

APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO EM ACIDENTES COM PEÕES: CASOS DE ESTUDO

WILSON SÉRGIO BARBOSA VIEIRA

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 2015

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2014/2015

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 - 2014/2015 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.*

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.

À minha Família

O pessimista reclama do vento, o otimista espera que ele mude.

O sábio ajusta as velas.

John Maxwell

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Sara Maria Pinho Ferreira, por toda a disponibilidade e acompanhamento, por todos os conhecimentos transmitidos, pela partilha de opiniões e sugestões que foram fundamentais para a elaboração e enriquecimento deste trabalho.

Um agradecimento especial à minha família, aos meus pais, avós e irmã, que foram o meu maior suporte, acreditaram sempre em mim e ajudaram-me a ultrapassar todos os obstáculos. Por me terem dado todas as condições para chegar a esta fase, pela confiança transmitida, e por tudo o que representam para mim.

Aos meus amigos pela amizade, preocupação e incentivo constante, por estarem sempre presentes e disponíveis para ajudar e por todos os momentos partilhados.

Por último, à Marta, pelo suporte e apoio, pela disponibilidade em colaborar e incentivar, pela palavra amiga e de motivação fundamental também na elaboração deste projeto.

Mais uma vez, um sincero agradecimento.

RESUMO

A Sinistralidade Rodoviária é atualmente umas das problemáticas mundiais e uma das principais causas de morte. Os custos associados aos acidentes rodoviários para além de serem economicamente elevados, atingem também valores sociais e psíquicos inerentes ao sofrimento quer das vítimas quer dos familiares podendo prolongar-se por vários anos.

Assim, é necessário encarar esta problemática nas políticas de desenvolvimento dos Países e assumir políticas de redução e prevenção de acidentes nas suas estratégias de desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos anos foram assumidos planos e medidas, como o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária e as Estratégias Nacional de Segurança Rodoviária, que tiveram um efeito notório na redução da sinistralidade do País.

Apesar disso, em Portugal, a razão de vítimas mortais na estrada por milhão de habitantes é atualmente ainda superior à média da União Europeia. Por isso, é necessário encarar esta problemática como um Desafio Nacional e a sua redução um objetivo que deve ser partilhado por todos.

O presente estudo tem como foco de análise a sinistralidade na cidade do Porto com base nos anos de 2006 a 2011. Após esta análise que envolveu todo o tipo de acidentes, considerou-se os acidentes com vítimas por atropelamento como o foco principal do trabalho, tendo em conta que a deslocação pedonal é uma das apostas da Comissão Europeia por ser um meio sustentável, barato e saudável. Como tal o objetivo deste estudo é a identificação de medidas de mitigação de acidentes nos locais com um elevado número de vítimas por atropelamento.

Assim, foi possível analisar as características inerentes às vítimas de atropelamento como a idade e o sexo, bem como a data de ocorrência, condições da via, entre outros aspetos.

Além disso, assumiu-se também como objetivo identificar os pontos com maior acumulação de acidentes e posteriormente seleção dos locais para análise.

Após a determinação dos locais mais gravosos relativamente aos atropelamentos realizou-se um estudo dos mesmos e através do Highway Safety Manual e do portal online da *CMF Clearinghouse* selecionou-se as medidas de mitigação a implementar.

De referir ainda que os Planos Municipais de Segurança Rodoviária e a sua importância na redução da sinistralidade foram considerados.

Este estudo adquire importância tanto pela identificação para posterior implementação de medidas nos locais estudados e conseqüente redução da sinistralidade, como na divulgação de ferramentas que podem ser usadas no tratamento desta problemática.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança Rodoviária, Acidentes Rodoviários, Atropelamentos, Medidas de Mitigação, Plano Municipal de Segurança Rodoviária.

ABSTRACT

Currently road accidents are one of the world's greatest problems and one of the leading causes of death. The costs related to road accidents are economically but also social and psychologically high since the suffering of the victims and of their families remains for many years.

It is necessary to include countermeasures as policies for countries' development and to assume strategies to reduce accidents in the sustainable urban mobility plans.

In Portugal, over the last years, plans and measures have been successfully implemented to reduce accidents, such as the National Plan for Road Safety or the National Road Safety Strategy. Nonetheless, the ratio (per million inhabitants) of road accidents that resulted in death is still higher than the European Member States average. That's why this problem has to be faced as a national challenge and everybody has to be involved in it.

The present study is focused on the accidents occurred in Porto city during the period between 2006 and 2011. After a previous analysis covering all type of accidents, a special attention was assumed to the pedestrian-vehicle collisions in order to assist the European Commission strategy on the promotion of the pedestrian mobility as a clean and smart transport mode. In this sense, the objective of this study is to identify countermeasures to be applied to the sites with a high number of pedestrian victims.

Therefore, accident data was analyzed considering the victim characteristics such as age and gender as well as other information such as the time and date of the accident and infrastructure conditions.

Alongside with this task, the identification and selection of the sites with higher number of accidents were also carried out. in order to study of the sites and its' countermeasures. To do that, the Highway Safety Manual and the online portal CMF Clearinghouse were used to define some mitigation measures to future implementation. Additionally, the Municipal Road Safety Plans were explored assuming their relevance in the strategy to reduce road accidents.

The importance of the present study is not only because of the implementation of countermeasures to prevent and reduce road accidents, but also to spread the existent tools which are essential to discuss this problem as a target.

KEYWORDS: Road Safety, Road Traffic, Pedestrian-collision accident, Mitigation measures, Municipal Road Safety Plan.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ÂMBITO.....	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2. ENQUADRAMENTO	5
2.1. SINISTRALIDADE	5
2.2. PEÃO E A SEGURANÇA RODOVIÁRIA.....	9
2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS VÍTIMAS	12
2.3.1. CLASSIFICAÇÃO MAIS.....	12
2.4. ENTIDADES RESPONSÁVEIS PELA SEGURANÇA RODOVIÁRIA	13
2.5. PLANOS MUNICIPAIS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA.....	14
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES.....	17
3.2. PROJETO LIVE.....	17
3.3. HIGHWAY SAFETY MANUAL.....	18
3.4. CRASH MODIFICATION FACTORS	19
4. SINISTRALIDADE NA CIDADE DO PORTO.....	21
4.1. ENQUADRAMENTO DA CIDADE DO PORTO	21
4.2. DADOS DA CIDADE DO PORTO	23

4.3. SINISTRALIDADE - ESTADO DA ARTE	24
4.4. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS	25
4.4.1. ANÁLISE DA BASE DE DADOS	26
4.5. INDICADORES DE ESTUDO	31
5. IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DAS ZONAS CRÍTICAS	33
5.1. INTERSEÇÃO DA PRAÇA DAS FLORES COM A AVENIDA 25 DE ABRIL	33
5.1.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL	33
5.1.2. REGISTO DE ACIDENTES.....	37
5.1.2.1. Registo dos Hospitais e Classificação MAIS	38
5.1.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS	39
5.1.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO	42
5.2. CRUZAMENTO DA RUA DE FERNANDES TOMÁS COM A RUA DOM JOÃO IV	45
5.2.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL	45
5.2.2. REGISTO DE ACIDENTES.....	51
5.2.2.1. Registo dos Hospitais e Classificação MAIS	53
5.2.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS	53
5.2.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO	56
5.3. RUA DIOGO BOTELHO	60
5.3.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL	60
5.3.2. REGISTO DE ACIDENTES.....	65
5.3.2.1. Registo dos Hospitais e Classificação MAIS	65
5.3.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS	66
5.3.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO	68
6. CONCLUSÃO	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das vítimas mortais por milhão de habitantes em acidentes rodoviários (fonte: CARE)	2
Figura 2 - Distribuição das mortes no trânsito por tipo de utente da via em 2010 (fonte: [13])	2
Figura 3 - Evolução do número de Vítimas Mortais entre 1990 e 2006.....	6
Figura 4 - Evolução do número de Feridos Graves entre 1990 e 2006.....	6
Figura 5 - Número de Vítimas Mortais por 1.000.000 habitantes em 1995 (fonte CARE).....	7
Figura 6 - Número de Vítimas Mortais por 1.000.000 habitantes em 2005 (fonte: CARE).....	8
Figura 7 - Número de Vítimas Mortais (24 horas) no ano de 2013 (fonte:[8])	9
Figura 8 - Modos de deslocação em função da distância [12]	10
Figura 9 - Relação entre a velocidade dos veículos e a probabilidade de ocorrer um acidente fatal ...	11
Figura 10 - Freguesias do Porto	22
Figura 11 - Hierarquia Rodoviária da Cidade do Porto (Fonte: Câmara Municipal do Porto).....	22
Figura 12 - Processo de ligação de dados no Projeto LIVE	26
Figura 13 - Distribuição percentual dos atropelamentos por grupos etários.....	31
Figura 14 - Esquema representativo da interseção em estudo.....	33
Figura 15 - Cruzamento da Praça das Flores com a Av. 25 de Abril	34
Figura 16 - Oficinas de automóveis proximas da interseção	35
Figura 17 - Escola das Flores e Parque de lazer da Praça das Flores	35
Figura 18 - Estacionamento na Praça das Flores (esquerda) e Av. 25 de Abril (direita)	36
Figura 19 - Pormenor das passadeiras.....	36
Figura 20 - Pormenor dos passeios.....	37
Figura 21 - Mudança de via feita pelos peões recorrendo à passadeira	39
Figura 22 - Passagem dos peões fora das passadeiras.....	40
Figura 23 - Avenida 25 de Abril	41
Figura 24 - Estacionamento indevido para efetuar cargas e descargas.....	41

Figura 25 - Tabela com CMF da medida proposta	43
Figura 26 - Tabela com CMF correspondente à elevação da passadeira mas sem as marcas horizontais	43
Figura 27 - Localização das bandas sonoras.....	43
Figura 28 - Tabela com CMF correspondente à implementação de bandas sonoras transversais	44
Figura 29 - Bandas sonoras transversais.....	44
Figura 30 - Imagem aérea do Cruzamento da Rua Fernandes Tomás com a Rua Dom João IV (fonte:[22])	45
Figura 31 – Centro comercial Via Catarina	46
Figura 32 - Centro Comercial Porto Gran Plaza.....	46
Figura 33 - Estabelecimentos comerciais e casas abandonadas presentes no local	47
Figura 34 - Pormenor das passadeiras.....	48
Figura 35 - Pormenor da intersecção.....	48
Figura 36 - Estacionamento na Rua Fernandes Tomás (esquerda) e Rua Dom João IV (direita)	49
Figura 37 - Pormenor do pavimento na Rua Dom João IV	49
Figura 38 - Esquema representativo do cruzamento e das fases da sinalização luminosa	50
Figura 39 - Esquema representativo dos movimentos no cruzamento.....	51
Figura 40 - Passagem dos peões fora das passadeiras na Rua Dom João IV.....	54
Figura 41 - Passagem dos peões fora das passadeiras na Rua Dom João IV.....	54
Figura 42 - Passagem dos peões desrespeitando a sinalização luminosa	55
Figura 43 - Estacionamento indevido próximo das passadeiras na Rua D.João IV (esq) e Rua Fernandes Tomás (dir).....	55
Figura 44 - Rua Comandante Rodolfo de Araújo	56
Figura 45 - CMF correspondente à introdução de sinalização vertical.....	57
Figura 46 - CMF correspondente à introdução de um temporizador.....	57
Figura 47 - CMF correspondente à introdução de uma nova fase na sinalização luminosa	58
Figura 48 - Exemplo dos pilaretes metálicos propostos como medida	59

Figura 49 - Exemplo do espelho proposto como medida.....	59
Figura 50 - Pormenor da pouca iluminação na interseção	60
Figura 51 - CMF relativo à introdução de iluminação no cruzamento	60
Figura 52 - Imagem aérea de uma parte da Rua Diogo Botelho.....	61
Figura 53 - Complexos habitacionais e estabelecimentos comerciais presentes na rua	61
Figura 54 - Parque de Lazer da Pasteleira	62
Figura 55 - Pormenor passagem de peões.....	62
Figura 56 - Pormenor pavimento.....	63
Figura 57 - Terrenos abandonados presentes na rua	63
Figura 58 - Pormenor do passeio próximo da Universidade Católica	64
Figura 59 - Estacionamento indevido próximo da Universidade Católica.....	64
Figura 60 - Características da rua que propiciam excessos de velocidade	66
Figura 61 - Estado do pavimento em algumas zonas.....	67
Figura 62 - Pormenor de uma passadeira que está em mau estado e com as marcas sobrepostas ...	67
Figura 63 - Estacionamento indevido próximo da Universidade Católica.....	68
Figura 64 - CMF correspondente à introdução de sinalização vertical.....	69
Figura 65 - CMF correspondente ao aumento do atrito do pavimento	69
Figura 66 - Sistema controlo de velocidade por cores.....	70
Figura 67 - Sistema controlo de velocidade sugerido.....	70

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Atropelamentos ocorridos em 2013 na Cidade do Porto (fonte: relatório ANSR).....	11
Quadro 2 - Evolução dos acidentes com vítimas, feridos graves e mortos de 2004 a 2013 no concelho do Porto (Fonte: ANSR)	23
Quadro 3 - Evolução das vítimas mortais, feridos graves e feridos ligeiros de 2004 a 2013 no concelho do Porto (Fonte:[ANSR])	24
Quadro 4 - Tipo de acidentes registados entre 2006 e 2011	27
Quadro 5 - Idade e género das vítimas para todo o tipo de acidentes	28
Quadro 6 - Gravidade das vítimas considerando todo tipo de acidentes	28
Quadro 7 - Distribuição das vítimas pelas freguesias.....	29
Quadro 8 - Gravidade das vítimas de atropelamento	29
Quadro 9 - Distribuição das vítimas de atropelamento pelas freguesias.....	30
Quadro 10 - Idade e género das vítimas de atropelamento.....	31
Quadro 11 - Dados dos Atropelamentos no Entroncamento da Praça das Flores com a Av. 25 de Abril	38
Quadro 12 - Diagrama de tempos para o cruzamento às 16h	51
Quadro 13 - Dados dos Atropelamentos no Cruzamento da Rua de Fernandes Tomás com a Rua Dom João IV.....	52
Quadro 14 - Dados dos atropelamentos na Rua Diogo Botelho	65

ABREVIATURAS

OMS - Organização Mundial de Saúde

PNPR - Plano Nacional de Prevenção Rodoviária

ENSR - Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

ANSR - Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

HSM - Highway Safety Manual

CMF - Crash modification factors

CE - Comissão Europeia

CNSR - Concelho Nacional de Segurança Rodoviária

RRN - Rede Rodoviária Nacional

UE - União Europeia

DGV - Direção Geral de Viação

IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes

IP - Infraestruturas de Portugal

PSP - Polícia de Segurança Pública

GNR - Guarda Nacional Republicana

AIS - Abbreviated Injury Scale

MAIS - Maximum Abbreviated Injury Scale

PMSR - Plano Municipal de Segurança Rodoviária

OMSR - Observatório Municipal de Segurança Rodoviária

ISRM - Indicador de Sinistralidade Rodoviária Municipal

OO - Objetivos operacionais

OE - Objetivos estratégicos

OOA - Objetivos operacionais de atuação

OOC - Objetivos operacionais de cooperação

BEAV - Boletins Estatísticos dos Acidentes de Viação

FHWA - Federal Highway Administration

VCI - Via de Cintura Interna

TMDA - Tráfego médio diário anual

1

INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO

A sinistralidade rodoviária é atualmente uma das problemáticas mundiais e uma das principais causas de morte. 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, se nada for feito para inverter esta realidade, poderá subir para a quinta posição em 2030 [1].

Os custos associados aos acidentes rodoviários para além de serem economicamente elevados, atingem também valores sociais e psíquicos inerentes ao sofrimento quer das vítimas quer dos familiares podendo prolongar-se por vários anos.

Assim é necessário encarar esta problemática nas políticas de desenvolvimento dos Países e assumir políticas de redução nas suas estratégias de desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos anos, e como será mencionado mais detalhadamente à frente, foram assumidos planos e medidas, como o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR) e as Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR), que tiveram um efeito notório na redução da sinistralidade do País. A eficácia das medidas estabelecidas está evidente na figura 1, em que se pode verificar, que no ano de 2006 o número de vítimas mortais está próximo de média Europeia.

Contudo, e apesar do número total de acidentes rodoviários ter vindo a diminuir ao longo dos últimos anos, em Portugal a razão de vítimas mortais na estrada por milhão de habitantes é atualmente ainda superior à média da União Europeia [2].

Além disso, e para dar mais relevo a esta problemática, em 2014 ocorreram, em média, uma vítima mortal e seis feridos graves por dia, valores muito elevados e que não podem ser ignorados [3].

No entanto, e como resultado das medidas estabelecidas nos últimos anos, estes valores são muito inferiores aos verificados em 2005, em que se registaram aproximadamente três mortos e dez feridos graves por dia. Por isso, é necessário continuar a levar a cabo estas políticas de redução de sinistralidade porque só assim conseguimos combater esta problemática mundial.

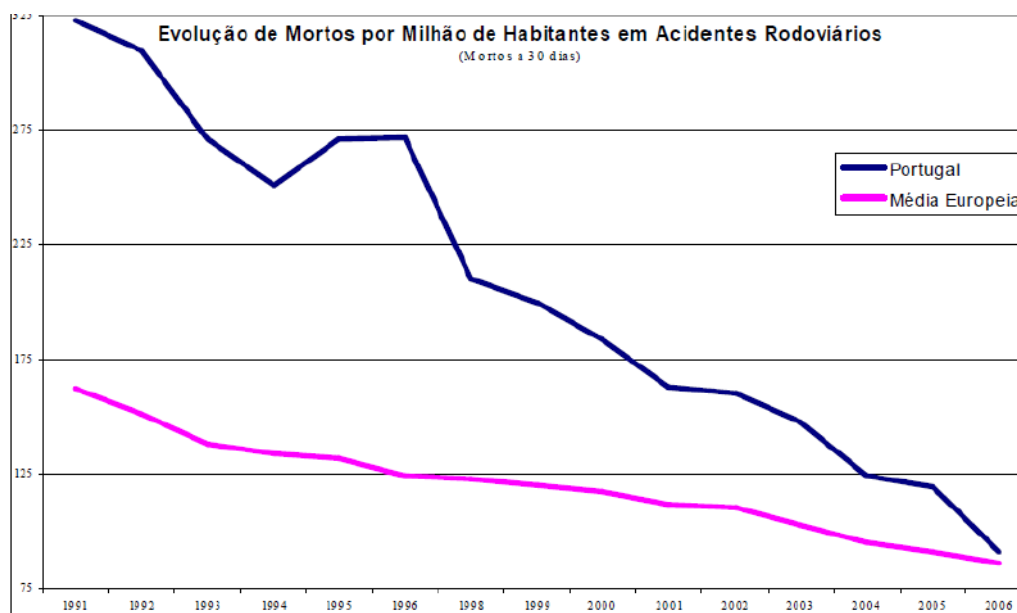


Figura 1 - Evolução das vítimas mortais por milhão de habitantes em acidentes rodoviários (fonte: CARE)

O modo de deslocamento motorizado era até agora aquele onde recaíam mais atenções e aquele que adquiria maior importância do nível da segurança e comodidade. No entanto, atualmente a Comissão Europeia está a apostar na deslocação pedonal e por bicicletas, uma vez que são meios de transportes baratos, sustentáveis e saudáveis. Por estas razões o presente estudo é centrado no peão, e como tal os atropelamentos adquirem elevado relevo.

O peão é o elemento mais vulnerável de todo o sistema de transporte em qualquer meio urbano por isso, é necessário de alguma forma implementar medidas que tornem o modo pedonal mais seguro e viável.

Em 2010, e como se pode ver na figura 2, cerca de 22% das vítimas mortais a nível mundial eram peões, número bastante elevado e que justifica por completo esta aposta da Comissão Europeia em dar especial atenção ao peão e aos atropelamentos.

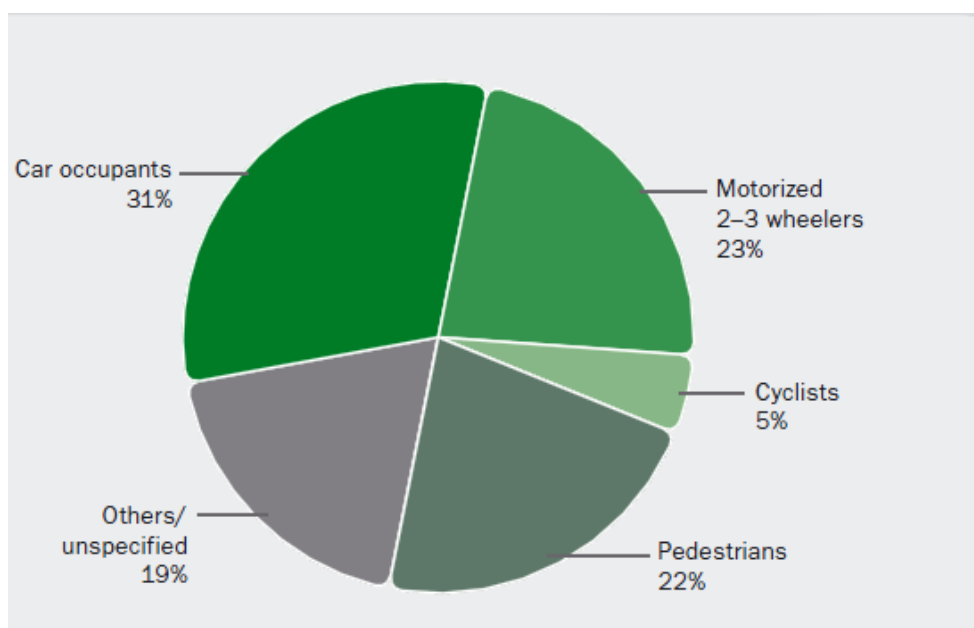


Figura 2 - Distribuição das mortes no trânsito por tipo de utente da via em 2010 (fonte: [13])

Nesse sentido, e dado o elevado número de vítimas mortais nas estradas, e mais especificamente o número de atropelamentos, é necessário encarar esta problemática como um Desafio Nacional e assumir políticas mais rigorosas e capazes de alterar os números registados.

É necessário um empenho total de todos se queremos um sistema viário mais seguro, através de uma interligação das entidades reguladoras públicas e privadas e de todos os cidadãos que utilizam o sistema rodoviário, pois só assim se conseguirá resultados positivos.

Além disso, também é necessário encarar a política intitulada “Visão Zero”, que tem como objetivo final a não ocorrência de mortos e feridos graves em acidentes rodoviários, como uma política viável e uma linha condutora a seguir. Sendo necessário para isso definir objetivos intermédios, atingíveis de acordo com a concepção e execução de planos de segurança rodoviária. Apesar de ser um objetivo difícil de ser alcançado é no entanto, uma meta para a qual deveremos trabalhar.

Com foco na redução da sinistralidade é fundamental as Câmaras adotarem também Planos Municipais de Segurança Rodoviária, uma vez que estes definem a metodologia que deve ser assumida na aplicação das medidas, tornando assim um processo mais simples e uma escolha de medidas mais credível e com resultados mais positivos.

Estes planos assumem estratégias importantes na delineação de medidas nos municípios e tem um impacto direto na redução da sinistralidade. Mesmo em cidades de grande dimensão como é o caso de Nova Iorque é possível estabelecer um Plano de Segurança eficiente com vista a redução da sinistralidade [4].

Assim, é necessário encarar a sinistralidade rodoviária como uma problemática atual e a sua diminuição um objetivo da responsabilidade de todos.

1.2. OBJETIVOS

Um dos objetivos desta dissertação consiste na análise da sinistralidade na Cidade do Porto com base nos acidentes registados nos anos de 2006 a 2011. Após analisar a sinistralidade de uma forma geral, considerando todo o tipo de acidentes, restringiu-se ao foco principal deste estudo que são os atropelamentos. Assim, com base nos dados registados pela polícia é possível analisar as características inerentes às vítimas de atropelamento como a idade e o sexo, a data de ocorrência, condições da via, entre outros aspetos.

Além disso, e depois de analisar todas as características dos atropelamentos, assumiu-se também como objetivo identificar os pontos com maior acumulação de acidentes e posteriormente selecionar os locais para análise.

Após a determinação dos locais mais graves relativamente aos atropelamentos fez-se uma descrição dos mesmos, analisou-se mais pormenorizadamente os registos dos acidentes, identificou-se as possíveis causas, e classificou-se a gravidade das vítimas. Finalmente, através do HIGHWAY SAFETY MANUAL e do portal online da *CMF Clearinghouse*, definiu-se as melhores medidas de mitigação a implementar cumprindo o principal objetivo deste estudo.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos. O primeiro tem como objetivo introduzir a problemática da sinistralidade rodoviária e posteriormente aprofundar a temática dos atropelamentos.

O segundo capítulo consiste no enquadramento bibliográfico, em que é abordado mais aprofundadamente a problemática da sinistralidade rodoviária e dos atropelamentos em particular. Neste capítulo define-se as principais entidades responsáveis pela segurança rodoviária e a classificação das vítimas que é atualmente usada. Além disso também será abordada a importância dos Planos Municipais de Segurança Rodoviária na redução da sinistralidade.

O terceiro capítulo é referente à metodologia utilizada para a realização desta dissertação. Na qual se faz referências aos processos de seleção dos locais escolhidos, e se aprofunda o *HIGHWAY SAFETY MANUAL* e o portal online da *CMF Clearinghouse* como ferramentas de apoio à decisão e seleção das medidas. Por fim também se dá especial destaque ao Projeto LIVE.

O quarto capítulo é referente ao caso em estudo, isto é à sinistralidade na Cidade do Porto, na qual se aborda esta problemática mais centrada no Município e analisa-se os dados referentes à sinistralidade na cidade. Neste capítulo também se faz referência à base de dados usada para o trabalho e a todo o seu processo de seleção. Além disso são descritos também outros trabalhos já elaborados com a mesma temática e indica-se os indicadores de estudo utilizados para a realização do presente trabalho.

O quinto capítulo corresponde à identificação e tratamento das zonas críticas, onde é dado destaque ao estudo detalhado dos locais escolhidos e à aplicação de medidas de mitigação nos mesmos.

O último capítulo apresenta as conclusões resultantes deste trabalho.

2

ENQUADRAMENTO

2.1. SINISTRALIDADE

A sinistralidade rodoviária é uma problemática atual assumindo um papel de relevo nas políticas de desenvolvimento sustentável dos países. As exigências impostas pelos países nesta problemática prendem-se com o elevado número de vítimas mortais ainda registadas, constituindo em Portugal a principal causa de morte até aos 35 anos [5].

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

Encarando a gravidade deste problema tornou-se urgente adotar uma política de prevenção. Nos últimos anos 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 é possível fazer frente a esta problemática.

A estas políticas foram também aliadas estratégias nacionais que se adaptam à realidade de cada país na luta pelo objetivo comum que é a redução da sinistralidade.

Assim, o Conselho 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 [1].

O PNPR [6], em articulação com o European Road Safety Action Programme assumiu como principal objetivo a redução de pelo menos 50% no número de vítimas mortais e de feridos graves até 2010, em referência à média de sinistralidade dos anos de 1998 a 2000.

Ao analisar o diagrama da figura 3 é possível concluir que o objetivo estabelecido no PNPR para 2010 foi alcançado em 2006 em todas as Redes (Redes Municipais e Rede Rodoviária Nacional) e na Rede Rodoviária Nacional (RRN) [7].

Evolução do número de Vítimas Mortais entre 1990 e 2006

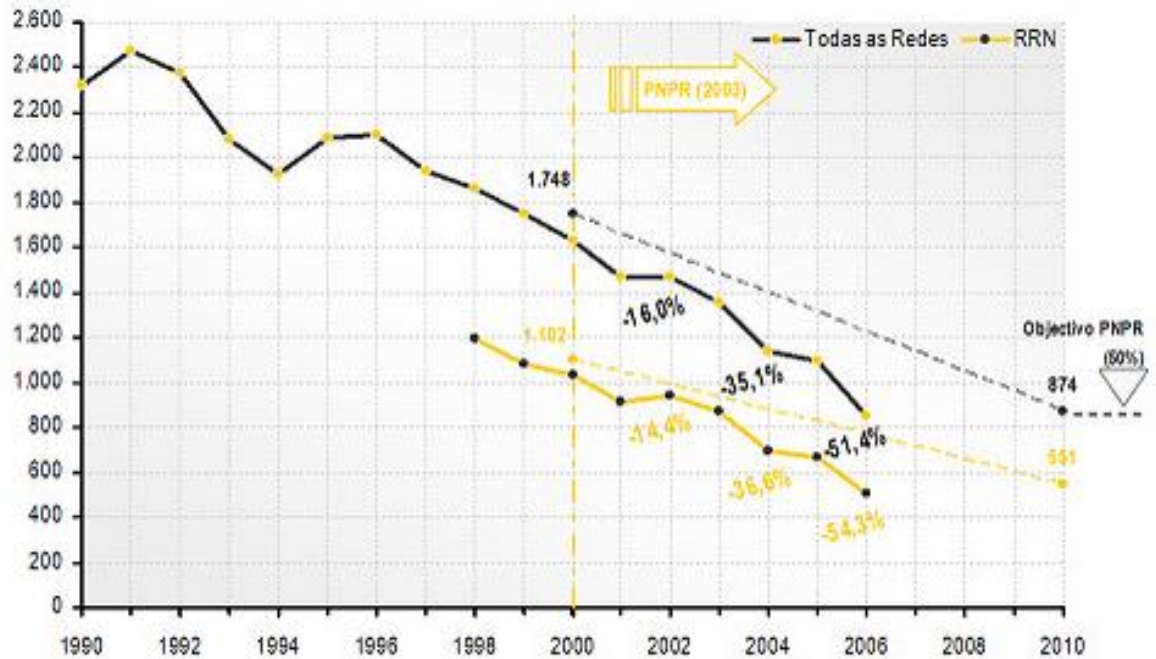


Figura 3 - Evolução do número de Vítimas Mortais entre 1990 e 2006

Relativamente aos feridos graves pode-se constatar pela figura 4 que o objetivo também foi alcançado em 2006, sendo que entre 2000 e 2006 registaram-se reduções de 54% e 51%, em todas as Redes e na RRN, respetivamente.

Evolução do número de Feridos Graves entre 1990 e 2006

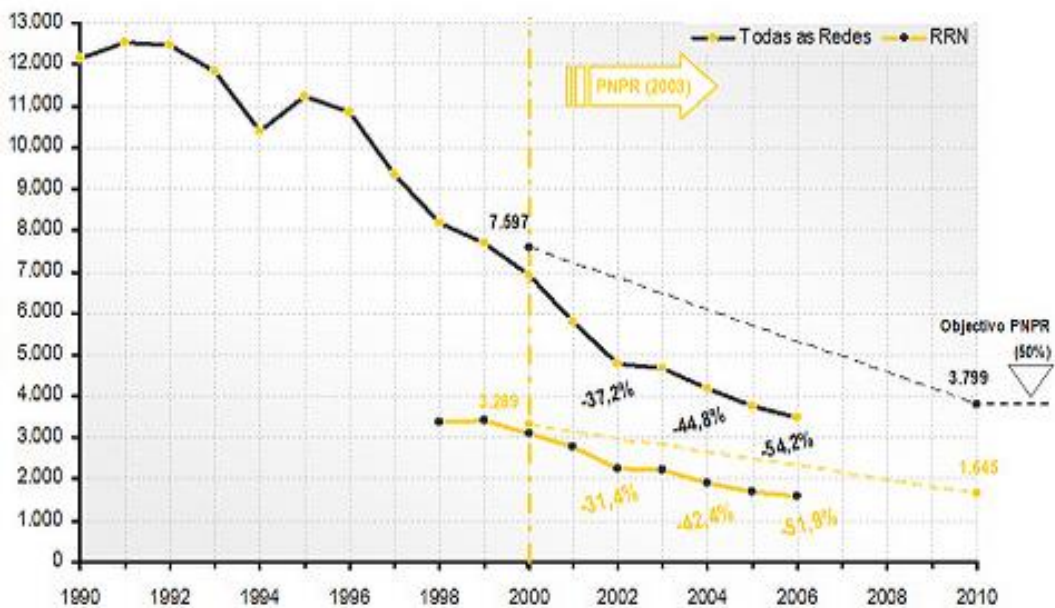


Figura 4 - Evolução do número de Feridos Graves entre 1990 e 2006

Além da redução de pelo menos 50% no número de mortos e feridos graves, o PNPR estipulou outros objetivos, nomeadamente a redução destas vítimas em pelo menos 60% no caso de serem peões ou utentes acidentados dentro das localidades.

Como indicador de todo o esforço dado a este tema, apresentam-se os diagramas das figuras 5 e 6 que espelham o resultado das medidas implementadas e a evolução do País face a esta problemática, entre os anos de 1995 e 2005.

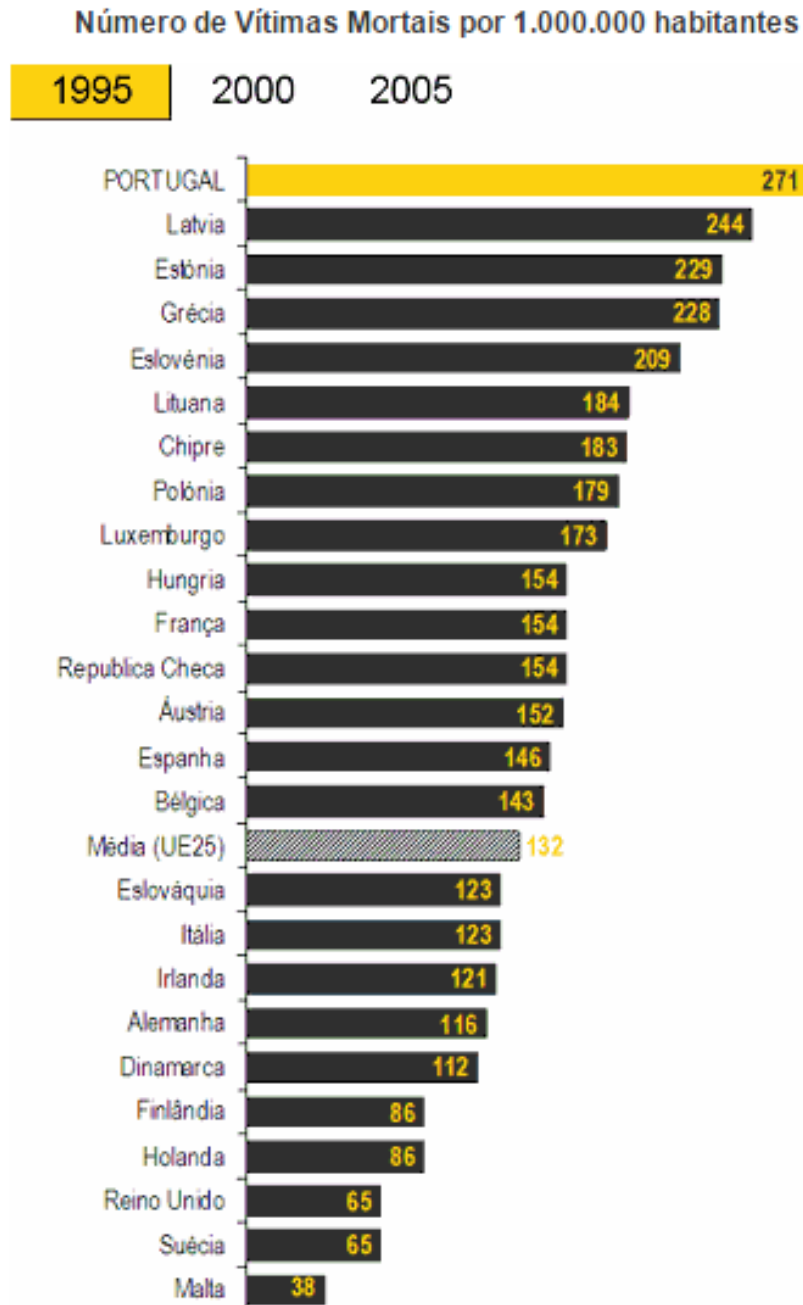


Figura 5 - Número de Vítimas Mortais por 1.000.000 habitantes em 1995 (fonte CARE)

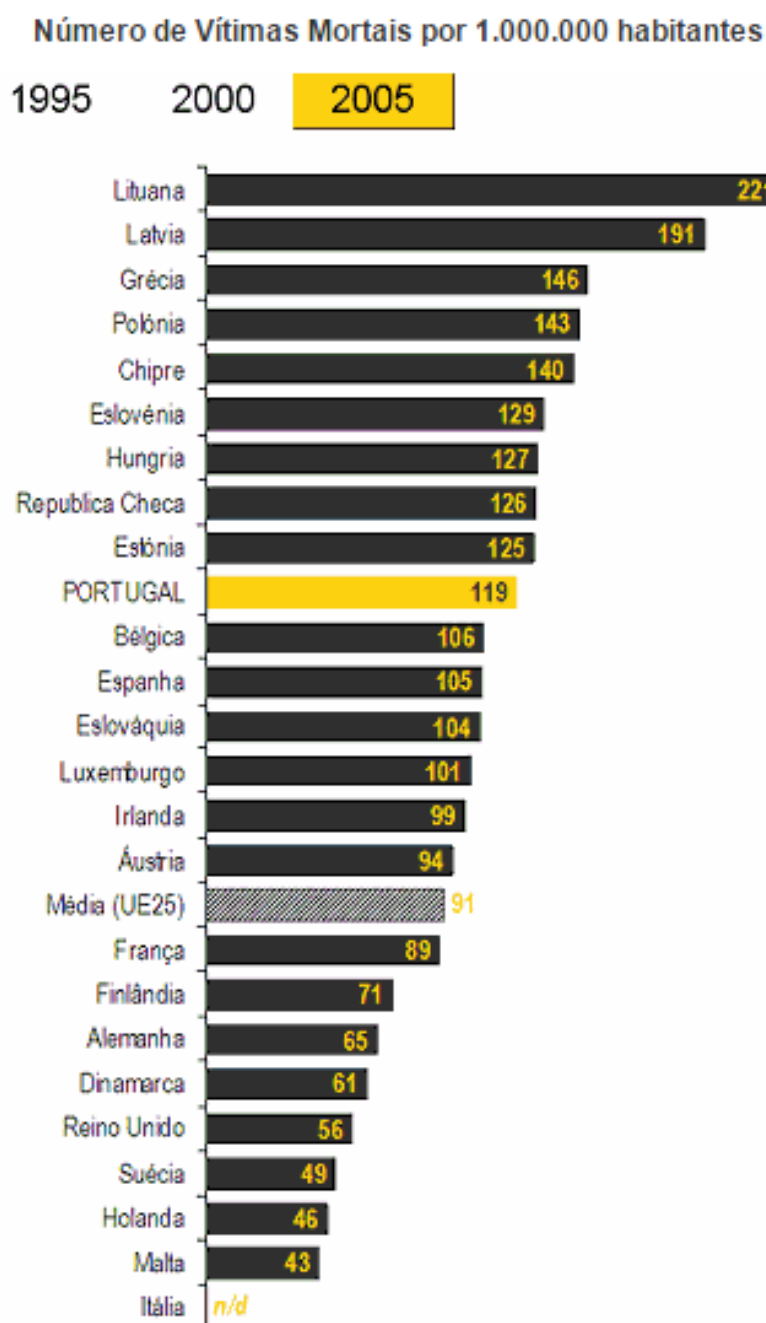


Figura 6 - Número de Vítimas Mortais por 1.000.000 habitantes em 2005 (fonte: CARE)

Constata-se pela figura 5 que em 1995 o número de vítimas mortais em Portugal era o mais elevado (271), e que tal valor era cerca do dobro da média da UE25 (132). Em 2005, o mesmo indicador reduziu-se para menos de metade (119), situando-se então a cerca de 30% acima da média da UE25 (91) [7].

Com o passar dos anos e após a aplicação do PNPR [6] a diminuição da mortalidade rodoviária em Portugal convergiu de forma consistente com a média da União Europeia continuando, mesmo assim, acima dela. 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 as metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR), onde

são apresentadas políticas para a redução de acidentes rodoviários. Estas medidas foram estipuladas para o espaço temporal de 2008 a 2015 e apresentam como objetivos:

- 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%

Com base nestas estratégias e para o ano de 2013 já foi possível obter resultados muito positivos, como se pode ver na figura7, em que se pode verificar que dos objetivos estipulados para 2015 apenas a redução das vítimas mortais com nível de alcoolemia superior à permitida está ainda um pouco longe do pretendido. Mas importa referir que os resultados apenas correspondem ao ano de 2013, por isso o valor atual pode já estar nos limites desejados [8].







	24 hours Total Fatalities	Car Drivers 	PTWs Drivers 	Pedestrians 	Car Drivers + passengers 	PTWs Drivers+ Passengers 	Pedestrians 	Rate of Dead Drivers with illegal BAC %
2015 Targets	579	187	129-134	106	72-99	78-72	60-75	25
2013	518	177	98	97	90	72	70	33

Figura 7 - Número de Vítimas Mortais (24 horas) no ano de 2013 (fonte:[8])

Assim, e apesar de ter ocorrido na última década melhorias significativas na redução da sinistralidade, há ainda muito a fazer para que se atinjam os níveis de segurança da circulação registados em diversos países da U.E. É necessário sensibilizar as pessoas para o problema no mundo moderno que constitui a Sinistralidade Rodoviária, e conseqüentemente alertar para a necessidade de prosseguir e intensificar os esforços já encetados para melhorar as condições de circulação nas estradas e ruas, e em particular para a necessidade de intensificar formas de cooperação entre os diversos organismos responsáveis, a sociedade civil e o público [7].

É necessário assumir a Segurança Rodoviária como um Desafio Nacional e admitir como horizonte a política intitulada “Visão Zero” que tem como objetivo zero vítimas mortais e zero feridos graves. Esta política tem que ser encarada como o futuro, tendo como exemplo a Suécia que assumiu esta política inovadora em 1997, conseguindo atingir a meta pretendida [9].

2.2. PEÃO E A SEGURANÇA RODOVIÁRIA

A Comissão Europeia, contrariando a estratégia do passado em que os estudos de segurança e comodidade se centravam nos veículos motorizados, está atualmente a apostar na deslocação pedonal e por bicicletas, uma vez que são meios de transportes baratos, sustentáveis e saudáveis. Por estas razões o presente estudo centrado no peão e nos atropelamentos adquire elevado relevo.

O peão é o elemento mais vulnerável de todo o sistema de transportes de um qualquer meio urbano, assim é necessário dar importância às condições de segurança dos peões através do estudo dos métodos que assegurem uma mobilidade mais segura em toda a rede pedonal. Soluções como a integração do peão como o elemento mais importante, o dimensionamento de transporte coletivo eficiente e a restrição do uso do automóvel, têm sido apontadas como bastante positivas para o ambiente urbano centrado na mobilidade e acessibilidade dos peões [10].

De salientar que para distâncias curtas o modo pedonal é o mais usado, tal como mostra a figura 8, sendo substituído para médias ou grandes distâncias por outro tipo de transporte como a bicicleta ou o automóvel, sendo por isso fulcral ter as condições físicas e de segurança necessárias para tornar as vias mais vocacionada para o peão, acrescentando para isso mais mobiliário urbano, sinalização vertical e semafórica [11].

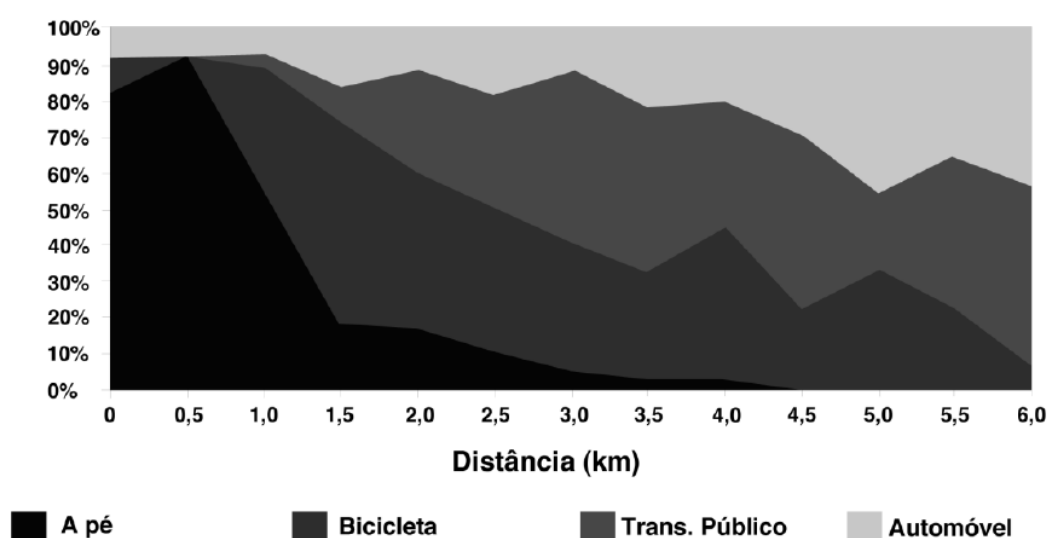


Figura 8 - Modos de deslocação em função da distância [12]

Os peões são os elementos do sistema viário mais problemáticos, pois são o elemento mais desprotegido e que muitas vezes assumem comportamentos de risco, sendo atualmente a ação de caminhar um modo de transporte que assume um perigo real. Este perigo é justificado pelo elevado número de veículos a motor e a frequência da sua utilização em todo o mundo, mas também reflete a negligência por vezes dos peões ao desrespeitarem a sinalização. Esta vulnerabilidade pedonal é ainda agravada em ambientes onde as leis de trânsito são aplicadas de forma inadequada.

A redução ou eliminação dos riscos enfrentados pelos peões é um importante e viável objetivo político. Atropelamentos, como outros acidentes de trânsito, não devem ser aceites como inevitáveis, porque eles são de facto previsíveis e evitáveis [13].

Nesse sentido é necessário intervir e proporcionar melhores condições de segurança ao peão, implementando medidas e exigindo empenho e tomada de decisões por parte dos governos, da indústria, organizações não-governamentais e organizações internacionais para que a sinistralidade possa diminuir.

De salientar também que o número de atropelamentos é ainda muito elevado. Como se pode verificar no quadro 1, no ano de 2013, foram registadas 1113 vítimas por atropelamento. Número muito elevado e que acrescenta maior importância a este estudo, sendo fulcral intervir no imediato.

Quadro 1 - Atropelamentos ocorridos em 2013 na Cidade do Porto (fonte: relatório ANSR)

		Acidentes c/ Vítimas	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Ligeiros	Total Vítimas
Atropelamento	Atropelamento com fuga	91	2	5	86	93
	Atropelamento de animais	4	0	0	4	4
	Atropelamentos de peões	943	14	56	946	1016
	Total	1038	16	61	1036	1113

Relativamente ainda aos atropelamentos, e porque estes ocorrem por colisão dos veículos com os peões a circular na via, importa referir a importância dos condutores adotarem comportamentos defensivos e respeitarem as velocidades estipuladas. Sendo que, muitas das medidas propostas para a redução dos atropelamentos prendem-se com a limitação das velocidades nas vias. Isto acontece porque, como se pode ver na figura 9 à medida que a velocidade aumenta a probabilidade de resultarem colisões fatais para o peão também aumenta, apresentando valores superiores a 80% quando o veículo circula a 50 Km/h.

Por isso a velocidade dos veículos é um dos fatores fundamentais a intervir se queremos reduzir os atropelamentos e as consequências destes [14].

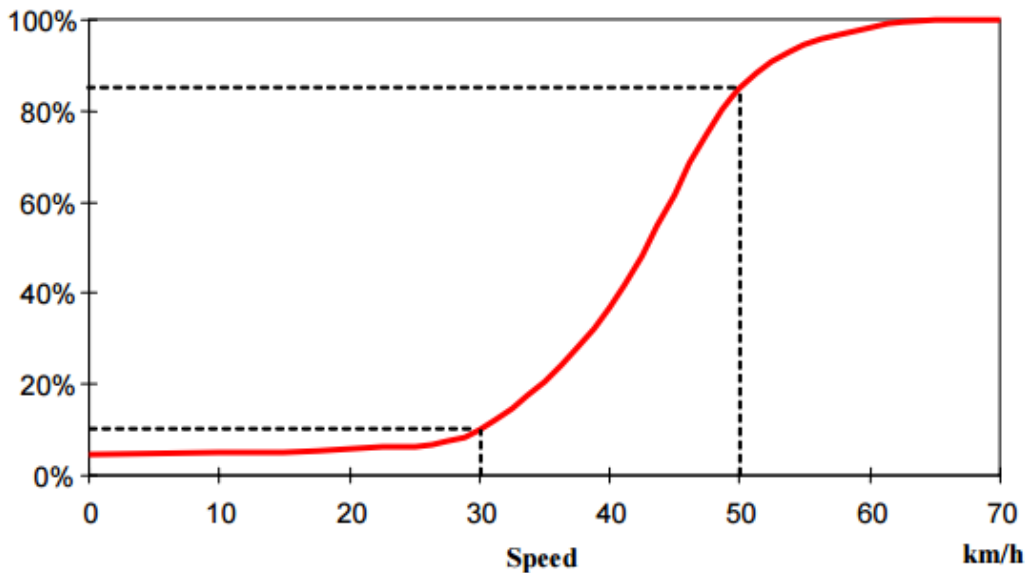


Figura 9 - Relação entre a velocidade dos veículos e a probabilidade de ocorrer um acidente fatal

2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS VÍTIMAS

É considerada vítima qualquer ser humano que em consequência de um acidente sofra danos corporais. [17].

Em Portugal, como na maioria dos países, a definição da gravidade das vítimas atualmente utilizada é de: vítima mortal, para a pessoa cujo óbito ocorra no local do acidente ou nos 30 dias seguintes com causa da morte diretamente relacionada com o acidente; ferido grave para a pessoa cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente; ferido ligeiro para a pessoa que não seja hospitalizada, ou que o seja por um período inferior a 24 horas. [18].

Esta classificação é feita com base na avaliação das vítimas por parte das autoridades, sendo possivelmente atualizada mais tarde com os dados clínicos referentes aos hospitais. Assim, e como as autoridades não possuem conhecimentos clínicos aprofundados podem ocorrer muitos erros de diagnóstico, e possível incoerência entre a informação dos boletins estatísticos do acidente e os dados dos hospitais.

Para haver maior credibilidade nos diagnósticos e na classificação, a Comissão Europeia definiu recentemente um critério a ser utilizado em todos os estados membros para a distinção entre Ferido Ligeiro e Ferido Grave utilizando a escala médica Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS). Esta classificação, que já é usada por exemplo em Espanha, é mais realista e aprofunda mais os aspetos clínicos das vítimas, visto ser realizada nos hospitais e pelos médicos, ou seja o diagnóstico é feito por profissionais da área. Neste caso, com esta nova escala a definição de ferido leve e grave é:

Ferido Ligeiro – MAIS < 3

Ferido Grave – MAIS ≥ 3

De salientar que a classificação MAIS vai ser obrigatória futuramente o que revela a importância na sua rápida introdução.

2.3.1 CLASSIFICAÇÃO MAIS

O Abbreviated Injury Scale (AIS) é um método desenvolvido pelo trabalho conjunto de três associações dos Estados Unidos da América, a American Medical Association, a Association for the Advancement of Automotive Medicine e da Society of Automotive Engineers, com a primeira publicação em 1971 sobre o título “Rating the Severity of Tissue Damage – The Abbreviated Injury Scale”, sendo atualizada e melhorada em 1980, 1985, 1990, 1998, 2005 e sendo a versão mais atual de 2008, “AIS © 2005 Update 2008” [19].

O AIS foi criado com o propósito de responder à necessidade de um sistema normalizado para classificar o tipo e gravidade de ferimentos causados por acidentes rodoviários.

É um método de classificação de gravidade de ferimentos que consiste em atribuir uma classificação a nove partes do corpo. Os valores desta classificação são de 1 a 6, crescendo com a gravidade do ferimento. A escala de gravidade é a seguinte:

- 1 = Menor
- 2 = Moderado
- 3 = Grave
- 4 = Severo
- 5 = Crítico
- 6 = Máximo (habitualmente indicando a morte do paciente)

O código MAIS (*MAXIMUM ABBREVIATED INJURY SCALE*) é obtido selecionando o valor máximo das classificações AIS atribuídas a cada parte do corpo, sendo estas [18]:

- 1 – Cabeça
- 2 – Face
- 3 – Pescoço
- 4 – Tórax
- 5 – Abdómen
- 6 – Coluna Vertebral
- 7 – Membros Superiores
- 8 – Membros Inferiores
- 9 – Não Especificado

Assim é possível obter uma classificação mais realista e com dados clínicos mais detalhados e credíveis, no entanto e apesar de ser um ótimo método de classificação, os elevados encargos financeiros que advêm dela são um entrave para a sua rápida adoção.

Um dos objetivos estipulados inicialmente seria incluir esta classificação na análise das vítimas, mas tal não aconteceu por não haver dados disponíveis, visto que atualmente esta classificação só é aplicada aos internamentos e todas as vítimas analisadas não tiveram provavelmente que ser hospitalizadas mais do que 24 horas por serem feridos ligeiros.

2.4. ENTIDADES RESPONSÁVEIS PELA SEGURANÇA RODOVIÁRIA

O Parlamento, que é o principal órgão legislativo em Portugal, é responsável pela emissão da lei-quadro geral sobre o tráfego e requisitos da segurança. Toda a legislação de normas específicas é desenvolvida a nível ministerial. Relativamente às entidades portuguesas com maiores responsabilidades de trânsito e segurança rodoviária é possível destacar as seguintes:

- **Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR)** - concentram-se na ANSR as atribuições da extinta Direção Geral de viação (DGV), e é um serviço central da administração direta do Estado dotado de autonomia administrativa.

A ANSR tem por missão o planeamento e coordenação a nível nacional de apoio à política do Governo em matéria de segurança rodoviária, bem como a aplicação do direito contraordenacional rodoviário.

Destacam-se como as suas principais funções a definição das políticas no domínio do trânsito e da segurança rodoviária, a elaboração e monitorização do Plano Nacional de Segurança Rodoviária e a delineação dos documentos estruturantes relacionados com a segurança rodoviária, promovendo o seu estudo, nomeadamente das causas e fatores intervenientes nos acidentes de trânsito. Também promove e apoia iniciativas cívicas e estabelece parcerias com entidades públicas e privadas, designadamente no âmbito escolar, e realiza ações de informação e sensibilização que fomentam uma cultura de segurança rodoviária e de boas práticas na condução. Além disso também é a responsável pela elaboração de estudos, pela adoção de medidas que visem o ordenamento e disciplina do trânsito e pela fiscalização e cumprimento das disposições legais sobre trânsito e segurança. [3].

- **Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT)** - é um instituto público integrado na administração indireta do Estado, dotado de autonomia administrativa e financeira. Apresenta como funções a regulamentação técnica, de licenciamento, coordenação, fiscalização e planeamento no setor dos transportes terrestres, fluviais e respetivas infraestruturas e na

vertente económica do setor dos portos comerciais e transportes marítimos. Além disso também é o responsável pela gestão de contratos de concessão em que o Estado seja concedente, nos referidos setores ou em outros setores, nomeadamente relativos a transporte aéreo e infraestruturas aeroportuárias, de modo a satisfazer as necessidades de mobilidade de pessoas e bens. [15].

- **Infraestruturas de Portugal (IP)** – Entidade responsável pela concepção, planeamento, construção, financiamento, conservação, exploração, requalificação e alargamento da rede rodoviária nacional [16].
- **Polícia de Segurança Pública (PSP) e Guarda Nacional Republicana (GNR)** – Organismos responsáveis pela aplicação das leis relativas à viação e aos transportes rodoviários no território nacional.
- **Tribunais** - Instituições envolvidas na aplicação de sanções por infrações muito graves, sendo que a aplicação das restantes sanções é da competência da ANSR.

2.5. PLANOS MUNICIPAIS DE SEGURANÇA RODVIÁRIA

Com foco na redução da sinistralidade em meio urbano é fundamental as Câmaras adotarem Planos Municipais de Segurança Rodoviária, uma vez que estes definem a metodologia que deve ser assumida na aplicação das medidas. Apesar de não serem ainda obrigatórios são fundamentais para combater a sinistralidade, daí a sua implementação assumir elevada importância.

Estes planos são globais e atuam em diversas áreas como na introdução de novas leis, fiscalização, implementação de medidas na infraestrutura, educação, sensibilização, entre outras.

De facto se Portugal quer atingir as metas da ENSR [20] e tornar-se num dos dez países europeus com sinistralidade mais baixa, é necessária intervenção de entidades públicas e privadas, bem como da comunidade em geral.

Nesse sentido a ANSR elaborou, em colaboração com o Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, um Guia para a elaboração de Planos Municipais de Segurança Rodoviária. Este guia serve de suporte à definição, desenvolvimento, controlo e implementação dos Planos Municipais que as Autarquias pretendam desenvolver [21].

As autarquias e o poder autárquico são uns dos instrumentos fundamentais para a implementação de políticas locais de aplicação da ENSR, e nesse sentido a ANSR através deste documento ajuda a estabelecer objetivos e metas a alcançar.

Este guia que é um impulsionador da ENSR está organizado da seguinte forma:

1. Identificação da estrutura municipal para implementação do Plano Municipal de Segurança Rodoviária (PMSR)
2. Identificação da sinistralidade rodoviária municipal
3. Definição dos objetivos quantitativos para a diminuição da sinistralidade rodoviária municipal
4. Definição dos objetivos estratégicos do PMSR
5. Definição dos objetivos operacionais do PMSR
6. Linhas de orientação para o desenvolvimento das Ações Chave

Em primeiro lugar deve ser criada uma estrutura autónoma, integrada o quanto possível com técnicos especializados, com a missão de estudar, desenvolver, implementar e controlar as políticas municipais

de segurança rodoviária. Considerando a interligação entre estas políticas e as que se prendem com o trânsito e a mobilidade, será aconselhável que para municípios de menores dimensões estas funções possam ser efetuadas pelo mesmo organismo.

Esta estrutura autónoma deverá estudar a sinistralidade rodoviária e atuar, transversalmente em todas as esferas de influência do município, sobre as suas causas e consequências.

Esta estrutura vai ter dois núcleos fundamentais: O Observatório Municipal de Segurança Rodoviária (OMSR), que é o responsável técnico pela concepção, implementação, acompanhamento, monitorização e desenvolvimento do PMSR, competindo-lhe propor os objetivos estratégicos e operacionais e ainda o estudo das melhores soluções para o Município. O segundo núcleo será respeitante ao Conselho Consultivo do Plano Municipal de Segurança Rodoviária, uma estrutura de acompanhamento do PMSR, constituída por organismos, entidades, associações e indivíduos que, pelas suas competências e qualificações, podem colaborar na implementação do Plano.

Em segundo lugar também deve constar no PMSR a identificação e caracterização da sinistralidade rodoviária municipal. É necessário fazer um estudo aprofundado dos fenómenos para compreender a sua origem, intervir sobre as suas causas e compreender os seus efeitos. O PMSR terá assim como base o conhecimento da realidade e dos fatores que com ela interagem.

Em terceiro lugar, temos como parte constituinte do PMSR, a definição dos objetivos quantitativos para a diminuição da sinistralidade rodoviária municipal. Para se poderem estabelecer planos sustentados, objetivos claros e metas realistas é necessário a definição de indicadores seguros, universais e facilmente compreensíveis. Nesse sentido recorre-se a um Indicador de Sinistralidade Rodoviária Municipal (ISRM) como é o caso do indicador de gravidade, que abordaremos aprofundadamente mais à frente. Estes indicadores servem de monitorização nos esforços envolvidos na redução da sinistralidade.

Com base nos indicadores calculados cada município deve assumir objetivos próprios de acordo com a análise do seu sistema de mobilidade. Assim os PMSR podem ser encarados como impulsionadores da ENSR, e os seus objetivos devem estar centrados na meta comum da redução da sinistralidade. Os objetivos podem ser por exemplo a redução percentual do número de mortes por milhão de habitantes.

Em quarto lugar o PMSR deve definir os objetivos estratégicos, estabelecendo as áreas de atuação, como por exemplo a segurança dos veículos, ensino e escolas de condução, melhoria da infraestrutura, fiscalização dos condutores e veículos, comunicação, sensibilização, melhoria do socorro e apoio às vítimas, entre outras áreas. Após a escolha da área é necessário identificar os objetivos estratégicos, definindo os grupos de risco (condutores, peões, circulação dentro das localidades, etc) e os fatores de risco (velocidade, dispositivos de segurança, infraestrutura, etc). Durante a definição dos objetivos estratégicos deverão ser criados indicadores de resultados para que possam possibilitar uma clara comunicação dos resultados do PMSR.

Em quinto lugar o PMSR deve definir os seus objetivos operacionais (OO). Os OO do PMSR deverão ser objeto de discussão pública com as entidades que terão a seu cargo a implementação das ações chave que lhe serão associadas. Estes objetivos surgem a partir do cruzamento dos objetivos estratégicos (OE) do PMSR com os objetivos operacionais (OO) da ENSR. Por essa razão, também neste caso existirão os objetivos de atuação (OOA) e de cooperação (OOC). Sendo que apenas poderão ser considerados OOC quando os interlocutores do Município possam assegurar o seu compromisso na realização das metas estabelecidas.

Depois de definidos os OO são calendarizados e enquadrados na sua contribuição para os OE. De salientar que a cada OO deverá estar associado um indicador de cumprimento face às metas estabelecidas pelas entidades responsáveis.

Por fim o PMSR deve conter também linhas de orientação para o desenvolvimento das ações chave. As ações chave apenas deverão ser estudadas após a definição dos OO, uma vez que o PMSR é um sistema fechado em que todos os seus componentes interagem de forma harmoniosa. A cada ação chave deve corresponder uma definição clara, um objetivo bem identificado (seja de natureza quantitativa como qualitativa), uma calendarização exata e um orçamento, exceção quando a ação é suportada pelo funcionamento normal da ou das entidades que a promovem.

De salientar que a cada ação chave deverá estar associado indicadores de atividade e de resultados que permitiraão a monitorização e o controlo da sua execução, de acordo com os parâmetros que para ela foram definidos [21].

3

METODOLOGIA

3.1. LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

No registo e caracterização de cada acidente rodoviário as autoridades preenchem um campo correspondente à descrição da localização. Esta informação torna possível ter uma percepção dos locais onde há maior acumulação de acidentes e por isso os locais a intervir mais prontamente. Como será abordado posteriormente existem muitos casos em que ocorre um incorreto preenchimento deste campo o que compromete a análise. Isto acontece por exemplo quando se verifica ausência do registo do número de polícia, nomes de ruas mal escritos ou incompletos e até nomes de ruas que não existem. Assim, é fulcral haver um maior rigor no preenchimento dos Boletins Estatísticos dos Acidentes de Viação (BEAV), uma vez que sem dados fiáveis não há possibilidade de inferir corretamente para futuras ações.

Para a determinação dos locais a intervir foi utilizada a base de dados usada no âmbito do Projeto LIVE, e que contem a informação das coordenadas GPS do local dos acidentes com vítimas, ou seja todos os acidentes com os locais identificados com base na latitude e longitude.

Assim, foi possível identificar cada acidente com o geocode correspondente. Posteriormente exportaram-se as coordenadas para o googlemaps [22], através de uma ferramenta desenvolvida no âmbito do Projeto Europeu LIVE. Com esta aplicação foi possível determinar os locais mais críticos, isto é, com mais pontos de acumulação de acidentes e consequentemente aqueles passíveis de intervenção. De referir que primeiramente fez-se a análise para a generalidade dos acidentes, aprofundando-se mais tarde os atropelamentos.

3.2. PROJETO LIVE

O “Projeto LIVE – Tools to Injury Prevention” [2] é um projeto que tem como um dos seus objetivos fazer a ligação entre os registos dos acidentes rodoviários feito pelas autoridades, e que constam nos BEAV's, e o registo dos hospitais, de forma a ter um mais completo conhecimento das vítimas dos acidentes e das suas consequências. Além disso, e apesar deste projeto estar apenas centrado na região do Porto, tem como objetivo futuro alargar o sistema de correspondência a todo o País.

Pela primeira vez em Portugal desenvolveu-se uma base de dados ligada entre os dados da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária e dos hospitais, com foco na região do Porto. Os dados hospitalares foram obtidos dos três hospitais principais da Área Metropolitana do Porto (Hospital Santo António, Hospital S. João e Hospital de Gaia). Os dados das autoridades policiais, fornecidos pela ANSR, foram limitados às fronteiras das áreas abrangidas pelos hospitais em estudo. Devido a leis de proteção de dados, campos de identificação de dados pessoais das vítimas não foram fornecidos [18].

De salientar que apesar da correspondência entre os dados dos hospitais e os das autoridades nos possibilitar obter mais informações clínicas das vítimas bem como das características dos acidentes, apenas foi possível cruzar cerca de 41 % dos registos, aspeto que será explicado no próximo capítulo.

3.3. HIGHWAY SAFETY MANUAL

O Highway Safety Manual (HSM) foi inicialmente desenvolvido pela Federal Highway

Administration (FHWA) dos EUA com o objetivo de colmatar a ausência de um único documento oficial a ser usado para avaliar quantitativamente o impacto de decisões em infraestruturas em termos de segurança, tendo sido publicado em 2010 [23].

O HSM apresenta uma variedade de ferramentas e metodologias para a consideração da segurança em toda a gama de atividades rodoviárias, e facilitar na fase de planeamento, no desenvolvimento de projeto, na construção, na comparação de alternativas e manutenção com base numa análise precisa das suas consequências relativas à segurança. O objetivo deste manual é transmitir conhecimentos atuais em matéria de informação e segurança nas estradas para uso dos profissionais da área.

Este manual foi desenvolvido primeiramente para ajudar a reduzir a frequência e a gravidade dos acidentes nas estradas americanas, fornecendo ferramentas para considerar a segurança no processo de desenvolvimento do projeto.

De salientar que o HSM reúne atualmente informações e metodologias que permitem estimar quantitativamente a frequência de acidentes ou a sua gravidade e por isso é um ótimo meio de análise, para ponderação e tomada de decisões.

Assim o HSM é um 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 atualização na página web do manual [1].

O HSM é constituído por quatro partes:

- Parte A – Introdução, Fatores 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

A Parte A faz uma introdução ao manual e descreve a finalidade e âmbito deste, explicando a relação do HSM para as atividades de planeamento, projeto, operações e manutenção. Também inclui nesta parte fundamentos dos processos e ferramentas descritas no HSM. Além disso também fornece as informações básicas necessárias para aplicar os métodos de previsão, fatores de modificação dos acidentes e métodos de avaliação previstos nas partes B, C e D.

Na Parte B apresentam-se sugestões de medidas para controlar e reduzir a frequência e gravidade de acidentes nas redes viárias existentes. Inclui métodos úteis para a identificação de locais com potencial de melhoria, diagnóstico, avaliação económica, escolha de projetos, e avaliação da eficácia.

A Parte C aborda os métodos possíveis de previsão para estimar a frequência de acidentes em determinados locais. Estes métodos de previsão baseiam-se em funções de desempenho de segurança que estimam a frequência média acidente em função do volume de tráfego e das características viárias [24].

A Parte D é a parte que tem especial interesse nesta dissertação uma vez que é a referente aos Crash Modification Factors (CMF). A informação apresentada 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, e mais propriamente acerca dos CMFs, permitem quantificar a alteração média esperada de acidentes resultante das modificações geométricas ou operacionais de um determinado local [1].

3.4. CRASH MODIFICATION FACTORS

Os CMFs são os fatores de modificação da sinistralidade e quantificam a variação do número esperado de acidentes após alteração das características implementadas num determinado local. Assim possibilita prever a influência de determinada medida mesmo antes de ser aplicada.

Um CMF superior a 1,0 indica um aumento esperado nos acidentes, enquanto um valor inferior a 1,0 indica uma redução após a aplicação da medida que lhe é associada. Por exemplo, um CMF de 0,8 indica um benefício de segurança, mais especificamente, uma redução em 20% dos acidentes. Um CMF de 1,2 indica uma degradação na segurança, mais concretamente um aumento de 20% no número de acidentes.

Os índices são atribuídos através do estudo de casos anteriores em que as medidas foram aplicadas, e pela análise da influência das medidas na sinistralidade rodoviária dos locais. São calculados pela razão da frequência de acidentes depois de implementada a medida sobre a frequência de acidentes antes de implementada a medida [1].

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

Apesar de ser uma ferramenta muito fiável estes indicadores dependem de local para local e por isso pode haver variações em relação às alterações inicialmente previstas.

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

Assim, na aplicação de várias medidas no mesmo local é prática comum multiplicar os índices para estimar o efeito combinado da totalidade das medidas. Neste caso, e mesmo que a implementação de várias medidas possa ser mais eficaz do que apenas uma, é improvável que o efeito total do conjunto seja maior do que aquele provocado apenas por uma se estas não forem bem escolhidas e implementadas.

Isto é particularmente real se as medidas forem direcionadas para o mesmo tipo de acidente, como por exemplo, instalação de iluminação e reforçar marcações de pavimento para enfrentar acidentes noturnos.

Portanto, a menos que as medidas sejam completamente independente, ao multiplicar vários CMFs é provável superestimar o efeito combinado e assim prever reduções superiores àquelas que se verificam na realidade. A probabilidade de sobreavaliação aumenta com o número de CMFS que são multiplicados.

Assim é necessário um estudo rigoroso por parte dos profissionais da área para estimar o efeito combinado das várias intervenções no local. Idealmente um CMF para um tratamento combinado deve

ser derivado diretamente de uma avaliação rigorosa antes e depois dos locais onde o tratamento de combinação foi aplicado [25].

Um CMF deve ser selecionado com base nas características do local, estando dependente do tipo de área, geometria, controle e volume de tráfego, classificação funcional, e / ou jurisdição, entre outras características. Estes índices são uma importante ferramenta de trabalho para os profissionais da segurança rodoviária para obter o maior ganho de segurança com recursos limitados, comparar as consequências de segurança entre várias alternativas de medidas e locais, possibilitar a identificação de estratégias de baixo custo e verificar a razoabilidade das avaliações. Além disso o recurso a estes índices permite também obter uma análise do custo benefício, sendo assim uma das ferramentas fundamentais na delimitação da segurança viária [23] e [24].

Importa também referir que a aplicação de uma medida pode ter diferentes valores de CMFs, por exemplo, a instalação de um sinal de trânsito pode reduzir colisões laterais mas aumentar colisões traseiras.

O portal online da *CMF Clearinghouse* [26], é uma das ferramentas de apoio na escolha das medidas a implementar, porque contém um banco de dados dos CMFs e documentação de apoio que permite ajudar os profissionais da área a identificar as medidas mais adequadas para as necessidades de segurança procuradas. Este portal, que se foca na parte D do HSM, é apenas uma das ferramentas e recursos para ajudar os profissionais a tomar as melhores decisões relativas à segurança.

O *CMF Clearinghouse* permite aos utilizadores aceder a uma base de dados que contém todos os CMFs incluídos no HSM bem como outros que entretanto vão sendo adicionados em função dos novos estudos realizados. Esta listagem compila todos os CMFs documentados, centralizando-os, e fornece uma base de dados pesquisável e de fácil consulta. Através do portal é também possível acrescentar CMFs novos para serem incluídos na lista já existente. Sendo que, é importante reconhecer os pontos fortes e os problemas associados com os diferentes métodos de determinação dos CMFs. A consciência dessas diferenças irá ajudar os investigadores a identificar um adequado método para desenvolver um CMF, dadas as limitações da sua avaliação específica e o nível de confiabilidade exigida [25].

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

De salientar que cada CMF tem uma avaliação que atribui padrões de qualidade através de uma escala que pode ir até cinco estrelas, sendo que, quanto mais estrelas tem uma medida maior é o seu grau de confiança estatística.

Este portal é mantido pela *Highway Safety Research Center UNC* com o financiamento da *Federal Highway Administration* dos EUA [1].

4

SINISTRALIDADE NA CIDADE DO PORTO

4.1. ENQUADRAMENTO DA CIDADE DO PORTO

A cidade do Porto apresenta uma área de 41,42 km², e tem uma população de 237 591 habitantes (2011), sendo a segunda maior cidade do país, seguindo-se a Lisboa, e por isso um importante polo de turismo e comércio que levam à circulação de milhares de pessoas e veículos.

Em 2014 o Porto foi eleito Melhor Destino Europeu, galardão que tinha já obtido em 2012 e recentemente lançou a corporização gráfica da marca Porto, algo que nunca tinha existido e que servirá como instrumento de promoção nacional e internacional do destino.

Neste momento é uma cidade em plena recuperação económica e reabilitação, sendo evidente isso na reabilitação do Centro Histórico e dos bairros municipais.

Apresenta uma excelente rede de transportes, bons serviços de saúde, e uma dinâmica social e cultural, que fazem hoje do Porto uma cidade acolhedora, tanto para pessoas como para empresas, e assim uma cidade em constante desenvolvimento, na qual o turismo impulsionou quer a cidade como as suas dinâmicas [27].

Nesse sentido, e face a este desenvolvimento a segurança rodoviária é assumida com enorme relevo pois a sinistralidade rodoviária é uma das preocupações mundiais e um claro indicador de desenvolvimento sustentável que é fundamental para uma cidade. Sendo que 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. Por isso, é fundamental os municípios encararem este problema nas suas estratégias de desenvolvimento porque só assim conseguem um desenvolvimento sustentável, com políticas adequadas e relacionadas com os problemas atuais.

Na figura 10 estão identificadas as 7 freguesias que constituem o concelho do Porto. Na verdade, três delas são "União" de freguesias, resultantes da reforma administrativa concretizada em 2013, sendo constituído pela União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde, União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, União das Freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos e pelas freguesias de Bonfim, Campanhã, Paranhos e Ramalde [27].

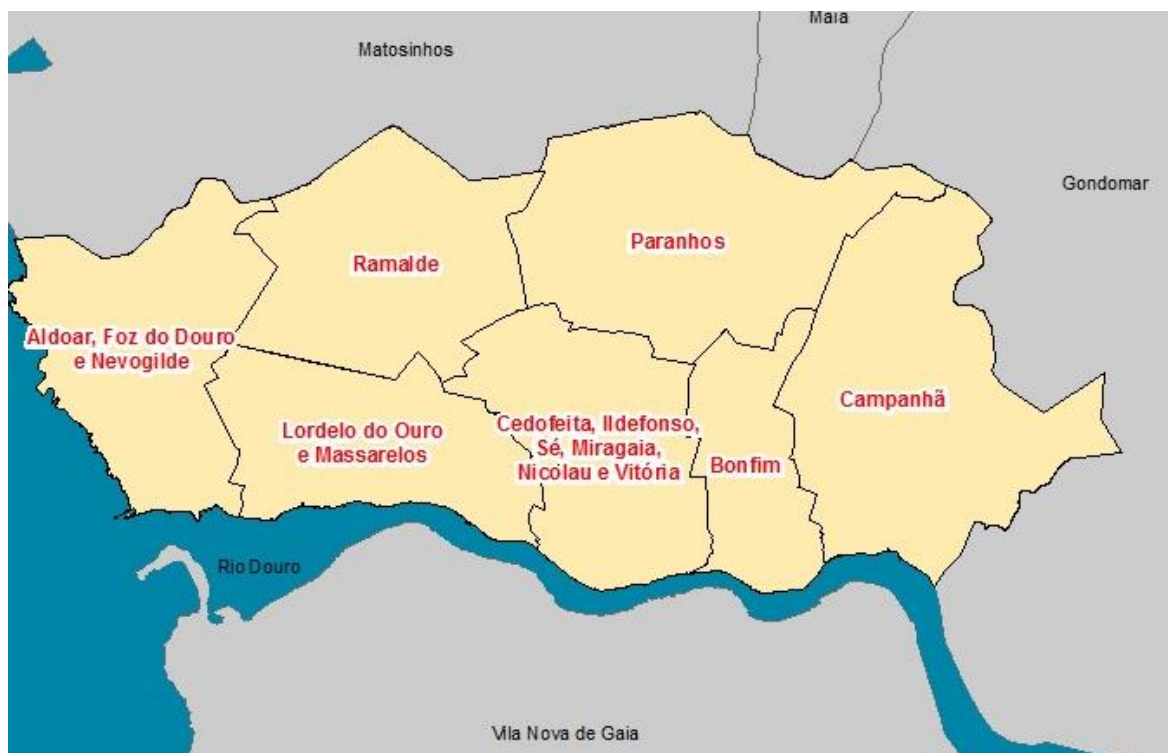


Figura 10 - Freguesias do Porto

Relativamente à Rede Viária da cidade pode-se dizer que é muito complexa e hierarquizada, tendo como exemplo a figura 11 em que se pode ver parte do concelho e diferentes vias diferenciadas funcionalmente. As vias identificadas com a cor azul na figura representam o eixo urbano estruturante e de articulação intermunicipal, as vias representadas a verde correspondem ao eixo urbano complementar ou estruturante local. As restantes vias são de acesso local.

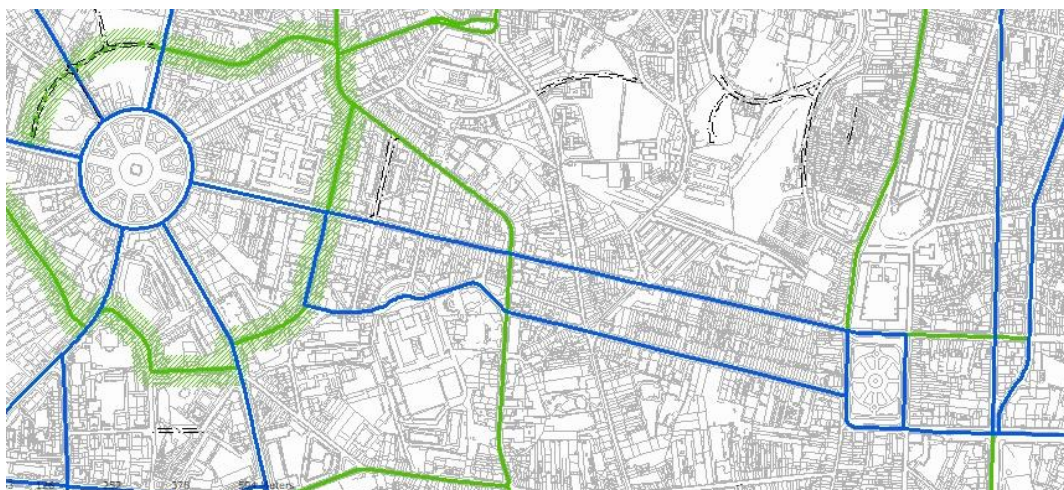


Figura 11 - Hierarquia Rodoviária da Cidade do Porto (Fonte: Câmara Municipal do Porto)

4.2. DADOS DA CIDADE DO PORTO

Segundo os dados de 2013 evidenciados pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) o concelho do Porto é aquele com o segundo maior registo de acidentes em todo o país, seguindo-se a Lisboa. No relatório anual de vítimas a 24 horas do ano de 2013, ou seja cuja classificação da vítima (ferido grave, ligeiro ou morto) é feita nas primeiras 24 horas, podemos analisar a evolução dos acidentes com vítimas nos anos de 2004 a 2013. Como se pode verificar pelo quadro 2, apesar do numero de acidentes com vítimas se tenha mantido constante, e de ser bastante considerável, o numero de acidentes com mortos e /ou feridos graves diminuiu substancialmente.

Quadro 2 - Evolução dos acidentes com vítimas, feridos graves e mortos de 2004 a 2013 no concelho do Porto (Fonte: ANSR)

	Acidentes c/ vítimas	Acidentes c/ mortos	Acidentes c/ mortos e/ou f. graves	Índice de gravidade
2004	5680	123	476	2,6
2005	5379	105	434	2,1
2006	5198	91	395	1,8
2007	5259	88	359	1,7
2008	5196	82	325	1,7
2009	5600	61	292	1,3
2010	5879	83	291	1,6
2011	5464	73	285	1,4
2012	4905	75	239	1,6
2013	5075	61	232	1,2

O índice de gravidade da última coluna da tabela é calculado da seguinte forma:

$$IG = 100 \times M + 10 \times FG + 3 \times FL \quad (2)$$

Em que M é o número de mortos, FG o de feridos graves e FL o de feridos leves.

Relativamente às vítimas mortais, no período em questão, tem vindo a diminuir consideravelmente, bem como o número de feridos graves, diminuído mais de 50% em ambos (quadro 3), o que demonstra que as estratégias assumidas, como foi o Plano Nacional de Segurança Rodoviária e mais recentemente com a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) estão a ter um efeito positivo, e por isso uma boa filosofia para adoptar e um incentivo para continuar a levar a cabo estas políticas.

Apesar de não termos dados mais recentes é de supor que tem evoluído de acordo com os anos anteriores, ou seja tem ocorrido uma redução da sinistralidade.

Quadro 3 - Evolução das vítimas mortais, feridos graves e feridos ligeiros de 2004 a 2013 no concelho do Porto (Fonte:[ANSR])

	Vítimas mortais	Feridos graves	Feridos leves	Total vítimas
2004	146	481	7170	7797
2005	111	400	6728	7239
2006	96	371	6589	7056
2007	89	313	6590	6992
2008	87	291	6626	7004
2009	75	268	7058	7401
2010	93	243	7410	7746
2011	78	249	6882	7209
2012	79	196	6000	6275
2013	63	198	6333	6594

Os dados para a elaboração de todos os relatórios mensais e anuais da ANSR são baseados nas informações transmitidas pelos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV's), ver anexo 2.

Quando ocorre um acidente e os intervenientes chamam as forças de segurança, estas preenchem os BEAV's, que são uma fonte muito completa de todas as informações relevantes do acidente. Como a localização, tipo e natureza do acidente, número de veículos envolvidos, características técnicas do traçado, condições do pavimento, sinalização, condições atmosféricas. Além disso também fornecem todas as informações dos condutores envolvidos, como a idade, género, nível de álcool no sangue, habilitações de condução, etc.

Porém, pelo facto das autoridades competentes não possuírem os aparelhos necessários, na determinação da localização é muitas vezes impossível preencher as coordenadas GPS e assim obter com precisão o local do acidente. Como não possuem estes sistemas as autoridades recorrem a outros métodos, como é o caso do registo do número de polícia, e assim podem localizar determinado arruamento ou local aproximado em que ocorreu o acidente.

Nos casos em que o número de polícia não existe ou não foi preenchido, é ainda possível registar um ponto de referência inequívoco, como é o caso de rotundas ou cruzamentos em que são referidos os nomes dos dois arruamentos [5].

Assim, e para a diminuição dos erros de localização, era fundamental recorrer a equipamentos como por exemplo GPS que tornariam muito mais fiável a determinação das zonas mais gravosas, e a sua posterior intervenção.

O envio dos dados dos boletins para a ANSR é efectuado no mês seguinte ao da ocorrência. Posteriormente ocorre a análise e validação dos respectivos dados, mas apenas utilizando os acidentes com vítimas. Por fim são elaborados os relatórios mensais e anuais que vão servir de análise da sinistralidade do País.

4.3. SINISTRALIDADE - ESTADO DA ARTE

A redução da sinistralidade tem que assumir um papel fulcral no desenvolvimento dos países, uma vez que é uma problemática atual e os acidentes rodoviários representam uma das principais causas de morte.

Nesse sentido, e dada a elevada importância deste tema já foram realizados vários estudos com foco na Cidade do Porto. De realçar o estudo realizado no âmbito de uma dissertação de Mestrado Integrado

em Engenharia Civil por José Manuel Barbosa em 2008 [5] na qual foram apresentadas medidas de baixo custo para redução da sinistralidade rodoviária na Cidade do Porto. Este estudo assume maior relevo pelo facto de algumas medidas propostas terem sido implementadas pela Câmara, o que revela a importância do estudo e do tema. Exemplo da Rua Santa Justa com a Avenida de Fernão Magalhães em que, com base no estudo alterou-se a estrutura da via e introduziu-se estacionamento.

Para além deste, foram realizados estudos mais recentes com o mesmo tema, como é a dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Civil pela Ana Sofia Dias Salvador em 2014 [1] que se foca nos factores de risco de acidentes com vítimas e estudo das medidas de mitigação, e a dissertação realizada por Alberto José Simões em 2015 [18] que se inseriu na análise de custos dos acidentes rodoviários.

De realçar também os estudo realizado em 2012 por Rui Miguel Silva Duarte que se centra na aplicação do método de previsão de acidentes do Highway Safety Manual em interseções do meio urbano [28] e o estudo realizado em 2013 por Joana Filipa Carvalho Martins que se foca na seleção de interseções com potencial redução da sinistralidade - aplicação do HSM [29]. De referir que estes últimos estudos também foram realizados no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

4.4. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS

Para o desenvolvimento deste estudo foram usadas bases de dados com os registos das vítimas em acidentes rodoviários de 2006 a 2011 com foco na cidade do Porto. Dando relevo ao meio urbano que é onde ocorre a maioria dos acidentes [13].

Inicialmente recorreu-se à base de dados da polícia, para o período em questão, a qual era composta por 6604 registos de vítimas, e informações tanto da natureza do acidente como a data, hora, a localização, o tipo de acidente, as condições do pavimento, de visibilidade, as características da via, bem como informações das vítimas como a idade, sexo, o nível de álcool no sangue, a gravidade dos ferimentos, entre outros aspectos. Com esta base de dados foi possível desde logo fazer uma análise inicial da localização, tipo de acidentes, idade e gravidade, e assim ficar com uma perspectiva dos pontos mais gravosos e das vítimas mais vulneráveis.

Como um dos objetivos do trabalho era considerar a classificação MAIS para a gravidade das vítimas resolveu-se posteriormente optar pela base de dados usada no Projeto LIVE, que resulta do processo de ligação Hospital-Polícia. Com esta opção vai ocorrer a diminuição dos registos de vítimas, visto que, como se pode verificar pela figura 12 apenas foi possível cruzar cerca de 41% dos registos entre Hospitais e Polícia [2].

De salientar que este objetivo de aprofundar a classificação MAIS deixou de ser considerado por falta de dados, como será verificado mais a frente.

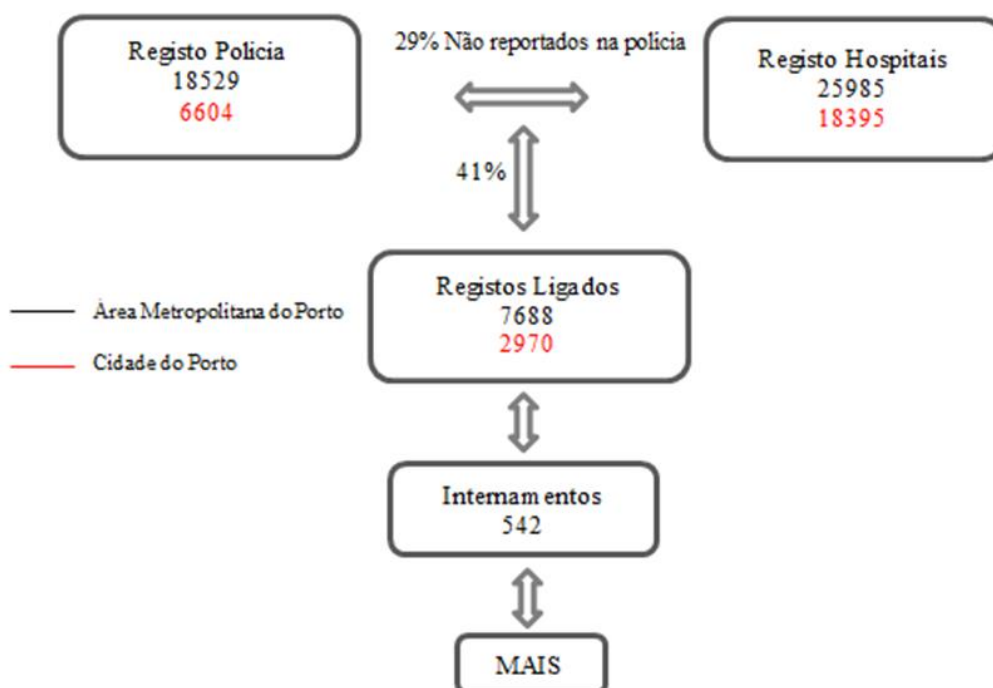


Figura 12 - Processo de ligação de dados no Projeto LIVE

O processo de ligação entre os registos dos hospitais e aqueles reportados pela polícia é efectuado pela idade e género das vítimas, e pela data e hora de registo. Esta perda de registos, cerca de 59%, pode ser justificada por erros no processo de preenchimento dos Boletins Estatísticos dos Acidentes de Viação, pela omissão de certos campos ou pelo facto do agente responsável ter de prever por exemplo a idade da vítima pelo facto de esta não estar em condições de o poder confirmar.

De destacar também que há vítimas que não se deslocam imediatamente ao hospital e por isso dificulta o cruzamento dos dados correspondentes á data e hora, daí também o número de registos dos hospitais ser consideravelmente superior quando comparado com os da polícia.

A nova base de dados, realizada no âmbito do projeto LIVE, inclui 2970 registos no caso da cidade do Porto. A estes eliminou-se os que se localizavam fora das localidades e os localizados na circunvalação e vias rápidas porque estas apresentam carácter menos urbano e não pertencem à jurisdição da Câmara Municipal do Porto. Fazendo este processo de seleção resultou a nossa base de dados final que inclui 2251 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.

4.4.1. ANÁLISE DA BASE DE DADOS

Inicialmente analisou-se as vítimas não restringindo ao tipo de acidente para termos uma visão global, aprofundando posteriormente a análise aos atropelamentos, que como foi referido, é um dos principais objetivos de estudo.

Como se pode verificar pelo quadro 4 as colisões laterais com veículos em movimento são o tipo de acidentes com mais vítimas, este valor reflete-se provavelmente pelo facto deste tipo de acidentes ser o mais frequente, e por isso aquele onde resultam mais feridos.

Além disso, pode-se verificar que os atropelamentos registam 638 vítimas (considerando também os casos em que houve fuga), valor muito elevado e que dá ainda mais importância ao nosso estudo. Este valor pode ser justificado pelo facto de a maioria dos acidentes veículo/peão resultar frequentemente em ferimentos no peão.

Quadro 4 - Tipo de acidentes registados entre 2006 e 2011

Tipo de Acidente	Número de Registos
Atropelamento com fuga	18
Atropelamento de animais	1
Atropelamento de peões	620
Colisão choque em cadeia	75
Colisão com fuga	13
Colisão com outras situações	121
Colisão com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem	27
Colisão frontal	236
Colisão lateral com outro veículo em movimento	653
Colisão traseira com outro veículo em movimento	239
Despiste com capotamento	20
Despiste com colisão com veículo imóvel ou obstáculo	73
Despiste com dispositivo de retenção	21
Despiste com fuga	7
Despiste com transposição do dispositivo de retenção lateral	1
Despiste sem dispositivo de retenção	42
Despiste simples	51
Não Definida	33
Total Geral	2251

Relativamente à idade das vítimas pode-se verificar pelo quadro 5 que existe uma distribuição muito uniforme entre os 18 e os 65 anos, grupos etários onde se verifica também o maior número de vítimas. Estes valores podem ser explicados pelo facto de serem os grupos mais ativos por motivos profissionais e familiares, e como tal com maior impacto na mobilidade. Os idosos, mais de 65 anos, e os jovens com idade inferior a 18 anos apresentam menor número pelo facto de muitas vezes estarem dependentes de outros para se deslocarem, e não usam o carro com tanta frequência.

Analisando a distribuição do número de vítimas pelo género pode-se constatar que não existe muita diferença.

Quadro 5 - Idade e género das vítimas para todo o tipo de acidentes

Grupos Etários		Masculino	Feminino
0-18	217	114	103
18-30	568	328	240
30-45	541	301	240
45-65	550	274	276
>65	375	157	218
Total	2251	1174	1077

Analisando a gravidade das vítimas em todo o tipo de acidentes pode-se verificar pelo quadro 6 que a maioria, e como era esperado, consiste em feridos ligeiros. Porém existem 29 vítimas mortais o que é considerável e por isso algo a refletir nas políticas e medidas a aplicar futuramente.

Quadro 6 - Gravidade das vítimas considerando todo tipo de acidentes

Gravidade	Número de Registos
Ferido Ligeiro	2167
Ferido Grave	55
Vítima Mortal	29
Total	2251

Relativamente às freguesias onde se verificaram maior número de registos, coincidem com aquelas onde estão localizadas vias rápidas, e vias com elevado tráfego como é o caso da circunvalação e da VCI (Via de Cintura Interna) classificada como via coletora não apresentando como tal um perfil do tipo urbano.

As causas prováveis para tal estão relacionadas com a elevada velocidade praticada, que é frequentemente superior à recomendada, aliada ao grande volume de tráfego que circula diariamente nestas vias. Estes dois factores são ainda agravados em dias de chuva devido à 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. Nesse sentido, e como se pode ver no quadro 7, destacam-se as freguesias de Paranhos, Ramalde e Campanhã. De notar que são também aquelas com maior área geográfica.

De salientar que estamos a analisar as freguesias não considerando a reforma administrativa concretizada em 2013 que apenas considera 7 freguesias, visto que os dados são de 2006 a 2011.

Quadro 7 - Distribuição das vítimas pelas freguesias

Freguesia	Número de Registos
Aldoar	59
Bonfim	146
Campanhã	253
Cedofeita	254
Foz do Douro	90
Lordelo do Ouro	201
Massarelos	102
Miragaia	22
Vitória	19
Nevogilde	92
Paranhos	442
Ramalde	277
Santo Ildefonso	171
São Nicolau	16
Sé	93
Não Definida	14
Total	2251

Posteriormente à análise global, considerando todo o tipo de acidentes, e com foco nos objetivos do trabalho analisou-se os registos das vítimas mas restringindo apenas aos atropelamentos. Como se verificou anteriormente, existem 638 atropelamentos, número elevado quando comparado com o número total de registos, assumindo a sua redução um papel fundamental se queremos reduzir a sinistralidade, uma vez que o peão é o interveniente principal para a segurança rodoviária e por isso é sobre ele que devem recair os maiores cuidados. Além disso, e como se pode ver pelo quadro 8, ainda é considerável o número de mortes provocadas por atropelamentos.

Quadro 8 - Gravidade das vítimas de atropelamento

Gravidade	Número de Registos
Ferido Ligeiro	594
Ferido Grave	32
Vítima Mortal	12
Total	638

Considerando a localização das vítimas pelas freguesias da cidade do Porto destacam-se as freguesias de Cedofeita, Bonfim, Campanhã, Santo Ildefonso e Paranhos como as mais críticas, e por isso aquelas onde provavelmente existirão mais zonas de acumulação de acidentes, ver quadro 9. De salientar também que temos dois registos em que não foi possível determinar a localização, provavelmente pelos problemas referidos anteriormente relativamente ao registo dos acidentes.

Quadro 9 - Distribuição das vítimas de atropelamento pelas freguesias

Freguesias	Número de Registos
Aldoar	16
Bonfim	61
Campanhã	66
Cedofeita	84
Foz do Douro	33
Lordelo do Ouro	38
Massarelos	28
Miragaia	4
Vitória	16
Nevogilde	16
Paranhos	110
Ramalde	49
Santo Ildefonso	73
São Nicolau	6
Sé	36
Não Definida	2
Total	638

Analisando os grupos etários das vítimas por atropelamento pode-se verificar que o grupo etário que abrange as pessoas com idade superior a 65 anos é o que se destaca, sendo 38% dos atropelamentos, figura 13, isto deve-se provavelmente às capacidades físicas, umas vezes que há menor mobilidade física e têm menos capacidade de reagir ao conflito iminente. Além disso, são grupos etários que usam menos o carro e deslocam-se mais a pé. Destaca-se também o grupo etário dos 45 aos 65 anos, estes não pelas características anteriormente referidas, mas provavelmente por haver um maior número de peões com esta idade e por isso, há uma maior exposição deste grupo. De salientar também pelo quadro 10 o número muito superior das vítimas do sexo feminino quando comparado com as do sexo masculino, podendo-se justificar pelo facto de terem provavelmente um padrão de mobilidade do tipo pedonal maior do que as do sexo masculino e eventualmente utilizarem mais o transporte público, ficando assim mais expostas a este tipo de acidentes.

Quadro 10 - Idade e género das vítimas de atropelamento

Grupos Etários		Masculino	Feminino
0-18	76	32	44
18-30	72	25	47
30-45	91	41	50
45-65	160	56	104
>65	239	84	155
Total	638	238	400

Os grupos etários dos 0 aos 18 anos e dos 18 aos 30 anos apresentam menor percentagem pelo facto de eventualmente andarem menos a pé.

Distribuição Percentual dos Atropelamentos por Grupos Etários

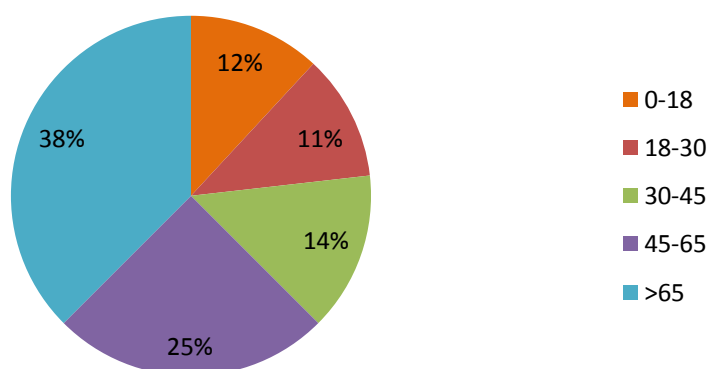


Figura 13 - Distribuição percentual dos atropelamentos por grupos etários

4.5. INDICADORES DE ESTUDO

Existem vários métodos de avaliação de desempenho segundo o HIGHWAY SAFETY MANUAL (HSM) [23] que recorrem a indicadores de sinistralidade fundamentais para a análise e estudo da segurança da estrutura viária. São estes indicadores que permitem localizar os pontos críticos e por conseguinte uma localização precisa dos locais a intervir. Pode-se destacar como indicadores a frequência média de acidentes, frequência de acidentes apenas com dados materiais, índice de gravidade relativa, nível de serviço de segurança, probabilidade de ocorrência de acidentes, taxa de acidentes, taxa crítica de acidentes, entre outros [23] e [29].

No presente estudo vai ser utilizado o indicador correspondente à frequência de acidentes com vítimas, indicador normalmente utilizado pelos municípios quando avaliam e ponderam reduzir a sinistralidade rodoviária, uma vez que é o indicador que se obtém com maior facilidade. Após analisar as vítimas na

generalidade dos acidentes restringiu-se às resultantes por atropelamentos. No caso do estudo dos atropelamentos é difícil obter os indicadores de exposição e o volume de peões o que condiciona a escolha do indicador de sinistralidade.

Nesse sentido, e analisando toda a base de dados que contem 2251 registos, dos quais 638 são atropelamentos, o estudo vai-se centrar em 6 locais onde foi registado maior número de atropelamentos, identificados assim como os locais mais críticos e passíveis de rápida intervenção. É o caso do cruzamento da Rua Antero Quental com a Rua Damião Góis com seis atropelamentos, o mesmo número verificado na interseção da Praça das Flores com a Avenida 25 de Abril. Também assumiu relevo o cruzamento da Rua Fernandes Tomás com a Rua D.João IV na qual foram registados cinco atropelamentos. Além destes, destaca-se também a Avenida Marechal Gomes da Costa, a Rua Diogo Botelho e a Rua S.Roque da Lameira pela ocorrência também de cinco atropelamentos em cada uma.

Importa referir que o local definido como zona de acumulação de acidentes corresponde a uma área de aproximadamente 50 metros.

A escolha dos locais a intervir, e os critérios para esta, vão ser evidenciados no próximo capítulo.

5

IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DAS ZONAS CRÍTICAS

Neste capítulo vamos dar destaque ao estudo detalhado dos locais escolhidos e à aplicação de medidas de mitigação nos mesmos. Dos 6 locais mais críticos relativamente aos atropelamentos, evidenciados anteriormente, vamos destacar 3. A escolha foi feita para abranger vias com tipologias e funções diferentes. Nesse sentido vamos analisar a interseção da Praça das Flores com a Avenida 25 de Abril, um local cujo cruzamento ocorre por cedência de passagem. O cruzamento da Rua Fernandes Tomas com a Rua D.João IV, que é semaforizado, e a Rua Diogo Botelho que adquire elevada importância por ter vários polos geradores de movimento de pessoas como uma escola de ensino superior, um posto de abastecimento de combustível e algum comércio.

5.1. INTERSEÇÃO DA PRAÇA DAS FLORES COM A AVENIDA 25 DE ABRIL

5.1.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL

A Rua da Praça das Flores é considerada uma via estruturante local de duplo sentido, enquanto a Avenida 25 de Abril é uma estruturante principal de sentido único. As ruas são perpendiculares entre si e o cruzamento entre elas pode ser considerado um local de elevada importância tanto pelo volume de tráfego como pelo número considerável de peões que circulam na zona, nomeadamente crianças e jovens devido à proximidade de uma escola. A Praça das Flores apresenta duas vias, enquanto a Av. 25 de Abril 3, ver figura 14 e 15 com esquema representativo.

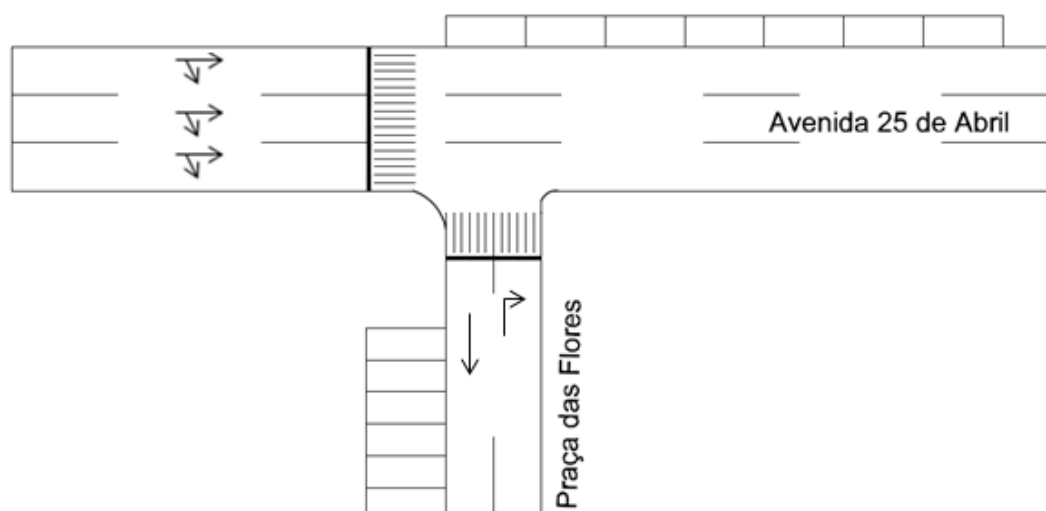


Figura 14 - Esquema representativo da interseção em estudo

De referir que para a classificação hierárquica das ruas em análise considerou-se a definida pela Câmara Municipal do Porto e que consta no documento da Planta Hierárquica Rodoviária realizada no âmbito do Plano Diretor Municipal.

O local pode ser caracterizado como sendo uma zona com muitas habitações multifamiliares, de comércio e oficinas. A altura dos edifícios não ultrapassa os 4 andares, estando o comércio reservado para os pisos inferiores.

Apenas existem linhas contínuas a separar as vias numa pequena extensão imediatamente antes da interseção. Na restante extensão as vias são separadas por traço descontínuo apresentando-se bem marcadas. De referir que a maioria das casas tem número de porta, exceção dos edifícios abandonados.

Não se verificou a existência de garagens que interfiram diretamente com o trânsito no cruzamento, nem vias destinadas apenas para os autocarros.



Figura 15 - Cruzamento da Praça das Flores com a Av. 25 de Abril

No entanto, e como se pode ver na figura 16, constata-se a existência de algumas oficinas de automóveis na Praça das Flores que intersejam diretamente com a rua e por isso pode haver um aumento dos pontos de conflito.



Figura 16 - Oficinas de automóveis próximas da interseção

O movimento de peões que atravessa o cruzamento é regular e bastante frequente, isto deve-se tanto pela existência do parque de lazer e da Escola das Flores, localizados a poucos metros, como pelos estabelecimentos comerciais presentes na área envolvente, figura 17.



Figura 17 - Escola das Flores e Parque de lazer da Praça das Flores

De salientar também a existência de algumas casas devolutas e alguns terrenos abandonados. O estacionamento apresenta-se em número considerável e é gratuito, tanto na Praça das Flores (90 graus), como na Avenida 25 de Abril (em paralelo), ver figura 18. Apesar desta oferta, verificou-se algum estacionamento indevido na faixa de rodagem, numa área adjacente ao entroncamento, mas são paragens rápidas de clientes das lojas comerciais e não estão diretamente relacionados com os acidentes na interseção, ou para efetuar por exemplo cargas e descargas.



Figura 18 - Estacionamento na Praça das Flores (esquerda) e Av. 25 de Abril (direita)

Trata-se de um espaço aberto e com boa iluminação conferindo assim maior segurança aos utilizadores. Junto ao cruzamento existem pequenos jardins e árvores que tornam a zona mais acolhedora. O pavimento está em boas condições, apresentando apenas algumas fissuras.

O cruzamento apresenta duas passadeiras, bem sinalizadas, com sinalização vertical (como se pode ver na figura 19), apesar de se denotar algum desgaste já nas suas marcas. De destacar que apresentam também o rebaixamento para acessibilidade de pessoas que se movem de cadeira de rodas.



Figura 19 - Pormenor das passadeiras

O limite de velocidade é de 50 Km/h.

Existem duas paragens de autocarro na zona envolvente, mas não interfere diretamente com o cruzamento, ficando a cerca de 150 metros do local de estudo.

O tráfego no entroncamento é gerido por sinalização vertical, tendo para isso toda a sinalização necessária

Existem passeios em todos os arruamentos, que estão em boas condições, apesar de em certos lugares terem largura insuficiente por cruzamento com postes de iluminação, e por isso é um dos aspectos a melhorar, figura 20.



Figura 20 - Pormenor dos passeios

Relativamente ao comportamento do peão, pode-se dizer que no período de levantamentos de dados a maioria tinha um comportamento responsável e atravessava nas passadeiras, exceção feita em alguns casos em que para assumir uma trajetória mais curta atravessavam a Av. 25 de Abril pelo lado que não tinha passadeira ou a meio da Praça das Flores.

5.1.2 REGISTO DE ACIDENTES

No período de 2006 a 2011 foram registadas 6 vítimas por atropelamento neste cruzamento, de salientar que 4 foram no mesmo local, ou seja no entroncamento, e dois na zona adjacente. Após a análise dos dados relativos à frequência dos acidentes nos locais, foi necessário cruzar com a informação da polícia para o mesmo período e assim obter mais características dos acidentes.

Assim, e como se pode ver pelo quadro 11, dois dos atropelamentos ocorreram fora da passagem de peões mesmo quando esta se encontrava a menos de 50 metros. Os restantes ocorreram quando a vítima surgiu inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo.

As vítimas são na maioria crianças e jovens o que pode ser justificado pela existência da Escola das Flores que se encontra na zona envolvente, e gera assim um maior movimento de jovens.

De referir também, que apenas uma vítima é do sexo masculino e que das seis, quatro vítimas por atropelamento foram registadas no dia 15 de Março de 2008 às 15:50h, ou seja, provavelmente foi o mesmo veículo que vitimou as quatro pessoas.

Quadro 11 - Dados dos Atropelamentos no Entroncamento da Praça das Flores com a Av. 25 de Abril

Idade	Género	Data	Hora	Gravidade	Proteção	Ação
52	M	29-04-2006	12:30	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50m de uma passagem
4	F	27-12-2006	19:50	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50m de uma passagem
12	F	15-03-2008	15:50	Ferido Ligeiro	A pé	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
12	F	15-03-2008	15:50	Ferido Grave	A pé	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
7	F	15-03-2008	15:50	Ferido Ligeiro	A pé	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
8	F	15-03-2008	15:50	Ferido Ligeiro	A pé	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo

Todos os atropelamentos ocorreram em pleno dia e com boas condições atmosféricas, exceção do acidente registado a 27 de Dezembro de 2006 que ocorreu às 19:50h. Também podemos referir, pela base de dados da polícia, que à data das ocorrências o piso encontrava-se em bom estado.

Faz-se ressalva a que não houve nenhuma vítima mortal e dos seis registos apenas um foi considerado ferido grave.

5.1.2.1 REGISTO DOS HOSPITAIS E CLASSIFICAÇÃO MAIS

Para estes seis registos não foi encontrada nenhuma correspondência com a base de dados dos hospitais, e por isso não é possível averiguar as consequências em termos de informações clínicas. Esta ausência de resultados é explicada, como foi referido anteriormente, por apenas se conseguir fazer ligação de cerca de 41% entre os dados dos hospitais e os da polícia e como tal não foi possível encontrar o registo destas vitimas nos hospitais.

Pela mesma razão não foi possível classificar a gravidade da vítima segundo classificação MAIS, uma vez que esta só é possível de determinar com base no diagnóstico dos pacientes internados.

5.1.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS

A existência do Parque de lazer da Praça das Flores e da Escola, torna este local preponderante para melhorar a segurança rodoviária pela passagem de um número considerável de peões que assumem em geral comportamentos de maior risco. Além disso, o comercio na zona envolvente e as duas paragens de autocarros também gera um movimento de pessoas que importa ser estudado e gerido. Como o número de pessoas a circular é considerável é necessário ter especial cuidado e assumir medidas para evitar futuros sinistros.

Os acidentes ocorridos neste local, em que resultaram atropelamentos, como se pode ver nos boletins da polícia, deveu-se principalmente por comportamento incorreto do peão, nomeadamente passar fora da passadeira quando esta se encontrava a menos de 50 metros ou quando o peão atravessa inesperadamente a rua por de trás de um obstáculo surpreendendo assim o condutor. Este comportamento ocorre muitas vezes quando o peão por não pressentir perigo adota trajetórias mais curtas e não recorre as passadeiras para mudar de via. Este comportamento tem que ser de algum modo contrariado para poder haver uma redução da sinistralidade neste local.

De salientar que no dia em que houve recolha de dados e caracterização do local a maioria das pessoas recorria à passagem de peões para mudar de via, figura 21. Mas havia sempre quem não o fizesse, e optasse pela trajetória mais curta, ver figura 22. Nesse sentido, e visto os atropelamentos serem uma problemática deste cruzamento, é necessário reencaminhar as pessoas para as passadeiras, visto que os atropelamentos registados ocorreram fora delas.



Figura 21 - Mudança de via feita pelos peões recorrendo à passadeira



Figura 22 - Passagem dos peões fora das passadeiras

Independentemente do local das ocorrências importa também referir as características físicas da via envolvente, nomeadamente a Avenida 25 de Abril que por ser retilínea e com três vias induz os condutores a adoptarem neste local velocidades superiores áquelas estipuladas no código da estrada, ver figura 23. Ao assumirem maiores velocidades a sinalização vertical pode não ser suficiente para alertar da presença de uma passadeira e possíveis peões a atravessá-la, e conseqüentemente pode levar os condutores a efetuarem travagens bruscas para permitir a passagem dos peões. Esta também tem que ser uma hipótese a considerar estudar visto que ao controlar a velocidade na zona evita-se também a possível ocorrência de colisões entre veículos por travagens bruscas, aquando da passagem de peões, e mais importante a ocorrência de atropelamentos.



Figura 23 - Avenida 25 de Abril

Como foi referido anteriormente nesta zona e na sua envolvente existem algumas lojas e oficinas que levam a um maior movimento de carros e a paragens de veículos para cargas e descargas. Esta paragem dos automóveis que acontece, como se pode ver na figura 24, na maioria das vezes com estacionamento em segunda fila, leva a um constrangimento do trânsito e a um movimento extra de pessoas que estão a efetuar a descarga, e assim cria-se nestes casos também um possível ponto de conflito que pode ser eliminado por delimitação de lugares próprios para efetuar cargas e descargas.



Figura 24 - Estacionamento indevido para efetuar cargas e descargas

5.1.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO

Após analisar as características do local e todos os fatores de risco que podem levar a ocorrência de atropelamentos, analisaram-se as possíveis medidas a implementar.

Para a escolha destas medidas foram analisados todos os CMFs disponíveis e compatíveis com a interseção de três ramos e cujo tipo de acidente fosse o resultante da colisão entre um veículo e um peão, ou seja, atropelamento.

O tráfego médio diário anual (TMDA) registado, correspondente ao ano de 2011, foi de 20901 veículos por 24 horas na Avenida 25 de Abril e de 5186 veículos por 24 horas na Rua da Praça das Flores. É importante referir que estes valores foram obtidos com base na média das tendências de crescimento entre os anos de 2001 e 2011 realizada num trabalho anterior [1].

De entre os CMFs resultantes foram excluídos aqueles cujo valor fosse superior a 1, uma vez que esse valor indica o aumento do número de acidentes e portanto contrário ao efeito pretendido de diminuir o número de atropelamentos.

Por fim, foram também retirados os que já se encontravam aplicados, como a sinalização vertical, e medidas que implicassem uma reestruturação total da via ou elevados custos, como seria o caso da introdução de semáforos.

Os CMFs apresentados, foram obtidos através da página online *CMF Clearinghouse*, e foram selecionados com base na melhor relação custo/benefício.

De referir que a qualidade das medidas é avaliada de 1 a 5, sendo 5 as medidas que apresentam melhor qualidade. Esta qualidade está relacionada com o tipo de medida, mas também com a confiança estatística obtida nos resultados dos estudos realizados para avaliação da mesma. Esses resultados dependem da base de dados usada para o estudo bem como da metodologia estatística utilizada. Se for assente sobre bases de dados mais amplas e diversificadas terá o estudo dessa medida melhor qualidade.

Antes de referir as medidas concretas, e visto ser um local com elevado volume de tráfego e movimento de pessoas, deve-se melhorar as marcas nas passadeiras existentes, uma vez que já estão um pouco desgastadas. Com a manutenção devida das passagens de peões, aumenta-se a consciencialização dos peões para atravessarem na passadeira, bem como permitir uma melhor visibilidade aos condutores.

Face a todos os registos e após analisar as características do local propôs-se elevar as duas passadeiras presentes no entroncamento ao nível dos passeios. Esta medida foi escolhida porque por um lado, o peão é intuitivamente reencaminhado para fazer corretamente a travessia, e por outro lado, obriga os condutores a reduzir a velocidade e assim diminuir também o risco de atropelamento e/ou a gravidade dos mesmos.

De referir que a passadeira da Avenida 25 de Abril teria que ser recuada em relação ao entroncamento para que esta não se encontre no ponto de viragem para a Rua da Praça das Flores. Esta medida apresenta um CMF de 0.55 e por consequência uma redução em cerca de 45% nos atropelamentos, sendo assim bastante eficaz.

▼ Countermeasure: Install raised pedestrian crosswalks

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.55	46	★☆☆☆☆	Vehicle/pedestrian	Serious injury, Minor injury	Urban and Suburban	Elvik, R. and Vaa, T., 2004	

Figura 25 - Tabela com CMF da medida proposta

Importa referir que mesmo elevando a passadeira deve-se manter as marcas horizontais, uma vez que, como se pode ver pela figura 26, a elevação da passadeira mas sem as marcas, apenas reduz em cerca de 39% os atropelamentos.

▼ Countermeasure: Raised median with unmarked crosswalk (uncontrolled)

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.61	39	★★☆☆☆	Vehicle/pedestrian	All	Urban and Suburban	Zegeer et al., 2002	The study design was a ... [read more]

Figura 26 - Tabela com CMF correspondente à elevação da passadeira mas sem as marcas horizontais

Além desta medida também se propõem a implementação de bandas sonoras transversais para acalmia de tráfego e redução da velocidade à saída do túnel Goelas de Pau (figura 27). Esta localização permite reduzir a velocidade dos veículos sem impacto sonoro para as habitações, e assim induziria a um comportamento mais prudente dos condutores face à aproximação desta zona onde há maior número de pessoas a circular.



Figura 27 - Localização das bandas sonoras

Como se pode ver pela figura 28 esta medida teria impacto em todos os acidentes, por isso é uma opção bastante viável para adotar, sendo que diminuí a generalidade dos acidentes em cerca de 34 % (CMF de 0.66). De ressalva a excelente qualidade dos resultados referentes ao estudo desta medida, sendo-lhe atribuído 4 estrelas.

▼ Countermeasure: Install transverse rumble strips as traffic calming device

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.66	34	★★★★☆	All	All	Urban and Suburban	Elvik, R. and Vaa, T., 2004	
0.64	36	★★★★☆	All	Serious injury, Minor injury	Urban and Suburban	Elvik, R. and Vaa, T., 2004	
0.73	28	★★★☆☆	All	Property Damage Only (PDO)	Urban and Suburban	Elvik, R. and Vaa, T., 2004	

Figura 28 - Tabela com CMF correspondente à implementação de bandas sonoras transversais

De salientar que as bandas sonoras têm a vantagem de não serem tão salientes como as lombas reductoras de velocidade, e assim não provocam danos nos veículos.



Figura 29 - Bandas sonoras transversais

Além destas medidas, deve ainda ser reservado estacionamento específico para efetuar cargas e descargas na Rua da Praça das Flores, e assim permitir que os veículos afetos ao comércio não perturbem o normal funcionamento da via pública. Esta medida seria benéfica porque gera menos movimento de pessoas na faixa de rodagem e conseqüentemente diminuí a sua exposição a possíveis atropelamentos.

Para além disso também seria importante que a sinalização vertical de aproximação da passagem de peões fosse iluminada à noite, para que os condutores também adotem um comportamento noturno defensivo.

Estas últimas medidas não apresentam nenhum CMF atribuído, sendo necessário como tal, registar os acidentes rodoviários durante um período mínimo depois de aplicada a medida, de modo a que esses registos possam ser usados para o estudo de um novo CMF.

De salientar também a importância de fazer campanhas de sensibilização na Escola das Flores, para os pais e alunos, com foco na relevância que se deve dar à segurança rodoviária, e no comportamento que o peão deve adotar no dia-a-dia, visto ser ele um dos elementos fulcrais para a redução da sinistralidade. A importância destas campanhas é justificada pelo facto da maioria das vítimas serem jovens.

De entre os tratamentos possíveis para redução deste tipo de acidentes, as medidas acima referidas são as que provavelmente terão uma melhor relação custo/benefício pois tratam-se de medidas de baixo custo, anteriormente aplicadas e estudadas como sendo eficientes.

Alguns CMFs não foram considerados como hipótese por implicarem um esforço financeiro muito grande e uma total remodelação da zona.

5.2. CRUZAMENTO DA RUA DE FERNANDES TOMÁS COM A RUA DOM JOÃO IV

5.2.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL

Considerando a classificação hierárquica das ruas definidas pela Câmara Municipal do Porto, pode-se classificar estas duas ruas como estruturantes locais, sendo que a circulação é de sentido único. Trata-se de um cruzamento ortogonal semaforizado, e portanto um local onde ocorrem tipicamente acidentes mais graves, e assim um local de relevo para estudar, ver figura 30. Além disso, é um ponto de passagem de um volume considerável de automóveis e peões, que são atraídos pelos vários estabelecimentos comerciais presentes na zona envolvente. Este cruzamento localiza-se na freguesia de Santo Ildefonso.



Figura 30 - Imagem aérea do Cruzamento da Rua Fernandes Tomás com a Rua Dom João IV (fonte:[22])

A Rua Dom João IV apresenta duas vias, uma que permite seguir em frente e a outra permite, para além de seguir em frente, mudar de direção à esquerda para a Rua de Fernandes Tomás. A Rua Fernandes Tomás apresenta também duas vias, de sentido único, sendo uma delas reservada para os autocarros.

De salientar o volume considerável de automóveis a circular neste cruzamento, principalmente na Rua Fernandes Tomás uma vez que se trata de uma rua com uma envolvente que atrai muitas pessoas, dada a proximidade do mercado do bolhão, do Centro Comercial Porto Gran Plaza e muitas superfícies comerciais, ver figura 31 e 32. Além disso, a Rua de Santa Catarina, que é a artéria mais comercial da Baixa do Porto, encontra-se nas proximidades, o que justifica desde logo este movimento de pessoas e automóveis.



Figura 31 – Centro comercial Via Catarina



Figura 32 - Centro Comercial Porto Gran Plaza

Analisando as características do cruzamento verifica-se que é um local onde existe grande número de habitações multifamiliares, sendo a maioria casas antigas, com algumas superfícies comerciais. Os edifícios não ultrapassam os 4 andares e os pisos inferiores são os destinados ao comércio, ver figura

33. No entanto, constata-se também a existência de casas e terrenos abandonados. Não se verificou a presença de garagens que interfiram directamente com o trânsito no cruzamento.



Figura 33 - Estabelecimentos comerciais e casas abandonadas presentes no local

Como foi referido anteriormente, a Rua Fernandes Tomás apresenta uma via destinada para BUS, sendo que a cerca de 50 metros do cruzamento existe uma paragem de autocarro, e por isso gera um movimento extra de pessoas que importa ser estudado e gerido. A iluminação é composta por um sistema antigo, e portanto é algo a ter em conta para uma futura requalificação.

O limite de velocidade é de 50 Km/h.

Existem passeios em todos os arruamentos e verificou-se que estes são largos e encontram-se em bom estado. Fazem parte do cruzamento três passadeiras, que estão em boas condições, no entanto não existe sinalização vertical que indique a passagem de peões, nem rebaixamento para a passagem de pessoas em cadeiras de rodas, ver figura 34, sendo portanto um dos aspectos a melhorar.

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 e apresentam-se bem marcadas.



Figura 34 - Pormenor das passadeiras

De referir que é um espaço algo fechado o que confere alguma insegurança, principalmente de noite. Este facto deve-se às casas e terrenos abandonados, mas também pelo cruzamento apresentar ângulos muito retos e os edifícios estarem muito próximos do ponto de intersecção, retirando visibilidade tanto ao peão como ao condutor, ver figura 35.

Relativamente ao comportamento dos peões, pode-se dizer que a maioria age corretamente e atravessa nas passadeiras, face a uma mudança de via, mas havia sempre exceções em que, para reduzir a trajetória atravessavam o cruzamento pelo lado Norte da Rua Dom João IV, lado este que não tem passagem para peões. De salientar que a recolha de dados foi feita pelas 16h, hora que já apresentava um número considerável de pessoas a circular.



Figura 35 - Pormenor da intersecção

Relativamente ao estacionamento, verificou-se que existe em número insuficiente, dado o volume considerável de automóveis e pessoas afectos à zona envolvente (Bolhão e Via Catarina). Este estacionamento é pago e apenas localizado na Rua Dom João IV, sendo feito em paralelo. No entanto, e apesar de não ser permitido, os veículos estão estacionados ao longo da Rua Fernandes Tomás, provavelmente pelo facto desta via ser larga e pelo estacionamento aparentemente não perturbar o normal funcionamento do tráfego (figura 36). Assim, futuramente será de ponderar a introdução de estacionamento nesta rua, uma vez que possui as características físicas para tal.



Figura 36 - Estacionamento na Rua Fernandes Tomás (esquerda) e Rua Dom João IV (direita)

O pavimento apresenta-se em bom estado, apresentando apenas algumas fissuras, exceção de um pequeno troço da Rua Dom João IV que precisa ser melhorado futuramente, ver figura 37.



Figura 37 - Pormenor do pavimento na Rua Dom João IV

O tráfego no cruzamento 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 Dom João IV, assim como de todos os peões que pretendem atravessar a Rua Fernandes Tomás pelas duas passadeiras.

A fase G do semáforo, representado pela cor verde, permite a circulação de todos os veículos, provenientes da Rua Fernandes Tomás, assim como de todos os peões que pretendem atravessar a rua Dom João IV.

De destacar, que a passadeira do lado oeste do cruzamento também pode ser acionada pelos peões, e quando isso acontece fica vermelho para as duas correntes de tráfego.

Na figura 38 podemos ver um esquema representativo do cruzamento, com as características físicas das ruas, as passadeiras presentes e a gestão da sinalização luminosa.

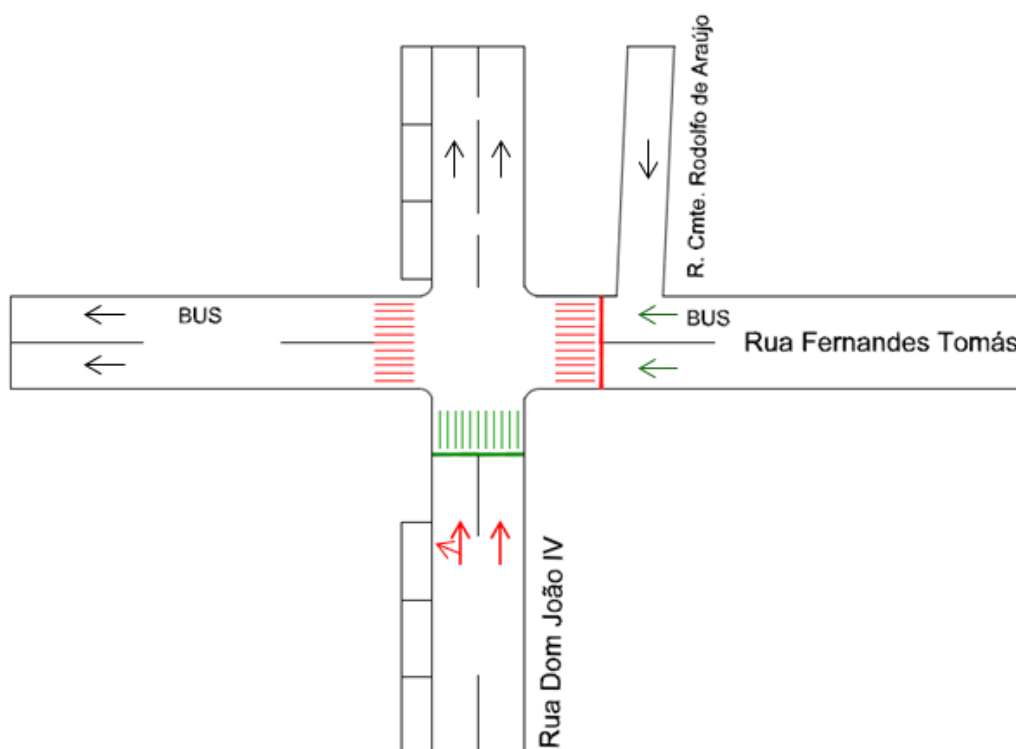


Figura 38 - Esquema representativo do cruzamento e das fases da sinalização luminosa

Após analisar as fases foram estudados os diagramas de tempo de cada movimento, para saber se é necessário implementar medidas que alterem o ciclo da sinalização luminosa. Assim, e como se pode ver na figura 39 existem 6 movimentos, três referentes às correntes de tráfego e os outros três movimentos referentes ao peão.

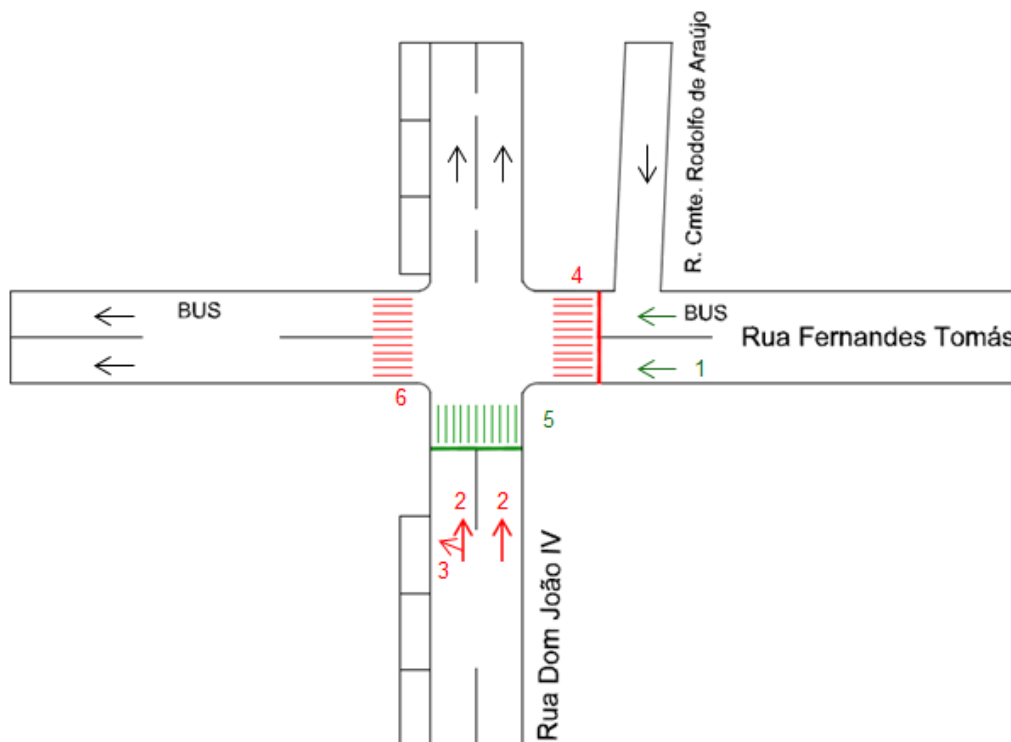


Figura 39 - Esquema representativo dos movimentos no cruzamento

De salientar que o tempo dos movimentos é variável conforme a altura do dia, no sentido em que se verifica tempos maiores nas horas de maior afluência, como se pode observar no quadro 12. O levantamento dos dados representados no quadro foi realizado às 16 horas. No levantamento efetuado por volta das 20:30 horas, verificou-se tempos mais reduzidos sendo que se registou cerca de metade do tempo de verde para peões (em todas as passadeiras).

Quadro 12 - Diagrama de tempos para o cruzamento às 16h

Movimentos	Tempos			
1	60 segundos	3 seg.	38 segundos	
2 e 3	65 segundos		45 segundos	3
4	67 segundos		32 segundos	
6	67 segundos		32 segundos	
5	58 segundos			

A diferença de tempo entre os ciclos é explicada pela existência do movimento 6, quando os peões acionam o botão para efetuar a passagem. Como o funcionamento dos semáforos é coordenado, os ciclos alteraram-se em função da presença de peões e respetivo acionamento da botoneira, e como tal, não existem tempos fixos no cruzamento.

5.2.2 REGISTO DE ACIDENTES

Recorrendo à base de dados usada para o estudo, e como se verificou anteriormente, neste cruzamento foram registadas cinco vítimas por atropelamento. Destes cinco registos, dois são do sexo feminino e

três do masculino, contrapondo a estatística descrita no capítulo anterior em que as mulheres eram as principais vítimas deste tipo de acidente.

De salientar que, quatro vítimas estão relacionadas com acidentes registados no próprio cruzamento, e a outra, por um ocorrido um pouco a oeste deste local.

Como se pode ver no quadro 13 dois dos atropelamentos ocorreram quando a vítima atravessava fora da passagem de peões, por esta se encontrar a mais de 50 metros ou quando não existia. Também foi registada uma vítima de 60 anos que atravessou a passagem desrespeitando a sinalização semafórica.

De destacar também que no acidente que ocorreu a 30 de Janeiro de 2006 pelas 16:35h, para além de registar a vítima de 60 anos, por atropelamento, também foram registados ferimentos ligeiros no passageiro que seguia na retaguarda da viatura, e que estava sem cinto de segurança. Assim apesar de não ter sido atropelada esta vítima de 69 anos também foi considerada para o estudo.

Por omissão dos agentes da Polícia ou algum erro, não foi registada a ação que levou ao atropelamento da vítima de 59 anos a 10 de Dezembro de 2009.

Quadro 13 - Dados dos Atropelamentos no Cruzamento da Rua de Fernandes Tomás com a Rua Dom João IV

Idade	Género	Data	Hora	Gravidade	Proteção	Ação
19	F	30-01-2009	14:15	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a mais de 50m de uma passagem ou quando não existia passagem
19	F	30-01-2009	14:15	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a mais de 50m de uma passagem ou quando não existia passagem
60	M	30-01-2006	16:35	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica
69	M	30-01-2006	16:35	Ferido Ligeiro	S/ uso cinto segurança	Desconhecido
59	M	10-12-2009	13:40	Ferido Ligeiro	A pé	Não definido

Como se pode verificar, todos os acidentes foram registados ao início/meio da tarde, facto este que influenciou a hora que ocorreu o levantamento de dados (16h). De referir que, pela base de dados da polícia, à data das ocorrências o piso encontrava-se em bom estado. No entanto, no acidente ocorrido a 30 de Janeiro de 2009, que vitimou duas pessoas, as condições climáticas não eram favoráveis, tendo sido registado a ocorrência de chuva o que não acontece nos outros casos.

Faz-se ressalva a que não houve nenhuma vítima mortal, sendo apenas registados feridos ligeiros.

5.2.2.1 REGISTO DOS HOSPITAIS E CLASSIFICAÇÃO MAIS

Para estes 5 registos, apenas foi encontrada correspondência com a base de dados dos hospitais da vítima de 60 anos resultante do acidente que ocorreu a 30 de Janeiro de 2006. Apesar da correspondência, não foi possível retirar mais dados clínicos, uma vez que a base de dados do hospital apenas tinha a hora de entrada do paciente.

Os restantes registos não foram encontrados na base de dados dos hospitais, facto que já foi explicado anteriormente, e que se deve há dificuldade de cruzamento entre dados dos hospitais e polícia.

Em relação à classificação MAIS também não foi possível obter dados, uma vez que esta é feita atualmente só para os internamentos e a única vítima que consta na base de dados do hospital, por ser ferido ligeiro, provavelmente não teve que ficar internada, e assim não lhe foi atribuída esta classificação.

5.2.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS

Este cruzamento é um local de passagem de um volume considerável de pessoas e veículos. Este facto deve-se principalmente pela sua envolvente, constituída por vários estabelecimentos comerciais como o mercado do bolhão, o Centro Comercial Porto Gran Plaza e a Rua de Santa Catarina, artéria mais comercial da Baixa do Porto.

De referir também a paragem de autocarro, que se encontra a poucos metros do cruzamento, e que aumenta a afluência de peões. Face ao movimento de pessoas, e pelo número de atropelamentos registados, é um local importante a estudar, para futuramente intervir e contribuir para a diminuição da sinistralidade.

Como se pode constatar pelo descrito anteriormente, os atropelamentos ocorreram na sua maioria por comportamento incorreto do peão, casos em que a vítima mudou de via fora da passadeira, quando esta se encontrava a mais de 50 m ou quando não existia, havendo porém um registo em que embora o tivesse feito na passagem de peões desrespeitou a sinalização luminosa.

Este comportamento ocorre muitas vezes quando o peão pretende reduzir a trajetória, ou evitar tempos de espera, e atravessa a rua arriscando a sua segurança.

No dia em que ocorreu o levantamento dos dados e caracterização da zona, pode-se referir que a maioria dos peões agia corretamente e fazia a mudança de via pedonal através da passagem de peões. No entanto, também se constatou alguns comportamentos incorretos em que, para diminuir a trajetória atravessavam a rua fora da passadeira, caso verificado maioritariamente do lado Norte da Rua Dom João IV, como se pode verificar pelas figuras 40 e 41.



Figura 40 - Passagem dos peões fora das passadeiras na Rua Dom João IV



Figura 41 - Passagem dos peões fora das passadeiras na Rua Dom João IV

Este comportamento tem que ser contrariado e é necessário intervir na zona, no sentido de reencaminhar os peões para as passadeiras, visto ser a passagem fora destas a principal causa de atropelamentos neste local.

Além disso, e como se verificou nos boletins da polícia, um atropelamento ocorreu aquando da passagem da vítima na passadeira, mas desrespeitando a sinalização luminosa. Nesse sentido fez-se um levantamento dos tempos de verde e vermelho para os peões. Recorrendo a esse estudo, e face ao número considerável de peões a circular, pode-se concluir que os tempos de verde são um pouco reduzidos, sendo aconselhável intervir nesse aspeto. De facto, as passadeiras colocadas na Rua Fernandes Tomás têm 32 segundos de verde e a colocada na Rua Dom João IV 58 segundos.

De salientar que no período em que se efetuou a recolha de dados, e como se pode verificar pela figura 42, foram registados vários casos em que o peão desrespeitou a sinalização luminosa.



Figura 42 - Passagem dos peões desrespeitando a sinalização luminosa

De destacar também, que alguns carros estavam estacionados indevidamente até aos limites da passadeira, diminuindo o ângulo de visão do peão e do condutor. Como a visibilidade vai ser menor gera-se um ponto de conflito e podem ocorrer atropelamentos. Este facto ocorre tanto na Rua Dom João IV, como na Rua Fernandes Tomás, ver figura 43. Assim torna-se importante assumir medidas que proíbem definitivamente o estacionamento nestas zonas e por consequência aumentar a visibilidade e distância de segurança.

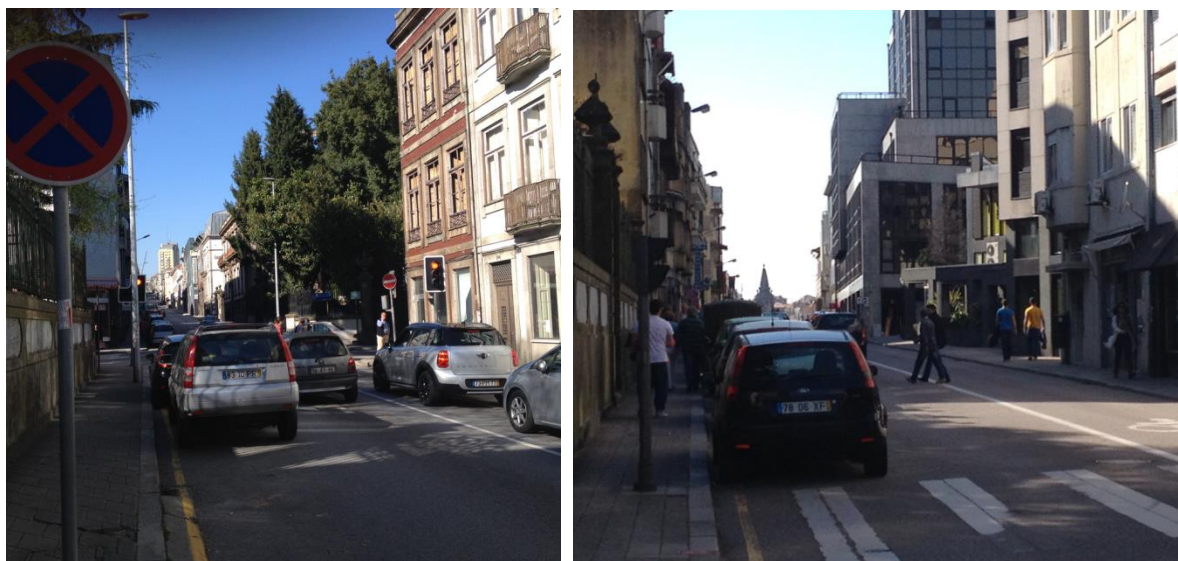


Figura 43 - Estacionamento indevido próximo das passadeiras na Rua D.João IV (esq) e Rua Fernandes Tomás (dir)

Como se pode constatar anteriormente a fase vermelha do sistema luminoso permite a circulação dos veículos provenientes da Rua Dom João IV, e dos peões que pretendam atravessar a Rua Fernandes Tomás. Nesse sentido pode criar-se um ponto de conflito entre os peões que estejam a atravessar a passadeira Oeste da Rua Fernandes Tomás e os veículos que pretendam mudar para essa rua.

Outro dos fatores que aumenta os pontos de conflito, e que pode levar à ocorrência de atropelamentos, é a existência da Rua Comandante Rodolfo de Araújo, paralela à Rua D. João IV e intersesta a Rua Fernandes Tomás imediatamente antes da sinalização luminosa (figura 44). Este facto faz com que, ao surgir um veículo neste arruamento que pretenda passar para a Rua Fernandes Tomás, pelo cruzamento não ter visibilidade, tenha que intersectar o passeio e interferir com as correntes de peões. Acontecendo isto gera-se um ponto de conflito tanto para os veículos que circulam na Rua Fernandes Tomás como para os próprios peões.



Figura 44 - Rua Comandante Rodolfo de Araújo

5.2.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO

As medidas para este cruzamento foram escolhidas com base nas características do local, nos fatores de risco identificados e nos indicadores disponíveis. Nesse sentido foram analisados todos os CMFs disponíveis e compatíveis com um cruzamento de quatro ramos e semaforizado.

O tráfego médio diário anual (TMDA) registado, correspondente ao ano de 2011, foi estimado como sendo de 11704 veículos por 24 horas na Rua Fernandes Tomás e de 9232 veículos por 24 horas na Rua D. João IV. É importante referir que estes valores foram obtidos com base na média das tendências de crescimento entre os anos de 2001 e 2011 de um trabalho anterior [1].

Após a análise de todas as medidas possíveis, restringiu-se aquelas cujo valor do CMF fosse inferior a 1, para acidentes em que resultassem atropelamentos, visto que se pretende diminuir a sinistralidade rodoviária a este nível.

Também foram retirados os que já se encontravam aplicados no local, como por exemplo a introdução de semáforos, e aqueles que resultassem em medidas que implicasse a reestruturação total da via com custos associados muito elevados.

Importa referir que os CMFs foram escolhidos recorrendo tanto ao HSM como à página online *CMF Clearinghouse* [24].

Face ao exposto, e pelas características do local, decidiu-se em primeiro lugar propor a introdução de mais sinalização vertical, nomeadamente a de aproximação de uma travessia de peões. Esta medida assume relevo no sentido em que alerta os condutores para um eventual ponto de conflito com peões. Além disso e como se pode ver pela figura 45, a introdução de sinais diminui todo o tipo de acidentes em cerca de 17% em zona urbana.

▼ Countermeasure: Install signals

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.85	15	★★★★☆	All	All	Rural	Pernia et al., 2002	
0.83	17	★★★★☆	All	All	Urban	Pernia et al., 2002	

Figura 45 - CMF correspondente à introdução de sinalização vertical

Para além disso, e com vista à diminuição dos atropelamentos, também se propôs alterar os sinais luminosos do peão adicionando um temporizador com contagem decrescente. Esta medida é muito simples, mas eficaz e de baixo custo, representando uma diminuição satisfatória nos atropelamentos. De salientar que já foram elaborados vários estudos relacionados com esta medida, o que justifica a existência de valores distintos para o CMF, como se pode ver na figura 46, em que no primeiro ocorre uma diminuição de 3,3% e no segundo de 5,7%. Esta diferença de resultados pode ser explicada pelas distintas bases de dados usadas nos estudos, que representam muitas vezes diferenças sociais como cultura e educação, faixas etárias, diferentes extractos sociais, entre outras variáveis.

0.967	3.3	★★★★☆	Vehicle/pedestrian	All	Urban	R. Buliung, L. Rothman, C. Macarthur, and A. Howard, 2012	This CMF only applies to ... [read more]
0.943	5.7	★★★★☆	Vehicle/pedestrian	All	Urban	A. Camden, R. Buliung, L. Rothman, C. Macarthur, and A. Howard, 2012	This CMF only applies to ... [read more]

Figura 46 - CMF correspondente à introdução de um temporizador

Outra das medidas que se pode implementar é a introdução de uma nova fase na sinalização luminosa, só para a passagem de peões. Esta medida apesar de ser bastante eficaz, reduz em pelo menos 28,9% os atropelamentos nos estudos realizados, interfere com todo o sistema de gestão de tráfego da cidade do Porto, sendo necessário haver uma posterior regularização. Como se pode verificar pela figura 47 já foram realizados vários estudos nesta área, sendo a disparidade dos resultados justificada mais uma vez pelas eventuais diferenças nas bases de dados usadas. De salientar que os valores apresentam

reduções de acidentes no intervalo de 28,9% a 44,6%. Relativamente à qualidade das medidas, pode-se verificar que as duas primeiras são as melhores, sendo-lhe atribuídas 3 estrelas.

▼ Countermeasure: Modify signal phasing (implement a leading pedestrian interval)

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.63	37	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.554	44.6	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.577	42.3	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.639	36.1	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.608	39.2	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.63	37	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	
0.711	28.9	★★★☆☆	Vehicle/bicycle,Vehicle/pedestrian	All	Urban	Fayish and Gross, 2009	

Figura 47 - CMF correspondente à introdução de uma nova fase na sinalização luminosa

Para de algum modo direccionar os peões para as passeadeiras e impedir a travessia na Rua Dom João IV pelo lado Norte, propõem-se a introdução de pilaretes metálicos desse lado da rua, que alerta o peão para um eventual perigo ao fazer aí a travessia. Esta medida teria assim um efeito dissuasivo.

Também poderão ser implementados estes dispositivos na zona anterior às passeadeiras para proibir definitivamente o estacionamento indevido que ocorre até ao limite destas. Ao ocorrer isso garante-se a distância mínima de visibilidade para os condutores e peões.



Figura 48 - Exemplo dos pilaretes metálicos propostos como medida

Relativamente ao ponto de conflito criado pelos veículos que circulam a partir da Rua Comandante Rodolfo de Araújo e interseção a Rua Fernandes Tomás, poderá ser implementado um espelho como o da figura 49, na Rua Fernandes Tomás que permita aos condutores atravessar para esta rua com segurança, diminuindo os conflitos com os outros veículos e peões.

De salientar que estas três últimas medidas não têm CMF definido, pelo que, se forem implementadas é necessário fazer um estudo da eficácia delas e futuramente estabelecer um novo valor de CMF.



Figura 49 - Exemplo do espelho proposto como medida

Além destas medidas, e pelo facto de ser um cruzamento crítico relativamente a acidentes, e carecer um pouco de iluminação, como se pode ver pela figura 50, sugere-se também a introdução de mais fontes de iluminação. Esta medida adquire importância no sentido em que uma interseção bem iluminada reduz em cerca de 11,9% os acidentes noturnos. Assim é sempre algo a destacar e a ponderar reestruturar.



Figura 50 - Pormenor da pouca iluminação na interseção

▼ Countermeasure: Install intersection lighting

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.881	11.9	★★★★☆	Nighttime	All	All	Donnell, Porter, Shankar, 2010	

Figura 51 - CMF relativo à introdução de iluminação no cruzamento

Por fim propõem-se a introdução de estacionamento, em paralelo, na Rua Fernandes Tomás, uma vez que as características físicas da rua assim o permite, e como foi referido anteriormente, apesar de ser proibido já acontece em toda a sua extensão.

5.3. RUA DIOGO BOTELHO

5.3.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL

Primeiramente importa referir que ao contrário do que foi realizado para os dois locais anteriores, esta rua vai ser analisada numa perspetiva mais abrangente, sendo estudada em toda a sua extensão. A Rua Diogo Botelho é classificada hierarquicamente como uma via distribuidora principal de dois sentidos. Apresenta um tráfego médio diário anual (TMDA), relativamente ao ano de 2011, de 20556 veículos por 24 horas. Este valor foi obtido com base na média das tendências de crescimento entre os anos de 2001 e 2011 de um trabalho anterior [1].

É uma rua muito extensa, ver figura 52, e apresenta um volume elevado de automóveis a circular. Este tráfego de automóveis, que se reflete também na presença de peões, é justificado pelos polos geradores de movimento presentes na zona, destacando-se a Universidade Católica Portuguesa-Campus Foz.



Figura 52 - Imagem aérea de uma parte da Rua Diogo Botelho

Além disso é uma zona habitacional, com muitos apartamentos com vários andares e com forte potencial de desenvolvimento, ver figura 53. Destacam-se também muitos estabelecimentos comerciais e de restauração que influenciam e justificam também o elevado movimento de veículos e pessoas.



Figura 53 - Complexos habitacionais e estabelecimentos comerciais presentes na rua

Importa também referir a existência da Escola E.B.1 São João da Foz e do Parque de lazer da Pasteleira presentes ao longo da rua, que atraem mais pessoas à zona e dão maior importância a este estudo para a redução da sinistralidade.

O Parque da Pasteleira, que apresenta uma área total de 7 hectares, constitui um elemento fundamental da estrutura verde da cidade, é um centro de convívio, recreio, lazer e desporto, acolhendo também um Centro de Educação Ambiental. Em 2009 foi criada uma ciclovia com cerca de 2 km ligando o Parque da Pasteleira ao Parque da Cidade [31]. Por isso é um ponto de interesse da cidade do Porto e atrai cada vez mais pessoas à zona, aumentando assim as preocupações na segurança rodoviária e atribui importância à requalificação total da Rua Diogo Botelho.



Figura 54 - Parque de Lazer da Pasteleira

Denota-se a inexistência de sinalização vertical de aproximação de passagem de peões em algumas passadeiras, bem como o rebaixamento para a mobilidade por cadeira de rodas. Como se pode verificar pela figura 55, as marcas em algumas travessias apresentam-se também desgastadas e por vezes sobrepostas. Por isso é algo a mudar o mais breve possível dada a importância das mesmas na prevenção da sinistralidade e melhoria da mobilidade e acessibilidade.



Figura 55 - Pormenor passagem de peões

Relativamente ao piso da Rua Diogo Botelho foi possível verificar que apresenta alguns troços em más condições, apresentando muitas fissuras e com as marcas de desgaste, sendo portanto também uma das preocupações a assumir, ver figura 56.



Figura 56 - Pormenor pavimento

De referir também que é uma rua bem iluminada e que transmite segurança na maioria da sua extensão, contudo, e como se pode ver na figura 57 foram registados alguns terrenos abandonados. Relativamente a casas devolutas não foram assinaladas muitas, sendo o parque habitacional aparentemente novo.



Figura 57 - Terrenos abandonados presentes na rua

O limite de velocidade é de 50 Km/h.

Ao longo da rua constatou-se que alguns troços não apresentam passeio, ou este não está em boas condições. Pode-se verificar isso na proximidade da Universidade Católica em que de um lado da rua o passeio apresenta más condições, tendo como exemplo a figura 58.



Figura 58 - Pormenor do passeio próximo da Universidade Católica

Relativamente ao comportamento dos peões foi possível concluir que a maioria age corretamente e quando pretende mudar de via recorre às passagens apropriadas. No caso dos condutores verificou-se que em muitos casos não respeitam os limites de velocidade, facto influenciado por ser uma faixa bastante larga e uma rua retilínea de longa extensão, que leva a ocorrência de muitas ultrapassagens.

No que se refere ao estacionamento, existe perto dos maiores polos geradores de movimento como é o caso dos estabelecimentos comerciais e da Universidade Católica. No entanto, e dado o volume considerável de veículos a circular nesta zona o número de estacionamento é insuficiente. Este estacionamento é gratuito, sendo feito em paralelo. Importa referir que próximo da Universidade existem veículos estacionados ao longo da rua em locais que não são permitidos, como se pode ver pela figura 59. Isto acontece pelo facto desta via ser larga e pelo estacionamento nela não perturbar o normal funcionamento do tráfego. Assim futuramente seria viável a introdução de mais estacionamento, uma vez que a rua possui as características físicas para tal e os condutores deixavam de cometer infracções.

Relativamente ao parque da pasteleira possui estacionamento privado para as pessoas que o pretendam usufruir.



Figura 59 - Estacionamento indevido próximo da Universidade Católica

De destacar também a existência de paragens de autocarro ao longo da rua que gera movimento extra de pessoas que importa ser estudado e gerido.

5.3.2 REGISTO DE ACIDENTES

Como foi referido anteriormente neste terceiro local vai se analisar a rua em toda a sua extensão. Assim, e recorrendo à base de dados usada para o estudo, registou-se cinco vítimas de atropelamento.

Destes cinco registos, três são do sexo feminino e dois do masculino. Relativamente à idade das vítimas, três pessoas têm idade superior a 45 anos, o que espelha a estatística feita no capítulo anterior, em que cerca de 63% dos atropelamentos ocorre com vítimas com idade superior a 45 anos.

Como se pode ver pelo quadro 14, dois dos atropelamentos ocorreram atravessando fora da passagem de peões e a menos de 50 metros de uma. A vítima resultante do atropelamento ocorrido a 31 de Dezembro de 2006 surgiu inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo. Também foi registado um atropelamento aquando da travessia em passagem sinalizada e um atropelamento aquando do atravessamento fora da passagem de peões a mais de 50 metros de uma, ou quando esta não existia.

Quadro 14 - Dados dos atropelamentos na Rua Diogo Botelho

Idade	Género	Data	Hora	Gravidade	Proteção	Ação
28	F	25-10-2006	10:42	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50m de uma passagem
51	M	31-12-2006	13:15	Ferido Ligeiro	A pé	Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
86	F	15-05-2007	14:20	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50m de uma passagem
16	F	11-02-2009	19:30	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando em passagem sinalizada
49	M	25-11-2010	16:15	Ferido Ligeiro	A pé	Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50m de uma passagem ou quando não existia passagem

Como se pode verificar pelo quadro, quatro dos acidentes foram registados em pleno dia e por isso com boas condições de iluminação. De referir que, pela base de dados da polícia, à data das ocorrências o piso encontrava-se em bom estado, exceção no acidente ocorrido a 11 de Fevereiro de 2009 em que o piso estava em estado regular. As condições climáticas eram favoráveis em todos os acidentes, estando bom tempo.

Faz-se ressalva a que não houve nenhuma vítima mortal, sendo apenas registados feridos ligeiros.

5.3.2.1 REGISTO DOS HOSPITAIS E CLASSIFICAÇÃO MAIS

Como aconteceu nos dois locais estudados anteriormente, houve grande dificuldade de cruzamento de dados entre a base de dados usada e a base dos hospitais, sendo que, só para a vítima de 28 anos resultante do acidente ocorrido a 25 de Outubro de 2006 foi possível encontrar correspondência.

Apesar disso, não nos foi possível retirar mais dados clínicos, uma vez que a base de dados do hospital apenas tinha a hora de entrada do paciente.

Relativamente à classificação MAIS não foi possível obter dados porque a única vítima encontrada na base, apresentava apenas ferimentos ligeiros e por isso provavelmente não foi internada.

5.3.3. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS ATROPELAMENTOS

Como se pode ver pela figura 60 a rua em estudo é bastante larga, e como apresenta muitos troços retilíneos propicia a ultrapassagens e a práticas de velocidades elevadas, principalmente durante a noite pois o volume de tráfego é consideravelmente mais reduzido. Como o limite de velocidade (50Km/h) é muitas vezes ultrapassado, e é uma zona com muito movimento de pessoas, pelos vários polos evidenciados anteriormente, é necessário intervir para de algum modo induzir o condutor a adotar velocidades adequadas e diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes. Uma vez que ao adotaram velocidades superiores, os condutores vão ter menos tempo de reagir e podem ocorrer pontos de conflito com os peões que estão a circular.



Figura 60 - Características da rua que propiciam excessos de velocidade

De notar que no período em que ocorreu recolha de dados foi registado que alguns condutores ultrapassavam em zonas de linhas contínuas, e por isso é fulcral intervir na zona para haver uma redução das velocidades praticadas e dos comportamentos incorretos.

Outro dos aspectos registados foi o desgaste das marcas das linhas do pavimento e o mau estado que este apresenta em algumas zonas, como se pode verificar na figura 61. É um dos aspectos a melhorar visto que a marcação do pavimento e o bom estado deste, são determinantes para reduzir os acidentes, induzindo o condutor nas atitudes a adotar.



Figura 61 - Estado do pavimento em algumas zonas

As passadeiras existentes estão em certas zonas muito distanciadas entre si, 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 existirem muitas paragens de autocarro ao longo da rua.

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

Relativamente às passadeiras importa também referir que algumas apresentam as marcas com desgastes e sobrepostas, o que causa confusão quer ao peão como ao condutor e pode provocar também acidentes, figura 62. De destacar também a ausência em algumas travessias de sinalização vertical de aproximação de passagem de peões, que não induz deste modo o condutor a adotar comportamento mais defensivo, sendo portanto algo a melhorar.



Figura 62 - Pormenor de uma passadeira que está em mau estado e com as marcas sobrepostas

De referir também, que alguns carros estavam estacionados indevidamente ao longo da rua, nas proximidades da Universidade Católica (figura 63). Isto acontece dada a grande afluência a esta instituição e por o estacionamento na via não perturbar o normal funcionamento do trânsito. Nesse sentido, os carros ao estacionarem em locais que não lhe são destinados criam por si pontos de conflito em particular com os peões, tornando-se obstáculos que diminuem o ângulo de visão entre peões e condutores. Assim torna-se importante proibir definitivamente o estacionamento nestas zonas ou estruturar a rua e implementar estacionamento, visto que as características físicas da via assim o permite.



Figura 63 - Estacionamento indevido próximo da Universidade Católica

5.3.4. MEDIDAS MITIGAÇÃO

As medidas para esta rua foram escolhidas pensando na reestruturação total da via, e assim contribuir para a homogeneidade da zona. Para isso, e com base nas características da zona, nos fatores de risco identificados e nos indicadores disponíveis foram analisados os CMFs disponíveis.

Após a delimitação da lista final, retirou-se os que já se encontravam de alguma forma aplicados, como por exemplo a boa iluminação, e aqueles que resultassem em custos insuportáveis para a conjuntura atual, tentando obter a melhor relação custo/benefício. Restringiu-se a escolha também aqueles cujo valor do CMF fosse inferior a 1 para acidentes em que resultassem atropelamentos, visto que se pretende diminuir a sinistralidade rodoviária a este nível.

Face ao exposto, e pelas características do local, decidiu-se em primeiro lugar propor a introdução de mais sinalização vertical, nomeadamente nas proximidades de travessias de peões visto que em algumas passadeiras carece desta. Esta medida assume relevo no sentido em que alerta os condutores para um eventual ponto de conflito com peões. Além disso e como se pode ver na figura 64 a introdução de sinais diminui todo o tipo de acidentes em cerca de 17% em zona urbana.

▼ Countermeasure: Install signals

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.85	15	★★★★☆	All	All	Rural	Pernia et al., 2002	
0.83	17	★★★★☆	All	All	Urban	Pernia et al., 2002	

Figura 64 - CMF correspondente à introdução de sinalização vertical

Outra das medidas propostas e que implica uma reestruturação total da via é a introdução ao longo da rua de passeios, visto que em alguns troços estes não existem, ou apresentam-se em mau estado. Esta medida vai fazer com que a zona deixe de ser focada nos veículos, dando maior importância ao peão.

Além dos passeios também é importante melhorar as marcas da estrada, visto que estas já se encontram bastantes desgastadas. Relativamente ao pavimento, apresenta alguns troços em muito mau estado, por isso sugere-se aumentar o atrito em toda a rua. Esta medida, como podemos ver na figura 65, apresenta uma ótima qualidade, e reduz cerca de 24% todos os acidentes. Sendo que, quando a estrada se encontra molhada o valor pode chegar aos 57%.

▼ Countermeasure: Increased pavement friction

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
0.76	24	★★★★★	All	All	All	Harkey et al., 2008	
0.43	57	★★★★★	Wet road	All	All	Harkey et al., 2008	
0.83	17	★★★★★	Rear end	All	All	Harkey et al., 2008	
0.7	30	★★★★★	Single vehicle	All	All	Harkey et al., 2008	
0.58	42	★★★★☆	Rear end	All	All	Harkey et al., 2008	

Figura 65 - CMF correspondente ao aumento do atrito do pavimento

Como foi referido anteriormente a prática de velocidades excessivas é uma recorrente neste local, e por isso, é provavelmente a principal causa de acidentes. Assim, e como existe um elevado número de peões a circular na zona, devido aos polos evidenciados anteriormente, aumentam os possíveis pontos de conflito que podem levar à ocorrência de atropelamentos. Nesse sentido é fulcral controlar a velocidade ao longo da rua.

Por conseguinte, e para além introdução de passeios, referida anteriormente, sugere-se também aumentar a largura destes, diminuindo a largura da faixa de rodagem. Com isso, e de acordo com o

novo conceito de mobilidade sustentável e/ou “a cidade para os peões”, a rua passa a centrar-se mais no peão e paralelamente ocorre uma redução da velocidade praticada pelos veículos na zona.

Além disso propõem-se a instalação de sinais individuais de alerta de velocidade, ao longo da rua, correspondendo a um CMF de 0.59. Esta medida representa um decréscimo de cerca de 41% no número total de acidentes com vítimas graves e ligeiras independentemente do tipo de sinistro. No entanto, os resultados associados à avaliação da medida têm uma qualidade muito baixa, apenas uma estrela em cinco, segundo o *CMFclearinghouse*. Sendo assim, seria necessário fazer estudos complementares para aferir a eficácia na zona em estudo.

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, como o evidenciado na figura 66, em que aparece 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 implementação de um ecrã que mostrasse a velocidade a que o veículo circula.



Figura 66 - Sistema controlo de velocidade por cores

Em vez destes sistemas, pode ser implementado o sistema que já existe por exemplo na Via de Cintura Interna (figura 67), em que apareça um sinal luminoso num ecrã, com o limite de velocidade legal no local, sempre que um veículo circule acima desse limite. Estes dispositivos podem não ser providos de câmara que registe os veículos que não cumprem a lei, sendo o seu principal objetivo a sensibilização dos condutores para que estes adaptem a velocidade ao limite local [1].



Figura 67 - Sistema controlo de velocidade sugerido

De salientar que estes dois sistemas, que permitem controlar a velocidade, devem estar bem visíveis e legíveis de modo a sensibilizar os condutores. Podendo também haver sinalização complementar para alertar para a presença dos mesmos, mas tendo sempre especial cuidado para não haver sobreposição de sinalização, que poderia levar a uma leitura confusa por parte dos condutores.

Não se optou por instalar câmaras de controlo nem registo dos veículos que circulam acima da velocidade legal porque esta medida pretende apenas sensibilizar, e evita-se também os custos excessivos que advém da necessidade de criação de uma entidade que seria responsável pelos registos captados e que, de seguida, efectuasse todo o trabalho de identificação dos veículos, notificação dos condutores e garantisse também o pagamento da coima.

Por fim propõem-se a introdução de estacionamento, em paralelo, na proximidade da Universidade Católica, uma vez que as características físicas da via assim o permite, e como foi referido anteriormente, apesar de ser proibido já acontece numa extensão considerável da rua.

6

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. Assim é necessário combater esta realidade, não só na cidade do Porto mas no País em geral, uma vez que é uma problemática atual, tornando-se assim este trabalho um bom indicador de análise e um instrumento para a redução da sinistralidade.

O trabalho teve como foco o peão e os atropelamentos porque como foi referido o número de atropelamentos é atualmente muito elevado e a deslocação pedonal é uma das apostas da Comissão Europeia. Nesse sentido importa delinear metas e definir medidas para tornar o modo pedonal mais seguro e as estradas mais vocacionadas para o peão, tornando assim o caminhar um modo mais frequente.

Para tal, é necessário intervir, proporcionar melhores condições de segurança ao peão, implementar medidas e exigir empenho e tomada de decisões por parte dos governos, da indústria, organizações não-governamentais e organizações internacionais para que a sinistralidade possa diminuir.

Só com o empenho e interligação de todos conseguimos diminuir esta problemática atual.

Assim o presente estudo adquire elevada importância uma vez que se foca nos atropelamentos e em toda a sua problemática evidenciando medidas para a sua redução.

Em primeiro lugar realizou-se uma análise da sinistralidade na cidade do Porto, denotando desde logo o elevado número de acidentes, facto esse expectável já que a sinistralidade no Porto é uma das mais altas do País. Analisou-se primeiramente a generalidade dos acidentes, definindo a localização, idade e sexo das vítimas e a sua gravidade. Posteriormente deu-se relevo aos atropelamentos que são o principal foco de estudo, tendo-se analisado a idade e sexo das vítimas, a localização dos sinistros e a gravidade dos feridos.

Após analisar a sinistralidade rodoviária e os atropelamentos foi possível destacar os locais com maior acumulação de acidentes e por isso os locais que seriam mais propícios a intervir.

A escolha final destes locais foi feita de forma a abranger pontos com maior registo de atropelamentos e vias com tipologias diferentes, para que o tratamento dos locais fosse o mais diferenciado possível e abrangesse mais informação para utilização futura noutros locais. Sendo estes os critérios que levaram à definição dos três locais escolhidos.

Com vista à concretização do principal objetivo deste trabalho, ou seja, a delimitação e aplicação de medidas de mitigação, iniciou-se o estudo pela análise dos locais escolhidos e registou-se as características das vias, apurando a sua tipologia, tráfego médio diário anual, mobiliário urbano existente, condições do pavimento, existência ou não de parques de estacionamento, condições de

visibilidade e iluminação, comportamento dos condutores e peões, entre outros aspetos. Após a caracterização e descrição dos locais, procedeu-se à análise e registo das vítimas que ocorreram no local e identificou-se as possíveis causas dos acidentes.

Com estas informações, e com os indicadores apresentados foi possível estipular as medidas mais indicadas para reduzir os atropelamentos nas zonas em estudo. Estas medidas foram selecionadas com base no Highway Safety Manual e no portal online da *CMF Clearinghouse*. A utilização destas ferramentas facilitou o processo de decisão, na medida em que a seleção das medidas é ponderada com base em estudos anteriores. Estas ferramentas, em particular o portal online, são alimentadas pela implementação de medidas e sua monitorização para que a partir de estudos antes e depois se consiga aferir da eficácia das mesmas.

Assim, através de uma futura aplicação das medidas nos locais estudados, bem como noutros com características similares, é possível atuar diretamente na redução da sinistralidade bem como contribuir para o alargamento do estudo da eficácia das medidas.

Nesse sentido este trabalho assume desde logo um papel preponderante na Segurança Rodoviária, e reafirma a necessidade de encará-la como um Desafio Nacional, enaltecendo a importância de estabelecer objetivos de médio e longo prazo, não aceitando como inevitáveis os atropelamentos, porque a redução ou eliminação dos riscos enfrentados pelos peões é um importante e viável objetivo político e social.

De salientar também a importância dos Municípios adotarem Planos Municipais de Segurança Rodoviária uma vez que são ferramentas importantes na redução da sinistralidade e permitem um processo de seleção de medidas mais cuidadoso e preciso. No caso da cidade do Porto o Plano Municipal de Segurança Rodoviária seria uma mais valia definindo como um dos objetivos estratégicos a redução do número de atropelamentos. Para tal podiam ser elaborados planos que destacassem as medidas mais apropriadas a implementar e os objetivos a alcançar, tal como ocorreu nos casos apresentados. No caso particular da Praça das Flores seria ainda fulcral a introdução de planos de sensibilização e educação dada a proximidade da Escola das Flores, para alertar as pessoas sobre o comportamento que devem adotar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Salvador, Ana. *Fatores de risco de acidentes com vítimas e estudo das medidas de mitigação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [2] Ferreira, Sara e Amorim, Marco. *LIVE - Tools to Injury Prevention - Delivery I*. Universidade do Porto - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2014.
- [3] ANSR. *Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária*. www.ansr.pt. Março de 2015.
- [4] New York City Department of Transportation. *The New York City Pedestrian Safety Study & Action Plan*. Agosto 2010. <http://www.nyc.gov/>. Abril de 2015
- [5] Barbosa, José. M. *Redução da Sinistralidade Rodoviária na Cidade do Porto por Aplicação de Medidas de Baixo Custo*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [6] Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. *Plano Nacional de Prevenção Rodoviária*, Março 2003.
- [7] <http://www.estradasdeportugal.pt/> Maio de 2015.
- [8] Lopes, Carlos. *Reducing Road Traffic Severe Injuries*. Apresentação no âmbito do workshop LIVE, 23 Janeiro 2015, Porto, Portugal.
- [9] Belin, M., Tillgren, P., Vedung, E. *Vision Zero – a road safety policy innovation*, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. Vol. 19, No 2, June 2012, 171-179.
- [10] Magalhães, Marcos Thadeu Q, Mariana França Rios, and Yaeko Yamashita. 2004. *Identificação de padrões de posicionamento determinantes do comportamento dos pedestres*. Paper read at Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes.
- [11] Matoso, João. *Adequação de travessias em cruzamentos de vias urbanas*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [12] Seco, A, J Macedo, and A Costa. 2008. *Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes-Peões*. Vol. 8: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.
- [13] WHO. *Pedestrian Safety*. World Health Organization. <http://www.who.int/>, 2015.
- [14] OECD. *Speed Management*. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06Speed.pdf>. Maio de 2015.
- [15] <http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/Paginas/IMTHome.aspx>. Maio de 2015.
- [16] Simão, Nuno. *Análise agregada da eficácia das políticas de segurança rodoviária em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2010.

- [17] Teixeira, Vânia. *Tratamento de Dados de Acidentes Viários: Influência da Definição da Entidade Viária na Análise da Sinistralidade*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [18] Simões, Alberto. *O Impacto dos Acidentes Rodoviários: Análise dos Custos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015.
- [19] Association for the Advancement of Automotive Medicine. (<http://www.aaam.org/about-ais.html>). Abril de 2015.
- [20] Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária. *Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008 - 2015*, 2009.
- [21] ANSR. *Guia para a elaboração de Planos Municipais de Segurança Rodoviária*. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009.
- [22] <https://www.google.pt/maps>. Abril de 2015.
- [23] American Association of State Highway and Transportation Official. *Highway Safety Manual*. AASHTO, Washington DC, 2010.
- [24] <http://www.highwaysafetymanual.org/Pages/about.aspx>. Maio de 2015.
- [25] Frank Gross, Bhagwant Persaud, Craig Lyon. *A Guide to Developing Quality Crash Modification Factors*. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. December 2010.
- [26] www.cmclearinghouse.org. Maio de 2015.
- [27] <http://www.cm-porto.pt/>. Abril de 2015.
- [28] Duarte, Rui. *Aplicação do Método de Previsão de Acidentes do Highway Safety Manual em Interseções do Meio Urbano*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [29] Martins, Joana. *Seleção de interseções com potencial de redução da sinistralidade : aplicação do HSM*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [30] <http://visitporto.travel/>. Março de 2015

ANEXOS

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.

Acidente 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 ferido 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.

ANEXO II

Boletim Estatístico de Acidentes de Viação

Nº Boletim

Entidade Fiscalizadora

A - a preencher em todos os acidentes B e seguintes - a preencher apenas em acidentes com vítimas

A - IDENTIFICAÇÃO DO ACIDENTE

A1 DATA/HORA

Ano Mês Dia Hora Min.

A2 LOCALIZAÇÃO

1. Fora das localidades
 Dentro das localidades

2. Distrito
Concelho
Freguesia
Povoação (ou a mais próxima)

Coordenadas GPS

Latitude
Longitude

3. Designação de via

Km
Arruamento n.º

4. Se houver separador central indique em que sentido

- 1 Crescente
2 Decrescente

A3 TIPO DE ACIDENTE

- 1 Acidente só com danos materiais
2 Acidente com vítimas
Mortos
Feridos graves
Feridos leves

A4 NATUREZA DO ACIDENTE

- 1 Despiste
2 Colisão
3 Atropelamento

A5 NÚMERO DE VEÍCULOS INTERVENIENTES

Ciclomotor e motociclo
Veículo ligeiro
Veículo pesado
Outros

A6 CONDUTORES INTERVENIENTES

1. SEXO

A B C

- 1 Masculino
2 Feminino

2. DATA DE NASCIMENTO

A Ano Mês Dia B Ano Mês Dia
C Ano Mês Dia

B - CIRCUNSTÂNCIAS EXTERNAS

B1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA VIA

1. ESTRADA COM SEPARADOR

- 1 Autoestrada - nº de vias de trânsito no sentido
2 Outra via - nº de vias de trânsito no sentido

2. ESTRADA SEM SEPARADOR - nº de vias no sentido

3. VIA DE TRÂNSITO

- 1 Esquerda
2 Direita
3 Central

B2 TRAÇADO DA VIA

1. EM PLANTA

- 1 Reta
2 Curva

2. EM PERFIL

- 1 Em patamar
2 Com inclinação
3 Em lomba

- 3.1 Sem berma ou impraticável
2 Berma não pavimentada
3 Berma pavimentada

4. SITUAÇÃO DO ACIDENTE

- 1 Em plena via
2 Na berma
3 No passeio
4 Em via ou pista reservada
5 Em parque de estacionamento

5. INTERSEÇÃO DE VIAS

- 1 **Fora da interseção**
Em interseção de nível
2 Em cruzamento
3 Em entroncamento
4 Em rotunda
5 Em passagem de nível

Em interseção desnivelada

- 6 Em via de aceleração
7 Em via de desaceleração
8 Em ramo de ligação - entrada
9 Em ramo de ligação - saída

6. ACIDENTE EM OBRAS DE ARTE

- 1 Túnel
2 Viaduto/Ponte
3 Passagem estreita

B3 RÉGIME DE CIRCULAÇÃO

1. FAIXA DE RODAGEM COM

- 1 Sentido único
2 Dois sentidos
3 Reversível

2. VELOCIDADE PERMITIDA NO LANÇO

Limite geral Km/h
Limite local Km/h

B4 PAVIMENTO

1. TIPO DE PISO

- 1 Terra batida
2 Betuminoso
3 Betão de cimento
4 Calçada

2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

- 1 Em bom estado
2 Em estado regular
3 Em mau estado

3. OBSTÁCULOS OU OBRAS

- 1 Inexistentes
2 Não sinalizados
3 Insuficientemente sinalizados
4 Corretamente sinalizados

4. CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA

- 1 Seco e limpo
2 Húmido
3 Molhado
4 Com água acumulada na faixa de rodagem
5 Com gelo, geada ou neve
6 Com lama
7 Com gravilha ou areia
8 Com óleo

B5 SINALIZAÇÃO

1. MARCAS NO PAVIMENTO

- 1 Sem marcas rodoviárias ou pouco visíveis
2 Com marcas - separadoras de sentido de trânsito
3 Com marcas - separadoras de sentido e de vias de trânsito

2. SINALIZAÇÃO LUMINOSA

- 1 Inexistente
2 A funcionar normalmente
3 Intermitente
4 Desligada

3. SINAIS

- 1 Stop
2 Cedência de passagem
3 Proibição de ultrapassagem
4 Passagem de peões
5 Outros

B6 LUMINOSIDADE

- 1 Em pleno dia
2 Sol encandeante
3 Aurora ou crepúsculo
4 Noite, sem iluminação
5 Noite, com iluminação

B7 FATORES ATMOSFÉRICOS

- 1 Bom tempo
2 Chuva
3 Vento forte
4 Nevoeiro
5 Neve
6 Nuvem de fumo
7 Granizo

C - NATUREZA DO ACIDENTE

DESPISTE

- 1 Despiste simples
Com transposição do separador central
2 Com dispositivo de retenção
3 Sem dispositivo de retenção
4 Com transposição do dispositivo de retenção lateral
5 Com capotamento
6 Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo
7 Com fuga

COLISÃO

- 8 Frontal
9 Traseiro com outro veículo em movimento
10 Lateral com outro veículo em movimento
11 Com veículo ou obstáculo na faixa de rodagem
12 Choque em cadeia
13 Com fuga
14 Outras situações

ATROPELAMENTO

- 15 De peões
16 De animais
17 Com fuga

Incêndio posterior. **A B C**
 A preencher no caso de se verificar

D - VEÍCULOS INTERVENIENTES

D1 CATEGORIA/CLASSE

1. VEÍCULOS A, B e C

A B C

- 1 Velocípede
2 Velocípede c/motor
3 Ciclomotor
4 Triciclo
5 Motociclo cilindrada ≤ 125cc
6 Motociclo cilindrada > 125cc
7 Automóvel ligeiro
8 Automóvel pesado
9 Veículo agrícola
10 Máquina industrial
11 Veículo sobre carris
12 Veículo de tração animal
13 Quadriciclo
14 Desconhecido

2. Se for automóvel ligeiro ou pesado, indicar o tipo:

A B C

- 1 Passageiros
2 Mercadorias
3 Misto
4 Trator
5 Veículo especial. Qual?

- 3. A B C**
- 1 Sem semireboque/reboque
2 Com semireboque/reboque

D2 TIPO DE SERVIÇO

A B C

- 1 Particular
2 Público

D3 ANO DE MATRÍCULA

A **B** **C**

D4 INSPEÇÃO PERIÓDICA

A B C

- 1 Não obrigatória
2 Válida
3 Sem validade

D5 CERTIFICADO ADR

1. Preencher apenas no caso de transporte de mercadorias perigosas

A B C

- 1 Válido
2 Sem validade
3 Inexistente

2. MATÉRIA/OBJETO PERIGOSO TRANSPORTADO

D6 CARGA/LOTAÇÃO/PNEUS

1. CARGA/LOTAÇÃO

A B C

- 1 Sem carga
2 Com excesso de carga
3 Carga bem acondicionada
4 Carga mal acondicionada
5 Com lotação excedida

2. PNEUS

A B C

- 1 Sem deficiência
2 Com deficiência

3. TACÓGRAFO

A B C

- 1 Sem tacógrafo ou desativado
2 Com tacógrafo

D7 SEGURO

A B C

- 1 Com seguro
2 Sem seguro
3 Isento

E - CONDUTORES INTERVENIENTES

E1 CARACTERÍSTICAS DA HABILITAÇÃO DE CONDUÇÃO

1. LICENÇA/CARTA DE CONDUÇÃO

A B C

- 1 Com licença/carta adequada ao veículo
2 Com licença/carta não adequada ao veículo
3 Em situação de instrução/exame
4 Caducada/suspensa
5 Sem licença/carta
6 Não necessária ao veículo que conduz

2. PAÍS DE EMISSÃO

A B C

- 1 Portugal
2 Outro(s) **A** **B** **C**

3. ANO DA HABILITAÇÃO

Relativamente ao veículo que conduzia

A **B** **C**

4. CERTIFICADO ADR

A B C

- 1 Válido
2 Sem validade
3 Inexistente

E2 CONDIÇÕES PSÍCO/FÍSICAS

1. CONTRÓLO DO NÍVEL DE ALCOOLEMIA

A B C

- 1 Submetido ao teste de alcoolemia
 Não submetido por
2 Doença
3 Lesão ou morte decorrente do acidente
4 Condutor não contactado na altura do acidente
5 Fuga
6 Recusa
7 Outra

2. TAXA DE ALCOOLEMIA

A **B** **C**

3. OUTROS FATORES

A B C

- 1 Normal
2 Droga por despistagem
3 Sono/sonolência
4 Distração
5 Doença súbita
6 Fadiga

4. TEMPO DE CONDUÇÃO CONTINUADA

A B C

- 1 Menos de 1 hora
2 De 1 a 3 horas
3 De 3 a 5 horas
4 Mais de 5 horas
5 Ignorada

E3 AÇÕES E MANOBRAS ANTES DO ACIDENTE

1. **A B C**

- 1 Início de marcha
2 Saída de estacionamento ou rua particular
3 Em marcha normal
4 Ultrapassagem pela esquerda
5 Ultrapassagem pela direita
6 Mudança de direção para a esquerda
7 Mudança de direção para a direita
8 Marcha atrás
9 Circulação em sentido oposto ao estabelecido
10 Travagem brusca
11 Parado ou estacionado
12 Inversão do sentido de marcha
13 Trânsito em filas paralelas
14 Mudança de via de trânsito para a esquerda
15 Mudança de via de trânsito para a direita
16 Desvio brusco/saída de fila de trânsito
17 Atravessando a via

2. ESQUEMA (Ver esquema em anexo)

E4 INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR A AÇÕES E MANOBRAS

A B C

- 1 Desrespeito da sinalização vertical
2 Desrespeito das marcas rodoviárias
3 Desrespeito da sinalização semafórica
4 Manobra irregular
5 Velocidade excessiva para as condições existentes
6 Não sinalização da manobra
7 Desrespeito das distâncias de segurança
8 Circulação afastada da berma ou passeio
9 Rebentamento pneumático
10 Queda de carga ou objeto
11 Falha mecânica do veículo
12 Ausência de luzes quando obrigatórias
13 Obstáculo imprevisto na faixa de rodagem
14 Abertura de porta
15 Encandeamento
16 Não identificada

E5 ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA

A B C

- 1 Capacete
2 Cinto de segurança
3 Sem uso de cinto/capacete
4 Isento

F - CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE

F1 CONDUTORES VÍTIMAS

1. GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES

A B C

- 1 Morto
2 Ferido grave
3 Ferido leve

F2 PASSAGEIROS VÍTIMAS

Veículo A Veículo B Veículo C

1. SEXO

a b c d | i j l m | r s t u

- 1 Masculino
2 Feminino

2. IDADE

a b | i j | r s
 | |
c d | l m | t u
 | |

3. POSIÇÃO NO VEÍCULO

a b c d | i j l m | r s t u
1 À frente
2 À retaguarda
3 Desconhecido

4. USO DE ACESSÓRIOS DE SEGURANÇA

a b c d | i j l m | r s t u
1 C/ capacete/cinto segurança
2 C/ sistema retenção de crianças
3 S/ uso capacete/cinto segurança
4 S/ sistema retenção de crianças

5. GRAU DE GRAVIDADE DAS LESÕES

a b c d | i j l m | r s t u
1 Morto
2 Ferido grave
3 Ferido leve
4 Ileso

F3 PEÕES VÍTIMAS

1. SEXO

a b c d

- 1 Masculino
2 Feminino

2. a b c d

- 1 Peão isolado
2 Peões em grupo
3 Conduzindo à mão velocípedes, carros de crianças ou de deficientes físicos
4 Deslocando-se sobre patins, trotinetes ou outros

3. IDADE

a b c d

4. CONDIÇÕES PSÍCO-FÍSICAS

a b c d

- 1 Sem restrições
2 Com visão deficiente
3 Com audição deficiente
4 Com deficiência motora
 Influenciada pelo álcool

5

5. AÇÕES

a b c d

- 1 A sair ou entrar num veículo
2 Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo
3 Em plena faixa de rodagem
4 Em trabalhos na via
5 Atravessando fora da passagem de peões, a menos de 50 m de uma passagem
6 Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50 m de uma passagem ou quando não exista passagem
7 Atravessando em passagem sinalizada
8 Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica
9 Em ilhéu ou refúgio na via
10 Transitando pela direita da faixa de rodagem
11 Transitando pela esquerda da faixa de rodagem
12 Transitando pela berma ou passeio

6. UTILIZAÇÃO DE MATERIAL REFLETOR

a b c d

- 1 Sim
2 Não

7. GRAVIDADE DAS LESÕES

a b c d

- 1 Morto
2 Ferido grave
3 Ferido leve

DATA ___/___/___

Número de boletins utilizados neste acidente

Nome _____

(Posto) _____

