentos semaforizados e com, pelo menos, seis vias sendo por isso compatível com o local. Pela aplicação desta medida reduz para metade os atropelamentos, efeito que não influencia os acidentes com vítimas registos. Para os outros tipos de acidentes é atribuído um CMF de 0.55. Este CMF reduz o número de acidentes por colisão traseira e por colisão lateral, que são os dois tipos registados neste local, independentemente da gravidade dos mesmos.

Semáforos de controle de velocidade poderiam ser aplicados neste caso pois representam uma diminuição da sinistralidade em diversos casos. No entanto para o tipo de acidentes registados no local os CMFs são superiores a um representando portanto um aumento desse tipo de sinistros. Nessas condições não se justifica que a medida seja aplicada no local.

Uma medida que poderia ajudar na redução de acidentes por colisão traseira é a alteração do semáforo activado por peões. Ao ser activado o semáforo fica imediatamente vermelho não dando tempo ao condutor do veículo de reduzir a velocidade atempadamente. Dando pelo menos um segundo de espera entre o momento em que é activado pelo peão e o momento em que o semáforo fica efectivamente vermelho para os veículos evitaria travagens bruscas dos veículos. Este semáforo também não tem qualquer tipo de indicação vertical que avise previamente os condutores que não conhecem o local.

A sinalização da zona também deve ser mais completa e elucidativa.

A mudança das “vias BUS” para os lados exteriores da avenida poderiam trazer vantagens na relação veículo/peão no entanto criaria muitos entraves à circulação devido às dezenas de ruas que cruzam com avenida e também das inúmeras garagens e estacionamento. Além disso a alteração implicaria uma reestruturação de toda avenida (vantagem para atravessamento de peões desvantagem: mudança de toda avenida e todas as saídas e entradas da avenida assim como entradas e saídas de garagem seriam obrigadas a atravessar o corredor BUS).

À semelhança desta situação existem também outras medidas sugeridas pelos CMFs que implicariam uma mudança em toda a avenida, Tal situação não foi considerada plausível e portanto as medidas que implicavam essa remodelação foram excluídas como hipóteses viáveis.

Tabela 4.6. – Medidas, e respectivos CMFs, disponíveis para a Avenida da Boavista, 2706.

Medida	Valor CMF	Tipo de acidente	Gravidade
Painel electrónico que no qual apareça um aviso de fila	0.84	colisão traseira	Com vítimas
Aumento do tempo do semáforo para peões	0.5	atropelamentos	-
		outros	-

5

CONCLUSÃO

A sinistralidade na cidade do Porto é uma das mais altas do país tendo mesmo o número de vítimas mortais mais elevado dos últimos anos. A necessidade de combater essa realidade, não só na cidade do Porto mas no país em geral, levou a este trabalho e permitiu o desenvolvimento de uma nova metodologia.

O objectivo principal foi criar uma ferramenta que permita a seleção de medidas de tratamento de zonas críticas previamente identificadas com base em indicadores de sinistralidade, de uma forma rápida e eficaz tornando todo o processo intuitivo mas apoiado em estudos técnico-científicos.

Como componente principal do método descrito no presente trabalho foi considerada uma base de dados onde consta uma lista de fatores designados de “crash modification factors” (CMFs) e que corresponde a valores percentuais que relacionam uma característica do local com a ocorrência de acidentes. Assim, por exemplo, se esses valores forem superiores a 1, a característica em análise tem um efeito de aumentar o número de acidentes, e se for menor do que 1 tem o efeito de diminuir os acidentes. Estes efeitos foram previamente analisados noutros locais. Os primeiros CMFs obtidos fazem parte do manual HSM e foram testados nos EUA. No entanto, o manual, no qual constam muitas mais informações, é já usado para consulta por muitos profissionais em todo o mundo.

O fato dos CMFs terem sido testados noutro país, com condições diferentes do nosso, originou várias dificuldades na escolha das medidas. Sobre algumas não há qualquer registo de terem sido utilizadas em Portugal e a sua aplicação não se adapta às condições do caso em estudo. Ao mesmo tempo muitos dos CMFs disponíveis são relativos a locais onde o intervalo de volume de tráfego alvo é incompatível com qualquer um dos locais que constam na lista de dados analisada.

Apesar de terem sido cumpridas todas as restrições, indicadas pelo CMF, para a escolha das medidas de mitigação é necessário ter em conta que existe sempre o risco do efeito previsto não coincidir com o efeito real. Pelo que deve ser efectuada uma monitorização dos locais e respectivos indicadores após a aplicação da medida ou das medidas de tratamento.

Com o objetivo de exemplificar a aplicação da metodologia proposta, considerou-se como caso de estudo a cidade do Porto. As zonas críticas da cidade do Porto foram selecionadas previamente utilizando todos os registos disponíveis referentes a acidentes com vítimas durante o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2011. No tratamento destes dados encontrou-se inúmeras dificuldades devido à falta de rigor dos dados. As falhas encontradas devem-se, principalmente à falta de dados que deveriam constar no BEAV pois fazem parte de diversos campos de preenchimento do boletim. A falha mais comum é a falta do número de polícia, indispensáveis para a identificação correcta dos locais exatos onde ocorreram os sinistros. O mesmo se verificou com outros elementos relativos às

“Circunstâncias Externas”, “Consequências do Acidente” e “Natureza do Acidente” pois os dados não são muito claros e elucidativos.

No que respeita a dados disponíveis recomenda-se um maior rigor, de futuro, no preenchimento dos BEAVs. Esta informação é determinante para o tratamento da sinistralidade e identificação dos locais onde é necessária uma intervenção mais urgente, assim como para a identificação dos fatores de risco e do tipo de acidentes mais frequentes. Só uma maior exactidão dos registos pode garantir uma intervenção mais eficiente.

Com o avanço das tecnologias podem ser criados BEAV's informatizados, de preenchimento no local do acidente, que reduzissem ao mínimo hipótese de erro nos dados registados. Também podem ser associadas, ao boletim, coordenadas do local obtidas automaticamente através de GPS ou outro dispositivo. Apesar destas soluções representarem um esforço económico muito grande, contribuiriam para um maior rigor nos dados e, conseqüentemente um melhor tratamento da sinistralidade. Além disso, a melhoria dos locais pode representar a poupança de vítimas humanas, que é só por si um benefício social inquantificável.

Após a identificação das zonas críticas, foram seleccionadas eventuais medidas com base na lista de CMFs disponível. Para além das medidas seleccionadas para cada local, foram também sugeridas outras medidas que são habitualmente usadas no nosso país mas que não tem qualquer CMF atribuído. De futuro essas medidas poderão ser aplicadas e monitorizadas para perceber qual a sua influência na sinistralidade. Deste modo, se processo for bem realizado, é possível atribuir um valor CMF à medida e submetê-la na base de dados geral, sediada no site *CMFclearinghouse*.

É também necessário salientar que a utilização de medidas que constem na lista de CMFs implica igualmente uma monitorização durante os primeiros meses, ou mesmo anos, após a sua aplicação. Esse controlo trata-se de uma norma preventiva para garantir que a alteração verificada na sinistralidade se encontra dentro dos objectivos previstos para o local.

O método proposto contribui apenas com melhoramentos ao nível da infraestrutura sendo apenas uma parte do contributo necessário para assegurar as metas previstas em termos de segurança rodoviária.

Espera-se que a presente dissertação contribua para tornar o processo de redução da sinistralidade rodoviária mais simples e homogéneo. A metodologia proposta pode mesmo ser usada em qualquer região do país uma vez que os passos propostos são bastante simples e as medidas de tratamento estão centralizadas numa base de dados universal de livre acesso. Num mundo cada vez mais global e sem fronteiras a utilização de um método que pode ser aplicado internacionalmente torna-se uma mais valia para todos os profissionais da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>. Abril de 2014.
- [2] Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. *Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008 - 2015*, 2009.
- [3] Comissão dos Transportes e do Turismo. *Relatório sobre a política europeia de segurança rodoviária de 2011 a 2020*, (2010/2235(INI)). Bruxelas, 2010.
- [4] American Association of State Highway and Transportation Official. Highway Safety Manual. AASHTO, Washington DC, 2010.
- [5] Martins, J., *Seleção de interseções com potencial de redução da sinistralidade : aplicação do HSM*, Dissertação de Mestrado, FEUP, 2013.
- [6] Ministério da Administração Interna. *Plano Nacional de Prevenção Rodoviária*, 2003.
- [7] http://www.ansr.pt/Portals/0/estrat/Revisao_PNPR_.pdf. Maio de 2014.
- [8] Comissão dos Transportes e do Turismo *Relatório sobre a política europeia de segurança rodoviária de 2011 a 2020* (2010/2235(INI)), 2011.
- [9] <http://www.ansr.pt/LinkClick.aspx?fileticket=EnpYq3DqG%2bE%3d&tabid=434&mid=1348&language=pt-PT> Junho de 2014.
- [10] Barbosa, J.M., *Redução da Sinistralidade Rodoviária na Cidade do Porto por Aplicação de Medidas d Baixo Custo*, Dissertação de Mestrado, 2008.
- [11] <https://developers.google.com/places/documentation/index#PlaceSearches>. Março de 2014.
- [12] Mountain, L., Maher, M., Fawaz, B., *The influence of trend on estimates of accidents at junctions. Accident Analysis and Prevention* 30 (5), 641-649, 1998.
- [13] www.cmfclearinghouse.org. Maio de 2014.
- [14] <https://www.google.pt/maps/preview> , Maio de 2014.
- [15] <http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/resources/casestudies/fhwas09015/>, Maio de 2014.
- [16] Federal Highway Administration, *Signalized Intersections: Informational Guide*, 2013.
- [17] http://safety.fhwa.dot.gov/local_rural/training/fhwas010413spmgmt/, Junho de 2014.
- [18] <http://www.publico.pt>, Maio de 2014.
- [19] http://www.aca-m.org/w/images/0/05/Lombas_artificiais_no_asfalto.pdf, Maio de 2014.
- [20] Weber, P.A., Towards a Canadian Standard for the Geometric Design of Speed Humps, in Department of Civil and Environmental Engineering. Carleton University: Ottawa, ON, 1998.
- [21] DGV, Instalação e Sinalização de Lombas Redutoras de velocidade—Nota técnica. Despacho nº109/2004, Direcção dos Serviços de Trânsito: Lisboa, 2004.
- [22] Comissão Europeia. *Rumo a um espaço europeu de segurança rodoviária: orientações para a política de segurança rodoviária de 2011 a 2020*. Bruxelas, 2010.
- [23] Organização Mundial de Saúde. *Relatório sobre Prevenção Rodoviária*, 2009.
- [24] Elvik, R., Vaa, T., *The Handbook of road safety measures*, 2004.

ANEXO I

Conceitos relacionados com acidentes

Acidente: Ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais.

Acidentes com vítimas: Acidente do qual resulte pelo menos uma vítima.

Acidente mortal: Acidente do qual resulte pelo menos um morto.

Acidentes com feridos graves: Acidente do qual resulte pelo menos um ferido grave, não tendo ocorrido qualquer morte.

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

Vítima: Ser humano que em consequência de acidente sofra danos corporais.

Morto ou vítima mortal (no local): Vítima de acidente cujo óbito ocorra no local do evento ou no seu percurso até à unidade de saúde.

Vítima mortal a 30 dias: Vítima cujo óbito ocorra no período de 30 dias após o acidente. (Para obter o número de mortos a 30 dias, aplica-se a este valor um coeficiente de 1,14).

Ferido grave: Vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas.

Ferido leve: Vítima de acidente que não seja considerada ferida grave.

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

Passageiro: Pessoa afectada a um veículo na via pública e que não seja condutora.

Peão: Pessoa que transita na via pública a pé e em locais sujeitos à legislação rodoviária. Consideram-se ainda peões todas as pessoas que conduzam à mão velocípedes ou ciclomotores de duas rodas sem carro atrelado ou carros de crianças ou de deficientes físicos.

Índice de gravidade: Número de mortos por 100 acidentes com vítimas.

