

2014

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

# Indicadores para a Caracterização de Níveis de Segurança Rodoviária em Redes Urbanas — Análise de Trechos Fora das Interseções

**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL,  
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO URBANA**

**AUTOR | Vanessa Filipa Batista Moura**

**ORIENTADOR | Prof.<sup>a</sup> Doutora Carmen de Jesus  
Geraldo Carvalheira  
Prof. Doutor Silvino Dias Capitão**

Coimbra, dezembro 2014



**Indicadores para a Caracterização de Níveis de  
Segurança Rodoviária em Redes Urbanas –  
Análise de Trechos Fora das Interseções**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia Civil – Especialização em Construção Urbana

**Autora**

**Vanessa Filipa Batista Moura**

**Orientadores**

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Carmen Geraldo Carvalheira**

Docente do ISEL

**Prof. Doutor Silvino Dias Capitão**

Professor Coordenador do DEC-ISEC

**Coimbra, dezembro de 2014**



## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação representa o culminar dos objetivos a que me propus durante este percurso académico e aos quais me dediquei, com o apoio e a colaboração de várias pessoas que fazem parte da minha vida ou que a cruzaram nestes últimos anos, e a quem devo uma palavra de reconhecimento.

De um modo especial, dedico as primeiras palavras ao Professor Doutor Silvino Capitão, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, pela orientação científica deste trabalho, pelo interesse com que sempre o acompanhou e pelos conhecimentos transmitidos ao longo da minha formação. Devo, ainda, ao Professor Silvino, um agradecimento pelo incentivo, dedicação e sobretudo pela amizade.

À Professora Doutora Carmen Carvalheira, Professora no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, por ter aceitado a orientação científica deste trabalho, pela transmissão de conhecimentos, pela ajuda e pelo tempo despendido.

Um agradecimento profundo a todas as instituições com quem me cruzei. À ANSR, pela cedência dos dados; à PSP de Coimbra, na pessoa do Subintendente Nuno Dinis, pelo tempo e paciência que disponibilizaram para a obtenção dos esquemas de acidentes e para o registo de informação, sempre que tal foi necessário; à Metro-Mondego S.A., por se mostrar sempre disponível para a partilha de dados e para facultar informações.

Gostaria ainda de fazer um agradecimento muito especial à Vânia Serra, pelo grande companheirismo e por ter sido a outra cara deste trabalho, tornando todo este percurso mais fácil de percorrer. Agradeço também por ter sido o meu outro rosto em Coimbra, dada a minha distância, facilitando as minhas deslocações nem sempre possíveis.

Aos meus amigos e colegas sinto-me na obrigação de lhes reconhecer e agradecer toda a boa disposição, o companheirismo e o incentivo que demonstraram, mesmo que indiretamente.

Ao Pedro, companheiro de todos os momentos, por reconhecer o meu valor e me incentivar nas minhas conquistas.

Ao Daniel, por infelizmente ser a minha maior motivação para o estudo da segurança rodoviária, para que outros como ele continuem entre nós.

Por fim, àqueles que estiveram comigo desde sempre e que contribuíram para ser aquilo que sou hoje, a minha família. Em especial à minha avó Hermínia pela sua fé e ao meu avô Joaquim por me ter guiado à distância nesta jornada. Aos meus pais, porque sem eles não teria chegado até aqui.



## RESUMO

Anualmente 20 a 50 milhões de pessoas sofrem ferimentos em acidentes rodoviários, morrendo 1,24 milhões de pessoas nas estradas de todo o Mundo. A aplicação de medidas para diminuir estes números tornou-se urgente.

Na União Europeia foi proposto o objetivo de reduzir 50% da sinistralidade de 2001 até 2010. Em Portugal apontou-se como objetivo a redução de 31,9% de vítimas mortais de 2006 a 2015. Os resultados revelaram que os valores da sinistralidade não ultrapassaram uma redução de 43% na Europa, mas em Portugal estima-se que em 2013 já se tenha alcançado o objetivo previsto para 2015.

Em meio urbano, os dados da União Europeia indicam uma redução das vítimas mortais, contudo verifica-se que Portugal se posiciona entre os países com piores valores. Existe, portanto, uma clara necessidade de estabelecer ferramentas que permitam a atuação das entidades gestoras, no sentido de reduzir a sinistralidade ao nível da rede rodoviária urbana.

Saber onde ocorreram os acidentes é o início da solução para minimizar feridos e vítimas mortais nas vias urbanas. A aplicação de métodos que permitam a criação de indicadores de sinistralidade associados a um Sistema de Informação Geográfica, permite o conhecimento das vias rodoviárias com necessidades mais urgentes de intervenção de forma gráfica e fácil de interpretar, mesmo por não especialistas.

No âmbito deste trabalho, associou-se a base de dados de acidentes a um Sistema de Informação Geográfica para efetuar o processo de georreferenciação e, assim, ser possível conhecer a localização dos trechos da rede urbana mais problemáticos.

O conhecimento do tráfego e do perfil transversal das vias urbanas permitiu a definição de uma hierarquização viária. Além disso, utilizou-se esta informação para, de uma forma simplificada, extrapolar os valores de tráfego recolhidos em postos de contagem para as restantes vias onde não existia essa informação.

A base de dados de acidentes georreferenciados e o tráfego considerado nas vias permitiram a aplicação do método que se propõe para a análise da sinistralidade, tendo-se utilizado para isso o indicador VHL – valor hierárquico do local.

Por fim, foram analisados os trechos fora de interseções que obtiveram piores níveis de segurança, utilizando o indicador de sinistralidade. A metodologia de análise permitiu avaliar os trechos com acidentes, quer considerando os dados de sinistralidade de forma agregada no triénio de análise, quer utilizando-os separadamente para cada um dos anos. Chegou-se assim a uma análise dos acidentes ocorridos em cada trecho, de modo a servir de base para estudos futuros que deverão ser realizados para mitigar os acidentes rodoviários.

**PALAVRAS-CHAVE:**

Segurança rodoviária em meio urbano, sistemas de informação geográfica, análise de acidentes em trechos fora de interseções, indicadores de segurança, boas práticas de segurança rodoviária.

## ABSTRACT

Annually 20 to 50 million people across the globe suffer injuries in road accidents, with 1.24 million dying on roads. The application of measures to reduce these numbers has thus become urgent.

In the European Union the objective of reducing the number of accidents by 50% between 2001 and 2010 was proposed. In Portugal the proposed objective is to reduce the mortality rate by 31.9% between 2006 and 2015. The results reveal that the reduction in the accident rate has not exceeded 43% in Europe; however, it is estimated that by 2013 Portugal will already have achieved its 2015 objective.

In the urban environment, data from the European Union indicates a reduction in Portuguese mortality rates, yet also verifies that Portugal is positioned amongst the countries with the worst rates of mortality. There exists, therefore, a clear necessity to establish instruments that enable managing entities to act towards reducing accident rates at the level of the urban road network.

Knowing where the accidents occur is the beginning of a solution that can minimize injuries and deaths on urban roads. The application of methods that permit the creation of indicators of accident rates in association with a Geographical Information System will enable the identification of the roads most urgently in need of intervention, by producing graphs that are easy to interpret, even by non-experts.

The scope of this work includes the linking of the accident database to a Geographical Information System, in order to carry out the process of geo-referencing and, thus, make it possible to identify the most problematic sections of the urban network.

Knowledge of the traffic and cross-sections of the urban roads allowed the creation of a road hierarchization. Furthermore, this information was utilized, in a simplified form, to extrapolate the traffic volumes compiled at monitoring stations for the remaining roads for which this information was not available.

Taking into account both the database of geo-referenced accidents and the traffic on the roads allows the application of the method proposed for the analysis of accident rates, the VHL indicator – hierarchical value of the site.

Lastly, the road sections outside of road junctions that possessed the worst levels of security were also analysed, utilizing the same indicator of accident rates. The methodology of analysis enabled the evaluation of the sections with accidents, both by considering the accident data in an aggregated form in the three-year period of analysis, and by separately utilizing that data in relation to each of these years. We thus arrived at an analysis of the accidents that occurred in each section of these roads, in a way that serves a basis for future studies that need to be conducted in order to mitigate road accidents.

**KEY WORDS:**

Road safety in the urban environment, geographical information systems, analysis of accidents in road segments outside of intersections, safety indicators, best practices for road safety.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos e Metodologia de Trabalho .....	1
1.3. Estrutura da Dissertação .....	3
2. A SEGURANÇA RODOVIÁRIA EM MEIO URBANO .....	5
2.1. Considerações Iniciais .....	5
2.2. Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária.....	7
2.3. Medidas de Engenharia para Prevenção Rodoviária .....	10
2.3.1. Características físicas da via.....	11
Criação de locais de atravessamento de vias .....	11
Criação de vias para peões e ciclistas .....	14
Colocação de postes no pavimento.....	14
Colocação de guardas para peões .....	15
Criação de ruas de lazer.....	15
Criação de vias para transportes públicos.....	16
Aumento da segurança nas paragens de autocarros.....	17
Iluminação da via.....	17
2.3.2. Controlo de tráfego.....	18
Alteração dos alinhamentos horizontais .....	18
Alteração dos alinhamentos verticais .....	20
Outras soluções com efeitos na circulação de veículos.....	22
Controlo do estacionamento .....	25
Sinalização.....	25
2.3.3. Condições superficiais do pavimento .....	26
Garantia de aderência em pistas molhadas .....	27
Diminuição do risco de hidroplanagem.....	29
2.4. Avaliação da Sinistralidade .....	31
2.5. A Utilização de Sistemas de Informação Geográfica.....	35
2.6. Considerações Finais .....	36

3. ORGANIZAÇÃO E GEORREFERENCIAÇÃO DA BASE DE DADOS DOS ACIDENTES .....	39
3.1. Considerações Iniciais.....	39
3.2. Base de Dados da ANSR .....	39
3.3. Georreferenciação dos Acidentes.....	47
3.4. Definição da Hierarquia Viária na Cidade de Coimbra .....	49
3.5. Estudo dos Volumes de Tráfego .....	51
3.5.1. Volumes de tráfego conhecidos .....	51
3.5.2. Estimativa dos volumes de tráfego para a restante rede urbana de Coimbra.....	54
3.6. Considerações Finais.....	55
4. ESTUDO DOS TRECHOS FORA DAS INTERSEÇÕES COM RECURSO A UM SIG .....	57
4.1. Considerações Iniciais.....	57
4.2. Definição dos Indicadores para a Caracterização dos Níveis de Segurança Rodoviária na Rede Viária de Coimbra .....	57
4.2.1. Indicador de Gravidade .....	57
4.2.2. Valor Hierárquico do Local .....	60
4.3. Análise aos Trechos Fora das Interseções.....	65
4.3.1. Seleção dos acidentes ocorridos em secção corrente .....	65
4.3.2. Análise à base de dados .....	67
4.3.3. Cálculo do Valor Hierárquico do Local.....	70
4.3.4. Análises de sinistralidade.....	71
Avenida Emídio Navarro – Trecho 1 .....	72
Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1.....	73
Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 2.....	75
Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1.....	76
Ponte Rainha Santa Isabel – Trecho 1 .....	77
Rua de Aveiro – Trecho 1 .....	79
Outros Trechos.....	80
Avenida Emídio Navarro – Trecho 2.....	80
Avenida Sá da Bandeira – Trecho 2.....	82
4.4. Considerações Finais.....	83

---

5. CONCLUSÃO.....	85
5.1. Síntese do Trabalho e Conclusões Gerais .....	85
5.2. Prosseguimento de Trabalhos Futuros.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89

## ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice I – Estudo dos volumes de tráfego da Metro-Mondego .....	94
Apêndice II – Análise aos intervalos de tráfego e ao Valor Hierárquico Local da totalidade da rede viária de Coimbra .....	101
Apêndice III – Cálculo do Valor Hierárquico Local nos trechos fora de interseções .....	110

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I – Participação de Acidente de Viação .....	115
Anexo II – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação .....	116



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Vítimas mortais em meio urbano por milhão de habitantes em 2010 (ERSO, 2012) .....	6
Figura 2.2 – Grupos e fatores de risco no contexto da sinistralidade rodoviária (ANSR, 2009).....	8
Figura 2.3 – Objetivos estratégicos da ENSR (ANSR, 2009).....	9
Figura 2.4 – Vítimas Mortais por milhão de habitantes (CE, 2014) .....	10
Figura 2.5 – Passagem simples para peões (Avenida Fernão de Magalhães @maps.google.com).....	11
Figura 2.6 – Passagem para peões com sinalização luminosa (Avenida Fernão de Magalhães @maps.google.com).....	12
Figura 2.7 – Ponto de interseção (ADONIS, 1998, referido em Carvalheira, 2010) .....	13
Figura 2.8 – Exemplo de atravessamento para peões totalmente independente do tráfego motorizado (Avenida Inês de Castro @maps.google.com).....	13
Figura 2.9 – Via mista (@viveraltadelisboa.blogspot.pt).....	14
Figura 2.10 – Postes no pavimento (Largo da Portagem @maps.google.com) .....	15
Figura 2.11 – Guardas para peões (Avenida Inês de Castro @maps.google.com) .....	15
Figura 2.12 – Ruas de lazer (Rua Daniel de Matos @maps.google.com).....	16
Figura 2.13 – Via destinada aos transportes públicos (Rua General Humberto Delgado @maps.google.com).....	16
Figura 2.14 – Estrangulamentos (Silva et al, 2011) .....	19
Figura 2.15 – Gincanas (Silva et al, 2011) .....	19
Figura 2.16 – Pré-avisos com bandas cromáticas (Avenida José Bonifácio de Andrade e Silva @maps.google.com).....	20
Figura 2.17 – Lomba (Silva et al, 2011).....	21
Figura 2.18 – Lomba (Rua António Augusto Gonçalves @maps.google.com).....	21
Figura 2.19 – Via ao mesmo nível do passeio (Silva et al, 2011) .....	22
Figura 2.20 – Portão de entrada (Figueira da Foz @maps.google.com).....	23
Figura 2.21 – Semáforo de controlo da velocidade na entrada da localidade (Silva et al, 2011).....	24
Figura 2.22 – Comportamento do atrito em função da velocidade em pista molhada (Francisco, 2009).....	28
Figura 2.23 – Relação entre o coeficiente de atrito longitudinal com a velocidade em função da macrotextura e da microtextura (Sardão, 2012).....	28

Figura 2.24 – Pirâmide da Conflituosidade (Seco et al, 2008 b) .....	32
Figura 3.1 – Número de acidentes por natureza na rede da cidade de Coimbra .....	42
Figura 3.2 – Número de acidentes por dia da semana na rede da cidade de Coimbra.....	43
Figura 3.3 – Número de acidentes por condição atmosférica na rede da cidade de Coimbra.....	43
Figura 3.4 – Número de acidentes por luminosidade na rede da cidade de Coimbra.....	44
Figura 3.5 – Esquema do acidente do exemplo em análise .....	48
Figura 3.6 – Acidentes georreferenciados, ocorridos na rede da cidade de Coimbra.....	49
Figura 3.7 – Níveis Hierárquicos Viários (baseado em Seco et al, 2008 c).....	50
Figura 3.8 – Níveis hierárquicos atribuídos à rede viária da zona urbana de Coimbra .....	50
Figura 3.9 – Localização dos postos de contagem de tráfego da Metro-Mondego S.A. ....	51
Figura 3.10 – Ponto de contagem A3 da Metro-Mondego S.A. ....	53
Figura 3.11 – Intervalos de volumes de tráfego conhecidos em Coimbra.....	53
Figura 3.12 – Volumes de tráfego considerados para a cidade de Coimbra.....	54
Figura 4.1 – Indicadores de Gravidade dos 3 anos em estudo .....	58
Figura 4.2 – Indicadores de Gravidade dos 3 anos em estudo excluindo a IC2 .....	59
Figura 4.3 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2010 para comparação dos 3 anos.....	63
Figura 4.4 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2011 para comparação dos 3 anos.....	63
Figura 4.5 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2012 para comparação dos 3 anos.....	64
Figura 4.6 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2011 para uma escala obtida para este ano considerado isoladamente .....	64
Figura 4.7 – Níveis de segurança rodoviária para os 3 anos em estudo considerados de forma agregada.....	65
Figura 4.8 – Buffers de 40 metros em torno das interseções .....	66
Figura 4.9 – Acidentes em secção corrente e definição de trechos.....	67
Figura 4.10 – Número de acidentes e feridos nos trechos por natureza (2010, 2011 e 2012) .....	68
Figura 4.11 – Número de acidentes e feridos nos trechos em função das condições atmosféricas (2010, 2011 e 2012) .....	68
Figura 4.12 – Número de acidentes e feridos nos trechos por ação do peão (2010, 2011 e 2012).....	69

Figura 4.13 – Número de acidentes e feridos nos trechos por dia da semana (2010, 2011 e 2012) .....	69
Figura 4.14 – Número de acidentes e feridos nos trechos em função das condições de luminosidade (2010, 2011 e 2012) .....	70
Figura 4.15 – Níveis de segurança rodoviária nos trechos fora de interseções para os 3 anos considerados de forma agregada .....	71
Figura 4.16 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Emídio Navarro .....	72
Figura 4.17 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012) .....	73
Figura 4.18 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Fernão de Magalhães .....	73
Figura 4.19 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	74
Figura 4.20 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	74
Figura 4.21 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Fernão de Magalhães .....	75
Figura 4.22 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	76
Figura 4.23 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Sá da Bandeira .....	76
Figura 4.24 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012) .....	77
Figura 4.25 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	77
Figura 4.26 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Ponte Rainha Santa Isabel .....	78
Figura 4.27 – Níveis de segurança rodoviária na Ponte Rainha Santa Isabel – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012) .....	79
Figura 4.28 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Rua de Aveiro .....	79
Figura 4.29 – Níveis de segurança rodoviária na Rua de Aveiro – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	80
Figura 4.30 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Emídio Navarro .....	81
Figura 4.31 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 2 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	81

Figura 4.32 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	82
Figura 4.33 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Sá da Bandeira.....	82
Figura 4.34 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012).....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura I.1 – Participação de Acidente de Viação (PSP) .....	115
Figura II.1 – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (ANSR).....	116
Figura II.2 – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (ANSR).....	117

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Influência da textura sob diferentes pontos de vista (adaptado de Francisco, 2009) .....	31
Quadro 2.2 – Benefícios de segurança resultantes de melhoramentos em estradas (Castilho, 1988) .....	35
Quadro 3.1 – Campos que constituem a base de dados fornecida pela ANSR .....	40
Quadro 3.2 – Valores totais para vítimas mortais e feridos nos anos em análise.....	41
Quadro 3.3 – Número de atropelamentos por ação do peão na rede da cidade de Coimbra .....	44
Quadro 3.4 – Número de despistes, atropelamentos e colisões por rua para os anos em estudo.....	45
Quadro 3.5 – Ruas com maior concentração de acidentes .....	45
Quadro 3.6 – Total de vítimas mortais e feridos nas ruas com maior concentração de acidentes .....	46
Quadro 3.7 – Número de vítimas mortais por rua e respetivo número de ocorrências em 2012 .....	46
Quadro 4.1 – Custos das vítimas de acidentes rodoviários aplicados a Portugal (Santos, 2007, referido por Carvalheira, 2010) .....	60
Quadro 4.2 – Níveis de Gravidade (Santos, 2007, referido por Carvalheira, 2010) .....	61
Quadro 4.3 – Trechos com níveis de segurança global mais baixos .....	84
Quadro 4.4 – Trechos identificados como prioritários para análises mais detalhadas .....	84

## ÍNDICE DE QUADROS DE APÊNDICES

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via.....	94
Quadro I.2 – Intervalos de volume de tráfego verificados por nível hierárquico.....	99
Quadro I.3 – Intervalos de volume de tráfego definidos por nível hierárquico.....	100
Quadro II.1 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, 2010 .....	101

---

Quadro II.2 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2011.....	104
Quadro II.3 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2012.....	107
Quadro III.1 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2010 .....	110
Quadro III.2 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2010.....	110
Quadro III.3 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2011 .....	111
Quadro III.4 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2011.....	111
Quadro III.5 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2012 .....	112
Quadro III.6 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2012.....	112
Quadro III.7 – Cálculo do VHL global nos trechos fora de interseções .....	113
Quadro III.8 – Intervalos do VHL global nos trechos fora de interseções .....	113

## SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

**ADONIS** – Best practice to promote cycling and walking

**ANSR** – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

**ASTM** – American Society for Testing and Materials

**BEAV** – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação

**CAL** – Coeficiente de atrito lateral

**CARE** – Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários

**CAT** – Coeficiente de Atrito Transversal

**CE** – Comunidade Europeia

**DGV** – Direção-Geral de Viação

**ENSR** – Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

**ERSO** – European Road Safety Observatory

**FG** – Feridos Graves

**FL** – Feridos Leves

**FLE** – Feridos Leves Equivalentes

**G** – Gravidade dos acidentes

**GNR** – Guarda Nacional Republicana

**GPS** – Global Position System (Sistema de Posicionamento Global)

**IC2** – Itinerário Complementar n.º 2

**IG** – Indicador de Gravidade

**IMTT** – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

**InIR** – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, I.P.

**IRI** – International Roughness Index (Índice Internacional de Irregularidade)

**MAI** – Ministério da Administração Interna

**NPP** – Número de Processo Policial

**PIARC** – Permanent International Association of Road Congresses

**PDF** – Portable Document Format

**PNPR** – Plano Nacional de Prevenção Rodoviária

**PSP** – Polícia de Segurança Pública

**SIG** – Sistema de Informação Geográfica

**SMTUC** – Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra

**TAL** – Total de Acidentes com vítimas registados no Local

**UE** – União Europeia

**Vh** – Velocidade de hidroplanagem

**VHL** – Valor Hierárquico do Local

**VM** – Vítimas Mortais

**VTL** – Volume de Tráfego do Local na hora de ponta

**WHO** – World Health Organization (Organização Mundial de Saúde)

## **1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

### **1.1. Enquadramento**

A segurança rodoviária é um tema atual devido à quantidade de vítimas que anualmente se regista nas estradas de todo o Mundo.

Embora esta realidade esteja a mudar no espaço europeu e também em Portugal, em muito devido à maior atenção que é dada à segurança rodoviária e ao conjunto de medidas que têm sido tomadas, a redução da sinistralidade em meio urbano não tem seguido uma evolução tão favorável.

Com vista ao cumprimento de determinadas metas de melhoria de segurança rodoviária em meio urbano, têm sido, cada vez mais, adotadas algumas práticas de melhoria do ambiente rodoviário (Nabais, 2009)

Um dos caminhos possíveis para contribuir para a melhoria da segurança em meio urbano é a análise de acidentes ocorridos num dado período, em geral 3 anos, de modo a identificar a localização dos trechos com maior prevalência de acidentes, estabelecendo indicadores de sinistralidade para esses trechos. Isso permite, por exemplo, comparar os níveis de sinistralidade rodoviária de itinerários com base nos dados disponíveis na Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) e no tráfego que os utiliza.

Uma vez estabelecidos os indicadores de sinistralidade adequados para a rede rodoviária urbana de um município, é possível atribuir classificações ou fazer juízos de valor qualitativos em termos de sinistralidade rodoviária, quer aplicados à rede no seu todo, quer relativos a trechos ou a interseções. Uma vez identificados os locais com desempenho mais desfavoráveis, as administrações rodoviárias ficam a dispor de informação relevante que lhes permitirá estudar com maior detalhe os locais identificados, de modo a adotarem boas práticas nesses locais das infraestruturas, com vista ao cumprimento de determinadas metas de melhoria da segurança rodoviária.

### **1.2. Objetivos e Metodologia de Trabalho**

Um dos objetivos deste trabalho era a construção de uma base de dados, num Sistema de Informação Geográfica (SIG), com os acidentes registados na cidade de Coimbra e dos quais resultaram feridos ou vítimas mortais, tendo como base os dados disponíveis na ANSR. Uma vez que o método de registo de acidentes por parte da Polícia de Segurança Pública (PSP) inclui o registo de informação mais detalhada sobre os acidentes, para a construção do sistema de informação esperava-se que fosse necessário complementar a base de dados com os esquemas de acidentes realizados pela PSP, os quais permitiriam também a georreferenciação dos acidentes.

O objetivo principal era, pois, utilizar indicadores de sinistralidade, fáceis de compreender pelo cidadão comum e pelos agentes de decisão dos municípios, para atribuir classificações qualitativas a trechos da rede localizados fora de interseções. Estes indicadores poderiam constituir um *slogan* promocional para os municípios quando as metas atingidas os posicionassem favoravelmente face a municípios congêneres e situados na mesma região geográfica.

A utilização de indicadores rodoviários úteis e suscetíveis de serem obtidos, tal como se descreveu, permitiria aos municípios analisar a infraestrutura nos trechos considerados mais problemáticos, de modo a implementar ações de melhoria da infraestrutura quando se revelasse necessário. Um objetivo mais imediato seria apoiar as entidades gestoras no conhecimento da realidade das redes rodoviárias sob a sua responsabilidade, no que diz respeito à segurança rodoviária.

Relativamente à metodologia de trabalho, utilizou-se a base de dados de acidentes da ANSR registados para a cidade de Coimbra, no triénio 2010-2012. Numa primeira análise, selecionaram-se as vias com quatro ou mais acidentes num dos anos do triénio, os quais foram georreferenciados num Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para que isto fosse realizado, utilizou-se a informação de acidentes registada pela PSP de Coimbra, particularmente os esquemas cedidos pela Polícia.

No que se refere à caracterização dos volumes de tráfego representativos na rede rodoviária da cidade de Coimbra utilizaram-se dados de contagens recolhidos pela Metro Mondego SA. Como os dados não cobriam a totalidade da zona urbana em estudo, foi necessário estabelecer, a partir das contagens, um método para estimar o tráfego para a totalidade da rede em análise. Para isso, definiu-se, por um lado, uma hierarquização viária em quatro níveis e, por outro lado, analisaram-se os fluxos de tráfego conhecidos em vias de nível hierárquico semelhante, de modo a encontrar valores representativos de volume horário de tráfego. Uma vez que o número de vias das ruas e avenidas em estudo era variável, para efeitos de análise utilizaram-se volumes de tráfego horários por via.

A base de dados foi analisada utilizando um SIG como sistema de apoio, o que permitiu uma análise espacial dos dados de sinistralidade, e deste modo, apoiou a identificação de trechos nos quais havia maior acumulação de acidentes.

Para a criação dos indicadores de sinistralidade, utilizou-se a informação da base de dados, designadamente o número de acidentes, o número e o tipo de vítimas, os volumes de tráfego e a localização dos acidentes, sempre com recurso ao SIG. Uma vez que este trabalho se centra apenas nos trechos fora das interseções, foi ainda utilizada uma metodologia para a definição desses trechos, de modo a não serem contabilizados na análise acidentes relacionados com os movimentos nas interseções.

Para a definição dos indicadores mais apropriados, realizam-se análises utilizando o Indicador de Gravidade (IG), tal como estabelecido pela ANSR, e o Valor Hierárquico do Local (VHL),

de modo a evidenciar as vantagens e as desvantagens de um relativamente ao outro no caso de análises de acidentes em meio urbano. Os indicadores de sinistralidade foram depois analisados para estabelecer níveis de segurança relativos entre os trechos.

### **1.3. Estrutura da Dissertação**

A dissertação é composta por cinco capítulos, três apêndices e dois anexos cuja estrutura e conteúdos se descrevem de seguida.

No Capítulo 1 faz-se o enquadramento do tema estudado, são definidos os objetivos e a metodologia de trabalho, e apresenta-se a estrutura da organização do documento.

No Capítulo 2 descreve-se de forma sumária o estado da segurança rodoviária a nível internacional e na Europa, de modo a enquadrar os resultados observados em Portugal, fazendo-se referência às medidas que foram tomadas ao longo dos anos, no sentido de se diminuir o número de acidentes, a sua gravidade e o número de vítimas. Com base na bibliografia, são apresentadas medidas concretas aplicáveis às infraestruturas rodoviárias urbanas com o objetivo de reduzir a ocorrência de acidentes e as suas consequências. Estas medidas são divididas em três grupos: as características físicas da via, o controlo de tráfego e as condições superficiais do pavimento. Além disso, apresentam-se abordagens utilizadas para a avaliação da sinistralidade com base nas conclusões de estudos levados a cabo noutros países, e descreve-se sumariamente a utilização de SIG no estudo da sinistralidade rodoviária, evidenciando as vantagens da sua utilização num estudo como o que se apresenta.

No Capítulo 3 apresenta-se a organização da base de dados e o método de georreferenciação dos acidentes aplicada para a cidade de Coimbra, realizando-se uma análise geral à base de dados da ANSR. Por outro lado, é definida a hierarquização viária adotada no presente estudo para a cidade de Coimbra e descreve-se o estudo realizado, com base nos dados disponibilizados pela Metro-Mondego S.A, para estabelecer os volumes representativos de tráfego na rede analisada.

No Capítulo 4 são definidos os indicadores para a caracterização dos níveis de segurança rodoviária na rede de Coimbra, sendo realizado um estudo inicial onde se definem os níveis de segurança com base no Indicador de Gravidade (IG). Esta primeira análise serviu para explicar as limitações da utilização deste indicador no caso de estudo. Depois efetua-se outra análise na qual os níveis de segurança se baseiam no Valor Hierárquico do Local (VHL), mostrando-se as vantagens deste em detrimento do IG. Os estudos realizados são também aplicados aos trechos de vias fora da área de influência das interseções, excluindo da análise todos os que ocorreram em interseções. Com base nos resultados de VHL obtidos, faz-se a normalização da variável considerando intervalos de igual amplitude, de modo a que todos os trechos sejam classificados de numa gama de valores de 1 a 5. Esta metodologia permite identificar os trechos com níveis de segurança mais baixos e, portanto, servir de apoio a análises mais detalhadas que a entidade gestora da rede pretenda efetuar posteriormente.

No Capítulo 5 faz-se uma síntese do trabalho desenvolvido, resumindo as principais conclusões obtidas, e referem-se possíveis desenvolvimentos futuros do presente trabalho.

Esta dissertação inclui ainda três apêndices e dois anexos para além dos cinco capítulos que constituem o corpo desta, os quais contêm a informação que se descreve seguidamente de forma resumida:

- O Apêndice I resume o estudo dos volumes de tráfego disponibilizados pela Metro-Mondego S.A;
- O Apêndice II reúne as análises realizadas aos intervalos de tráfego e ao Valor Hierárquico do Local da totalidade da rede viária de Coimbra;
- O Apêndice III reúne os cálculos do Valor Hierárquico do Local nos trechos fora das interseções;
- O Anexo I apresenta a Participação de Acidentes de Viação, utilizada pela Polícia de Segurança Pública depois de se deslocar ao local do acidente.
- O Anexo II apresenta o Boletim Estatístico de Acidentes de Viação que é preenchido pela Polícia de Segurança Pública e enviado para a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária.

## 2. A SEGURANÇA RODOVIÁRIA EM MEIO URBANO

### 2.1. Considerações Iniciais

De acordo com o *Global Status Report on Road Safety 2013* da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2013), todos os anos 20 a 50 milhões de pessoas sofrem ferimentos devido a acidentes rodoviários e morrem aproximadamente 1,24 milhões de pessoas nas estradas de todo o Mundo. Metade das vítimas mortais inserem-se no grupo dos utilizadores mais vulneráveis, motociclistas (23%), peões (22%) e ciclistas (5%), e a restante metade divide-se pelos ocupantes de veículos (31%) e por utilizadores da via não especificados (19%). Trata-se portanto, de um dos principais e mais negligenciados problemas de saúde pública.

Segundo o relatório *World report on traffic injury prevention*, publicado pela WHO em 2004 (Peden et al., 2004), se não forem tomadas medidas, prevê-se que o número de vítimas mortais e feridos em acidentes rodoviários tenha um crescimento global de 65% no período compreendido entre 2000 e 2020.

No entanto, apesar do já mencionado elevado número mundial de vítimas mortais nas estradas em 2010, este é semelhante ao de 2007 conforme menciona a WHO (WHO, 2013), mesmo tendo-se verificado um aumento global de 15% do número de veículos motorizados registados. Estes dados ilustram o progresso que muitos países desenvolvidos têm tido, principalmente na adoção de medidas preventivas concertadas de segurança rodoviária. Contudo, a nível global, é necessário fazer mais ao nível da legislação e ter mais consideração pelas necessidades dos utilizadores mais vulneráveis.

Na Europa, face ao inaceitável número de vítimas de acidentes de viação, foi proposto pelo Livro Branco sobre Política Europeia de Transportes (CE, 2001) o objetivo ambicioso de todos os anos, até 2010, salvar 25.000 vidas nas estradas europeias. Na sequência da aprovação deste objetivo no Parlamento Europeu, foi redigida por todos os Estados-Membros da União Europeia (UE), em janeiro de 2004, a Carta Europeia da Segurança Rodoviária (CE, 2013 a). Esta enfatiza a necessidade de tomar medidas eficazes para reduzir o número de vítimas mortais nas estradas, tendo consciência de que “as ações em prol da segurança rodoviária têm um custo extremamente baixo em relação ao custo humano, social e económico da insegurança rodoviária”.

Embora esta Carta marque uma nova fase do compromisso da União Europeia com a segurança rodoviária, analisando os dados da sinistralidade e considerando as metas propostas no Livro Branco sobre Política Europeia de Transportes, que apontaram para uma redução da sinistralidade em 50% até 2010 em relação ao ano de 2001, verifica-se que o objetivo não foi atingido (CE, 2013 b).

Segundo os dados disponibilizados pela Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários (CARE), entre 2001 e 2010 a redução da sinistralidade na União Europeia foi de 43% (CE, 2013 b), existindo a previsão, em outubro de 2013, de que nesse mesmo ano fosse atingida e

ultrapassada a meta de 50%, visto a estimativa apontar para uma redução de 55% da sinistralidade entre 2001 e 2013. Novos dados da CARE, de março de 2014, revelam uma estimativa para o ano de 2013 que mostra não ter sido atingido o objetivo de redução da sinistralidade de 50% previsto para 2013 (CE, 2014).

Os estudos (ERSO, 2012) indicam que em meio urbano o número de vítimas mortais na União Europeia reduziu em mais de um terço na década de 2001 a 2010, um pouco menos que o número total de mortes. Em 2010, a percentagem de vítimas mortais em meio urbano era de 38% do número total de vítimas de acidentes rodoviários, o que corresponde a 10.837 pessoas que perderam a vida (ERSO, 2012). Com base neste mesmo estudo, e analisando a Figura 2.1, percebe-se que Portugal se situa entre os países com maior mortalidade em meio urbano por milhão de habitantes.

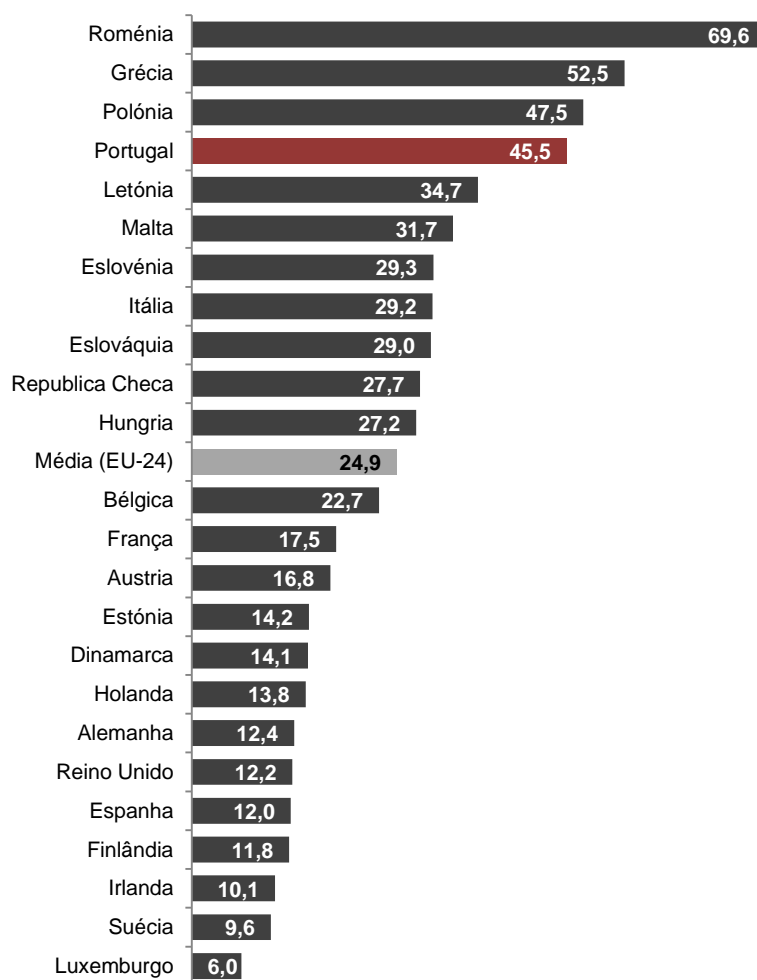


Figura 2.1 – Vítimas mortais em meio urbano por milhão de habitantes em 2010 (ERSO, 2012)

## 2.2. Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

O Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado levou a uma grande reestruturação da atividade administrativa relacionada com a segurança rodoviária. Da sua implementação resultou a extinção da Direção-Geral de Viação (DGV) e a criação de uma nova entidade, a Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), com competência nas áreas da prevenção e segurança rodoviária e da aplicação do direito contraordenacional rodoviário (Loureiro, 2012).

A atividade da ANSR iniciou-se formalmente no dia 1 de maio de 2007, e até 31 de outubro desse mesmo ano, data da extinção da DGV, assegurou progressivamente as competências transitadas desta entidade e dos extintos Conselho Nacional de Segurança Rodoviária e Comissões Distritais de Segurança Rodoviária. Desde aquela última data, a ANSR tornou-se totalmente autónoma e centraliza as funções de conceção e implementação de medidas de prevenção, sensibilização e fiscalização de comportamentos rodoviários responsáveis pela sinistralidade rodoviária (Loureiro, 2012).

Face à elevada sinistralidade registada em Portugal, em 2003 foi aprovado o Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR) com o objetivo de reduzir em 50% o número de vítimas mortais e de feridos graves até 2010. Embora esta fosse, para a altura, uma meta ambiciosa, verificou-se que foi alcançada antes do final desse período. Na sequência da sua revisão, a ANSR constatou que o Plano teve como principal mérito, o facto de ter conduzido à realização de um diagnóstico sistemático da sinistralidade rodoviária, bem como ter colocado o problema na agenda política e mediática. No entanto, identifica algumas debilidades na sua conceção e nos mecanismos previstos para a sua execução, coordenação, monitorização e avaliação, alertando para a necessidade, de um futuro plano garantir à partida os recursos necessários, uma calendarização para as medidas a implementar e a definição de mecanismos de controlo por agentes externos (MAI, 2007).

De acordo com as Grandes Opções do Plano para 2008, e tendo por base a revisão do PNPR, no âmbito da Segurança Rodoviária (AR, 2007), a ANSR procedeu à definição da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR), para o período de 2008 a 2015.

O objetivo qualitativo da ENSR enquadra-se num desafio nacional de redução da sinistralidade rodoviária:

*“Colocar Portugal entre os 10 países da UE com mais baixa sinistralidade rodoviária, medida em mortos a 30 dias por milhão de habitantes.”*

As estatísticas europeias (base de dados CARE) utilizam como indicador a quantificação do número de mortos até 30 dias após o acidente. Os dados históricos em Portugal consideram os mortos a 24 horas, pelo que é necessário utilizar um fator multiplicativo de conversão, internacionalmente considerado com um valor de 1,14.

Com base em estudos realizados para a sua definição, e numa calendarização dividida em dois períodos, devido às necessidades de avaliação e monitorização da execução das ações previstas, são ainda definidos os objetivos quantitativos da ENSR:

*“Colocar, até 2011, a sinistralidade rodoviária portuguesa em 78 mortos por milhão de habitantes, equivalente a uma redução de 14,3% (base 2006)”;*

*“Melhorar esse indicador para alcançar, em 2015, os 62 mortos por milhão de habitantes, equivalente a uma redução de 31,9% (base 2006)”.*

Importa ainda referir que, através de um amplo diagnóstico da situação de Portugal e do conjunto dos países de referência, a ENSR define objetivos estratégicos e organiza-os segundo os grupos e fatores de risco que merecem particular atenção no contexto da sinistralidade rodoviária.

Os grupos de riscos são identificados como aqueles para os quais se podem criar modelos de monitorização através de indicadores muito detalhados que permitam medir os progressos realizados. Os fatores de risco são aqueles para os quais não é possível estabelecer uma correlação entre medidas tomadas/resultados obtidos e a diminuição da sinistralidade, apesar de ser aceite que eles contribuem de forma significativa para essa diminuição (ANSR, 2009).

No total são 5 os grupos de risco, 5 os fatores de risco e 10 os objetivos estratégicos, que se subdividem em 30 objetivos operacionais. Nas Figuras 2.2 e 2.3 apenas são referidos os objetivos estratégicos, grupos e fatores de risco com interesse para a engenharia rodoviária.

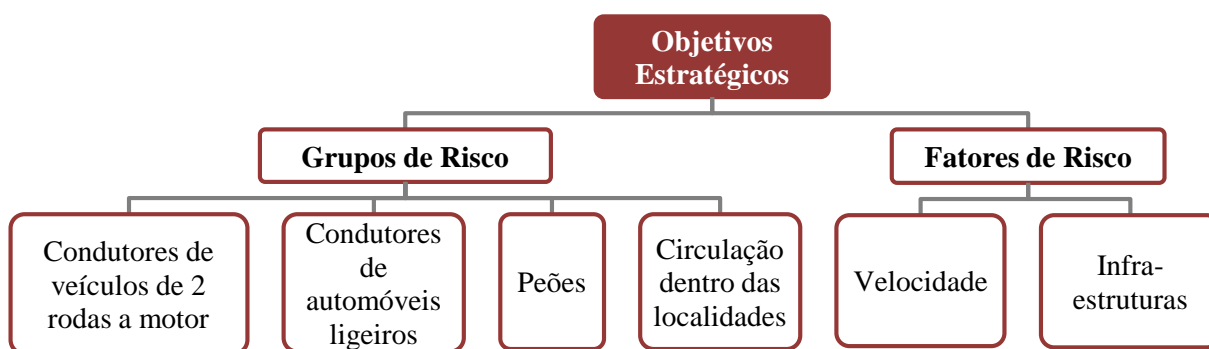


Figura 2.2 – Grupos e fatores de risco no contexto da sinistralidade rodoviária (ANSR, 2009)

Quanto aos benefícios esperados com a implementação da ENSR, conclui-se que, por um lado, serão poupadas 1.350 vidas, tendo como base o patamar de sinistralidade em que Portugal se encontrava em 2009 e, por outro lado, utilizando como guia o valor padrão aceite na União Europeia de 1 a 1,5 milhões de euros por cada vítima mortal, a ANSR alerta para importância também económica da ENSR, numa ótica da otimização custo/benefício (ANSR, 2009).

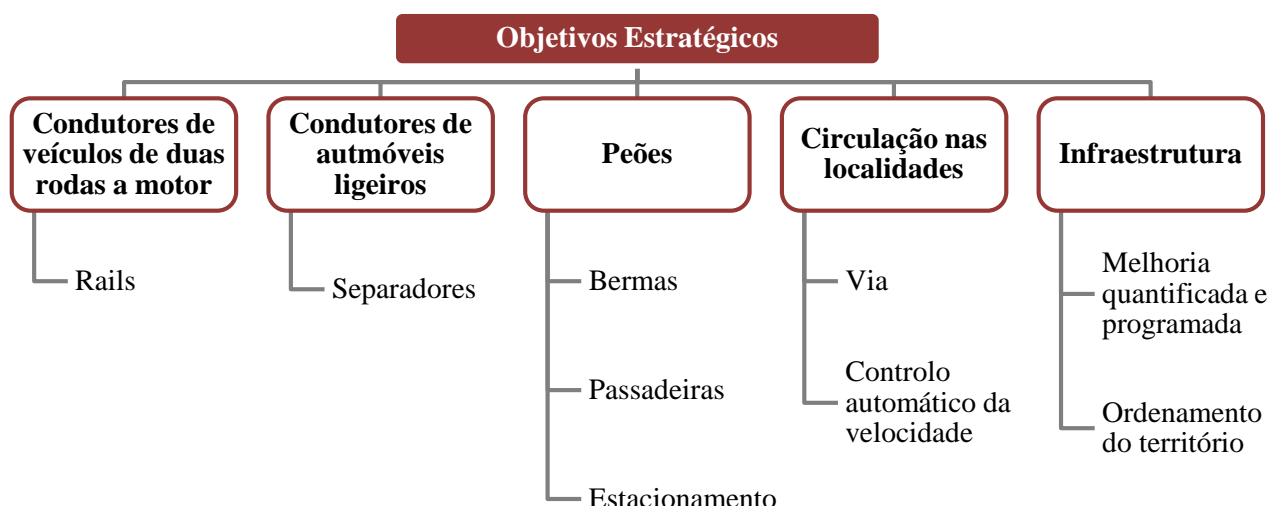


Figura 2.3 – Objetivos estratégicos da ENSR (ANSR, 2009)

Segundo os dados fornecidos pela base de dados CARE (Figura 2.4), o objetivo de reduzir para 78 vítimas mortais em acidentes rodoviários por milhão de habitantes, em 2011, não foi alcançado. A redução desejada de 14,3% ficou a pouco mais de metade, 8,7%, o que corresponde a 84 mortes por milhão de habitantes.

Contudo, no ano de 2012 ocorreu uma excelente redução da sinistralidade rodoviária, menos 19,4% de mortes em relação a 2011, o que corresponde a uma redução de 26% com base em 2006. Esta mesma base de dados da União Europeia estimou que, no período de janeiro a outubro de 2013, existiria uma redução de 15% face ao ano de 2012, o que, caso se verificasse, corresponderia a um valor de vítimas mortais inferior ao objetivo previsto para 2015. As últimas estimativas, à data da realização deste estudo, apontavam para uma redução de 9%, para a totalidade do ano de 2013, face ao ano de 2012. Estes últimos dados permitem, contudo, alcançar o objetivo previsto para o ano de 2015, com uma redução de 32,6% com base em 2006.

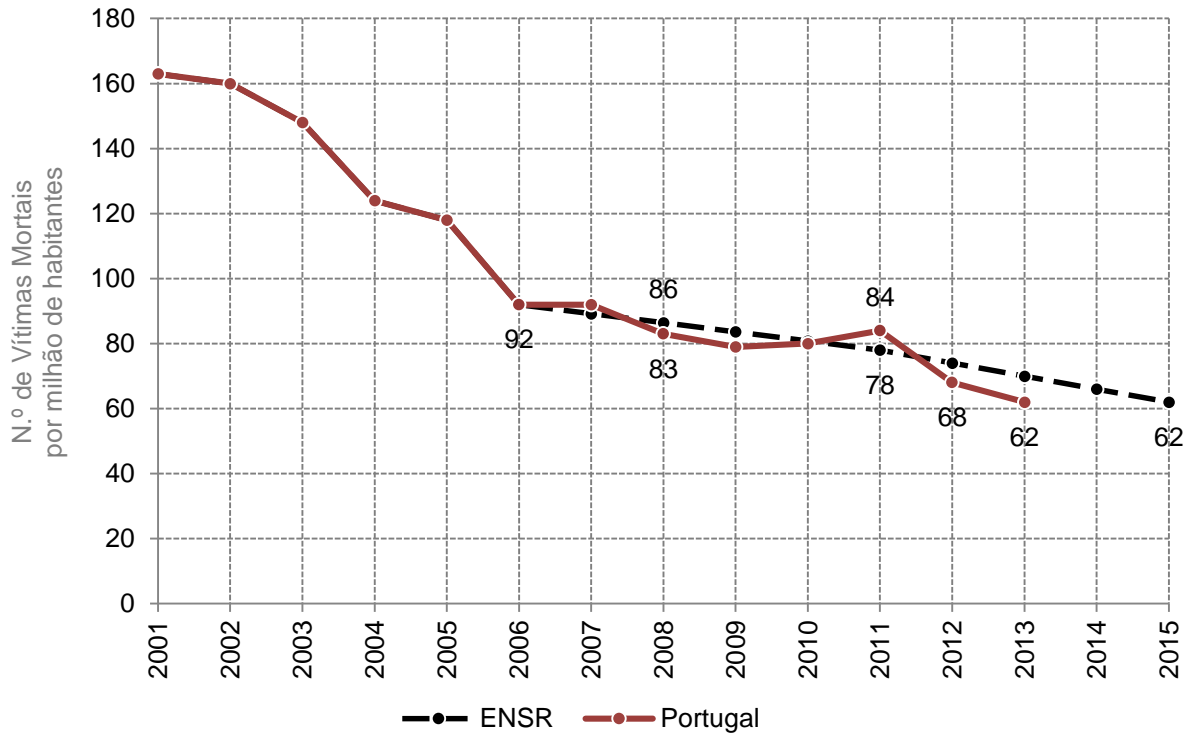


Figura 2.4 – Vítimas Mortais por milhão de habitantes (CE, 2014)

### 2.3. Medidas de Engenharia para Prevenção Rodoviária

Neste capítulo enumeram-se medidas de engenharia para prevenção rodoviária apropriadas ao meio urbano. A sua aplicabilidade depende dos problemas identificados, do tráfego, das condições físicas existentes e das prioridades de investimento.

As medidas são apresentadas em subcapítulos de forma agrupada, não estando a sua ordem associada a quaisquer níveis de prioridade ou relevância:

- características físicas da via;
- controlo de tráfego;
- condições superficiais do pavimento.

Enquadráveis no melhoramento das características da via, as medidas abordadas contemplam os peões e os ciclistas, os grupos vulneráveis que devem merecer uma especial atenção, os transportes públicos, as paragens e as vias que lhes são destinadas, e a iluminação da via.

Na abordagem ao controlo de tráfego é feita uma enumeração das medidas de gestão da velocidade, inseridas nos métodos de acalmia de tráfego, uma abordagem ao encerramento total das vias e ao estacionamento dos veículos, assim como uma exposição sobre a sinalização da via e a necessidade da sua homogeneidade ao longo do tempo e do espaço.

Por último, em relação às condições superficiais do pavimento é dada ênfase ao atrito e às condições de drenagem superficial, bem como à regularidade do pavimento.

### 2.3.1. Características físicas da via

O elevado número de atropelamentos registado anualmente em meio urbano confirmam o facto de os peões e os ciclistas correrem um maior risco de acidentes que os ocupantes de automóveis. Ambos devem merecer uma atenção redobrada, embora em Portugal, por não existir ainda o hábito do uso da bicicleta em meio urbano, o número de atropelamentos é bastante menor que em grande parte dos países europeus. No entanto, com a criação de condições de circulação espera-se que venha a aumentar a tendência do uso da bicicleta. As medidas apresentadas visam promover a melhoria da circulação para peões e ciclistas, seguindo de perto o indicado em “Metodologias de Intervenção na Infraestrutura para Mitigação de Acidentes Rodoviários em Meio Urbano” (Carvalheira, 2010) e no manual *The Handbook of Road Safety Measures* (Elvik et al, 2004):

#### Criação de locais de atravessamento de vias

São várias as medidas que podem ser aplicadas quando se pretende proteger o peão nas zonas onde o conflito é mais suscetível de acontecer, facilitando o atravessamento das vias com tráfego motorizado. Neste grupo de medidas destacam-se as seguintes:

- Passagem simples para peões

O principal objetivo de uma passagem simples para peões (Figura 2.5) é garantir aos peões uma maior segurança durante os atravessamentos da via. A sua colocação deve não só ter em conta o fluxo pedonal afluente ao local, mas também o fluxo automóvel da via atravessada, que neste caso, não deve ser significativo. É importante garantir a existência de rampas que facilitem o atravessamento aos utentes em cadeiras de rodas e a invisuais. A sobrelevação da passagem de peões ou a colocação de bandas sonoras na zona de aproximação, é uma opção para evitar grandes velocidades dos veículos imediatamente antes das zonas de atravessamento, devido a uma maior perceção dos condutores da existência da passagem para peões. Outro aspeto importante para a segurança é a iluminação noturna junto à passagem para peões, devendo a mesma ser melhorada se não existir no local uma boa iluminação pública.



Figura 2.5 – Passagem simples para peões (Avenida Fernão de Magalhães @maps.google.com)

- Passagem para peões com sinalização luminosa

A colocação de uma passagem para peões com sinalização luminosa (Figura 2.6) baseia-se no que já foi enunciado na passagem simples para peões. A principal diferença reside no facto de esta ser adequada para fluxos pedonais significativos. A sua existência implica a eliminação da circulação do tráfego motorizado num intervalo de tempo pré-definido, o que garante atravessamentos em maior segurança e a perceção do tempo pelos invisuais devido ao sinal sonoro do semáforo. Por forma a evitar ciclos de verde no sinal luminoso para peões, quando não existem peões em condições de atravessamento, pode ser associado ao semáforo uma botoneira acionada pelo peão, sensores infravermelhos ou de micro-ondas, ou tapetes de pressão que detetam a presença dos peões. É igualmente possível, quando há espaço para a sua realização, a colocação de um ilhéu central de refúgio para os peões que permita o atravessamento em duas etapas, ou seja, em dois tempos de verde sucessivos. No entanto, a sua existência tende a aumentar o número de atravessamentos com o sinal luminoso vermelho.



Figura 2.6 – Passagem para peões com sinalização luminosa (Avenida Fernão de Magalhães @maps.google.com)

- Criação de pontos de interseção

O objetivo da criação de pontos de interseção nos locais onde existem acessos a parques de estacionamento, a prédios ou a garagens, é chamar a atenção para um possível conflito com um veículo automóvel no passeio, dando a perceber a continuidade dos pontos de acesso. Este tipo de soluções é facilmente entendido pelos peões e pelos condutores dos veículos (Figura 2.7), devendo ser aplicado em situações de pouco tráfego, logo sem um efeito significativo na mobilidade.



Figura 2.7 – Ponto de interseção (ADONIS, 1998, referido em Carvalheira, 2010)

- Túnel ou passagem aérea para peões

Devem ser utilizados em locais onde a utilização de passagens para peões implique grandes percursos pedonais que podem levar a atravessamentos fora das passagens para peões, e no atravessamento de vias coletoras onde não faz sentido a colocação de uma passagem para peões. É um método que permite o atravessamento de forma totalmente independente do tráfego motorizado (Figura 2.8) e a escolha, entre a realização de uma passagem aérea ou de um túnel, depende das características do local. Importa que a sua localização seja a mais adequada, de modo a que efetivamente os túneis sejam utilizados, evitando que o seu percurso seja demasiado longo, para evitar que o peão prefira correr o risco de atravessar a via. Para evitar possíveis sensações de insegurança no atravessamento dos túneis, estes devem ser iluminados, poucos extensos e amplos.

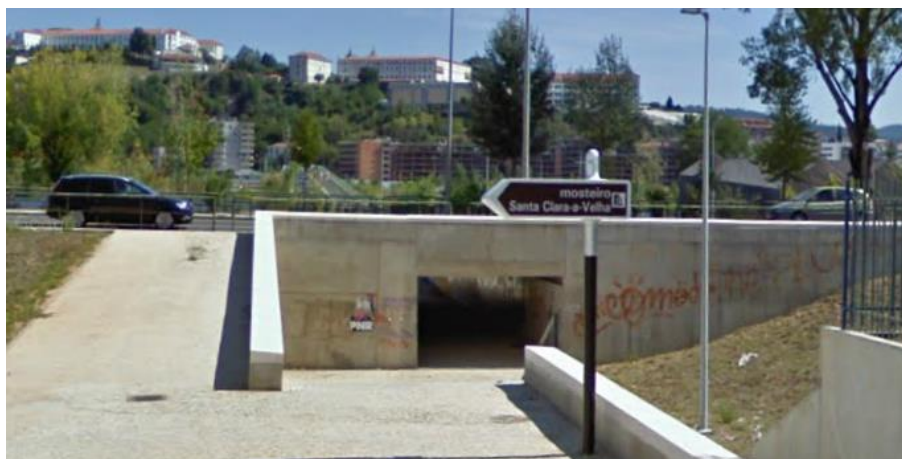


Figura 2.8 – Exemplo de atravessamento para peões totalmente independente do tráfego motorizado (Avenida Inês de Castro @maps.google.com)

### **Criação de vias para peões e ciclistas**

Quando se criam vias para peões e ciclistas, podem ser utilizadas duas opções: vias mistas ou vias segregadas. A escolha de um dos tipos depende das características físicas existentes. Na primeira opção utilizam-se diferentes cores no pavimento, diferentes materiais ou sinalização, e marcação no pavimento adequada (Figura 2.9) para a separação entre a via com tráfego motorizado e a via para peões e ciclistas. Nos locais onde existe estacionamento paralelo à via, deve garantir-se, através de sinalização, que os atravessamentos para estacionamento não entrem em conflito com os ciclistas, garantindo-se também que não exista estacionamento indevido. Como se trata de vias mistas, praticam-se geralmente menores velocidades por parte do tráfego motorizado. Este tipo de soluções deve ser complementado com outras medidas que garantam efetivamente menores velocidades praticadas pelos veículos. Na segunda opção, o objetivo é separar fisicamente o tráfego motorizado do tráfego não motorizado. Para tal deve recorrer-se à utilização de separadores físicos, por forma a aumentar a segurança por parte dos peões e ciclistas, à colocação de marcas rodoviárias no pavimento que delimitem a pista, e à utilização de sinalização adequada. Estas vias podem ser partilhadas por peões e ciclistas, vias mistas, ou podem existir vias totalmente separadas. A opção entre uma ou outra depende do espaço físico disponível, do fluxo pedonal e de ciclistas e dos tipos de conflitos existentes no local. Podem ocorrer alguns conflitos nos atravessamentos, pelo que devem existir medidas adicionais nestes casos.



Figura 2.9 – Via mista (@viveraltadelisboa.blogspot.pt)

### **Colocação de postes no pavimento**

Os postes têm como principal função impedir o estacionamento e o acesso de veículos motorizados, garantindo o aumento da mobilidade dos peões e do tráfego de atravessamento (Figura 2.10). Em alguns casos, como cruzamentos ou outros locais, os postes podem ser amovíveis, permitindo o acesso de certos veículos. É importante ter em atenção a distância entre os postes, bem como, a sua colocação ao longo do passeio para não causar problemas de circulação aos peões que usam cadeiras de rodas. Pode optar-se

pela utilização de outro género de mobiliário urbano, quando o espaço o permite, tendo em vista a criação de espaços urbanos mais agradáveis.



Figura 2.10 – Postes no pavimento (Largo da Portagem @maps.google.com)

### Colocação de guardas para peões

O principal objetivo desta medida é direcionar os movimentos pedonais (Figura 2.11), estando sempre associada a outras medidas, como a passagem para peões, impedindo os atravessamentos fora destas. Como as guardas são fixas ao pavimento, é importante que não interfiram com o plano de emergência e que considerem a passagem de peões em cadeiras de rodas.



Figura 2.11 – Guardas para peões (Avenida Inês de Castro @maps.google.com)

### Criação de ruas de lazer

O objetivo é encorajar a recreação ao ar livre em zonas onde o tráfego de veículos é limitado. A rua não deve ser retilínea nem demarcada, evitando o uso de lancis ou outros objetos que criem diferenças de níveis. As zonas para estacionamento devem estar devidamente assinaladas (Figura 2.12). Aconselha-se que haja uma elevação na entrada e na saída destas ruas, de modo a serem perceptíveis visualmente, devendo também ser plantadas árvores e arbustos e colocados equipamentos de recreio, mesas e bancos.



Figura 2.12 – Ruas de lazer (Rua Daniel de Matos @maps.google.com)

Os transportes públicos, autocarros e elétricos, estão mais frequentemente envolvidos em acidentes nos quais outros utilizadores da estrada saem feridos (Elvik et al, 2004). Tratando-se de transportes pesados, as suas manobras e viagens são muito mais difíceis que para os transportes individuais. A construção de vias para estes transportes e a proteção das suas paragens permitem a separação dos autocarros e dos elétricos do restante tráfego, reduzindo o número de acidentes e potenciando a mobilidade através da diminuição dos tempos de viagem. Tendo como fonte o manual *The Handbook of Road Safety Measures* (Elvik et al, 2004), as principais medidas a implementar neste campo são as seguintes:

#### **Criação de vias para transportes públicos**

O objetivo, como já foi referido, é aumentar a mobilidade dos transportes coletivos e separá-los do restante tráfego. A implementação desta medida passa pela colocação de sinalização, vertical e marcas rodoviárias, na via reservada a transportes públicos (Figura 2.13). Dependendo do tipo de tráfego do local, esta medida pode ser destinada aos transportes públicos, incluindo os táxis, durante as 24 horas do dia, ou pode ser apenas aplicada nas horas de maior tráfego (horas de ponta), podendo ser extensível a automóveis privados com muitos passageiros. Existe ainda uma outra opção, mais eficaz quando combinada com sistemas semafóricos, que requer mais espaço físico disponível para a construção de uma rua (ou via segregada) exclusiva para transportes públicos.



Figura 2.13 – Via destinada aos transportes públicos (Rua General Humberto Delgado @maps.google.com)

### **Aumento da segurança nas paragens de autocarros**

A segurança nas paragens de autocarros está fortemente dependente da localização da paragem. Para tal, há que ter em consideração os seguintes aspetos em relação às paragens:

- Devem localizar-se no lado da via onde se encontram as áreas residenciais, escolas, entre outros, de modo a evitar atravessamentos desnecessários;
- Devem localizar-se o mais próximo possível dos locais de atravessamento dos peões e dos centros comerciais ou de serviços;
- Nunca devem ser construídas em vias de desaceleração;
- Devem estar integradas nos trajetos pedonais, preferencialmente nos pontos de convergência de trajetos.

Importa ainda garantir a iluminação do local e utilizar guardas para peões, assim como ter em atenção a distância máxima de percursos admissível pelo peão (300 m ou 2 a 3 paragens/km). O dimensionamento das paragens deve ter em conta as manobras que os autocarros têm necessidade de fazer.

Por último, a iluminação facilita a perceção da via, visto a maior parte da informação recolhida pelos condutores ser visual. Em situações de fraca iluminação, em ambiente noturno, a perceção dos contrastes, dos detalhes e dos movimentos é muito inferior àquela que se tem durante o dia, sendo esta uma das razões para o risco de acidente ser maior durante a noite para todos os utilizadores da via. A descrição tem como fontes o manual *The Handbook of Road Safety Measures* (Elvik et al, 2004) e as disposições normativas do InIR “Medidas de Acalmia de Tráfego” (Silva et al, 2011).

### **Iluminação da via**

A iluminação da via tem como objetivo reduzir o número de acidentes em período noturno, permitindo ver a via, a envolvente e outros utilizadores. Daí ser tanto mais importante a iluminação quanto maior o fluxo de peões e ciclistas envolvidos, assim como a existência de outros géneros de conflitos como é o caso do estacionamento. A iluminação deve ser considerada obrigatória sempre que existam passeios, quando a presença do peão o justifique, se o troço integrar elementos físicos como separadores centrais, e sempre que existam elementos físicos verticais nas proximidades da faixa de rodagem. Deve ser considerada recomendável quando não se verificarem as condições descritas e a canalização do tráfego for marcada no pavimento. Importa que as medidas de acalmia de tráfego estejam bem visíveis, independentemente das condições climatéricas, ou seja, sempre que se recorra a alterações físicas e ao uso de pavimentos com cores diferenciadas deve prever-se a sua correta iluminação. A implementação de iluminação obriga à colocação de postes. No entanto, deve reduzir-se a gravidade dos possíveis acidentes resultantes do impacto com postes de iluminação através da colocação de

guardas flexíveis, devendo ainda estar alinhados com árvores e outros elementos verticais, de modo a maximizar a largura útil disponibilizada aos peões e ciclistas.

### **2.3.2. Controlo de tráfego**

As medidas de controlo de tráfego destinam-se a mudar o comportamento dos utilizadores da via e, segundo Elvik et al (2004), quanto maiores forem essas mudanças no comportamento, maiores as mudanças esperadas no número de acidentes.

Sendo o excesso de velocidade considerado a principal causa de morte na estrada, medidas para a gestão da velocidade são importantes, dentro das quais se referem as medidas de acalmia de tráfego e a sinalização. Esta última não tem só efeitos na velocidade mas também na própria regulação do trânsito. A escolha das medidas de controlo de tráfego a utilizar é um compromisso entre a mobilidade e a segurança rodoviária, entre outros aspetos, tais como a acessibilidade, as condições físicas do espaço e o custo da sua implementação.

A acalmia de tráfego procura compatibilizar as condições de circulação entre os diferentes modos de transporte que partilham um determinado espaço. Caracteriza-se por alterações físicas da geometria convencional das vias, de modo a produzir diminuição da velocidade dos veículos. Esta medida estrutura-se em dois grupos principais: alteração dos alinhamentos horizontais e alteração dos alinhamentos verticais. Existe, no entanto, um terceiro conjunto de medidas que, embora não sejam consideradas medidas de acalmia de tráfego, nem impeçam fisicamente a prática de velocidades excessivas, merecem igualmente uma referência por apresentarem resultados não desprezáveis na redução de velocidades.

A seguinte enumeração de medidas tem por base as descritas no Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária (Seco et al, 2008 a), e as disposições normativas do INIR (Silva et al, 2011).

#### **Alteração dos alinhamentos horizontais**

As medidas de acalmia de tráfego inseridas neste grupo são indicadas para zonas residenciais, centrais ou vias de atravessamento, obrigando os veículos a desvios na sua trajetória em planta e, conseqüentemente, à redução da sua velocidade de circulação. As medidas são:

- **Estrangulamento**

Caracteriza-se pela redução da largura da faixa destinada à circulação dos veículos a partir dos lados (Figura 2.14) ou a partir do centro. O estrangulamento é conseguido com recurso ao alargamento dos passeios, à construção de canteiros ou de faixas de estacionamento ou, por outro lado, através da construção de um separador no centro da faixa de rodagem. Esta medida pode ser associada à proteção de peões nas travessias pedonais ou nas paragens de transportes coletivos. Caso se pretenda uma maior redução da velocidade por parte dos condutores, pode reduzir-se a largura total da faixa de rodagem, de modo a ficar apenas uma via nessa zona, o que implica a perda de

prioridade de um dos movimentos, podendo aumentar o separador central. Em ambos os casos, se esta medida for associada à passagem para peões, no primeiro caso, diminui-se o comprimento do atravessamento pedonal e, no segundo caso, cria-se um refúgio, permitindo o atravessamento em duas fases.



Figura 2.14 – Estrangulamentos (Silva et al, 2011)

- Gincana

Caracteriza-se por uma deflexão horizontal acentuada na trajetória dos veículos devido ao uso sucessivo de curvas e contra curvas. Podem ser materializadas de diversas formas, limitando mais ou menos o comportamento dos condutores em função do ângulo de desvio imposto e dos raios adotados. É usual a colocação de forma alternada de obstáculos nas bermas ou a implementação de um ilhéu separador no centro da faixa de rodagem (Figura 2.15). Tal como referido nos estrangulamentos, é possível reduzir a largura da faixa de rodagem a uma única via. Em perfis com duas vias, uma em cada sentido, e caso não se opte pelo ilhéu separador, é importante que o tráfego tenha intensidade semelhante nos dois sentidos para evitar a tendência dos condutores para invadirem a via de sentido contrário. É indispensável ter atenção aos ângulos de desvios impostos pela gincana sempre que exista a passagem de transportes pesados, uma vez que ângulos pouco acentuados podem tornar a medida ineficaz para os veículos ligeiros.



Figura 2.15 – Gincanas (Silva et al, 2011)

### Alteração dos alinhamentos verticais

A alteração dos alinhamentos verticais são medidas de acalmia de tráfego indicadas para vias distribuidoras ou acessos locais, sendo a sua aplicação em vias de atravessamento pouco indicada, exceto se funcionarem apenas como elementos de pré-aviso. São aceitáveis inclinações em rampa de 1:8 ou 1:10, estando a escolha da medida dependente da velocidade desejável para o local. Deste grupo de medidas destacam-se:

- Bandas sonoras e bandas cromáticas

Também designadas por pré-avisos, as bandas sonoras e as bandas cromáticas têm como principal função alertar os condutores devido ao ruído e à vibração que provocam durante a passagem do veículo, bem como pelo seu efeito visual, caracterizando-se pela repetição de bandas ou faixas transversais à faixa de rodagem (Figura 2.16). As bandas cromáticas têm uma espessura de cerca de 7 mm de tinta e as bandas sonoras podem ter até 30 mm de espessura de elementos mais agressivos. Devido ao excesso de ruído provocado pela transposição a velocidades elevadas das bandas sonoras, da possibilidade destas danificarem os veículos e de se verificar uma redução efetiva da velocidade dos veículos apenas nos primeiros anos após a sua implementação, é preferível o uso de bandas cromáticas.

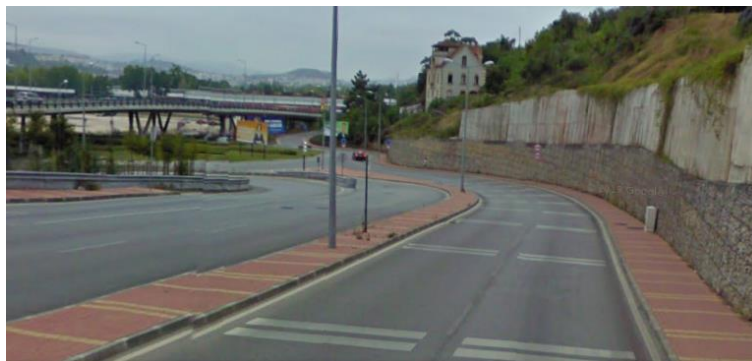


Figura 2.16 – Pré-avisos com bandas cromáticas (Avenida José Bonifácio de Andrade e Silva @maps.google.com)

- Lombas

As lombas garantem a redução da velocidade dos veículos. Por essa razão, são a medida de acalmia de tráfego mais utilizada até hoje, consistindo na elevação da cota da superfície do pavimento numa faixa colocada transversalmente à faixa de rodagem (Figura 2.17). Podem ser aplicadas de forma isolada ou em grupo, espaçadas entre si de uma distância pré-definida que depende da velocidade pretendida para o local, devendo assegurar um perfil de velocidades uniforme. A sua localização é mais privilegiada em vias de acesso local, em zonas residenciais ou comerciais, podendo também ser utilizadas em vias distribuidoras locais. Em vias distribuidoras principais a sua aplicação é desaconselhável, exceto em casos muito particulares onde existam graves

problemas de segurança para os peões. Inicialmente eram utilizadas lombas curtas e altas com altura de cerca de 10 cm e comprimento até 1m. Devido ao ruído que provocavam e ao risco de danos nos veículos, atualmente são utilizadas lombas mais longas com altura de 7,5 a 12 cm e comprimento de cerca de 4m, podendo a sua forma ser circular, sinusoidal ou parabólica. As lombas podem não abranger toda a largura da via, permitindo aos ciclistas e veículos com maiores distâncias entre eixos transporem a zona sem serem sujeitos ao desconforto da lomba. Em alternativa, pode recorrer-se à lomba combinada, a qual disponibiliza diferentes inclinações de rampas aos diferentes utilizadores (perfil mais suave destinado aos veículos de grandes dimensões e outro mais agressivo para os automóveis ligeiros).



Figura 2.17 – Lomba (Silva et al, 2011)

- Plataforma elevada

Uma plataforma elevada caracteriza-se por ser uma lomba alongada com a parte superior plana, tendo normalmente a forma trapezoidal (Figura 2.18). A parte plana pode ser utilizada como travessia pedonal e, neste caso, deve ter um tratamento superficial que ajude a distinguir a plataforma de modo a ser facilmente visível pelos condutores. Esta medida pode ser utilizada em conjugação com estrangulamentos a partir dos lados, sendo recomendada em locais onde exista um elevado número de atravessamentos pedonais, combinado com o risco de existirem velocidades excessivas.



Figura 2.18 – Lomba (Rua António Augusto Gonçalves @maps.google.com)

- Via ao nível do passeio

Esta medida é semelhante às ruas de lazer, referidas no subcapítulo anterior, e à plataforma elevada, estendendo-se, no entanto, por troços mais extensos de arruamentos (Figura 2.19). Como já abordado, esta alteração do perfil transversal da via, ou seja, a anulação da distinção entre passeios e faixa de rodagem, pretende criar zonas de tráfego misto em zonas centrais ou residenciais, por forma a transmitir aos condutores a sensação de se encontrarem num local onde a prioridade é equivalente entre peões e veículos, ou onde são os peões que devem ter prioridade.



Figura 2.19 – Via ao mesmo nível do passeio (Silva et al, 2011)

### **Outras soluções com efeitos na circulação de veículos**

- Portão de entrada

O chamado portão de entrada consiste na introdução de um conjunto de alterações à infraestrutura e/ou à introdução de alguns elementos complementares, com o objetivo de marcar a entrada na zona urbana e no espaço onde a presença de outros utilizadores é maior (Figura 2.20), pelo que se lhe deve associar a colocação dos sinais de início e fim de localidade. Caso não existam passeios ao longo do trecho de transição, o portão de entrada será o local de referência para o seu início bem como para a colocação de iluminação pública. Além disso, no caso de já existirem, o portão de entrada poderá ser aproveitado para aumentar a sua largura. As soluções a adotar devem salientar essa transição levando os condutores a alterar o seu comportamento. Idealmente, deve complementar-se a combinação de medidas físicas de controlo de velocidade com soluções arquitetónicas, as quais passam por aplicação de uma rotunda virtual, uma gincana associada ao estrangulamento da via ou semáforos de controlo de velocidade. A rotunda virtual salvaguarda a deflexão dos movimentos, facilita a alteração do perfil transversal adotado na zona de transição para o recomendado em meio urbano e é bastante eficaz na marcação da transição de ambientes. A modelação do terreno na zona central da ilha, o recurso à plantação de vegetação, assim como a concentração de elementos verticais podem contribuir para quebrar a visibilidade, levando à diminuição da velocidade devido ao sentimento acrescido de alerta, podendo ainda, no caso dos

elementos verticais, resultar numa maior saliência do portão. Quando não se justifique a criação de uma rotunda, ou o espaço disponível não o permita, pode recorrer-se à gincana. Como já foi abordado, este género de medida impõe deflexões às trajetórias que podem ser mais ou menos fortes dependentes do ângulo e da largura do desvio imposto. Uma solução mais simples pode passar pela colocação de semáforos de controlo de velocidade, devendo a sua colocação estar limitada a trechos sujeitos a procura de tráfego baixa ou moderada, para evitar demoras e formação de filas a montante do semáforo devido ao seu tempo de bloqueio.



Figura 2.20 – Portão de entrada (Figueira da Foz @maps.google.com)

- Semáforo de controlo de velocidade

Os semáforos de controlo de velocidade revelam-se eficazes na redução local da velocidade embora sejam pouco eficazes no apoio ao funcionamento de passadeiras simples localizadas nas proximidades, devido à tendência verificada para o aumento súbito de velocidade após a paragem do veículo no sinal. Por não impor qualquer alteração física na infraestrutura é uma medida frequentemente adotada com o objetivo de controlar a velocidade, apesar de não ser unanimemente considerada como uma medida de acalmia de tráfego. Caracteriza-se por um sistema que deteta velocidades, alternando o sinal vermelho e verde consoante o valor medido exceda ou não o valor limite programado (Figura 2.21). Existem duas conceções diferentes: numa das soluções mantem-se o sinal vermelho até que um veículo se aproxime com a velocidade inferior ao valor limite programado; na outra solução, a mais utilizada em Portugal, mantém-se o sinal verde até que o sistema detete a aproximação de um veículo a velocidade superior ao valor limite programado. Neste último caso, o tempo de permanência em vermelho normalmente equivale ao que o veículo teria de utilizar para percorrer a distância da zona de intervenção à velocidade autorizada.



Figura 2.21 – Semáforo de controlo da velocidade na entrada da localidade (Silva et al, 2011)

- Intervenções paisagistas

Permitem reforçar outras medidas de acalmia de tráfego atuando de uma forma cooperante, com o objetivo de alertar o condutor para a necessidade de adotar velocidades moderadas e tornar as medidas de acalmia de tráfego visualmente mais agradáveis. O seu contributo é considerado significativo, sendo a sua aplicação baseada na plantação de vegetação ao longo da via, de forma a constituir um estrangulamento visual ao condutor, assumindo uma transformação ao ambiente rodoviário. No entanto, não impedem fisicamente a prática de velocidades mais moderadas, por isso não são consideradas, só por si, medidas de acalmia de tráfego. Importa salvaguardar que a vegetação não interfere com as condições de boa visibilidade da faixa de rodagem, das intervenções nela presentes e da sinalização vertical existente, não sendo aconselhada a implementação daquele tipo de medidas em zonas sombrias, sujeitas a baixas temperaturas e à formação de gelo. Por outro lado, devem ser frágeis, de pequeno porte e de folha não caduca, evitando-se a plantação de árvores na faixa de 3m mais próxima da faixa de rodagem.

- Proibição total de trânsito motorizado

O encerramento total da via é a medida mais comum para fins de controlo de tráfego, embora seja simultaneamente a que gera mais controvérsia, devendo ser encarada como um último recurso, quando as restantes se tornam ineficazes (Rodrigues, 2010). As medidas consistem em (Elvik et al, 2004; Rodrigues, 2010):

Colocação de barreiras físicas sobre a largura total da via, de modo a encerrá-la ao tráfego de atravessamento, permitindo apenas o acesso por parte dos peões e dos ciclistas (Rodrigues, 2010, Ewing, 1999; Ribeiro, 1996; Herrstedt et al, 1993). As ruas com grande componente comercial tendem a ter um elevado número de acidentes com peões devido à existência de obstáculos visuais, criados pelo estacionamento e pela entrega de mercadorias, aliados a um grande tráfego pedonal e tráfego de atravessamento. Estas circunstâncias criam conflitos entre veículos e peões. Convertendo as ruas comerciais em ruas onde não são permitidos veículos a motor,

exceto para entrega de mercadorias, é possível reduzir os conflitos. No entanto, é importante garantir que os problemas não se transferem para as ruas adjacentes. Normalmente, estas ruas são reconstruídas removendo os lancis que ladeiam os passeios, revestindo com pedra todo o pavimento e sinalizando a interdição de veículos a motor, com as respectivas exceções. Esta medida não deve ser aplicada em vias de acesso a equipamentos, como igrejas, escolas, centros comerciais, entre outros, pois existe um grande número de utilizadores desses espaços e devem prever-se as respetivas necessidades de acesso automóvel.

### **Controlo do estacionamento**

O controlo do estacionamento pode ter vários objetivos: melhorar a segurança rodoviária, controlar o aumento de tráfego, fortalecer os transportes públicos ou fortalecer o meio urbano ou o seu centro. O primeiro objetivo referido nem sempre é o principal para as políticas de estacionamento, embora, seja este que importa abordar. Segundo Elvik et al (2004) as medidas para os controlos de paragem e estacionamento podem ser usadas em combinação, na mesma via e na mesma zona em tempos diferentes, e incluem:

- **Proibição do estacionamento na via**

Os volumes de tráfego reais são, em muitos casos, superiores àqueles para os quais foram projetadas as estradas e, a par desta realidade, confrontamo-nos com o uso destas para realizar estacionamento quando outros locais destinados a esse fim não se encontram disponíveis. O estacionamento na via cria obstrução do tráfego, diminui a capacidade de circulação da via e pode gerar situações perigosas devido às manobras de estacionamento e às ultrapassagens aos veículos estacionados.

- **Restrição do tempo de estacionamento ou aplicação de taxas**

Menores tempos de estacionamento e o pagamento de taxas levam à rotatividade dos veículos estacionados, permitindo a existência de um maior número de lugares vagos, o que evita o estacionamento em locais que não foram desenhados para esse fim, como o estacionamento na via.

- **Regulação das zonas para parar/estacionar e demarcação dos locais de estacionamento**

Também nas zonas de estacionamento podem ocorrer acidentes, dos quais se destacam a colisão com outros veículos estacionados e o atropelamento de peões. É importante delimitar estas zonas, mas é também importante sinalizar o modo como deve ser realizado o estacionamento. A disposição do estacionamento deverá ser definida tendo por base a classificação hierárquica da via.

### **Sinalização**

O “Manual de Boas Práticas em Sinalização Urbana” (Roque, 2005) refere que uma boa legibilidade da via pública permite uma boa adaptação do comportamento geral dos

utentes às condições prevalecentes, nomeadamente em termos de velocidade, e uma adequada antecipação de acontecimentos na própria via, limitando o risco de acidentes. A sinalização pode contribuir para a legibilidade da via. Para tal deve ser adequada ao nível hierárquico da via urbana em que está inserida e deve ser coerente com o ambiente respetivo. Para que as indicações transmitidas pela sinalização sejam respeitadas, a sinalização deve também ser respeitável, compreensível e credível. Deve ainda ser colocada em localizações que permitam a atempada tomada de decisões, fornecendo todas as informações que o condutor necessita. Deste modo, uma sinalização bem concebida deve ser (Roque, 2005):

- Uniforme, para uma compreensão por todos devem ser utilizados exclusivamente sinais regulamentares, com dimensões e grafismos normalizados;
- Homogénea, para permitir a imediata compreensão por parte do condutor do contexto em que se insere, ou seja, em condições idênticas o condutor deve encontrar sinais com a mesma valência e dimensão, colocados segundo as mesmas regras;
- Simples, evitando uma abundância de sinais, o que aumenta o tempo de perceção e compreensão das mesmas mensagens, assim como a fadiga do condutor;
- Contínua, quando se trata de informação de orientação para evitar a existência de dúvidas e hesitações que possam resultar em manobras perigosas;
- Coerente, com a prática e com as regras de circulação.

### **2.3.3. Condições superficiais do pavimento**

Para que cumpram adequadamente a sua missão, os pavimentos rodoviários devem satisfazer determinadas características estruturais e funcionais, isto é, têm de estar adequadamente dimensionados por forma a terem uma boa resposta às solicitações provenientes das cargas dos veículos e da ação dos agentes climáticos, ao mesmo tempo que têm de garantir um nível de serviço adequado, permitindo que a circulação dos veículos se realize em condições de segurança, conforto e economia.

A presença das águas pluviais sobre os pavimentos resulta em prejuízos na segurança e nível de serviço da via. Do ponto de vista da segurança de circulação, a resistência à derrapagem em tempo de chuva é a característica superficial mais importante, ou seja, para reduzir o número de acidentes deve ter-se particular atenção ao perigo da falta de aderência entre os pneumáticos e o pavimento molhado. As irregularidades da superfície, especialmente a macro e microtextura, colaboram na segurança dos condutores pois contribuem para o desenvolvimento das forças de atrito no contacto pneu-pavimento em estado húmido e molhado. Por outro lado, as deficiências na regularidade transversal, como a existência de rodeiras, dificultam a drenagem, levando à retenção de água. Daqui resulta que a drenabilidade da superfície de um pavimento é um fator essencial para a segurança de circulação. Quando a drenabilidade é fraca, a probabilidade de ocorrência de acidentes por

hidroplanagem ou redução do atrito aumenta, ao mesmo tempo que tende a haver perda de visibilidade dos condutores por projeção de água acumulada sobre a superfície do pavimento. A acumulação de água também contribui para o aparecimento de patologias.

A descrição que se apresenta de seguida segue de perto o mencionado por Branco et al (Branco et al, 2008) e por Francisco (Francisco, 2009).

### **Garantia de aderência em pistas molhadas**

A segurança de circulação dos veículos depende muito do atrito entre os pneumáticos e a superfície do pavimento, uma vez que a aderência influencia diretamente parâmetros como a velocidade de circulação e o número de acidentes. O atrito evolui ao longo do tempo em função de vários fatores, uns ligados ao tipo e ao estado do pavimento (textura superficial), outros dependentes das condições climáticas (chuva, neve, gelo) e da época do ano e, ainda, outros da responsabilidade do condutor.

A avaliação da aderência é efetuada através da medição do coeficiente de atrito. Este coeficiente pode caracterizar-se através de dois parâmetros distintos, o coeficiente de atrito longitudinal (CAL) que interessa à distância de paragem, e o coeficiente de atrito transversal (CAT) que avalia a segurança de circulação em curva. Este segundo parâmetro é o que mais influencia o número de acidentes e a velocidade de circulação, embora ambos tenham importância para a segurança rodoviária.

Como já referido, o atrito transversal sofre evolução ao longo do tempo. Quando chove, a variação pode dar-se num curto espaço de tempo. De facto, após o início de precipitação forma-se uma pasta fluida muito fina, originada pela mistura da água com pequenas partículas existentes à superfície do pavimento seco, levando a uma perda significativa do atrito no pavimento, mais concretamente, da sua componente principal, a adesão (correspondente à interpenetração das superfícies em contacto).

Dependendo do estado do pavimento e da intensidade da chuva, a remoção daquela pasta pela própria chuva e pelos veículos poderá levar minutos ou horas. Por isso, é necessário garantir boas condições de drenagem da camada de desgaste, as quais melhoram com uma boa macro e microtextura do pavimento, e com um perfil transversal com a pendente adequada. A microtextura contribui para que se rompa a película de água que tende a formar-se entre o pneu e o pavimento; a macrotextura melhora a drenagem superficial através dos percursos formados entre as partículas mais grosseiras existentes à superfície; e a pendente transversal contribui para um escoamento mais rápido da água que atinge a superfície do pavimento. Mesmo quando a precipitação se prolonga por algum tempo, havendo boas condições de drenagem superficial, o atrito mantém valores razoáveis, embora em geral inferiores aos que podem ser atingidos em período seco.

Importa ainda referir que o aumento da distância de paragem e de travagem aumenta com a diminuição do atrito, existindo o perigo da perda de controlo do veículo pelos condutores quando a aderência atinge valores muito baixos. Ao aumento da velocidade

corresponde uma a redução do tempo de contacto do pneu com o pavimento, diminuindo também o tempo disponível para que o processo de expulsão da água se complete. Na Figura 2.22 pode observar-se a variação do atrito em função da velocidade, na presença de água sobre a superfície do pavimento, destacando-se que a partir da velocidade de hidroplanagem ( $V_h$ ) o atrito é praticamente nulo.

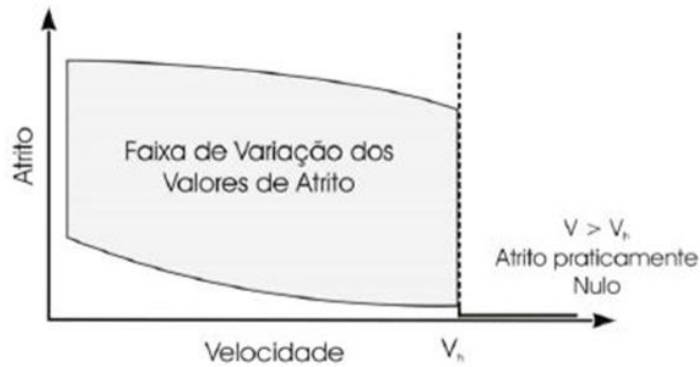


Figura 2.22 – Comportamento do atrito em função da velocidade em pista molhada (Francisco, 2009)

Mesmo que não se verifiquem fenómenos de hidroplanagem, o polimento do agregado da camada de desgaste de um pavimento em situações de presença de água vai provocar uma redução significativa dos coeficientes de atrito longitudinal e transversal, com implicações ao nível da segurança. Com base no que já foi mencionado, a redução do primeiro pode levar a colisões por aumento da distância de paragem, enquanto que a diminuição do segundo aumenta as derrapagens nas curvas.

Na Figura 2.23 pode observar-se a relação entre o coeficiente de atrito longitudinal e a velocidade em função da macrotextura e microtextura, sendo visível o contributo destes fatores para a problemática da segurança rodoviária.

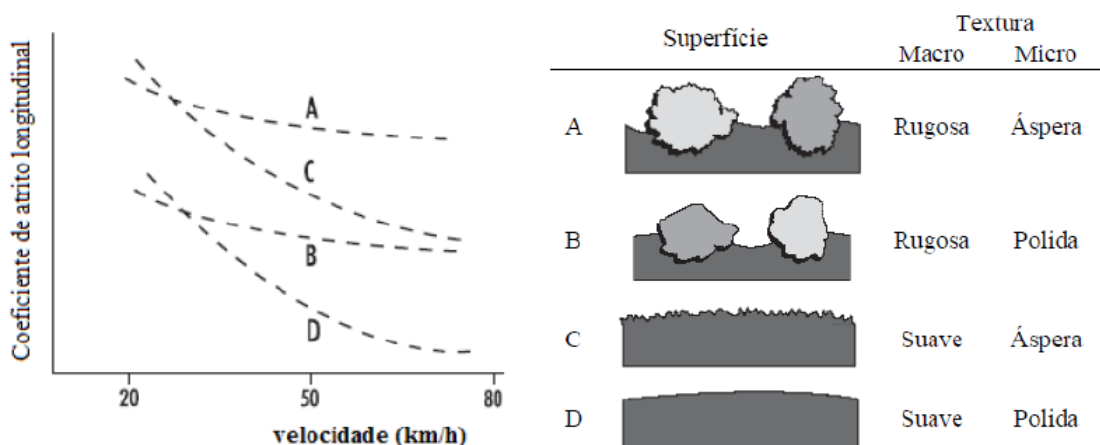


Figura 2.23 – Relação entre o coeficiente de atrito longitudinal com a velocidade em função da macrotextura e da microtextura (Sardão, 2012)

### **Diminuição do risco de hidroplanagem**

A hidroplanagem ocorre quando os pneus dos veículos perdem o contacto com o pavimento devido à presença de uma película de água que não é rompida pelos pneus ou pela textura do pavimento. Nesta situação os pneus passam a deslizar e flutuar sobre a superfície ao invés de rolarem sobre ela, ou seja, o atrito é praticamente nulo.

Para evitar a ocorrência de hidroplanagem é fundamental proporcionar o atrito necessário à segurança de circulação, expulsando a água da área de contacto entre o pneu e o pavimento. A facilidade com que a água é expulsa depende de vários fatores: a espessura da lâmina de água, o piso do pneumático, a rugosidade da camada de desgaste do pavimento e a velocidade do veículo. A exposição que se faz de seguida aborda apenas os aspetos diretamente relacionados com a infraestrutura, uma vez que os restantes estão fora do âmbito deste trabalho.

- **Espessura da lâmina de água**

A presença da chamada pasta fluída na área de contacto entre os pneumáticos e o pavimento facilita a hidroplanagem. Esta pasta fluída tem as características básicas de qualquer fluido, a viscosidade e a massa específica, as quais afetam o atrito e influenciam a ocorrência deste fenómeno. A viscosidade do líquido está relacionada com o tempo que o pneu demora a penetrar a pasta fluída existente no pavimento. Quanto maior for, maior será a resistência que o fluido impõe ao escoamento, logo maior será o tempo gasto para o penetrar. Por outro lado, a massa específica do fluido representa a inércia que o pneumático tem de vencer para atingir o pavimento (Francisco, 2009).

Para além destas características do próprio fluido, também a profundidade da pasta de fluido é importante para a determinação do potencial de hidroplanagem. Quanto maior for a espessura da lâmina de água, maior serão as forças de inércia que vão agir no pneu e maior será a probabilidade de se ultrapassar a capacidade de drenagem das ranhuras do pneu, combinadas com a macrotextura do pavimento. Contudo, a profundidade do fluido não tem influência na velocidade de início da hidroplanagem, que só ocorre a partir de uma profundidade mínima de fluido, a chamada profundidade crítica. Independentemente da velocidade de deslocamento do veículo, não ocorre hidroplanagem se a espessura da lâmina de água for inferior à profundidade crítica. A partir da profundidade crítica, ocorre a hidroplanagem caso o veículo atinja a velocidade de hidroplanagem (Francisco, 2009).

- **Rugosidade da camada de desgaste do pavimento**

A textura de um pavimento tem uma influência direta sobre a segurança (Delanne, 1997, citado por Branco et al, 2008), sendo determinada pelas irregularidades superficiais da camada de desgaste. Em função do comprimento de onda e da profundidade da textura, ou seja, das ondulações do perfil da camada de desgaste,

definem-se os diferentes domínios da textura que vão desde os mais finos detalhes da microtextura, passando pelas particularidades da macrotextura, até às maiores ondulações da megatextura (Pinto, 2003), e por último a irregularidade.

A microtextura é perceptível pelo tato, sendo possível identificar superfícies lisas ou ásperas, embora seja dificilmente visível a olho nu. Segundo o ASTM E 867 é definida como “o conjunto de desvios da superfície de um pavimento em relação a uma superfície verdadeiramente plana, com dimensões características de comprimento de onda e amplitude menores que 0,5 mm”.

A macrotextura é definida pelo ASTM E 867 como “o conjunto de desvios da superfície de um pavimento em relação a uma superfície verdadeiramente plana, com dimensões características de comprimento de onda e amplitude que variam de 0,5 mm até uma dimensão que não afete a interação pneu-pavimento”.

A megatextura está associada a desvios da superfície do pavimento devido à formação de rodeiras, perda de agregado da superfície, ou ainda pelas juntas e fendas de maiores dimensões, entre outros. Afeta a resistência ao movimento provocada pelo atrito entre o pneumático e o pavimento (Francisco, 2009).

Por último, a irregularidade é caracterizada pelos desvios de dimensão superior à megatextura, sendo definida pelo ASTM E 867 como “o desvio da superfície do pavimento em relação a uma superfície verdadeiramente plana com dimensões características que afetam a dinâmica do veículo e a qualidade do rolamento”. O estado geral de um pavimento é avaliado pela sua irregularidade com recurso ao IRI – Índice Internacional de Irregularidade (*International Roughness Index*).

Estas características constituem as qualidades da superfície de um pavimento, influenciando as interações dos pneumáticos com o pavimento e os aspetos que contribuem para a segurança, conforto e economia do transporte. No Quadro 2.1 são apresentadas as influências de cada tipo de textura em diversos aspetos que contribuem para a segurança. O ruído foi inserido por causar cansaço nos condutores e, portanto, considerar-se um fator importante para a segurança.

A irregularidade longitudinal pode ser analisada sob o ponto de vista geométrico (variações da geometria existente relativamente à geometria ideal) e em relação aos efeitos que provoca. Como não é possível referir a irregularidade longitudinal num ponto, sendo necessário considerar um determinado comprimento de avaliação ao longo de via, podem ser encontrados diferentes defeitos de regularidade. Por um lado, encontram-se irregularidades de elevada extensão (elevado comprimento de onda) e de reduzida frequência que provocam desconforto para os utentes, enquanto, por outro lado, encontram-se defeitos com reduzido comprimento de onda (reduzida extensão) e elevada frequência que provocam oscilações e vibrações nos veículos, podendo ser

responsáveis pela redução do atrito devido à redução da carga dinâmica em certos pontos.

Quadro 2.1 – Influência da textura sob diferentes pontos de vista (adaptado de Francisco, 2009)

Efeitos	Características da Superfície	Influência
Atrito	Microtextura	Muito Alta
	Macrotextura	Alta
	Megatextura	Moderada
Resistência ao Movimento	Macrotextura	Alta
Drenagem da Superfície	Macrotextura	Alta
Reflexão (luz do farol)	Microtextura	Pouco conhecida
	Macrotextura	Alta
Ruído Interior	Macrotextura	Alta
	Megatextura	Muito Alta
	Irregularidade	Alta

Além disso, as deficiências do perfil transversal podem afetar o conforto e a segurança da condução, especialmente quando se está em presença de camada de desgaste molhada ou, ainda mais grave, quando se forma gelo (Branco et al, 2008). Mesmo na ausência de deficiências de projeto, materiais ou construção, o perfil transversal de um pavimento apresentará, ao longo da sua vida, assentamentos na zona de passagem dos rodados dos veículos pesados.

## 2.4. Avaliação da Sinistralidade

Para se proceder a um estudo de segurança rodoviária é necessário avaliar dados de sinistralidade (Seco et al, 2008 b). A avaliação da sinistralidade pode ser objetiva ou subjetiva (Ferreira, 2002). No primeiro caso, avalia-se, por exemplo, o número de acidentes, enquanto no segundo caso, avalia-se a percepção da segurança de cada utilizador relativamente ao meio rodoviário. Embora seja de carácter subjetivo, esta última avaliação pode ter alguma relevância, pois qualquer medida rodoviária é avaliada e entendida a nível pessoal pelos utilizadores do meio rodoviário, o que gera eventualmente pressões sobre as entidades competentes. No entanto, algumas medidas podem aumentar a segurança pessoal mas levar ao aumento do número de acidentes. É o caso da colocação de passadeiras sem a aplicação de outras medidas para diminuição da velocidade. Assim sendo, apenas importa abordar a avaliação objetiva da sinistralidade.

Os acidentes registados são, normalmente, aqueles em que resultaram vítimas mortais, feridos graves ou ligeiros. Contudo, é sabido que ocorrem mais acidentes e, por isso, nem sempre a necessidade de intervir num determinado local decorre apenas do número oficial de acidentes

(Seco et al, 2008b). Para estes casos, considera-se uma análise dos conflitos de tráfego baseada na definição da segurança rodoviária por uma pirâmide de conflituosidades (Figura 2.24).

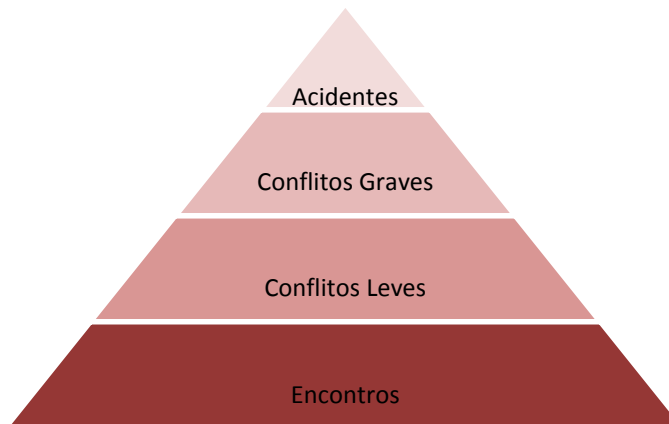


Figura 2.24 – Pirâmide da Conflituosidade (Seco et al, 2008 b)

Os acidentes são claramente os mais fáceis de identificar, podendo, no entanto, não ser em número suficiente para se realizar uma análise. Nestes casos, o estudo da sinistralidade é complementado com a observação no local, necessária para se realizar uma análise dos conflitos graves, ou seja, conflitos entre veículos, e/ou entre veículos e peões, ou outros utilizadores vulneráveis (Ferreira, 2002).

Consoante o tipo de análise pretendida, podem utilizar-se indicadores para quantificar grupos de acidentes pela sua natureza (atropelamentos, despistes, entre outros). Para a avaliação da sinistralidade com base no número de acidentes, os indicadores mais utilizados são a frequência de acidentes e a taxa de acidentes (Ferreira, 2002). Contudo, a escolha de um em detrimento de outro não é consensual.

A taxa de acidentes mede o risco de um acidente ocorrer (número de acidentes / medida de exposição), em que as medidas de exposição dependem do tipo de análise ou dos dados disponíveis, estando entre as mais utilizadas o número de habitantes, o número de veículos registados, o número de viagens e o volume de tráfego. A sua utilização é normalmente fundamentada por esta poder identificar situações pouco usuais, evidenciando as deficiências da infraestrutura, ou seja, o risco deverá ser usado no processo de planeamento dos transportes e da rede e não para promover a segurança.

A frequência de acidentes poderá localizar o local com maior número de acidentes, para um período de tempo estabelecido, aumentando o potencial de redução destes de uma forma indistinta. Tendo por base o objetivo de diminuir os acidentes e a sua gravidade, independentemente das medidas de exposição do local, este será o indicador a utilizar.

É ainda possível combinar estes dois indicadores utilizando primeiramente os valores da frequência de acidentes para identificar os locais, calculando-se de seguida a taxa de acidentes

desses mesmos locais, assegurando deste modo que se implementam medidas em locais com o mesmo risco.

Depois de escolhido o indicador, importa definir os critérios de seleção do local, ou seja, definir prioridades de intervenção. Para tal, muitos são os critérios estudados e aplicados, uns mais subjetivos que outros. A definição de prioridades de intervenção pode ter como base o cálculo de um número crítico de acidentes, selecionando-se os locais com um número de acidentes igual ou superior ao valor crítico. Os critérios de seleção podem ser (Seco et al, 2008 b):

- N.º de acidentes acima de um valor crítico;
- N.º de acidentes com vítimas acima de um valor crítico;
- Índice de gravidade superior a um valor crítico;
- Indicador de gravidade superior a um valor crítico;
- N.º de acidentes com tendência crescente nos últimos três anos;
- N.º de acidentes/n.º de habitantes acima de um valor crítico.

Segundo o *Road Safety Manual* (PIARC, 2003), todas as intervenções ao nível da infraestrutura com vista à redução da sinistralidade devem ser monitorizadas para garantir que os investimentos são eficazes, particularmente no que diz respeito ao parâmetro de segurança utilizado. Deste modo, é analisada a eficácia dos investimentos, retirando conclusões para futuras decisões.

A monitorização pode assim ser realizada de dois modos: através da observação, ou por meio de estudos comportamentais. No primeiro caso, a infraestrutura deve ser observada imediatamente após a realização da medida implementada e, regularmente, até se verificar que foram alcançados os resultados esperados. No segundo caso, uma análise do “antes” e “depois” é a técnica normalmente utilizada para medir e monitorizar os efeitos na melhoria da segurança.

Com base no mesmo manual (PIARC, 2003), as medidas objetivas mais utilizadas para a monitorização das medidas implementadas são:

#### **Velocidade de circulação**

A velocidade excessiva é normalmente o principal fator para a ocorrência de acidentes. Deste modo, se as medidas aplicadas tinham como principal objetivo a sua redução, a velocidade de circulação deve ser monitorizada.

#### **Conflitos no tráfego**

São considerados conflitos no tráfego todas as situações onde exista a possibilidade de ocorrer um acidente, embora não tenha existido efetivamente uma colisão porque uma ou

todas as partes envolvidas a evitaram. Esta é uma técnica de observação utilizada com sucesso em muitos países.

### **Volume de tráfego**

A recolha de dados do volume de tráfego é importante quando se comparam locais de acidentes, pois devem ser compatíveis com os dados do número de acidentes. Se a medida tem como objetivo afetar as decisões dos utilizadores, os dados devem ser recolhidos em toda a via, antes e depois da implementação da medida.

### **Tempos de viagem**

Em alguns casos pode ser necessária uma estimativa das variações do tempo de viagem, através da realização de estudos ao tempo de viagem “origem – destino”. Destacam-se os casos em que o tráfego está a ser redirecionado, pois se o tempo ganho for significativo deve ser levado em conta o tempo de viagem.

### **Perceção pública**

A consulta pública é uma das partes mais importantes da monitorização das medidas implementadas, percebendo como é que os utilizadores da via vêem as alterações na segurança pública. Idealmente, este tipo de monitorização deve ser realizado antes da implementação da medida, dando-a conhecer, e alguns meses depois da medida estar instalada.

### **Efeitos nas áreas adjacentes**

Algumas medidas podem afetar outras vias adjacentes, aumentando as velocidades de circulação, os volumes de tráfego ou até mesmo o número de acidentes. Desta forma, é importante monitorizar cuidadosamente todas as áreas adjacentes que se considerem relevantes.

Conhecer mais rigorosamente os benefícios das medidas de segurança rodoviária exige investigação, de modo a que a seleção das medidas a aplicar seja efetuada através de uma correta e concreta avaliação das suas vantagens e desvantagens. Os resultados de um estudo realizado nos Estados Unidos da América (Castilho, 1988), relativos à avaliação dos benefícios de segurança de vários melhoramentos rodoviários (Quadro 2.2), mostram que medidas simples, como a colocação de sinalização, podem não levar a uma redução de acidentes mas a uma redução da sua gravidade, uma vez que existem reduções no número de feridos e de vítimas mortais. Por outro lado, ainda com base no mesmo estudo, medidas com maior relação benefício/custo apresentam bons resultados na redução de acidentes, feridos e vítimas mortais, o que leva a entender que nem sempre são necessárias grandes intervenções ao nível da infraestrutura para se obter bons resultados de sinistralidade.

Quadro 2.2 – Benefícios de segurança resultantes de melhoramentos em estradas (Castilho, 1988)

Melhoramentos	Redução anual de acidentes			Relação Benefício/Custo
	Acidentes	Feridos	Mortos	
Alargamento ou melhoramento de bermas	29	20	41	28,83
Instalação de sinalização horizontal	13	20	46	26,49
Tratamento antiderrapante: aumento de rugosidade	48	30	74	20,12
Instalação ou melhoramento de painéis de sinalização	23	33	27	15,03
Sinalização	0	42	35	14,94
Instalação de iluminação local	9	9	73	13,24
Instalação ou melhoramento de guarda de segurança junto ao bordo da estrada	13	15	59	10,97
Painéis de sinalização e sinalização horizontal	24	26	27	8,60
Painéis de sinalização ou suporte de iluminação frágeis	35	44	100	7,25
Sinais luminosos, instalados ou melhorados	18	32	49	6,36
Tratamento antiderrapante: revestimento	17	27	30	6,09
Canalização do tráfego	23	29	65	3,94
Alargamento do pavimento, sem aumento do número de vias de tráfego	25	38	87	3,68
Combinação da canalização do tráfego e instalação ou melhoramento de sinalização luminosa	31	35	50	1,78
Combinação de modificações no traçado em planta e perfil	21	32	69	0,91
Substituição de ponte ou outras obras de arte principais	44	60	47	0,89
Vias de tráfego acrescentadas, sem novo separador	17	11	31	0,80
Alargamento de ponte existente ou outras obras de arte principais	65	74	33	0,41

## 2.5. A Utilização de Sistemas de Informação Geográfica

O avanço tecnológico nos meios informáticos tornou possível o recurso a técnicas sucessivamente mais elaboradas e, ao mesmo tempo, levou a versões mais atrativas quanto à facilidade de utilização. Atualmente destaca-se o programa *ArcView*<sup>®</sup> *Gis* como o mais comumente utilizado.

Um sistema de informação geográfica (SIG) tem como principal vantagem permitir o avanço dos métodos de processamento e análise de acidentes devido às suas características e às suas

capacidades analíticas. No domínio da segurança rodoviária permite representar a localização dos acidentes na rede rodoviária, armazenando e analisando os dados através da informação do acidente associada às características do local.

Através do processo de georreferenciação é possível localizar os acidentes na rede. Para tal é necessário que a rede rodoviária seja referenciada, que se elabore uma tabela de atributos da rede, que seja elaborado um registo dos acidentes, cobrindo toda a rede.

A rede é constituída por arcos e nós, sendo um arco a ligação entre duas interseções, ou entre o início/fim de um arruamento, e um nó o extremo de um arco. Se a cada arco for associada a designação do arruamento e ao nó inicial e final o correspondente número de polícia, é possível utilizar um dos dois métodos de referenciação da rede que o SIG permite, ou seja, o processo de geocodificação de endereços. Este método está, no entanto, dependente de uma numeração métrica, ou seja, o número de polícia tem de ser proporcional à distância à origem do arruamento, ficando por isso prejudicado em situações em que tal não se verifica, e em arruamentos urbanos onde não existe número de polícia.

O SIG permite ainda uma referenciação da rede rodoviária através de coordenadas geográficas, isto é, através da utilização do *Global Position System* (GPS), o que permite obter e registar as coordenadas (x, y, z) do local do acidente. Este método elimina possíveis erros e dificuldades inerentes à localização do acidente (Ferreira, 2002).

Quanto à tabela de atributos da rede, o SIG permite múltiplas análises aos acidentes consoante a informação nela contida. Contudo, no mínimo esta deverá conter a informação necessária para a georreferenciação. Deste modo, a tabela de atributos pode conter tanto características geométricas como características do tráfego, sendo a relação entre as ocorrências e esta informação fiável apenas se existir uma constante atualização das características da rede.

Em função dos critérios considerados para selecionar os locais a intervir é possível utilizar o processo de georreferenciação para grupos de acidentes (com vítimas, atropelamentos, acidentes noturnos, entre outros). O recurso ao *software* permite uma análise mais específica, pois é possível criar diferentes “imagens” para cada grupo de acidentes.

## **2.6. Considerações Finais**

Foram sistematizadas neste capítulo as estratégias europeias e nacionais implementadas com vista à redução da sinistralidade rodoviária. A evolução do número de acidentes nos últimos anos mostra que Portugal tem realizado um esforço considerável nesta matéria, esforço esse que não teve resultados menos favoráveis nas zonas urbanas.

Assim, este capítulo resumiu um conjunto de medidas de segurança rodoviária, aplicáveis à infraestrutura em meio urbano, que podem contribuir para a redução do número de acidentes, melhorando a segurança dos utentes e a circulação. Outras medidas que não passam pela alteração da infraestrutura não foram aqui abordadas.

Realça-se que a implementação de cada uma das medidas necessita de ser estudada para cada situação, ou seja, está dependente das condicionantes e características do local onde se pretende intervir. A apresentação que se efetuou não teve em conta estes aspetos específicos, tendo-se procurado fazer apenas uma descrição sumária das medidas possíveis.

Finalmente, descreveu-se a utilização dos SIG para analisar de forma espacial os acidentes registados, o que permite um avanço nos métodos de processamento e análise de acidentes devido às suas características e às suas capacidades analíticas.



## **3. ORGANIZAÇÃO E GEORREFERENCIAÇÃO DA BASE DE DADOS DOS ACIDENTES**

### **3.1. Considerações Iniciais**

O esquema do acidente assim como outros elementos que descrevem a situação e os intervenientes, encontram-se no documento Participação de Acidente, permitindo identificar a localização exata do acidente e o modo como ocorreu. No entanto, quando há feridos ou vítimas mortais num acidente ocorrido em meio urbano, ou quando as partes envolvidas não chegam a um entendimento, a PSP (Polícia de Segurança Pública) tem de se deslocar ao local onde elabora a Participação de Acidente (Anexo I), a partir da qual é preenchido, mais tarde, o Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV) (Anexo II). Este último é informatizado e faz parte da base de dados da ANSR.

Na sequência do procedimento descrito, a ANSR mantém um registo continuado de acidentes numa base de dados. Assim, para a realização deste trabalho pediu-se à ANSR a disponibilização da informação relevante da sua base de dados no que diz respeito aos acidentes ocorridos na cidade de Coimbra entre os anos de 2010 e 2012. Após uma primeira análise dos elementos, identificaram-se as vias com maior número de ocorrências nos três anos em estudo, com especial atenção aos atropelamentos e aos despistes. De modo a permitir uma análise mais detalhada, com base nos dados da ANSR, foram solicitados à PSP de Coimbra os esquemas dos acidentes ocorridos naquelas vias nos anos em análise, assim como a data e hora da ocorrência.

O cruzamento da informação disponibilizada pela PSP e pela ANSR permitiu georreferenciar todos os acidentes, existindo a possibilidade de visualizar cada esquema do acidente no SIG. A associação dos dados da PSP com a base de dados da ANSR foi efetuada através dos parâmetros data e hora relativos a cada acidente.

Neste capítulo faz-se uma exposição da informação contida na base de dados de acidentes, pretendendo-se ainda fazer uma descrição do processo de georreferenciação.

Além disso, para uma mais correta avaliação da sinistralidade era necessário conhecer os volumes de tráfego na rede viária de Coimbra. Para este aspeto em particular, foi pedida a colaboração da Metro-Mondego S.A., uma vez que esta entidade dispunha de contagens de tráfego em diversos pontos da rede em estudo. Com estes dados, e após a definição da hierarquia viária da cidade, foi possível estabelecer uma metodologia para estimar os volumes de tráfego para a restante rede, sendo neste capítulo apresentado e explicado esse processo.

### **3.2. Base de Dados da ANSR**

A base de dados facultada pela ANSR encontra-se num ficheiro *Access* com uma tabela para cada um dos três anos em estudo. Nessa base de dados estão contidos os dados relativos a

todos os acidentes com feridos e/ou vítimas mortais participados pela PSP e GNR de Coimbra.

Para cada acidente é descrita, campo a campo, uma quantidade de informação que permite realizar várias análises de sinistralidade, ainda que, na maioria dos casos, não permita conhecer o local exato onde este ocorreu. Apresentam-se no Quadro 3.1 os campos que constam da base de dados.

Quadro 3.1 – Campos que constituem a base de dados fornecida pela ANSR

Denominação	Descrição
Ent Fisc	Entidade fiscal que fez a participação do acidente
ID Acidente	Número de identificação da ANSR que está associado a cada BEAV
Data Hora	Data e hora em que ocorreu o acidente
vmortais 30dias	Número de vítimas mortais a 30 dias ocorridas em consequência do acidente
fgraves 30dias	Número de feridos graves a 30 dias ocorridos em consequência do acidente
fleves 30dias	Número de feridos leves a 30 dias ocorridos em consequência do acidente
Lesão 30 dias peão	Lesão que se verificou no peão (caso exista)
Idade peão	Idade do peão (caso exista)
Sexo peão	Sexo do peão (caso exista)
Ações peão	Ação tomada pelo peão antes de ocorrer o acidente (caso exista)
Fatores Atmosféricos	Condições climáticas verificadas no momento do acidente
Luminosidade	Luminosidade existente no momento do acidente
Natureza	Tipo de acidente
km	Quilómetro em que ocorreu o acidente, nos casos de vias quilometradas
Latitude GPS	Latitude do local onde ocorreu o acidente, caso se tenha usado GPS
Longitude GPS	Longitude do local onde ocorreu o acidente, caso se tenha usado GPS
2 rodas c_motor	Número de veículos em 2 rodas com motor envolvidos no acidente
Ligeiros	Número de veículos ligeiros envolvidos no acidente
Pesados	Número de veículos pesados envolvidos no acidente
Outros veículos	Número de veículos de outra categoria envolvidos nos acidente
Freguesia	Freguesia onde se localiza a via onde ocorreu o acidente
Nome_Rua	Nome da rua em que ocorreu o acidente

Seguidamente, mostram-se as análises iniciais realizadas à totalidade da base de dados da ANSR, o que permitiu conhecer os valores da sinistralidade na zona urbana da cidade de Coimbra (Quadro 3.2) e as suas características (Figuras 3.1 a 3.4 e Quadro 3.3).

Quadro 3.2 – Valores totais para vítimas mortais e feridos nos anos em análise

Ano	Total de Acidentes com Feridos e/ou Vítimas Mortais	Vítimas Mortais	Máximo por acidente	Feridos Graves	Máximo por acidente	Feridos Leves	Máximo por acidente
2010	640	6	1	13	1	829	6
2011	563	9	2	27	6	718	23
2012	482	9	2	20	2	594	7
	1685	24	-	60	-	2141	-

Verifica-se, na maioria dos casos, uma clara diminuição do número total de acidentes com feridos e/ou vítimas mortais ao longo dos anos em estudo e percebe-se que existe uma tendência para a ocorrência de acidentes da mesma natureza. Por outro lado, os acidentes ocorreram maioritariamente de dia, com bom tempo e com maior percentagem à sexta-feira.

Devido à grande quantidade de informação constante nesta base de dados fez-se uma análise da sinistralidade rodoviária por rua, o que permitiu identificar onde está concentrado o maior número de acidentes e qual a sua natureza, assim como criar uma lista das vias para as quais seria necessária a consulta dos esquemas dos acidentes para uma análise posterior.

Deste modo, a partir do Quadro 3.4, com especial atenção para os atropelamentos e para os despistes, gerou-se o Quadro 3.5, no qual se indicam as ruas objeto de estudo e para as quais se pediram à PSP os respetivos esquemas dos acidentes.

Para a elaboração do Quadro 3.4 utilizou-se como critério a seleção de ruas com 4 ou mais ocorrências num dos anos em estudo, tendo sido excluídas as restantes por corresponderem a ruas com menor nível de ocorrências e, assim, não se justificar a análise tendo em consideração os objetivos do estudo.

Após identificação das ruas com mais ocorrências para cada uma das três naturezas de acidentes (colisões, despistes e atropelamentos), passou-se para uma análise individual. Como já referido, tendo em conta que se pretendia analisar a sinistralidade fora das interseções, na seleção das ruas deu-se maior importância à análise de atropelamentos e despistes. Contudo, também importa apreciar os números relativos a feridos e/ou vítimas mortais. A análise do Quadro 3.6 permite verificar que ocorreu um grande número de feridos leves, ao contrário do que aconteceu com o número de feridos graves e de vítimas mortais.

Uma análise mais minuciosa às ruas com mais de 4 ocorrências demonstra que das 405 ocorrências, no total dos 3 anos em estudo, existiram 508 feridos leves, 6 feridos graves e 4 vítimas mortais.

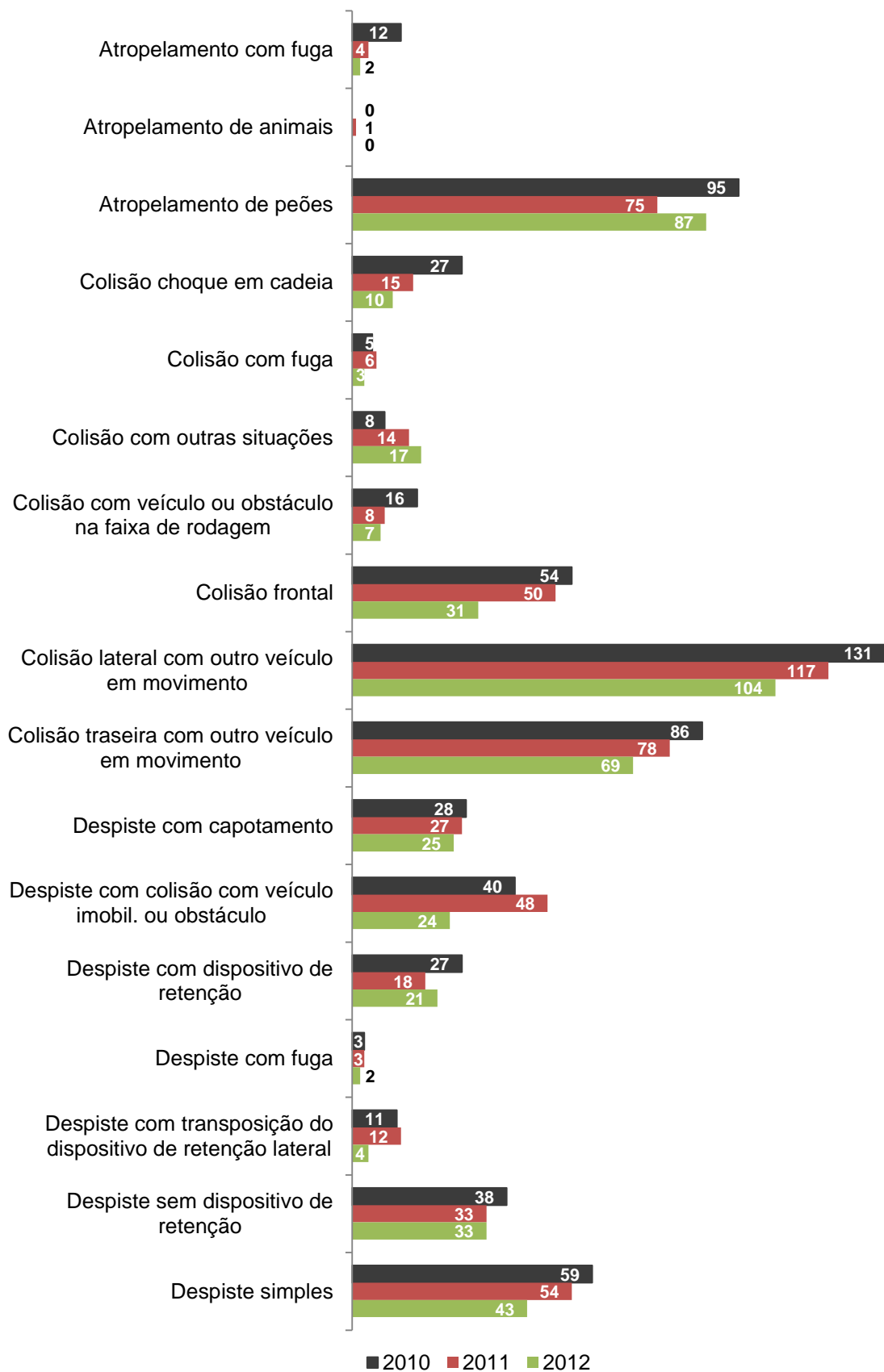


Figura 3.1 – Número de acidentes por natureza na rede da cidade de Coimbra

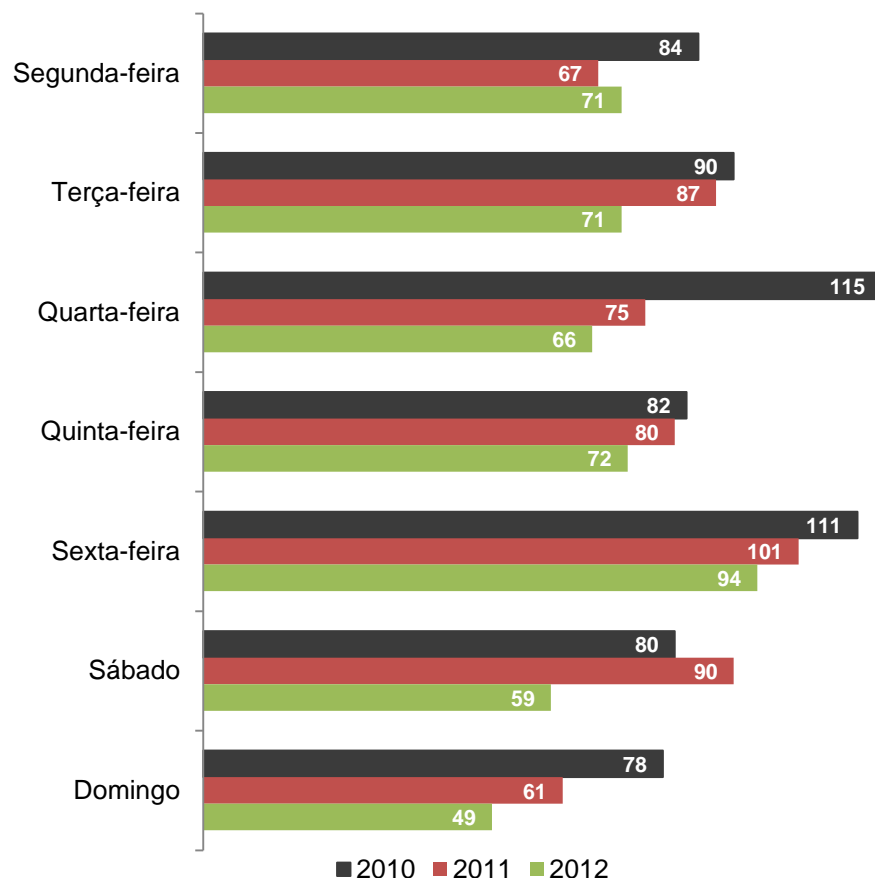


Figura 3.2 – Número de acidentes por dia da semana na rede da cidade de Coimbra

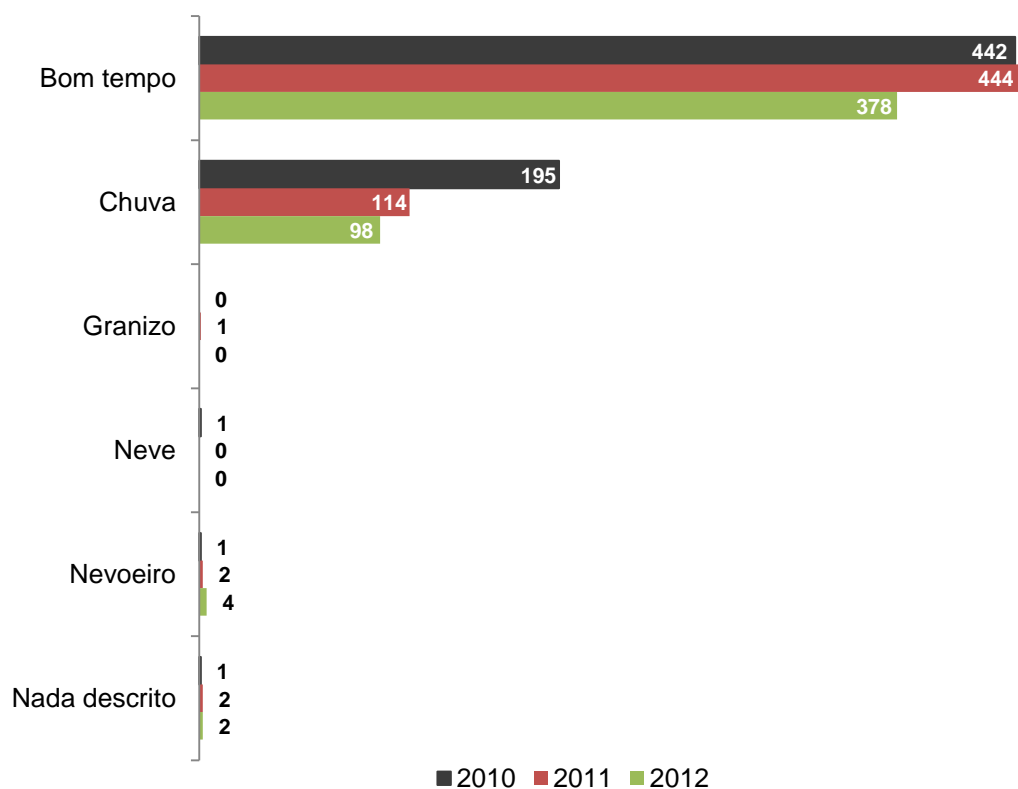


Figura 3.3 – Número de acidentes por condição atmosférica na rede da cidade de Coimbra

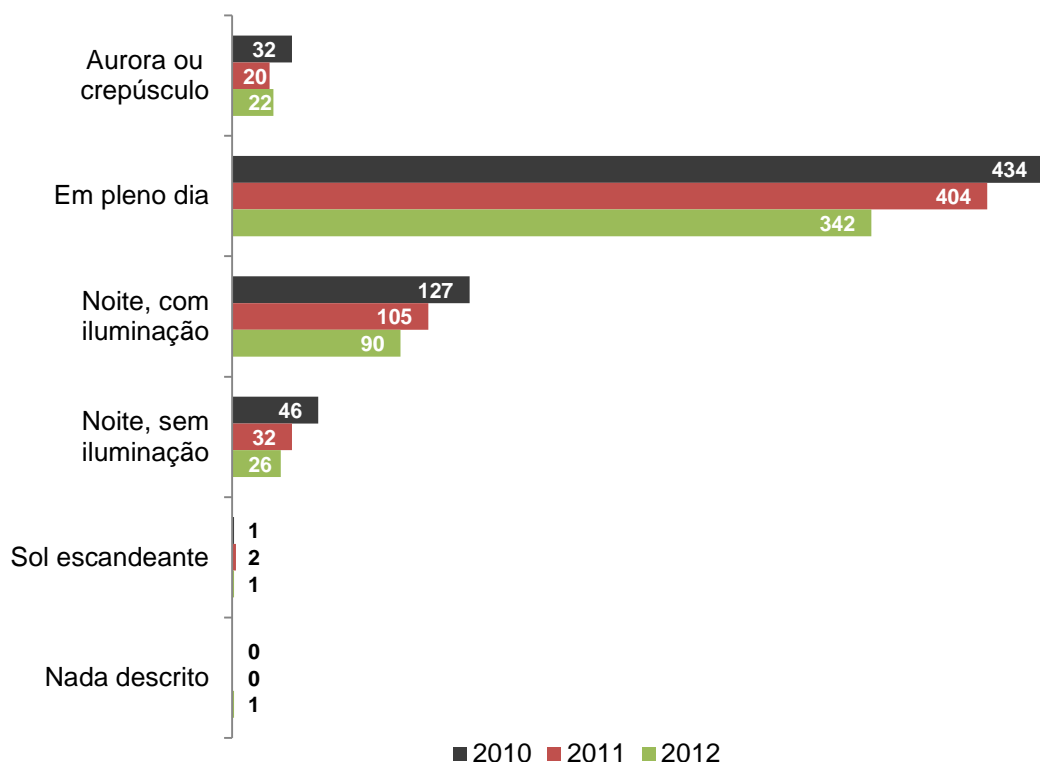


Figura 3.4 – Número de acidentes por luminosidade na rede da cidade de Coimbra

Quadro 3.3 – Número de atropelamentos por ação do peão na rede da cidade de Coimbra

Atropelamento por ação do peão	2010	2011	2012
A sair ou entrar num veículo	1	1	2
Atravessando em passagem sinalizada	42	26	38
Atravessando em passagem sinalizada com desrespeito da sinalização semafórica	1	3	4
Atravessando fora da passagem de peões a mais de 50m de uma passagem ou quando não existia passagem	9	6	15
Atravessando fora da passagem para peões a menos de 50m de uma passagem	11	12	11
Em ilhéu ou refúgio na via	1	1	1
Em plena faixa de rodagem	12	7	6
Em trabalhos na via	1	1	0
Surgindo inesperadamente na faixa de rodagem de trás de um obstáculo	9	4	6
Transitando pela berma ou passeio	8	6	1
Transitando pela direita da faixa de rodagem	3	3	1
Não definido	9	9	4
	107	79	89

Quadro 3.4 – Número de despistes, atropelamentos e colisões por rua para os anos em estudo

Rua	Despistes			Atropelamentos			Colisões		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Alameda Júlio Henriques	1	0	1	1	1	0	0	3	1
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	0	1	0	0	0	2	2	1
Avenida da Cidade Aeminium	1	0	0	1	1	0	3	4	2
Avenida da Lousã	1	0	1	0	0	0	4	0	0
Avenida de Conimbriga	2	0	1	0	2	1	2	1	1
Avenida Elísio de Moura	1	0	0	0	2	1	2	3	2
Avenida Emídio Navarro	5	2	0	3	1	6	1	6	2
Avenida Fernando Namora	1	1	2	1	1	2	4	2	0
Avenida Fernão de Magalhães	0	4	2	7	7	11	6	3	9
Avenida Mendes Silva	2	0	0	2	1	0	3	0	0
Avenida Professor Gouveia Monteiro	16	10	5	0	0	0	6	1	1
Avenida Sá da Bandeira	0	0	1	4	3	3	1	2	2
Estrada da Beira	8	8	4	3	0	3	8	13	14
Ponte de Santa Clara	0	0	0	2	0	0	2	0	2
Ponte Rainha Santa Isabel	2	0	4	0	0	0	0	2	3
Rua 25 de Abril	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Rua Carolina Michaelis	0	0	0	3	0	0	1	0	2
Rua Costa Simões	2	0	0	0	1	0	2	1	1
Rua de Aveiro	1	1	3	0	0	0	4	1	2
Rua do Brasil	2	2	0	7	1	7	5	8	10
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	4	1	1	0	0	0	3	1	2
Rua General Humberto Delgado	1	1	0	3	1	0	3	2	1
Rua Miguel Torga	1	1	1	1	0	1	2	2	1
			117			98			182

Quadro 3.5 – Ruas com maior concentração de acidentes

Rua	
Avenida Emídio Navarro	26
Avenida Fernando Namora	14
Avenida Fernão de Magalhães	49
Avenida Sá da Bandeira	16
Ponte Rainha Santa Isabel	11
Rua de Aveiro	12
Rua do Brasil	42

Embora os números não sejam alarmantes, achou-se conveniente aprofundar mais a análise no caso das vítimas mortais de modo a entender se as ruas onde estas se registaram deveriam ser consideradas em futuras análises. Concluiu-se que as 4 vítimas mortais ocorreram todas no ano de 2012 em 3 ruas. Além disso, o reduzido número total de ocorrências nesse mesmo ano para essas ruas leva a crer que não houve uma tendência de agravamento das condições que levam à ocorrência de acidentes (Quadro 3.7).

Quadro 3.6 – Total de vítimas mortais e feridos nas ruas com maior concentração de acidentes

Rua	Ano	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves
Avenida Emídio Navarro	2010	0	0	10
	2011	0	0	12
	2012	0	0	10
Avenida Fernando Namora	2010	0	0	10
	2011	0	0	4
	2012	0	0	4
Avenida Fernão de Magalhães	2010	0	0	16
	2011	0	1	14
	2012	0	0	25
Avenida Sá da Bandeira	2010	0	0	6
	2011	0	0	6
	2012	0	0	6
Ponte Rainha Santa Isabel	2010	0	0	2
	2011	0	0	3
	2012	0	0	9
Rua de Aveiro	2010	0	0	6
	2011	0	0	3
	2012	0	0	6
Rua do Brasil	2010	0	0	16
	2011	0	0	12
	2012	0	0	18

Quadro 3.7 – Número de vítimas mortais por rua e respetivo número de ocorrências em 2012

Rua	Ocorrências	Vítimas Mortais
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	2
Estrada da Beira	8	1
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	3	1

Excetua-se o caso da Estrada da Beira. Contudo, o facto de esta ser uma via com uma grande extensão, ter trechos urbanos e trechos não urbanos, desempenhar funções hierárquicas diferenciadas ao longo da sua extensão, permitem concluir que não se trata de uma via urbana convencional, pelo que não foi considerada para uma análise mais detalhada.

Aos campos da base de dados da ANSR (Quadro 3.1) foi acrescentado posteriormente um campo com o Número de Processo Policial (NPP), ou seja, o número de registo da PSP que está associado a cada Participação de Acidente, necessário para associar esta base de dados da ANSR aos acidentes da PSP, georreferenciados no SIG. O SIG utilizado foi o *ArcGis 10*. Importa ainda salientar que este *software* permite a leitura da base de dados da ANSR, em formato *Access*, abrindo-a como uma tabela de atributos.

Além dos esquemas dos acidentes, a PSP também facultou, para cada NPP, informação sobre a data e hora em que o acidente ocorreu. Através desta informação, foi possível preencher o campo acrescentado à base de dados da ANSR, “NPP”, por simples associação dos campos “Nome\_Rua” e “Data Hora” com a informação da PSP.

Seria de esperar que todos os acidentes presentes na base de dados da ANSR, participados pela PSP para as ruas em estudo, tivessem um NPP associado após se concluir o processo anteriormente descrito. Tal não se verificou em 18 casos, pelo que não foi possível contabilizar estes nas análises posteriores.

### 3.3. Georreferenciação dos Acidentes

No Quadro 3.1 são referidos dois campos que permitem georreferenciar os acidentes na rede através dum SIG, o “Latitude GPS” e o “Longitude GPS”. Com a adição direta das coordenadas geográficas XY do local onde ocorreu o acidente, o ArcGis permite efetuar a operação “Add XY Data” e, se o sistema de coordenadas da rede for o mesmo, todos os acidentes são visualizados exatamente no local onde ocorreram.

Todavia, os campos “Latitude GPS” e “Longitude GPS” da base de dados não contêm informação em nenhuma das vias da zona urbana de Coimbra, pois a PSP não faz o registo com equipamento GPS quando se desloca ao local do acidente. Deste modo, como já anteriormente referido, a localização dos acidentes foi feita com base nos esquemas elaborados pela PSP.

Resumindo, o processo de georreferenciação de cada acidente passou pelos passos que se descrevem a seguir:

- Seleção do acidente a georreferenciar a partir dos ficheiros disponibilizados pela PSP. Como todos os esquemas de acidentes facultados eram de acidentes para georreferenciar, o critério de seleção foi apenas o de seguir a lista ordenada do nome das ruas e dos ficheiros;

- Análise do respetivo esquema do acidente (que se encontra num ficheiro em formato PDF nomeado na forma “*natureza NPP x – ano*”, em que o parâmetro *natureza* refere-se à natureza do acidente, o *x* ao número da participação e o *ano* ao ano em que ocorreu o acidente) como, por exemplo, o “Colisão.1 NPP 435323 – 2010” correspondente à Figura 3.5;
- Identificação do local exato do acidente. Para tal, cada esquema tem uma referência do local que pode ser a proximidade a um edifício (como no exemplo), um número de polícia, um poste de iluminação, etc, a partir da qual, na maioria dos casos, se recorreu a mapas *online* de forma a identificar a localização exata;
- Colocação do acidente no SIG. No ArcGis criou-se a *shapefile* “*acidentes\_rede\_coimbra*” com o mesmo sistema de coordenadas da rede, procedendo-se à colocação manual dos acidentes após conhecer a sua localização exata, como explicado no ponto anterior;
- Preenchimento do campo “NPP” na tabela de atributos. À nova *shapefile* foi adicionado um campo na tabela de atributos denominado “NPP” com o objetivo de identificar cada acidente adicionado através do seu número de registo na PSP;
- Adição da hiperligação para o ficheiro que contém o respetivo esquema de acidente. O ArcGis através da função *Identify* permite a adição de uma hiperligação ao objeto selecionado, o que permitiu associar a cada acidente da *shapefile* o seu esquema de acidente, sendo rápida e facilmente consultado.

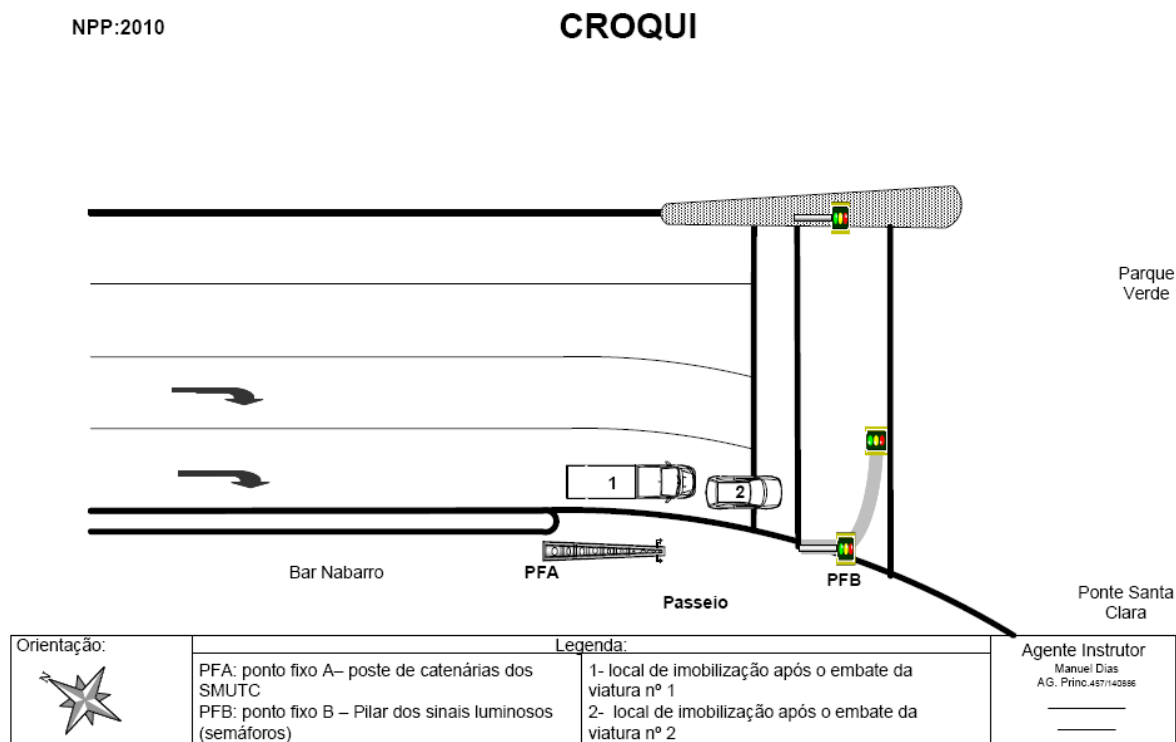


Figura 3.5 – Esquema do acidente do exemplo em análise

Como já referido, foi adicionada à *shapefile* a informação de cada acidente presente na base de dados da ANSR. Para tal foi utilizada a função *join* do ArcGis usando-se o campo NPP como campo comum em ambas as tabelas.

Na Figura 3.6 pode ver-se a imagem final, gerada a partir do ArcGis, com todos os acidentes georreferenciados.

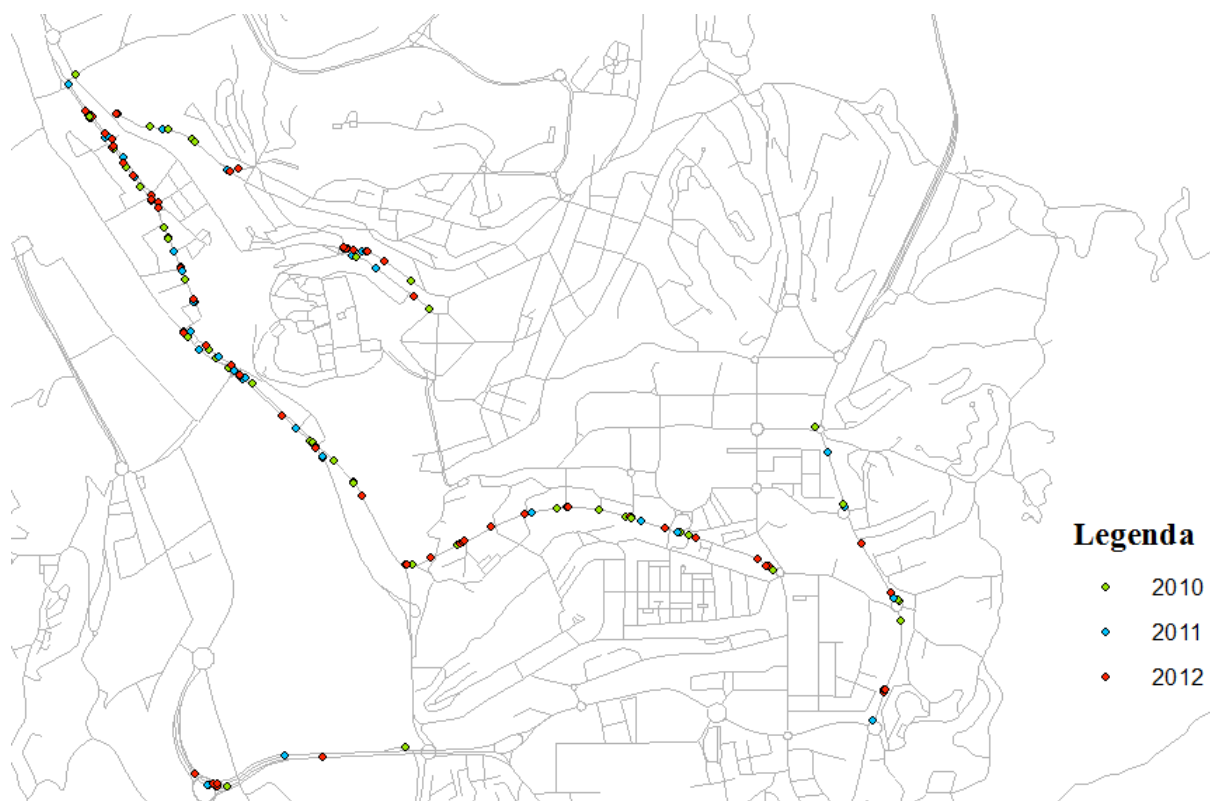


Figura 3.6 – Acidentes georreferenciados, ocorridos na rede da cidade de Coimbra

### 3.4. Definição da Hierarquia Viária na Cidade de Coimbra

A hierarquia da rede viária corresponde à classificação das vias de acordo com a função que devem desempenhar (IMTT, 2011). Essa função pode ser de “transporte”, de “acessibilidade” e “social”, e foi a partir daqui que se delinearam critérios para a definição da hierarquia viária na cidade de Coimbra.

O primeiro passo foi utilizar uma das funcionalidades do SIG. O *ArcGis* permite colocar um “mapa base” por detrás da rede da cidade. Existindo várias opções de mapas, foi utilizada a “*open street*” uma vez que classifica, através duma correspondência de cores, as vias com as mesmas funções, ou seja, com a mesma hierarquia viária. Aproveitando a sua classificação dividida em quatro níveis, foi estabelecida a hierarquia indicada na Figura 3.7 para a rede de Coimbra.



Figura 3.7 – Níveis Hierárquicos Viários (baseado em Seco et al, 2008 c)

O passo seguinte foi realizar uma análise crítica à hierarquização da rede. Desconhecendo-se, por um lado, os critérios que estão na base da classificação hierárquica atribuída a cada rua no “mapa base” e, por outro lado, se existiu alguma atualização recente, julgou-se necessário avaliar de forma crítica as classificações atribuídas no que diz respeito aos níveis hierárquicos estabelecidos. Na Figura 3.8 pode ver-se a rede viária de Coimbra com os respetivos níveis hierárquicos atribuídos no mapa base.

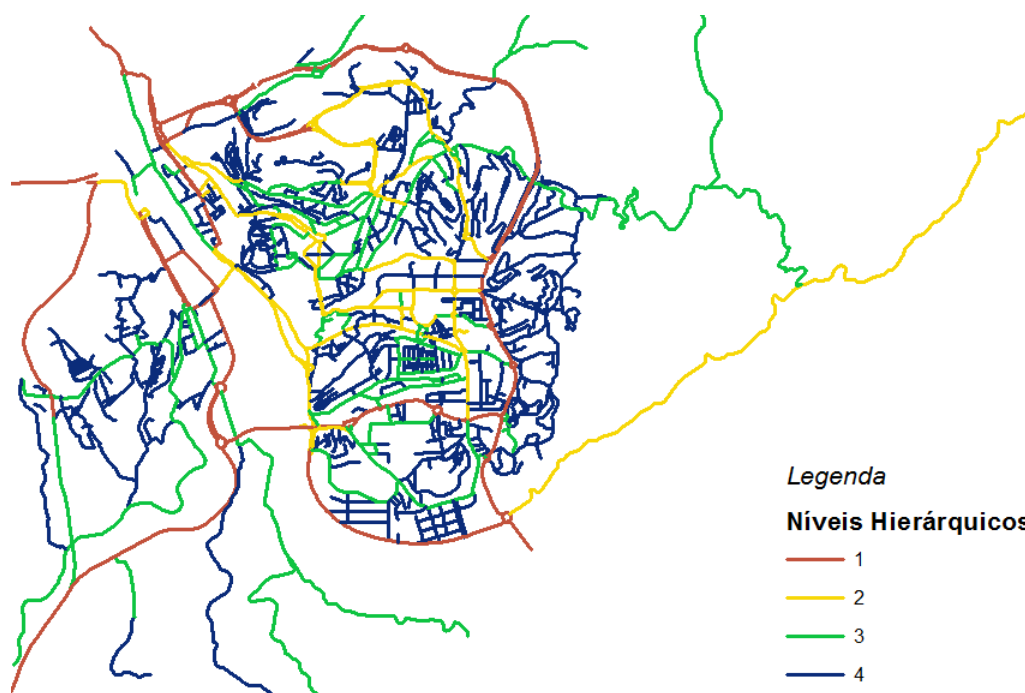


Figura 3.8 – Níveis hierárquicos atribuídos à rede viária da zona urbana de Coimbra

A hierarquização viária indicada no mapa base sofreu alguns ajustes, por um lado, tendo em conta o perfil transversal das vias (por exemplo, a existência de separador central) e, por outro lado, estabelecendo uma hierarquia que permitisse dar continuidade funcional às vias de nível hierárquico superior. O resultado apresentado na Figura 3.8 já reflete a hierarquização considerada após os ajustes.

### 3.5. Estudo dos Volumes de Tráfego

Os volumes de tráfego eram à partida os dados mais difíceis de conseguir, uma vez que seriam necessários valores para toda a rede viária da zona urbana de Coimbra. O conhecimento sobre estudos realizados pela Metro-Mondego S.A. ao tráfego da cidade, levou ao contacto com esta entidade no sentido de ser possível o acesso a esses dados.

#### 3.5.1. Volumes de tráfego conhecidos

Os dados recebidos pela Metro-Mondego S.A. continham a informação de todos os postos de contagem de tráfego, assim como as contagens em intervalos de um quarto de hora para todos os postos, divididas por movimentos.

A Figura 3.9 faz parte da informação recebida. Nela estão contidos todos os postos de contagem, sendo possível conhecer a sua localização.

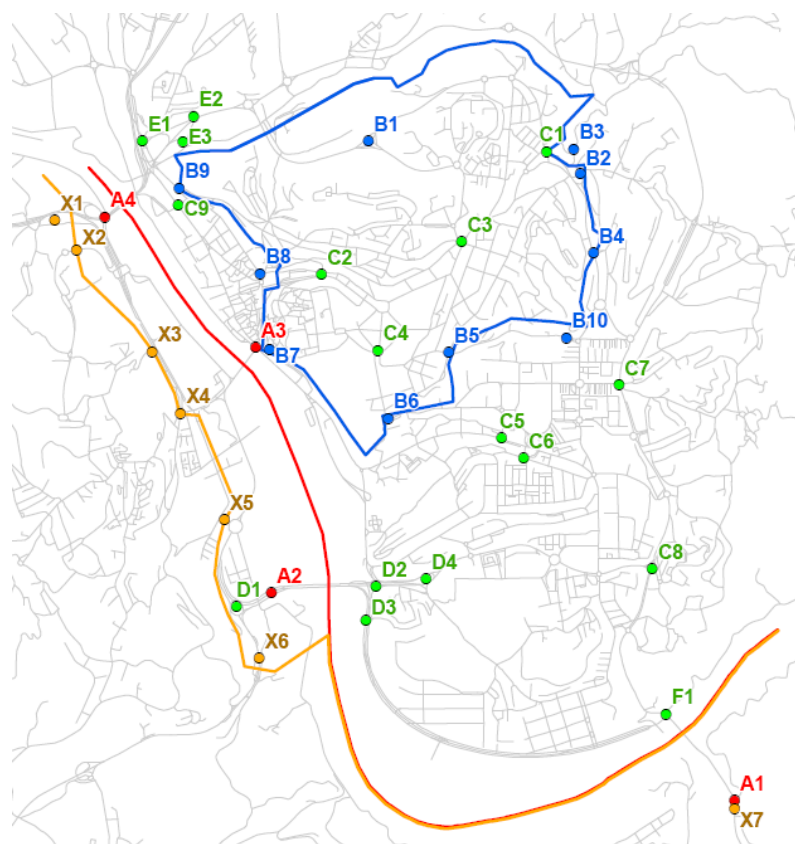


Figura 3.9 – Localização dos postos de contagem de tráfego da Metro-Mondego S.A.

Através de uma análise aos volumes de tráfego em vários postos de contagem, decidiu-se que a hora de ponta a considerar seria das 8h15 às 9h15. Pode dizer-se que os volumes de tráfego correspondentes a este intervalo dão uma boa ideia da importância dos eixos da rede urbana de Coimbra.

O passo seguinte foi realizar um estudo dos dados disponíveis de modo a conseguir ter uma perceção das ruas para as quais existe informação. Este estudo resume-se a:

- elaboração de uma folha Excel com todos os postos de contagem (Apêndice I);
- início da análise de cada um dos postos. Na Figura 3.10 pode ver-se o exemplo do posto A3;
- associação dos nomes das ruas, e sua hierarquia, aos movimentos que nelas geram fluxos de tráfego. No exemplo, atribuíram-se à Ponte de Santa Clara os movimentos 1, 2, 3, 4 e 7, e à Avenida Emídio Navarro todos os movimentos assinalados;
- consulta da lista de contagens da Metro-Mondego S.A. e atribuição a cada movimento, de cada posto de contagem, o volume de tráfego da hora de ponta expresso em veículos/hora;
- soma dos volumes de tráfego quando aplicável. No exemplo da Avenida Emídio Navarro somaram-se os volumes de tráfego de todos os movimentos. No caso de ruas onde os valores foram obtidos a partir de vários postos de contagem, optou-se por considerar o volume de tráfego mais elevado;
- divisão do volume de tráfego total pelo número de vias (tráfego/hora/via). O facto de existirem ruas do mesmo nível hierárquico mas com características físicas diferentes, nomeadamente o número de vias, não permitia comparar os valores dos volumes de tráfego. Para ultrapassar esta dificuldade, fez-se a divisão do volume de tráfego pelo número de vias em cada uma das ruas;
- recurso à página oficial dos Serviços Municipalizados de Transportes Urbanos de Coimbra (SMTUC) no caso de ruas com vias para transportes públicos. No passo referido acima não foram contabilizadas estas vias. Por isso, foi necessário descontar ao volume de tráfego total o correspondente aos transportes públicos que utilizaram a via na hora de ponta. O mapa da rede geral e os horários disponibilizados nesta página permitiram saber o número de veículos a ser descontado ao volume de tráfego total.

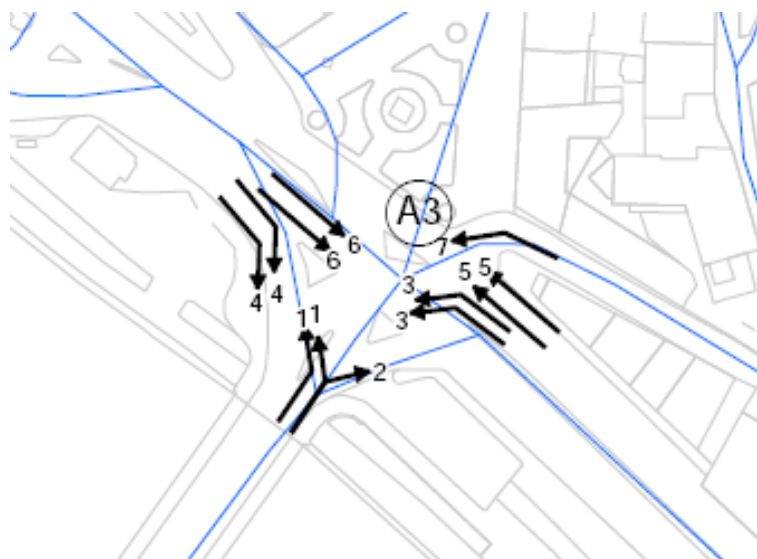


Figura 3.10 – Ponto de contagem A3 da Metro-Mondego S.A.

Após a introdução destes dados no SIG foi possível gerar a Figura 3.11. Como se depreende, o processo descrito não permitiu obter informação de tráfego para muitas ruas, tendo sido necessário encontrar um método para estimar a informação em falta.

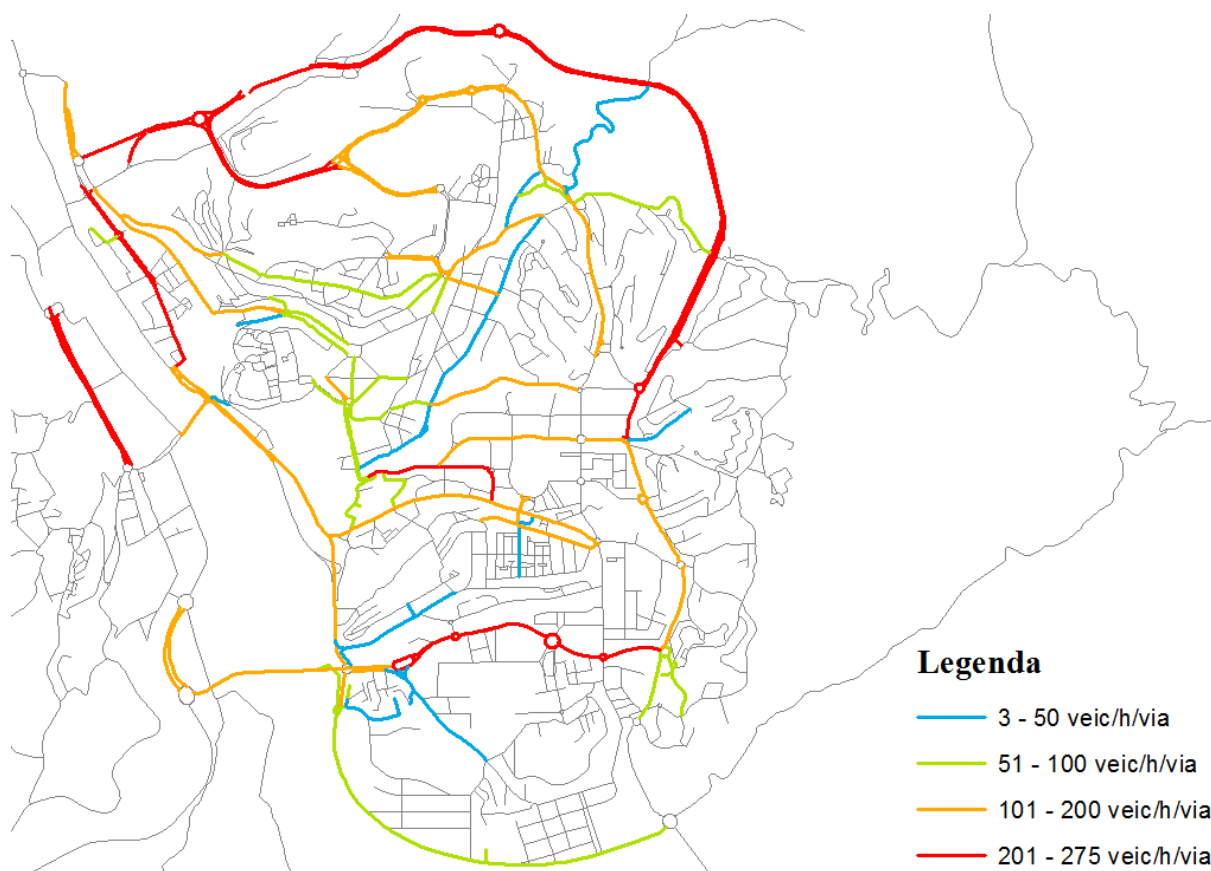


Figura 3.11 – Intervalos de volumes de tráfego conhecidos em Coimbra

### 3.5.2. Estimativa dos volumes de tráfego para a restante rede urbana de Coimbra

Apesar de se poder considerar que os pontos de contagem têm uma cobertura extensa, não permitiam conhecer os volumes de tráfegos existentes na totalidade da rede viária de Coimbra. Desta forma, houve necessidade de encontrar um método para estimar os dados para a restante rede.

Como se referiu, optou-se por atribuir a cada uma das vias para as quais se pretendia estimar o volume horário de tráfego, um valor representativo, na forma de intervalo, deduzido das ruas hierarquicamente semelhantes, para as quais se dispunha de contagens de tráfego.

O uso das funcionalidades do *ArcGis* permitiu sobrepor a informação da hierarquização viária à do tráfego obtido por contagens e, deste modo, estabelecer uma correspondência entre o nível hierárquico de uma via e o intervalo de volume horário do tráfego observado. Assim, calculou-se o valor médio daqueles intervalos, para cada um dos quatro níveis hierárquicos de vias, tendo-se considerado esses valores médios como representativos do tráfego.

A Figura 3.12 mostra a definição final do volume tráfego por rua, ou seja, o valor considerado para efeitos das análises da sinistralidade que se apresentam mais adiante.

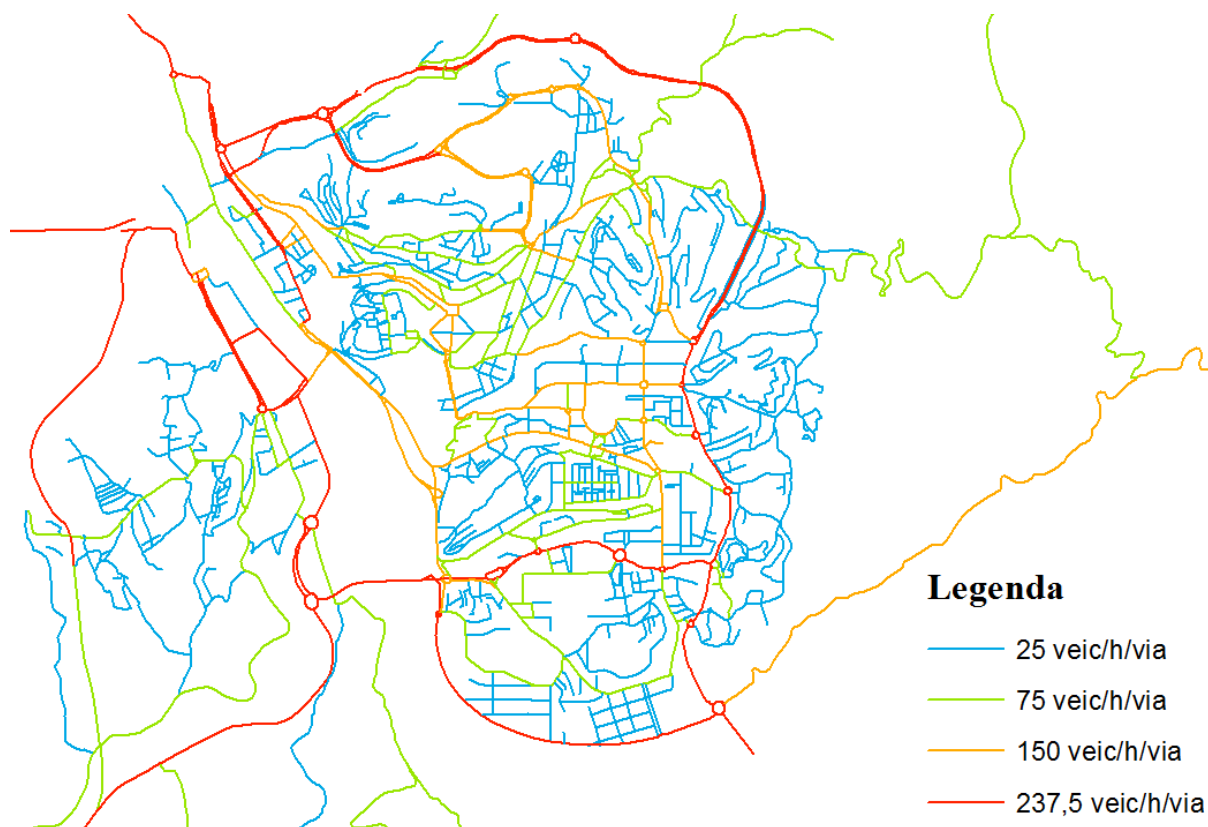


Figura 3.12 – Volumes de tráfego considerados para a cidade de Coimbra

### 3.6. Considerações Finais

As análises realizadas neste capítulo, assim como os estudos levados a cabo, evidenciam a vantagem de recurso a um SIG. A compatibilidade de ficheiros mais comumente utilizados para tratamento e listagem de dados com o ArcGis permite inserir dados de forma rápida e simples. Além disso, dispor de informação georreferenciada permite decisões mais adaptadas por se conseguir dispor da dimensão espacial dos dados.

Contudo, ainda há procedimentos a mudar no processo de recolha de dados. Tal como explicado neste capítulo, este não é um processo eficiente, o que gera atrasos. A evolução dos mecanismos disponíveis hoje em dia permitiria inserir informação e georreferenciá-la de modo a efetuar a análise quase em tempo real num sistema de informação geográfica. Além disso, foram encontradas falhas na base de dados que não seria suposto ocorrerem, como por exemplo, existirem acidentes na base de dados da ANSR que não existem nos dados da PSP. Apesar de todo o caminho já percorrido, percebe-se que é necessário continuar o esforço de integração de dados entre as diferentes entidades envolvidas na recolha.

Este capítulo mostra ainda como facilmente se ligam diferentes bases de dados, desde que exista pelo menos um campo que permita fazer a ligação. Mostra ainda a versatilidade de um SIG na construção de simbologias que permitem estudar e analisar visualmente as bases de dados. É a partir daqui que no próximo capítulo se pretende analisar a sinistralidade rodoviária da rede urbana de Coimbra, em trechos fora de interseções, criando níveis de segurança visualmente entendíveis.



## 4. ESTUDO DOS TRECHOS FORA DAS INTERSEÇÕES COM RECURSO A UM SIG

### 4.1. Considerações Iniciais

Neste capítulo descreve-se a ferramenta utilizada para determinar, na rede viária em análise, quais as vias que necessitam de intervenções mais urgentes com vista à redução da sinistralidade rodoviária. A metodologia utilizada foi a já aplicada num trabalho para a cidade de Lisboa (Carvalheira, 2010). O objetivo desta ferramenta foi hierarquizar as diversas vias da rede que necessitam de intervenção. Por forma a uniformizar e facilitar a comparação dos valores, estes foram associados a classes de valores entre 1 e 5, criando assim indicadores para a caracterização de níveis de segurança rodoviária na rede.

Após o cálculo dos indicadores, tendo por base os acidentes georreferenciados, fica-se a conhecer as vias que necessitam de intervenções mais urgentes, sendo também possível realizar análises a trechos fora de interseções, tal como se pretende no âmbito desta dissertação. Como se mostrou, não foram exatamente estas as etapas seguidas neste estudo, pela necessidade prévia de obter os esquemas dos acidentes junto da PSP. Contudo, tal como foi explicado anteriormente, o processo de seleção das ruas para as quais se requereram os esquemas dos acidentes, correspondem às vias com maior nível de sinistralidade.

Usar um SIG na análise da sinistralidade permite ver a localização dos acidentes a analisar e ver as suas características através da informação contida na base de dados. Assim, é possível analisar essa informação por área selecionada e definir quais os trechos que necessitarão de análises mais detalhadas.

### 4.2. Definição dos Indicadores para a Caracterização dos Níveis de Segurança Rodoviária na Rede Viária de Coimbra

Foram realizados dois tipos de análise à rede de modo a justificar a escolha de um em detrimento do outro. Primeiro foi calculado o Indicador de Gravidade (IG) de cada via através da expressão (4.1), tal como é utilizada pela ANSR. Como se verá adiante, este indicador não se revelou um bom instrumento para avaliar os níveis de segurança rodoviária da rede urbana, o que levou à opção pela utilização do Valor Hierárquico do Local (VHL).

#### 4.2.1. Indicador de Gravidade

A expressão do IG representa-se como o somatório das vítimas mortais (VM), dos feridos graves (FG) e leves (FL), sendo cada uma destas parcelas afetadas por um valor fixo conforme se apresenta na expressão (4.1):

$$IG = 100VM + 10FG + 3FL \quad (4.1)$$

Facilmente se entende que os valores de IG podem ser bastantes díspares numa mesma rede viária. No caso de duas ruas geometricamente semelhantes e com tráfego idêntico, a existência de uma vítima mortal numa delas, independentemente do número de feridos graves e leves, leva a um incremento de 100 no valor do IG, o que pode levar a entender essa rua como menos segura que a outra, mesmo não sendo essa a realidade.

O cálculo do Indicador de Gravidade (IG) foi realizado para cada rua da rede de Coimbra, inicialmente, de forma separada para cada um dos anos em estudo e, depois, para os 3 anos de forma agregada.

A Figura 4.1 representa os valores calculados do IG para o total dos anos em estudo (soma dos valores anuais, correspondendo estes valores a 3 anos de estudo), numa escala dividida em 5 intervalos. A repartição dos valores pela escala foi realizada usando intervalos iguais a partir do valor máximo e mínimo.

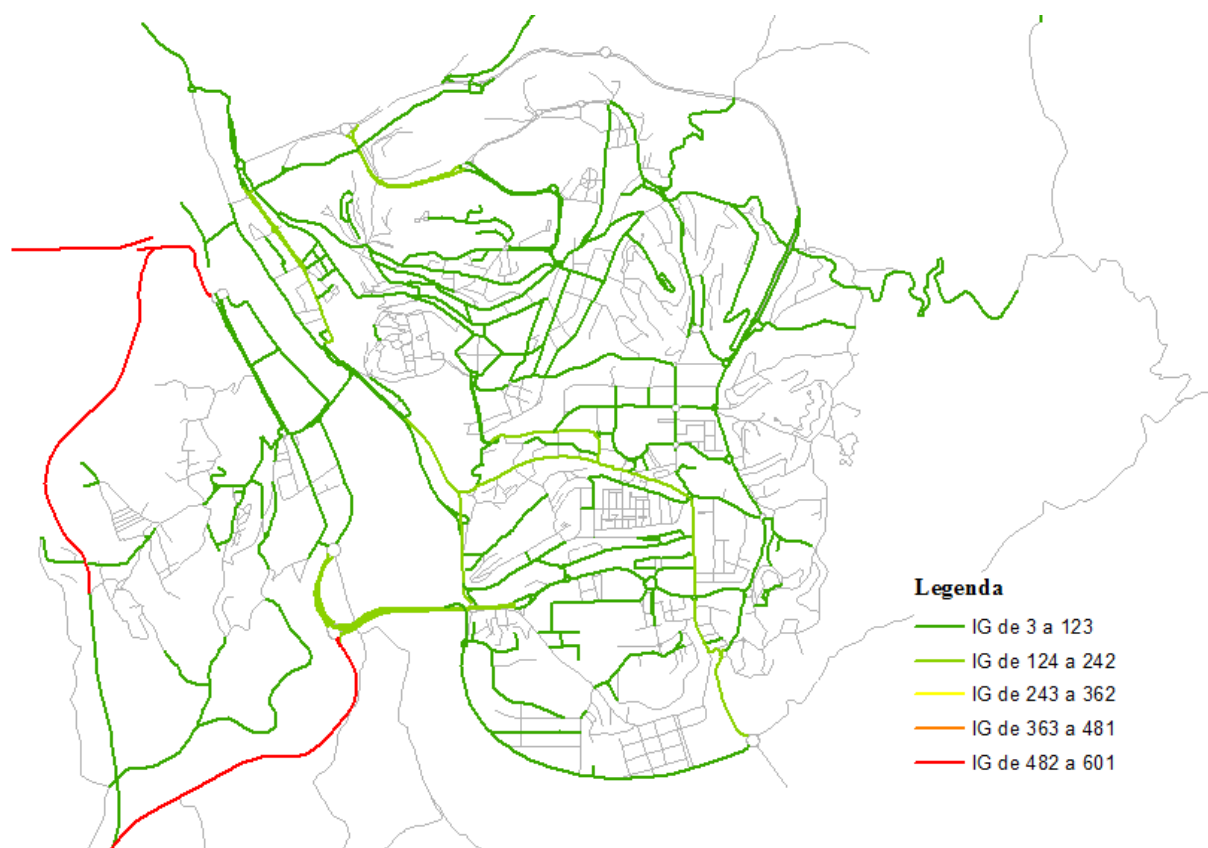


Figura 4.1 – Indicadores de Gravidade dos 3 anos em estudo

Por observação da Figura 4.1, percebe-se que não se consegue fazer uma análise comparativa muito detalhada, uma vez que os valores obtidos são muitos díspares quando ocorrem vítimas mortais, estando os restantes dentro da mesma gama de valores.

Por outro lado, a análise da Figura 4.1 também se torna inconclusiva uma vez que maioritariamente os valores se encontram nos dois primeiros intervalos, representativos dos menores valores de IG calculados. Deste modo, optou-se por fazer uma análise mais

pormenorizada, excluindo neste caso os valores superiores a 242 e dividindo em 5 intervalos os restantes (Figura 4.2). Importa referir que apenas se regista um valor superior a 242, corresponde ao IC2. Além disso, trata-se de uma estrada não urbana, pelo que se optou por excluí-la da análise, tendo em conta os objetivos do presente estudo.

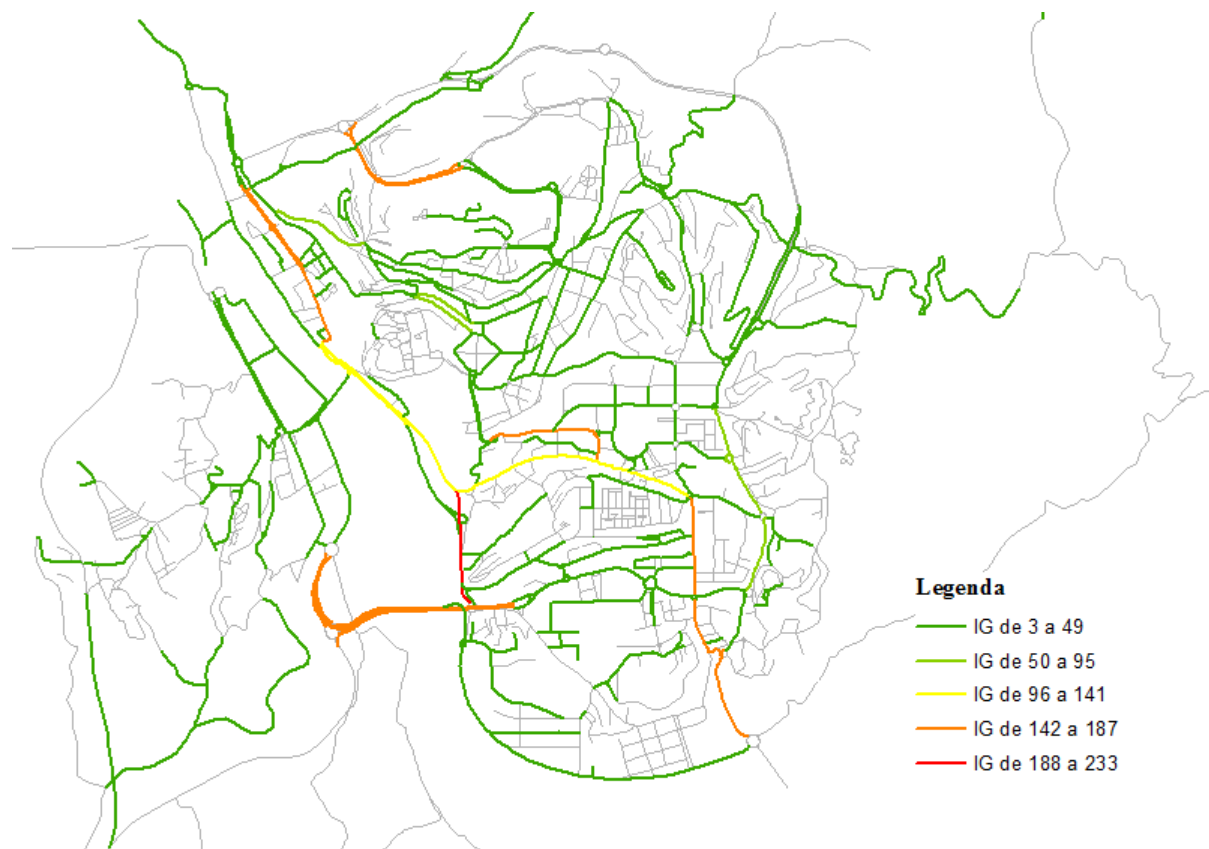


Figura 4.2 – Indicadores de Gravidade dos 3 anos em estudo excluindo a IC2

Destacam-se de forma clara algumas ruas com IG mais elevado, justamente aquelas com maior volume de tráfego, continuando a existir nas restantes vias valores comparativamente mais baixos, os quais não permitem diferenciar as vias da rede no seu todo. No entanto, este indicador torna-se adequado quando se fazem comparações de maior escala, como por exemplo entre cidades ou países com características semelhantes.

O IG não se revelou um bom indicador dos níveis de segurança rodoviária para os objetivos desta dissertação, especialmente por não ter em conta os volumes de tráfego das vias. Também um elevado número de ocorrências num local pode não ser significativo se comparado com outro local com menos ocorrências mas com maior gravidade.

O Valor Hierárquico do Local foi assim considerado um melhor indicador para a caracterização dos níveis de segurança em redes urbanas, neste caso na rede urbana de Coimbra, como se verá no subcapítulo seguinte.

#### 4.2.2. Valor Hierárquico do Local

Como se referiu, já existem trabalhos para a cidade de Coimbra e de Lisboa onde se utilizou o Valor Hierárquico do Local (VHL), tendo este reproduzido bons resultados para o estudo da segurança rodoviária.

O VHL, conforme o nome sugere, permite hierarquizar a rede viária em termos de determinados patamares de segurança rodoviária, os quais são definidos em função do total de acidentes com vítimas registados no local (TAL), pelo volume de tráfego do local na hora de ponta (VTL), expresso em veículos/hora/via, e pela gravidade dos acidentes registados no local (G), conforme representado na expressão (4.2).

$$VHL = \frac{TAL}{VTL} \times 1000 \times G \quad (4.2)$$

O TAL foi obtido através da base de dados facultada pela ANSR. O método utilizado para o estudo do VTL foi explicado no capítulo anterior e o conceito de gravidade dos acidentes (G) é definido pela expressão (4.3).

$$FLE = 12,5VM + 2,25FG + FL \quad (4.3)$$

Onde:

FLE – número de feridos leves equivalentes;

VM – número de vítimas mortais a 30 dias (faleceu até 30 dias após o acidente);

FG – número de feridos graves (com necessidade de internamento);

FL – número de feridos leves (sem necessidade de internamento).

O conceito de FLE decorre da comparação dos custos associados aos vários tipos de vítimas VM, FG e FL em Portugal, de acordo com o estabelecido no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Custos das vítimas de acidentes rodoviários aplicados a Portugal (Santos, 2007, referido por Carvalheira, 2010)

Tipo de Vítima	Custo por Vítima (€)
Ferido Leve	40000
Ferido Grave	90000
Vítima Mortal	500000

Assim, foi definido o nível de gravidade (G) de 1 a 5, utilizando a metodologia proposta e explicada por Carvalheira (2010), como se pode verificar no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Níveis de Gravidade (Santos, 2007, referido por Carvalheira, 2010)

Nº de Feridos Leves Equivalentes	Nível de Gravidade
<= 12 FLE	1
<= 24 FLE	2
<= 36 FLE	3
<= 48 FLE	4
> 48 FLE	5

Conforme se descreveu, o volume de tráfego foi inicialmente estabelecido sob a forma de intervalos, os quais foram atribuídos às vias em função dos seus níveis hierárquicos. Depois, usou-se o valor médio de cada um dos intervalos para caracterizar o tráfego em cada uma das vias, sendo um valor diferente para cada um dos quatro níveis hierárquicos. A decisão de utilizar o valor médio está diretamente relacionada com o cálculo do VHL.

De facto, para efeitos da aplicação da expressão (4.2) foi necessário definir um valor. Ora, uma vez que os valores estavam definidos na forma de intervalo, foi necessário realizar uma análise de sensibilidade dos valores do VHL para diferentes valores do VTL. Em termos gerais, considera-se que a exposição dos utentes é maior quando o tráfego é mais elevado. Com base neste pressuposto, afigurava-se adequada a escolha do volume de tráfego máximo do intervalo. Todavia, utilizando o indicador VHL para encontrar os trechos mais problemáticos em termos de sinistralidade rodoviária, verifica-se que quando o VTL aumenta, o valor de VHL diminui, mantendo-se os restantes parâmetros. Assim, a análise de sensibilidade, cujos valores se reproduzem integralmente no Apêndice II, permitiu concluir que o valor médio era o que melhor poderia representar o intervalo de volumes de tráfego, tendo em conta o indicador VHL que se pretendia utilizar.

Após o cálculo dos valores de VHL (Apêndice II), os mesmos foram normalizados numa escala de 1 a 5 (de acordo com os valores máximo e mínimo obtidos para o total das ruas analisadas), sendo estes valores caracterizadores dos níveis de segurança rodoviária da rede urbana. A relação foi estabelecida de modo a que um nível de segurança rodoviária baixo corresponda um maior valor de VHL, e vice-versa.

Nas Figuras 4.3 a 4.5 é possível observar o resultado final do estudo realizado para cada um dos anos em estudo, onde o valor 1 corresponde ao nível mais baixo de segurança rodoviária e o valor 5 ao nível mais alto. A escala de 1 a 5 foi normalizada segundo o maior VHL encontrado nos 3 anos, pois só desta forma é possível realizar análises comparativas entre os níveis de segurança verificados para uma dada rua.

Facilmente se verifica que variações dos parâmetros envolvidos no cálculo do VHL nos anos em análise, tende a conduzir a valores extremos de VHL. Por isso, quando se verifica a existência de uma ou mais vias com valores de VHL bastante superiores aos das restantes, a escala tende a destacar as situações marcadamente mais desfavoráveis, o que impossibilita

uma verdadeira comparação entre as restantes vias nos diferentes anos. A Figura 4.4, na qual se representam os níveis de segurança rodoviária do ano 2011, é um bom exemplo. Repare-se que foi em 2010 que se observou o maior VHL. Isso produziu uma escala que não permite uma análise adequada do ano de 2011, uma vez que todos os valores se encontram nos dois maiores níveis de segurança. Por causa disto, por vezes justifica-se a realização de análises à sinistralidade criando uma escala com base no valor máximo e mínimo de determinado ano considerado isoladamente (Figura 4.6).

Embora as imagens das Figuras 4.4 e 4.6 representem ambas o ano de 2011, não podem comparar-se pois os níveis de 1 a 5 são definidos para diferentes gamas de valores de VHL. A Figura 4.6, na qual o ano de 2011 foi apreciado com uma escala de VHL normalizada apenas para os valores do próprio ano, permite perceber que algumas das ruas com níveis mais baixos de segurança também o foram noutros anos. Além disso, é possível identificar diferenças de níveis de segurança mais pequenas, o que é útil para o tipo de análise que se pretende realizar.

O cálculo dos valores de VHL para o total dos 3 anos em estudo, de forma agregada, permitiu obter a Figura 4.7, a qual não possibilita a observação do desenvolvimento da sinistralidade nas ruas ao longo do triénio, mas permite entender quais as que têm os piores níveis de segurança no período em análise.

No entanto, uma análise agregada pode conduzir a apreciações inadequadas. Por exemplo, uma rua com um nível de segurança muito baixo no ano de 2010, que foi intervencionada depois disso, e registou níveis altos de segurança nos anos seguintes, continuará a aparecer com um nível de segurança baixo quando feita a análise conjunta aos 3 anos. Assim, conclui-se que a ser realizada uma análise desta natureza, ela deve ser sempre uma análise crítica, necessitando de uma análise de 2ª ordem, para detetar possíveis erros de apreciação decorrentes da escala utilizada.

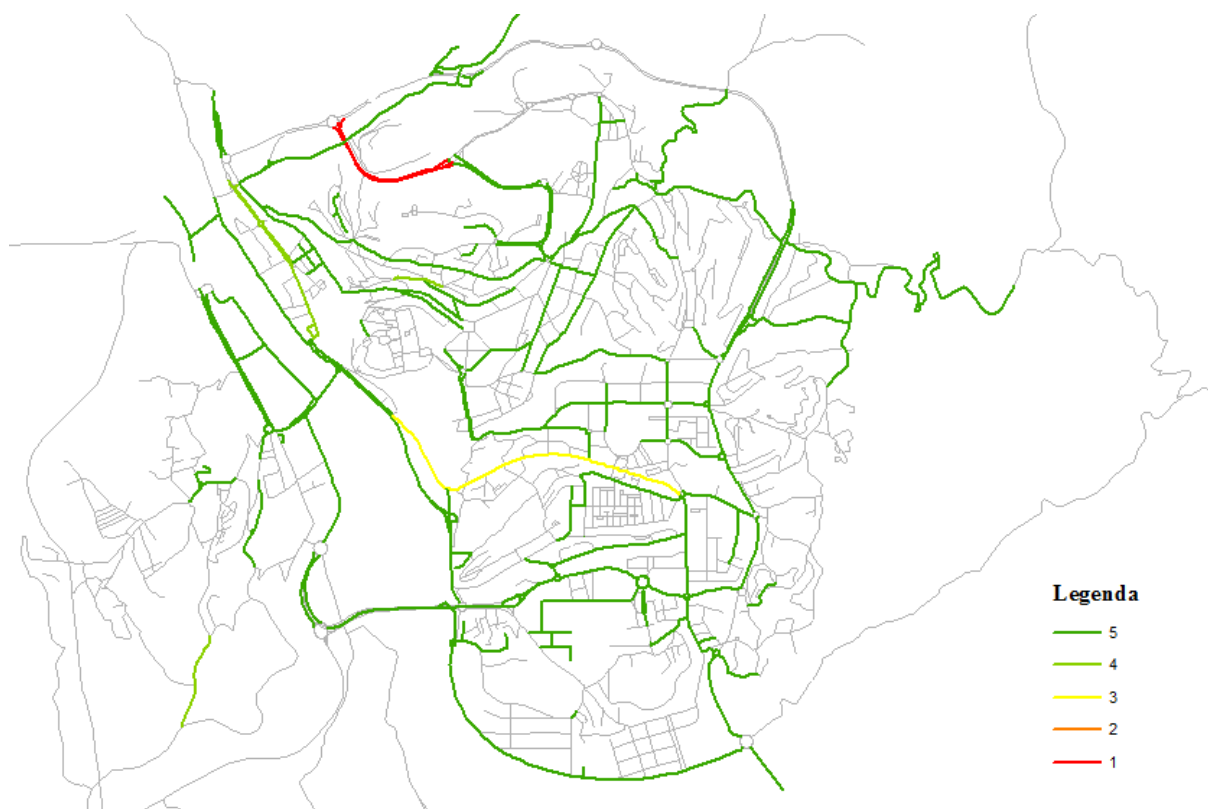


Figura 4.3 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2010 para comparação dos 3 anos

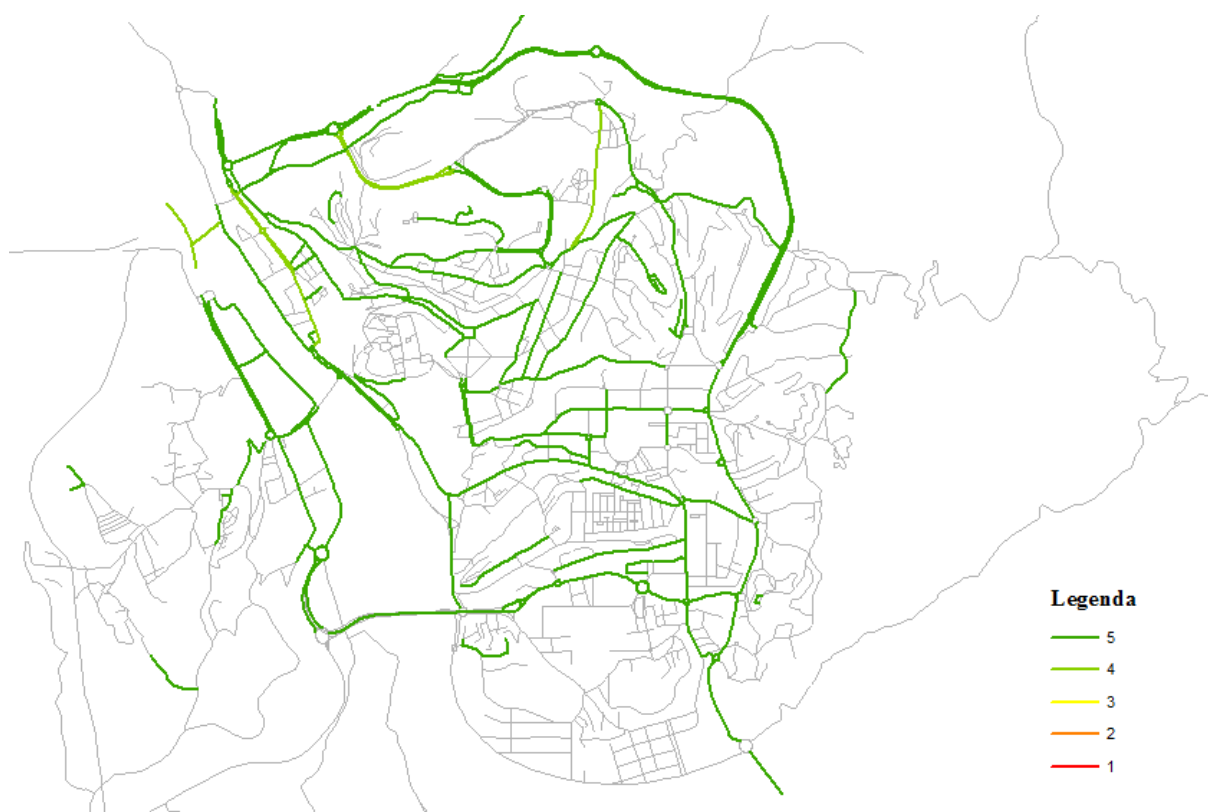


Figura 4.4 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2011 para comparação dos 3 anos

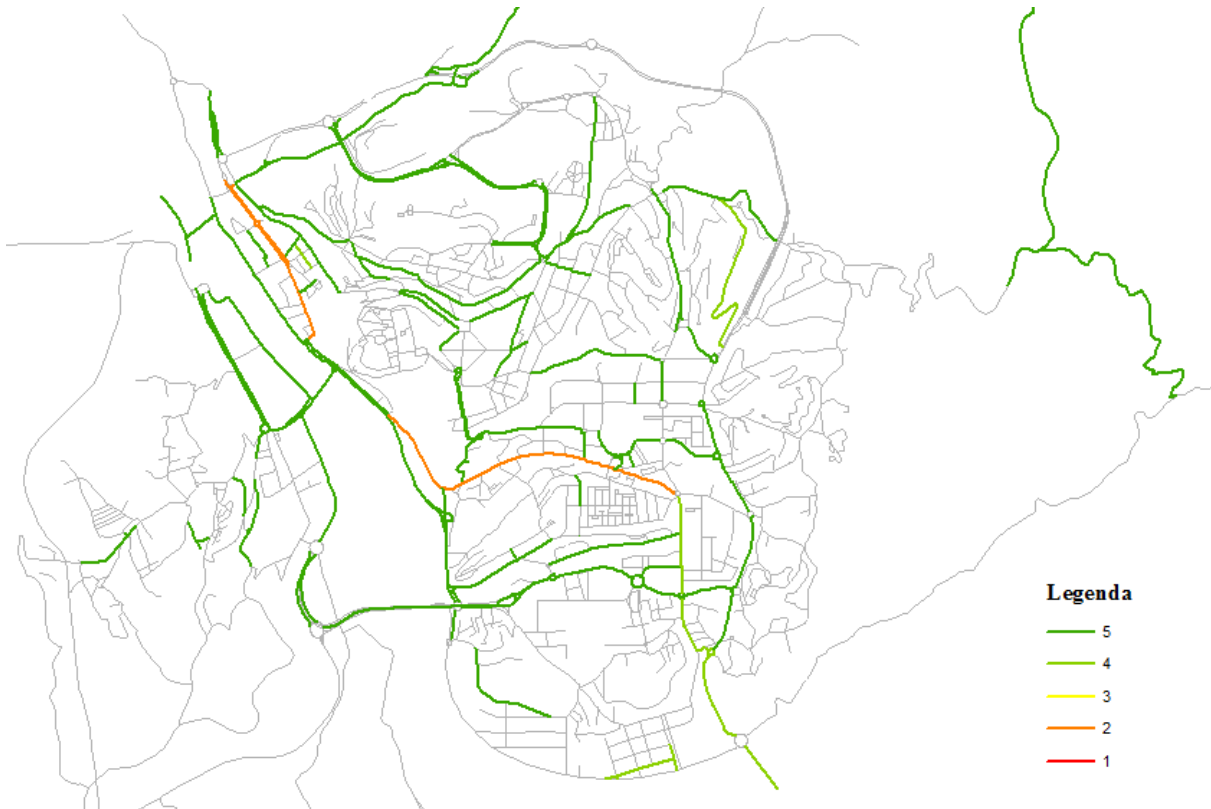


Figura 4.5 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2012 para comparação dos 3 anos

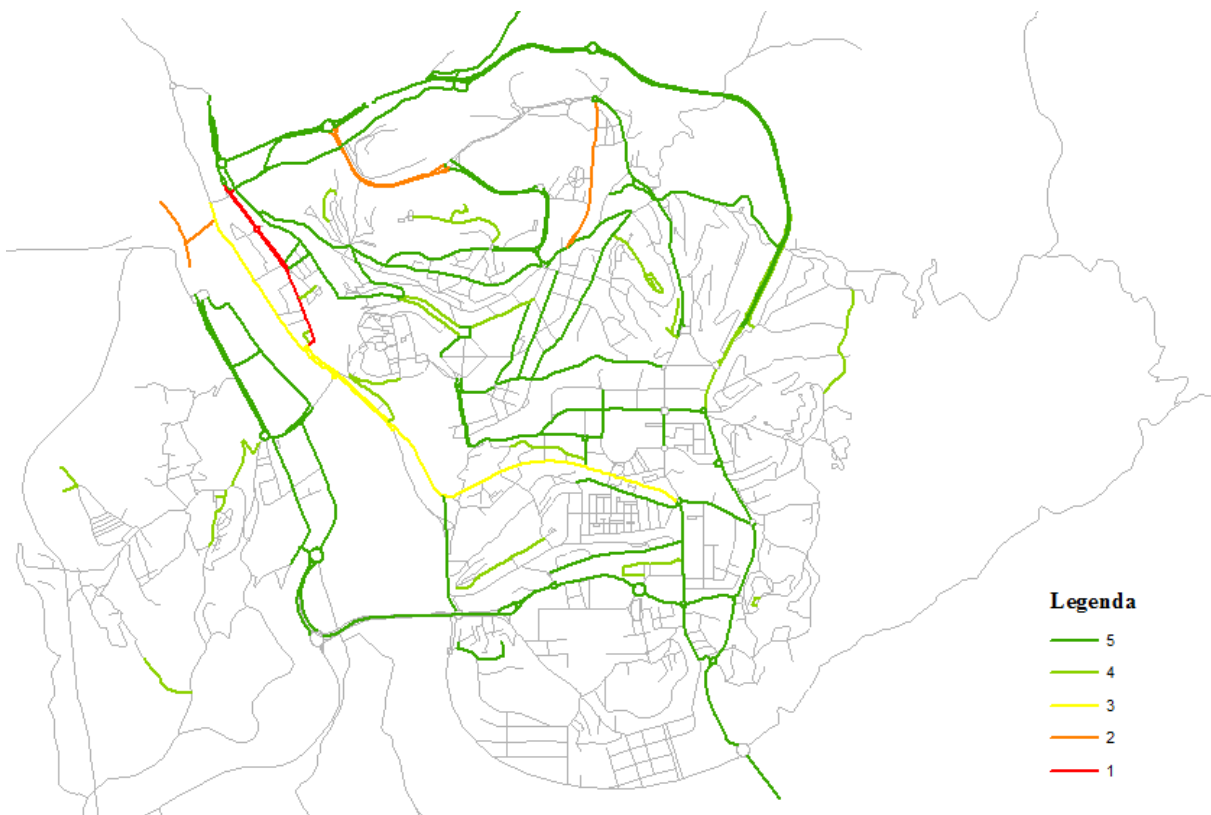


Figura 4.6 – Níveis de segurança rodoviária do ano 2011 para uma escala obtida para este ano considerado isoladamente

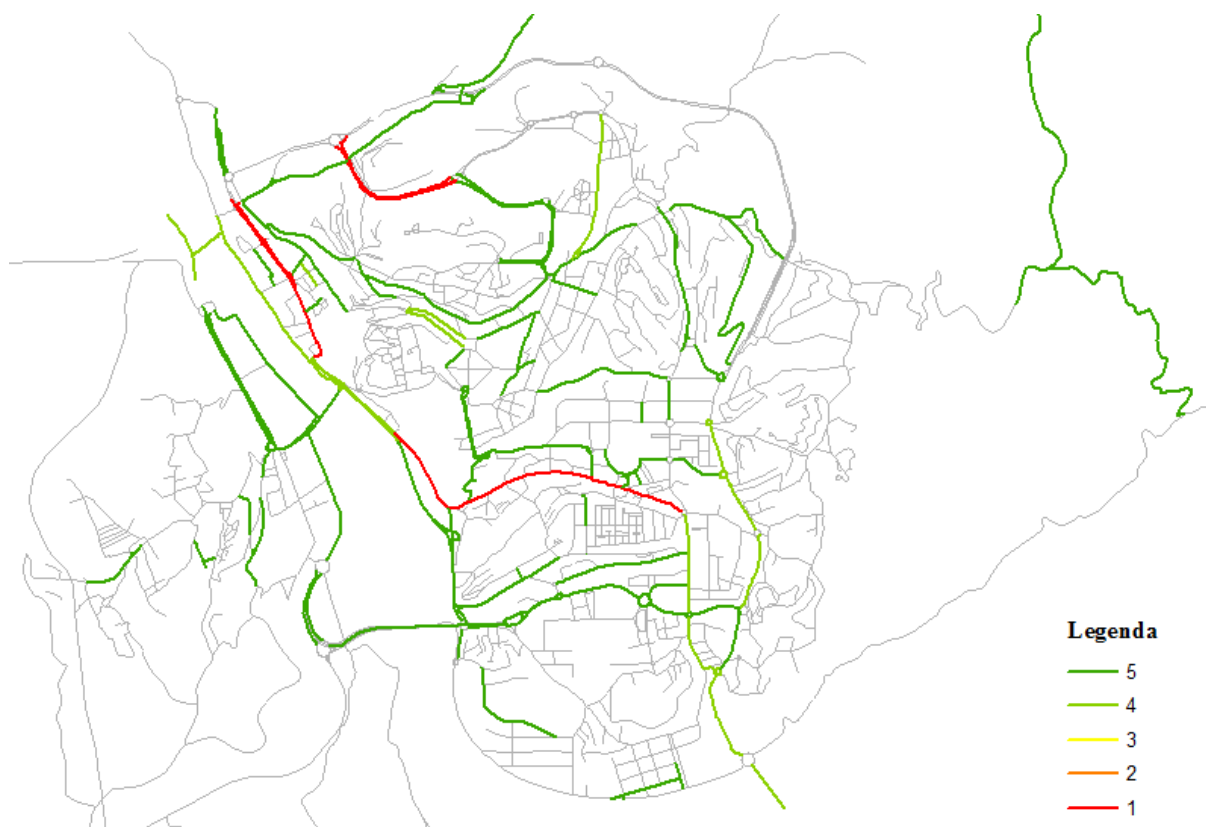


Figura 4.7 – Níveis de segurança rodoviária para os 3 anos em estudo considerados de forma agregada

### 4.3. Análise aos Trechos Fora das Interseções

Para se realizar a análise aos trechos foi necessário definir quais os acidentes que ocorrem na zona de influência das interseções para depois definir os trechos em secção corrente. Seguidamente apresentam-se os níveis de segurança rodoviária de cada trecho para se encontrar os que apresentam níveis mais baixos e, a partir daí, permitir uma análise mais pormenorizada dos acidentes.

#### 4.3.1. Seleção dos acidentes ocorridos em secção corrente

Antes de se realizarem as análises à rede, achou-se importante selecionar quais os acidentes que ocorreram fora das interseções, uma vez que é este o âmbito deste estudo. No SIG criou-se uma *layer* com nós em todas as interseções das ruas em estudo e, sobre essa *layer*, uma nova com *buffers* com 40 metros, centrados em cada interseção (Figura 4.8). Intersectando esta última *layer* com os acidentes foi possível obter apenas os que ocorreram fora desses *buffers*, ou seja, todos os acidentes em secção corrente.

A escolha da dimensão de 40 metros em torno das interseções prendeu-se com o facto de o Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes (Seco et al, 2008 b) definir que para a seleção de acidentes em interseções se considera usualmente um raio de 20 a 30 metros a

partir da berma. Foram efetuadas análises estudando estas dimensões e optou-se por 40 metros, considerando-se possíveis erros de localização dos acidentes aquando das suas georreferenciações. Além disso, aquela dimensão dos *buffers* garante que todos os acidentes relacionados com as interseções não são considerados na análise.



Figura 4.8 – Buffers de 40 metros em torno das interseções

A Figura 4.9 ilustra todos os acidentes que ocorreram em secção corrente, ao mesmo tempo que define os trechos que foram objeto de análise. Trechos de uma mesma rua foram nomeados com o nome da rua seguido de uma numeração crescente, ou seja, é atribuído o valor 1 ao trecho mais à esquerda ou mais ao cima prosseguindo a numeração para a direita e/ou para baixo, tendo por base o mapa da rede que se ilustra na figura. Em cada rua os trechos com o número 1 estão representados a roxo, com o número 2 a azul, com o número 3 a rosa e com o número 4 a castanho.

É de salientar a existência de trechos onde não se verificaram acidentes em um ou dois dos anos em estudo, assim como trechos onde não existem acidentes em quantidades assinaláveis. Apesar de uma aparente irrelevância de análise, verifica-se que o cálculo do VHL inclui não só o número de acidentes registados, como também o volume de tráfego do local e a gravidade dos acidentes, o que pode levar a níveis de segurança rodoviária baixos e, por conseguinte, à necessária análise do trecho.

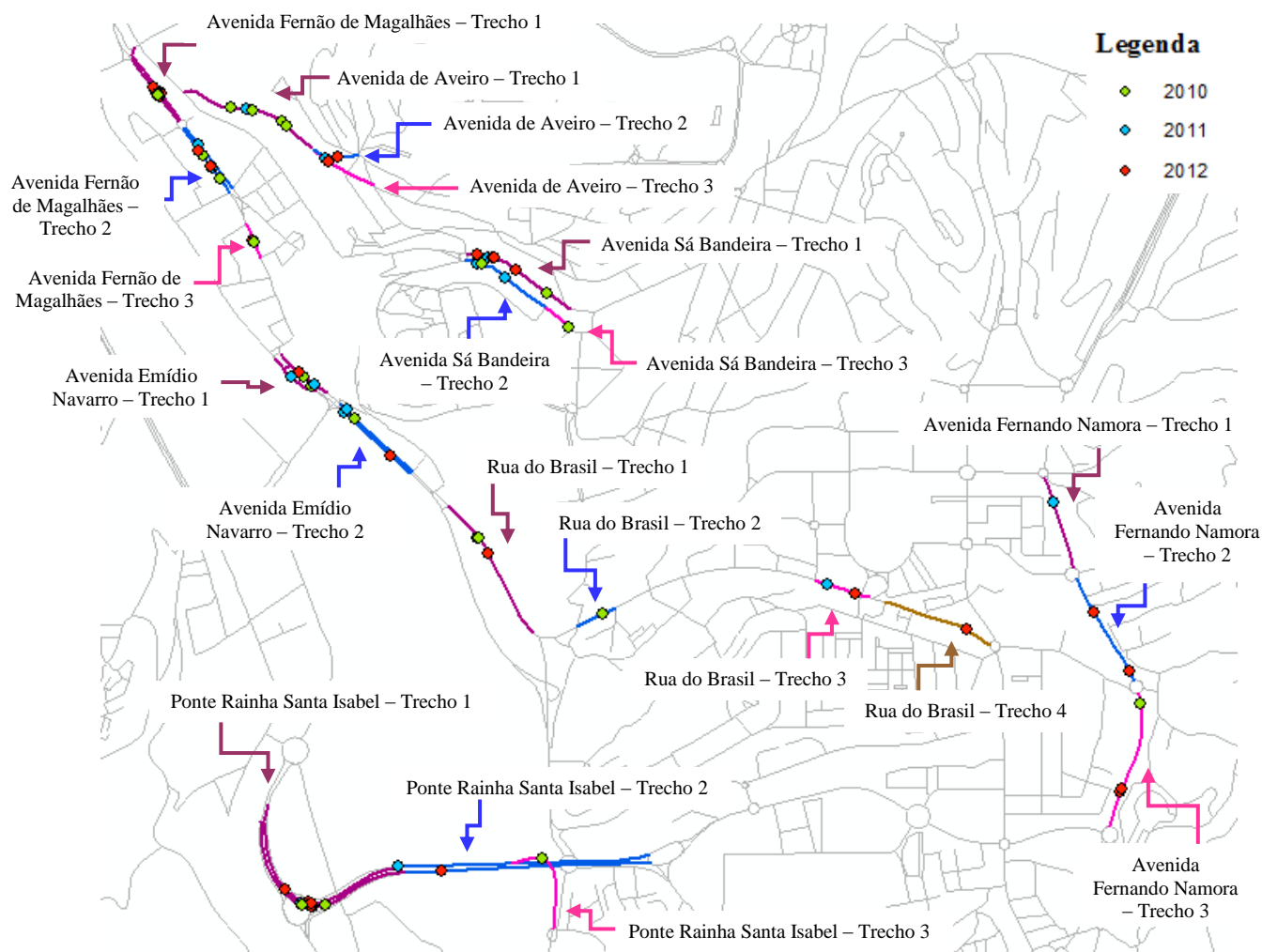


Figura 4.9 – Acidentes em secção corrente e definição de trechos

#### 4.3.2. Análise à base de dados

Do mesmo modo que se realizou uma análise da generalidade dos acidentes ocorridos na cidade de Coimbra com a informação da base de dados, achou-se oportuno efetuar o mesmo para o caso dos trechos fora das interseções, mencionados na Figura 4.9. Estas análises foram realizadas ao total dos acidentes e feridos leves (o único tipo de vítimas registado) dos 3 anos em estudo.

Das Figuras 4.10 à 4.14 observa-se uma clara tendência para a ocorrência de acidentes às terças, quartas e sextas-feiras, assim como com bom tempo e durante o dia. Por outro lado, é claro o elevado número de atropelamentos de peões em contraposição com as restantes naturezas de acidentes que ocorreram com muito menor expressão.

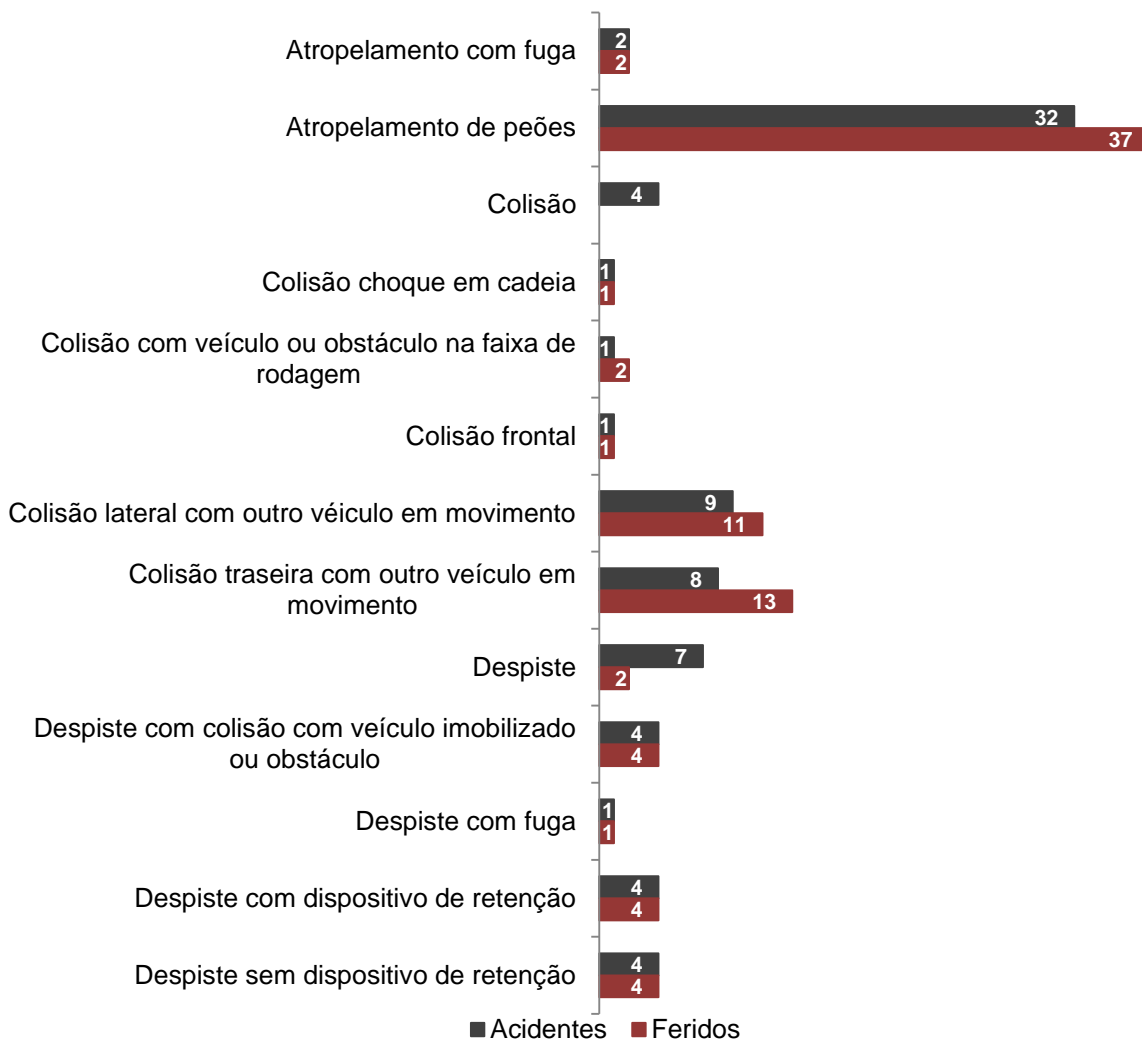


Figura 4.10 – Número de acidentes e feridos nos trechos por natureza (2010, 2011 e 2012)

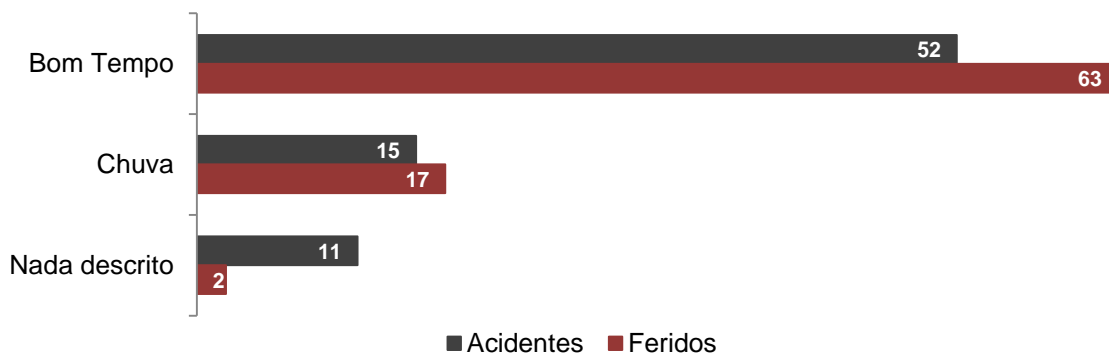


Figura 4.11 – Número de acidentes e feridos nos trechos em função das condições atmosféricas (2010, 2011 e 2012)

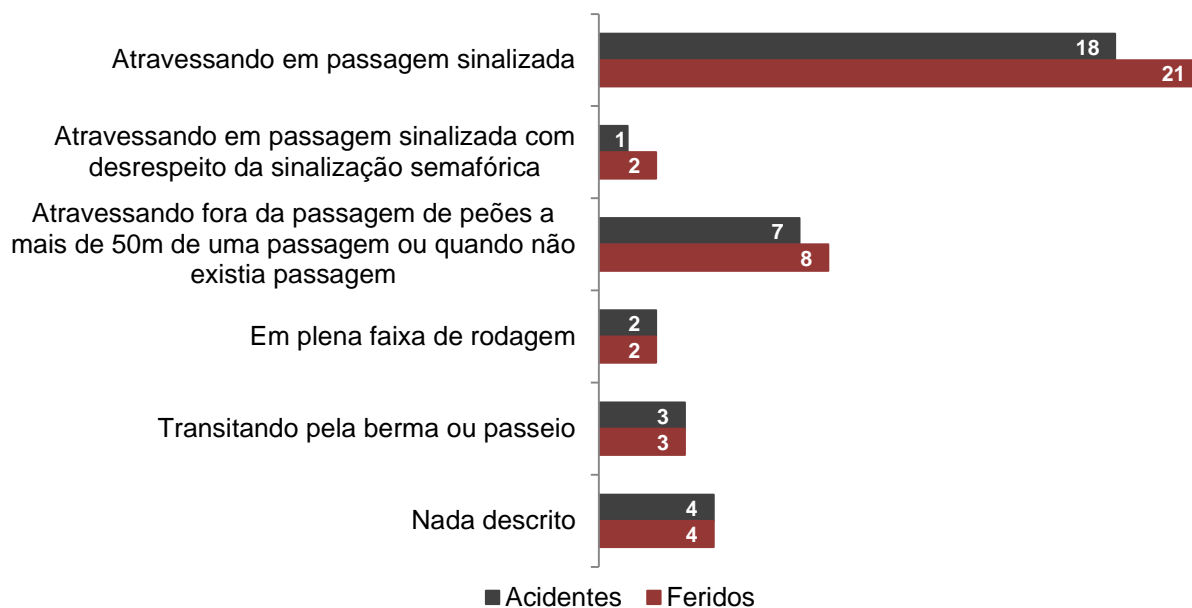


Figura 4.12 – Número de acidentes e feridos nos trechos por ação do peão (2010, 2011 e 2012)

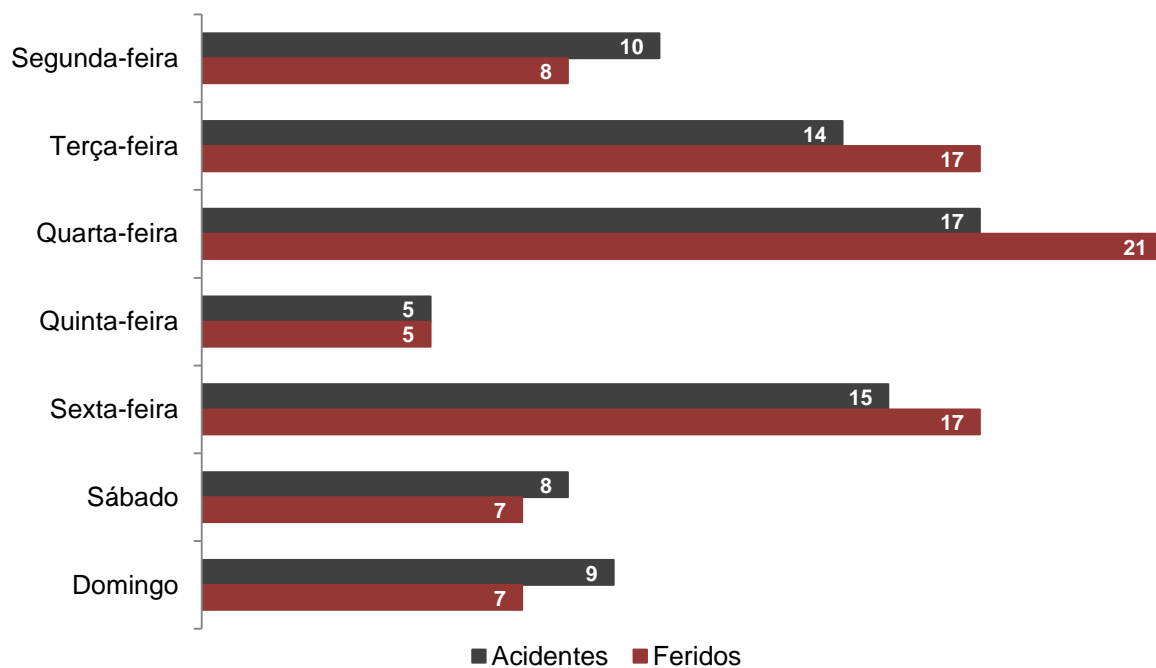


Figura 4.13 – Número de acidentes e feridos nos trechos por dia da semana (2010, 2011 e 2012)

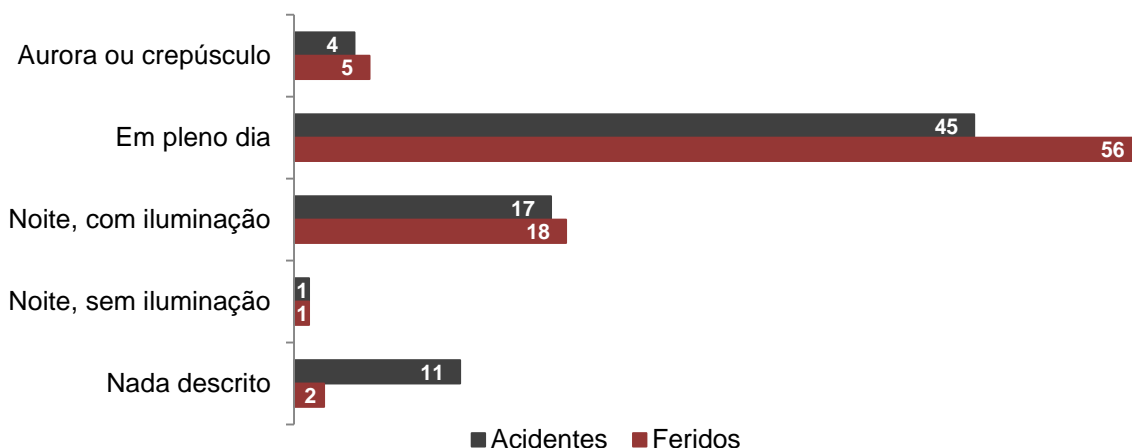


Figura 4.14 – Número de acidentes e feridos nos trechos em função das condições de luminosidade (2010, 2011 e 2012)

#### 4.3.3. Cálculo do Valor Hierárquico do Local

Do mesmo modo que foram definidos os níveis de segurança para toda a rede, através do VHL, também no caso dos trechos fora das interseções se aplicou o mesmo método. Uma vez que se estão a contabilizar acidentes de 3 anos para cada um dos trechos, decidiu-se fazer uma análise conjunta, isto é, utilizando a soma dos acidentes dos 3 anos para o TAL, definindo o valor do G também com base nesse total de acidentes. No entanto, para uma análise da evolução ao longo do triénio foram calculados também os valores anuais.

Os cálculos efetuados podem ser consultados no Apêndice III. Repare-se que os níveis mais baixos de segurança rodoviária não correspondem necessariamente aos trechos com mais feridos nos acidentes. O mesmo não aconteceria se fosse utilizado o Indicador de Gravidade (IG) para definição dos níveis de segurança rodoviária.

A utilização do *ArcGis* permitiu obter a Figura 4.15 na qual se definiu um código de cores segundo o VHL, ou seja, segundo o nível de segurança rodoviária, para o total dos 3 anos em estudo. Após isto, foi feita uma análise aos acidentes dos trechos com pior nível de segurança, níveis 1 e 2, uma vez que é esta a metodologia a aplicar para definir futuras intervenções na infraestrutura para mitigar os acidentes rodoviários.

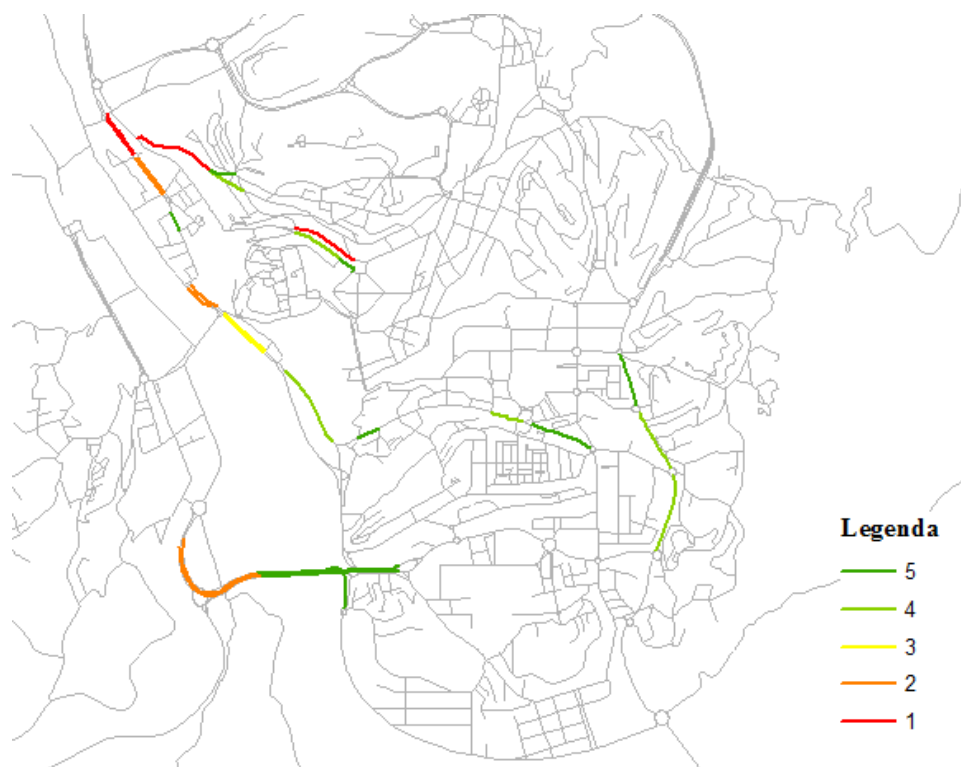


Figura 4.15 – Níveis de segurança rodoviária nos trechos fora de interseções para os 3 anos considerados de forma agregada

#### 4.3.4. Análises de sinistralidade

As análises de sinistralidade têm como objetivo estudar os acidentes que ocorreram em cada trecho, por forma a encontrar trechos de acumulação de acidentes ou repetições sistemáticas da natureza dos acidentes.

Seguidamente serão apreciados os trechos onde se obtiveram piores valores de VHL, apresentados por ordem alfabética. Para facilitar a abordagem, efetuam-se três tipos de análises:

- Análise geral – valor de VHL é calculado para os acidentes ocorridos em cada trecho no conjunto dos 3 anos, obtendo-se um único nível de segurança geral para cada trecho comparativamente aos restantes; o indicador VHL foi normalizado para o mínimo e o máximo obtidos em todos os trechos considerando os acidentes dos três anos de forma agregada;
- Análise anual total – valor de VHL é calculado para cada trecho, em cada um dos 3 anos separadamente; a normalização é feita com base nos valores máximo e mínimo obtidos nos 3 anos, permitindo comparar, quer o nível de segurança de um trecho em cada um dos anos, quer o nível de segurança de um trecho com os restantes em cada ano, ou no triénio.
- Análise anual isolada – valor de VHL é calculado para cada trecho, em cada um dos 3 anos separadamente; a normalização é feita com base nos valores máximo e mínimo obtidos em cada um dos anos, obtendo-se uma escala diferente para cada um dos 3 anos,

o que não permite comparar níveis de segurança de um trecho em vários anos, mas facilita a comparação com outros trechos no mesmo ano.

### Avenida Emídio Navarro – Trecho 1

Do total dos 5 acidentes com feridos deste trecho (Figura 4.16):

- 2 ocorreram em 2010 com 2 feridos leves;
- 2 ocorreram em 2011 com 2 feridos leves;
- 1 ocorreu em 2012 com 1 ferido leve.



Figura 4.16 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Emídio Navarro

Todos os acidentes ocorreram fora dos dias do fim-de-semana, em horários diversos e maioritariamente com bom tempo. Três deles são atropelamentos, dois em passagem sinalizada e o outro fora da passagem para peões, sendo que os que ocorreram em passagem sinalizada foram durante a noite e durante a aurora. Os restantes acidentes foram um despiste e uma colisão que se julga serem acontecimentos isolados, dado a sua pouca representação. Afiguram-se necessárias observações no local, com atenção às condições de iluminação da passagem para peões, às condições de atrito do pavimento, ou outras causas para a ocorrência dos acidentes.

A análise anual total aos níveis de VHL revela um nível de segurança verde em todos os anos, com valores normalizados de 4 e 5, o que não explica o nível de segurança na análise geral ser igual a 2. No entanto, quando se realiza uma análise anual isolada verifica-se que no ano de 2011 este trecho foi um dos que apresentou um nível de segurança mais baixo (nível 1) na rede urbana de Coimbra (Figura 4.17). Como já se tinha revelado anteriormente (Figura 4.4), o ano de 2011 teve menores valores de sinistralidade que os restantes 2 anos, o que torna mais difícil a análise geral em comparação com a anual total. Contudo, esta última permite perceber que para este trecho em concreto os valores relativos não se alteraram de forma significativa, pois o VHL que se obtém em

cada um dos anos corresponde a níveis de segurança iguais (2010 e 2011) ou contíguos (2012).



Figura 4.17 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1

Dos 10 acidentes deste trecho (Figura 4.18):

- 5 ocorreram em 2010 com 6 feridos leves;
- 1 ocorreu em 2011 com 1 feridos leve;
- 4 ocorreram em 2012 com 4 feridos leves.

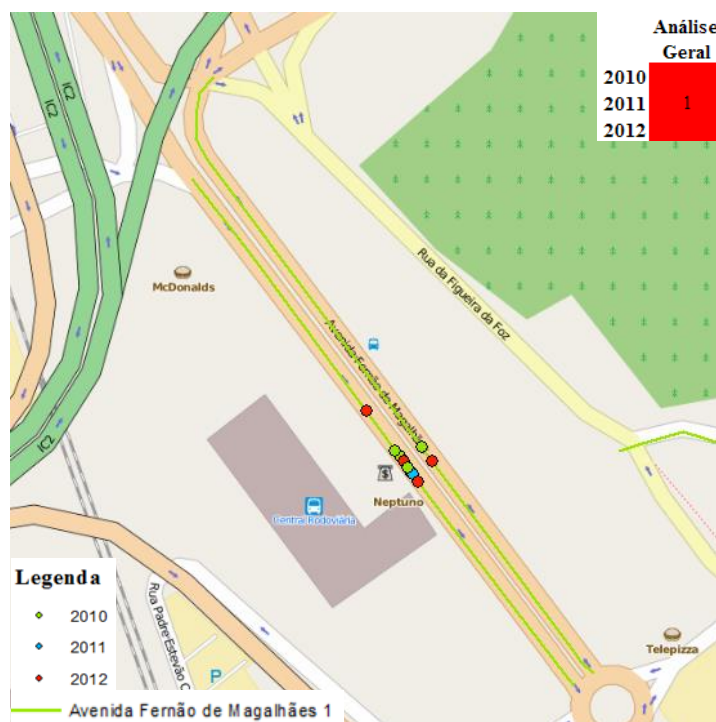


Figura 4.18 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Fernão de Magalhães

Do total dos acidentes apenas 2 não foram atropelamentos. Ocorreram em diversos dias da semana, maioritariamente durante o dia e com bom tempo. Todos os atropelamentos foram na mesma passagem para peões em ambas as faixas de rodagem, à exceção de um que ocorreu a mais de 50 metros da passagem para peões. Em 6 dos 8 atropelamentos, a

faixa etária dos feridos encontra-se entre os 41 e os 69 anos de idade. Os outros dois acidentes, embora de naturezas diferentes, também ocorreram no mesmo local. De modo a entender o elevado número de acidentes da mesma natureza e no mesmo local, deve-se proceder posteriormente a um estudo das velocidades praticadas no trecho, das condições de iluminação da passagem para peões, assim como, do atrito superficial do pavimento. Sabendo-se que a redução da velocidade pode também resolver indiretamente possíveis problemas ao nível do atrito, a conclusão deste estudo poderá levar à adoção de medidas mais económicas que obriguem à redução da velocidade, como os sinais luminosos com uso de botoneiras ou sensores, e as bandas cromáticas. Por outro lado, caso se verifiquem reais problemas de atrito superficial, a sua correção, que embora se afigure como uma medida economicamente mais dispendiosa, terá uma maior relação benefício/custo.

Os valores do VHL foram maioritariamente elevados, o que resultou num baixo nível de segurança rodoviária quando se realizou a análise geral ao VHL. Embora no ano de 2011 este trecho não esteja incluído no conjunto de trechos com o nível de segurança mais baixo, nos restantes anos os valores obtidos para VHL posicionam-no num dos piores trechos da cidade de Coimbra, quer numa análise anual total (Figura 4.19), quer numa análise anual isolada (Figura 4.20).

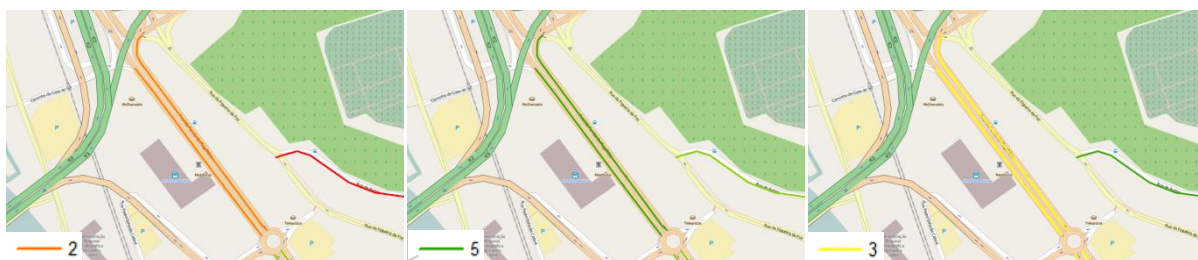


Figura 4.19 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

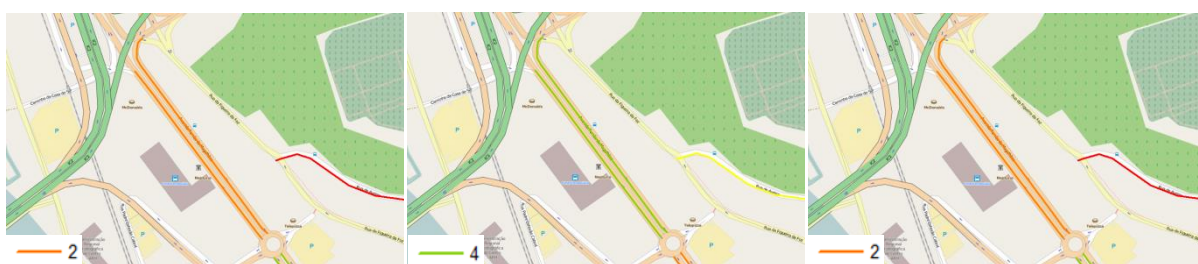


Figura 4.20 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 2

Do total dos 8 acidentes com feridos deste trecho (Figura 4.21):

- 2 ocorreram em 2010 com 2 feridos leves;
- 2 ocorreram em 2011 com 2 feridos leves;
- 4 ocorreram em 2012 com 5 feridos leves.



Figura 4.21 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Fernão de Magalhães

Todos os acidentes são atropelamentos, divergindo apenas no modo como ocorreram. Em 3 dos acidentes o peão foi atropelado enquanto atravessava numa passagem sinalizada, 2 atravessando a mais de 50 metros de uma passagem para peões, 2 enquanto transitava na berma ou passeio, restando 1 que não se conhece a ação do peão. Todos os atropelamentos ocorreram com bom tempo, apenas um durante a noite e outro durante o crepúsculo, tendo todos os outros ocorrido entre as 10h45 e as 17h00. A causa dos atropelamentos deverá ser estudada, principalmente analisando as velocidades praticadas neste trecho pelos condutores dos veículos. Futuramente, na posse de estudos conclusivos, as medidas de acalmia de tráfego poderão ser uma solução eficaz para o controlo das velocidades, julgando-se que a aplicação de sinais luminosos que regulem o atravessamento da passagem para peões poderá contribuir para diminuir os atropelamentos naquele local.

Da análise anual total percebe-se que apenas no ano de 2012 os valores do VHL divergiram dos obtidos nos dois anos anteriores, o que resultou num nível de segurança menos elevado (nível 3). Contudo, a explicação para se ter obtido um nível de segurança 2 no total dos 3 anos está nas análises anuais isoladas (Figura 4.22), nas quais se percebe que este trecho teve um nível de segurança 2 em 2011 e 2012. Logo conclui-se que é um dos trechos com mais sinistralidade em Coimbra.

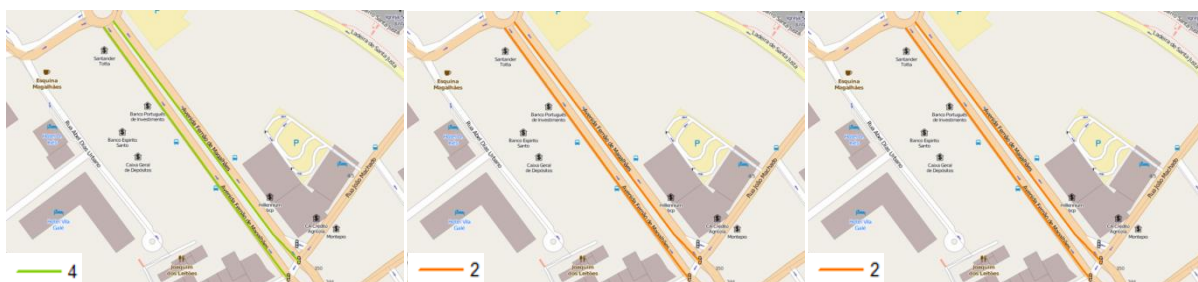


Figura 4.22 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1

Do total dos 7 acidentes com feridos deste trecho (Figura 4.23):

- 2 ocorreram em 2010 com 2 feridos leves;
- 2 ocorreram em 2011 com 3 feridos leves;
- 3 ocorreram em 2012 com 3 feridos leves.

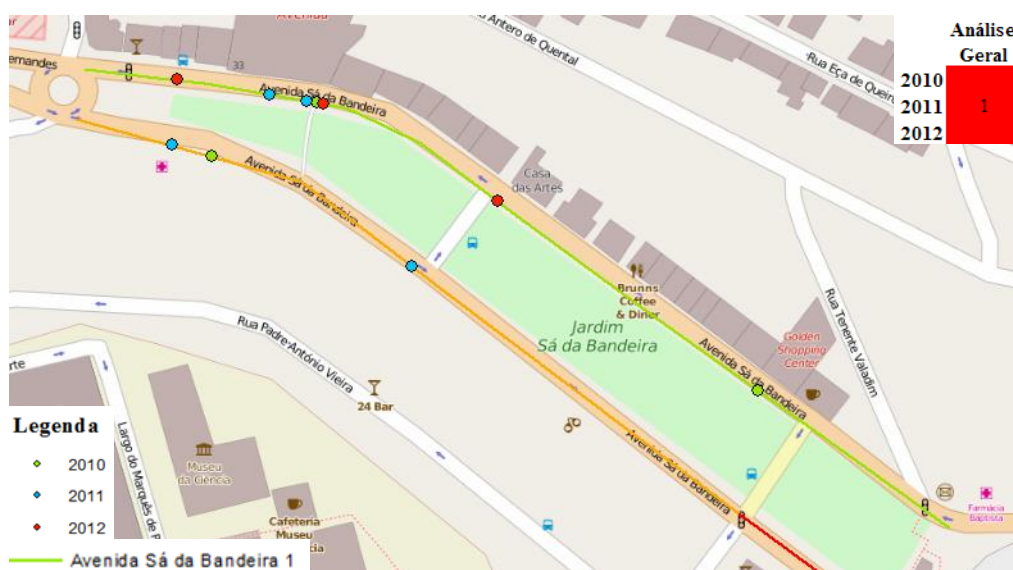


Figura 4.23 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Avenida Sá da Bandeira

Todos os acidentes ocorreram em período noturno, à exceção de uma colisão traseira que se verificou durante o dia. Dos 7 acidentes, 4 são atropelamentos, todos eles de peões com idades compreendidas entre os 22 e os 28 anos. É de assinalar o horário noturno destes acidentes, a faixa etária jovem dos peões, a pendente do trecho e a grande largura da via na zona de ocorrência dos acidentes. Note-se que os acidentes não estão distribuídos uniformemente pelos dias da semana, o que leva a crer que a infraestrutura poderá não ser a principal causa para a ocorrência destes.

Os níveis de segurança nos últimos anos do estudo são bastante baixos quando se realiza uma análise anual isolada (Figura 4.24), o que permite verificar que este trecho é um dos

que tem pior VHL dentre os trechos analisados para esses dois anos. Por outro lado, o nível de segurança mantém-se nos dois primeiros anos, mas diminui no último ano quando se realiza uma análise anual total, ou seja, o VHL mantém-se nos mesmos níveis aumentando em 2012 (Figura 4.25).

Repare-se que o nível de segurança para o ano de 2011 é o mais baixo quando se analisa cada ano individualmente (Figura 4.24), o que resulta deste trecho ser um dos com maior VHL nesse ano. Por outro lado, quando se realiza uma análise anual total (Figura 4.25) verifica-se que os valores de 2010 se mantêm em 2011, ou seja, o nível de segurança mantém-se, o que ajuda a perceber que as análises anuais isoladas não nos permitem fazer comparações entre os diferentes anos. Volta-se a perceber a necessidade de realizar as duas análises, uma para avaliar o nível de segurança global e outra para entender a evolução do VHL no trecho.

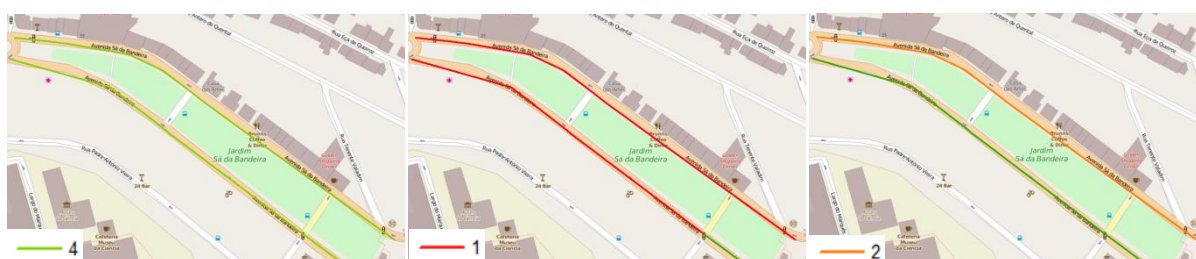


Figura 4.24 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

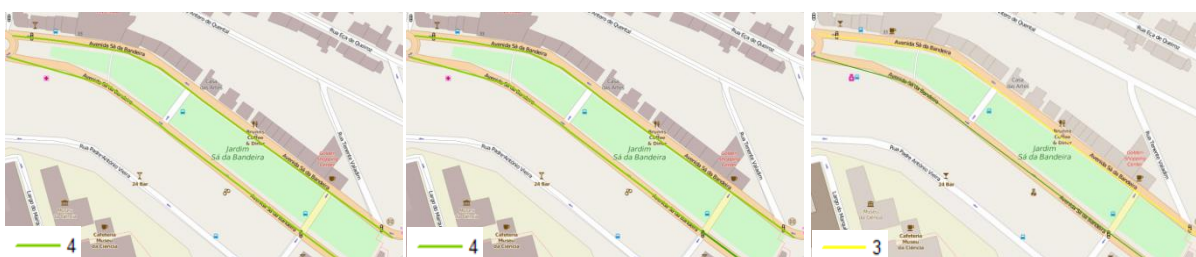


Figura 4.25 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Ponte Rainha Santa Isabel – Trecho 1

Dos 9 acidentes deste trecho (Figura 4.26), 3 não têm feridos mas, uma vez que são da mesma natureza de outros onde existiram feridos, achou-se importante contar com eles na análise. No total:

- 2 ocorreram em 2010 com 1 ferido leve;
- 1 ocorreu em 2011 com 1 ferido leve;
- 6 ocorreram em 2012 com 4 feridos leves.

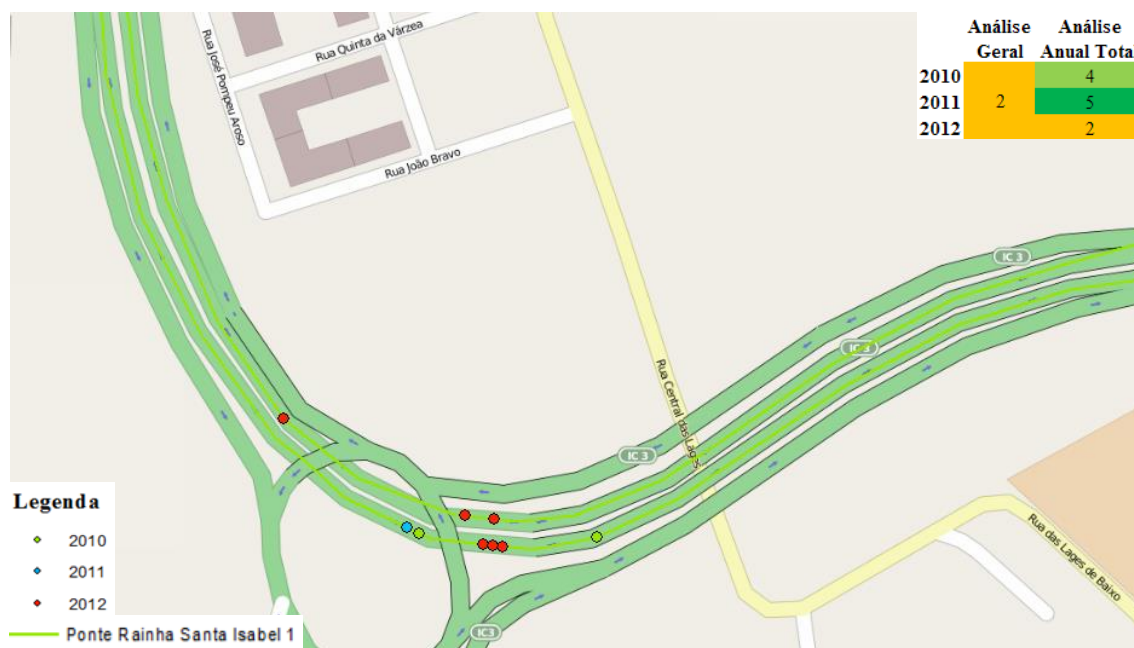


Figura 4.26 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Ponte Rainha Santa Isabel

Há exceção de uma colisão traseira, todos os outros acidentes foram despistes e maioritariamente com chuva. O local caracteriza-se por um trecho da ponte em curva onde existe uma junta de dilatação. Teoricamente, em dias de chuva o atrito entre as rodas dos veículos e a junta de dilatação reduz-se, juntando ainda o facto pouco favorável de se estar a circular num trecho em curva. Se existirem velocidades superiores às admissíveis no local, reúnem-se condições favoráveis para os veículos entrarem em despiste. Futuras observações do local deverão ser realizadas em dias de chuva, conjugadas com análises às velocidades praticadas no local pelos condutores e ao atrito superficial daquela zona específica do trecho.

O nível de segurança global para os 3 anos foi de 2 neste trecho, explicado pela análise anual isolada (Figura 4.27), onde se obteve no ano de 2012 o maior VHL desse ano, logo o nível de segurança mais baixo correspondente ao valor 1. Embora nos restantes anos o nível de segurança se tenha situado no nível 4, a grande diferença de VHL que se observa no último ano da análise condiciona o nível de segurança global. Por outro lado, na análise anual percebe-se que os valores obtidos não seguem uma tendência definida, uma vez que o nível de segurança aumentou de 2010 para 2011, de 4 para 5, mas diminuiu consideravelmente de 2011 para 2012, sem que tenham ocorrido intervenções na infraestrutura.

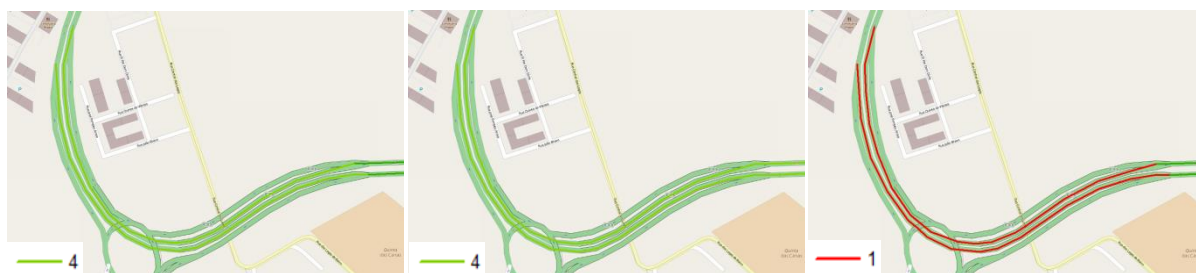


Figura 4.27 – Níveis de segurança rodoviária na Ponte Rainha Santa Isabel – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Rua de Aveiro – Trecho 1

Dos 6 acidentes deste trecho (Figura 4.28), 3 não têm feridos mas, uma vez que foram facultados pela PSP e que são da mesma natureza de outros onde existiram feridos, achou-se importante contar com eles na análise. No total:

- 5 ocorreram em 2010 com 4 feridos leves;
- 1 ocorreu em 2011 sem se verificarem feridos.

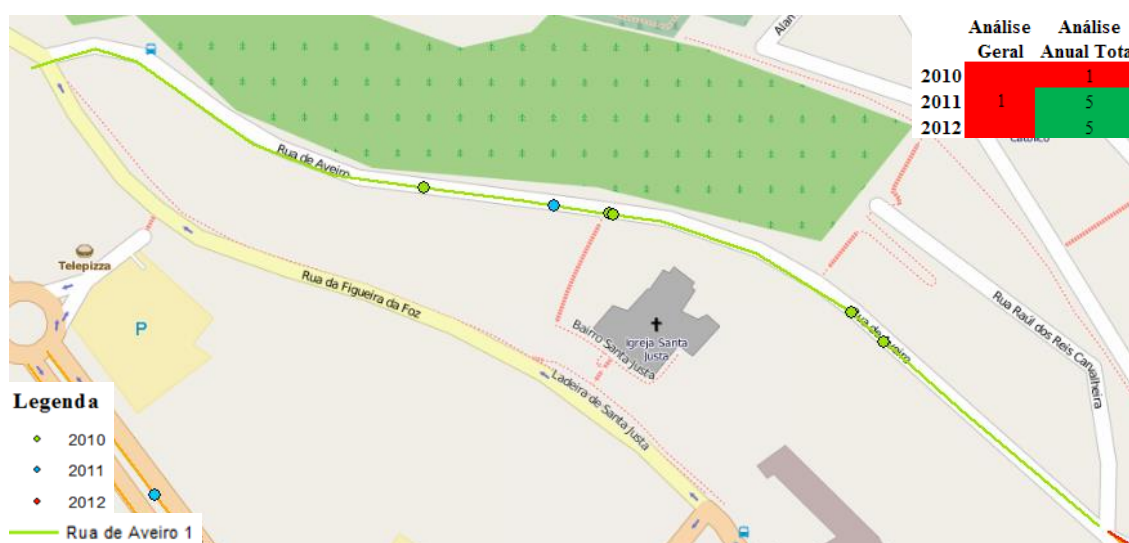


Figura 4.28 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 1 da Rua de Aveiro

A maioria dos acidentes são colisões que ocorreram em pleno dia com bom tempo. Da análise dos esquemas dos acidentes com colisões percebe-se que a maioria ocorreu por despiste e consequente colisão, e numa passagem para peões que resultou em colisão traseira. Os 2 despistes e uma colisão frontal que se verificaram, ocorreram na via com sentido descendente, após uma curva. Afigura-se útil realizar observações no local, mais especificamente às velocidades praticadas, uma vez que podem gerar situações de perda de controlo do veículo na zona em curva.

Como já verificado, este trecho é um dos piores da rede urbana de Coimbra, com um nível de segurança 1 no global dos 3 anos. Da análise anual isolada (Figura 4.29) percebe-se que o ano de 2010 é o que condiciona essa situação uma vez que apresenta um baixo nível de segurança (nível 1). No ano de 2011, embora não tenha tido um VHL muito relevante (nível de segurança 5) na análise anual total, apresenta na análise anual isolada um nível de segurança 3. Ao nível de segurança 5 do ano 2012 corresponde um VHL nulo, pois não existem acidentes com vítimas nesse ano, neste trecho. Confirma-se assim uma tendência clara para a melhoria do nível de segurança deste troço nos anos em estudo, o que poderá sugerir pouco interesse em análises mais detalhadas.



Figura 4.29 – Níveis de segurança rodoviária na Rua de Aveiro – Trecho 1 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Outros Trechos

Dos restantes trechos fora de interseções achou-se importante analisar mais dois: avenida Emídio Navarro – trecho 2 e avenida Sá da Bandeira – trecho 2. Embora os seus níveis de segurança para os anos em estudo sejam mais elevados, o objetivo é essencialmente perceber as principais diferenças entre estes e outros trechos parecidos, em geometria e volume de tráfego. Por outro lado, estes trechos foram os únicos que, além dos já analisados, obtiveram níveis de segurança baixos quando analisados anualmente e isoladamente, nível 1 no ano de 2011.

#### Avenida Emídio Navarro – Trecho 2

Do total dos 4 acidentes com feridos (Figura 4.30):

- 1 ocorreu em 2010 com 1 ferido leve;
- 2 ocorreram em 2011 com 2 feridos leves;
- 1 ocorreu em 2012 com 1 ferido leve.



Figura 4.30 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Emídio Navarro

Não se encontra uma tendência para a ocorrência de uma natureza específica ou de um local mais suscetível para a ocorrência de acidentes. As duas colisões que ocorreram foram no mesmo ano mas em sentidos opostos. Ocorreu um despiste em condições de chuva, sendo o único acidente deste género. Os restantes foram um atropelamento de um peão que realizava um atravessamento fora de uma passagem para peões. Com esta análise à base de dados não se detetou qualquer padrão específico que sugira análises posteriores mais direcionadas, o que se traduziu num nível de segurança 3 obtido para este trecho.

Os níveis de segurança mantêm-se constantes e elevados ao longo dos 3 anos (Figura 4.31). Contudo, o nível de segurança geral está no nível 3 uma vez que no ano 2011 o VHL deste trecho é o maior obtido para esse ano, correspondendo a um nível de segurança 1 na análise anual isolada (Figura 4.32).



Figura 4.31 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 2 através duma análise anual total (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)



Figura 4.32 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Emídio Navarro – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

### Avenida Sá da Bandeira – Trecho 2

Dos 3 acidentes com feridos (Figura 4.33):

- 1 ocorreu em 2010 com 1 ferido leve;
- 2 ocorreram em 2011 com 2 feridos leves.



Figura 4.33 – Acidentes ocorridos e VHL no trecho 2 da Avenida Sá da Bandeira

Tal como descrito para o trecho 1 desta mesma rua, a tendência para os acidentes em horário noturno e durante os mesmos dias da semana repete-se. As idades dos peões atropelados são um pouco mais baixas, 17 e 18 anos, mas continua a observar-se atropelamentos a jovens. Embora este troço seja em sentido ascendente, futuras análises deverão averiguar se são praticadas velocidades superiores às admissíveis para o local.

Este trecho compara-se ao trecho anterior quando se realiza o estudo dos níveis de segurança. Também neste caso o ano de 2011 contribuiu com maior percentagem para o nível de segurança geral (Figura 4.34), que neste trecho corresponde a 4. A diferença está no ano de 2012 onde não se verificaram acidentes, logo obteve-se um VHL nulo, isto é,

um nível de segurança 5. Comparando os 3 anos percebe-se que os níveis de segurança são elevados, o ano de 2012 obteve um nível 5 e os restantes situam-se no nível 4.



Figura 4.34 – Níveis de segurança rodoviária na Avenida Sá da Bandeira – Trecho 2 através duma análise anual isolada (da esquerda para a direita: 2010, 2011 e 2012)

#### 4.4. Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado um método que pode ser utilizado quando se pretende realizar uma análise à sinistralidade de uma zona urbana. O indicador Valor Hierárquico do Local revelou-se o mais indicado neste género de análises, em vez do Indicador de Gravidade muito utilizado noutra tipo de situações.

A aplicação de várias análises aos trechos permitiu compreender a evolução da sinistralidade registada no decorrer dos 3 anos em estudo. Permitiu também explicar os valores obtidos na análise geral, onde se obtém um valor único de VHL normalizado no triénio para cada trecho da rede.

Depreende-se que a análise geral constitui um bom indicador do nível de segurança de um local, mas necessita sempre de ser complementada com análises efetuadas separadamente para os anos em estudo.

Por outro lado, neste capítulo explica-se a metodologia de definição dos trechos fora de interseções. A utilização do *software* ArcGIS permitiu estabelecer uma metodologia eficaz de determinação dos trechos. Para isso, criou-se uma *layer* de *buffers* nas interseções e fez-se o seu cruzamento com a restante rede, de modo a obter uma segunda *layer* com uma rede de trechos, sem as interseções.

O SIG permite ainda a construção de uma escala de cores atribuídas aquando da criação dos níveis de segurança. Volta-se a frisar a utilidade das funções avançadas do *software* que permitem manipular os dados por forma a obter imagens representativas do que se pretende analisar, sob várias perspetivas de análise.

Da análise geral aplicada aos trechos, resultaram aqueles com piores níveis de segurança, tendo recaído sobre esses um estudo mais detalhado (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Trechos com níveis de segurança global mais baixos

Trechos	Nível de Segurança
Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 1	1
Avenida Sá da Bandeira – Trecho 1	1
Rua de Aveiro – Trecho 1	1
Avenida Emídio Navarro – Trecho 1	2
Avenida Fernão de Magalhães – Trecho 2	2
Ponte Rainha Santa Isabel – Trecho 1	2

Do estudo mencionado anteriormente, identificaram-se como trechos prioritários para análises futuras mais detalhadas os que constam do Quadro 4.4. O quadro foi construído tendo por base as análises anuais totais dos trechos, uma vez que apenas essas permitem a comparação entre os vários anos. O nível de prioridade referido foi aplicado ordenando inicialmente os trechos pelos valores de 2012, por se considerar aquele com maior relevância, sendo depois ajustada a ordenação pelos valores dos restantes dois anos. Neste processo de definição das prioridades importa também não esquecer o conceito de nível de segurança global, onde os níveis anuais mais baixos ditam igualmente níveis de segurança globais mais baixos.

Quadro 4.4 – Trechos identificados como prioritários para análises mais detalhadas

Nível de Prioridade	Trecho	Níveis de Segurança Totais		
		2010	2011	2012
1	Avenida Sá da Bandeira - 1	4	4	3
2	Avenida Fernão de Magalhães – 1	2	5	3
3	Ponte Rainha Santa Isabel - 1	4	5	2
4	Avenida Fernão de Magalhães – 2	4	4	3
6	Rua de Aveiro - 1	1	5	5
7	Avenida Emídio Navarro - 1	4	4	5

## 5. CONCLUSÃO

### 5.1. Síntese do Trabalho e Conclusões Gerais

Esta dissertação propunha-se analisar situações concretas de ocorrência de acidentes em meio urbano, utilizando como caso de estudo a rede da cidade de Coimbra, de modo a estudar a localização dos trechos com maior prevalência de acidentes, a partir de indicadores de sinistralidade.

Utilizaram-se os dados da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), que disponibilizou a base de dados dos acidentes registados em Coimbra no triénio de 2010, 2011 e 2012; os dados da Polícia de Segurança Pública (PSP), que disponibilizou os esquemas dos acidentes e informações de data e hora, necessários ao cruzamento de dados com os elementos da ANSR; os dados da Metro-Mondego S.A. que forneceu o estudo, realizado pela própria entidade, dos volumes de tráfego em alguns pontos da cidade de Coimbra.

Os indicadores de sinistralidade utilizados foram representados na forma de níveis de segurança de um determinado trecho, alcançados com recurso ao cálculo do Valor Hierárquico do Local (VHL). O VHL foi utilizado em vez do Indicador de Gravidade (IG), o qual é geralmente utilizado mas que não se revelou adequado no estudo da segurança rodoviária em meio urbano. Os valores que se obtiveram para o IG foram bastante semelhantes, na maioria dos trechos analisados, e bastante dispares nos trechos com feridos graves e/ou vítimas mortais. Esta situação concreta resultou numa difícil análise da rede quando se tentou utilizar este indicador para definir níveis de segurança na rede rodoviária de Coimbra.

A comparação dos custos associados aos vários tipos de feridos e vítimas em Portugal permitiu definir um valor de Ferido Leve Equivalente, o qual foi considerado no cálculo da gravidade (G) dos trechos em estudo. Para a determinação do VHL considerou-se, além do parâmetro G, o número de acidentes verificados e o volume de tráfego do trecho em estudo. Uma vez que o VHL permite considerar ao mesmo tempo vários aspetos relacionados com a segurança rodoviária urbana, permite a obtenção de valores mais representativos, de modo a diferenciar diferentes trechos em análise.

Como se verificou, o volume de tráfego deverá influenciar diretamente os indicadores de sinistralidade a considerar, por ser determinante no estudo da maior ou menor segurança rodoviária num trecho rodoviário. Para a comparação de dois trechos com o mesmo número de vítimas mas volumes de tráfego bastante diferentes, não pode atribuir-se o mesmo nível de segurança aos dois por, evidentemente, existir maior exposição dos utentes na rua com um volume de tráfego superior. Deste modo, utilizando o indicador VHL, à rua com menor volume de tráfego deverá corresponder um maior valor do indicador de sinistralidade e à rua com maior tráfego um menor indicador de sinistralidade.

De modo a obter uma visão geral sobre a sinistralidade na rede rodoviária da cidade, definiram-se níveis de segurança com base no total dos valores do triénio. As análises efetuadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) permitiram selecionar dados e resultados que cumpriam determinados critérios de análise, possibilitando gerar imagens da rede rodoviária da zona urbana de Coimbra e identificar as ruas e os trechos com menores níveis de segurança em termos de sinistralidade rodoviária.

A análise a trechos fora das interseções foi feita após a definição dos mesmos, intersetando *buffers* centrados nas interseções com os arcos da rede viária. Os *buffers* foram realizados com 40 metros, tal como tem sido habitual em casos análogos.

As análises levadas a cabo nos trechos com piores níveis de segurança permitiram concluir que para analisar a sinistralidade do trecho ao longo dos anos em estudo é necessário utilizar análises anuais para obter conclusões mais apropriadas. Contudo, os estudos de forma agregada para o triénio permitem também uma visão geral sobre a segurança dos trechos.

Assim, no decorrer deste trabalho realizam-se sempre duas análises anuais aos trechos em estudo: uma análise anual que se designou por anual total, na qual os níveis de segurança obtidos foram diferenciados para os 3 anos, permitindo a comparação temporal da segurança dos trechos em análise; uma análise anual isolada, ou seja, definindo os níveis de segurança anualmente, impossibilitando a comparação com outros anos mas permitindo comparar, no mesmo ano, um trecho com os restantes, em termos de sinistralidade rodoviária.

Tem-se a convicção de que com este trabalho a análise à sinistralidade urbana torna-se mais fiável, por permitir, de forma relativamente simples, a identificação dos trechos com níveis mais baixos de segurança. A análise pode ser realizada para a totalidade da rede rodoviária de uma cidade, de modo a traduzir-se em níveis qualitativos entendíveis por qualquer cidadão. Além disso, pode ser efetuada pontualmente num trecho específico que mereça uma análise futura mais detalhada das ocorrências, com o objetivo de estabelecer medidas para mitigação dos mesmos.

## **5.2. Prosseguimento de Trabalhos Futuros**

No futuro é essencial diminuir a morosidade do processo de recolha de dados e de georreferenciação dos acidentes. Este trabalho ficou concluído mais de um ano depois do seu início, tendo mais de metade desse tempo sido destinado à compilação da base de dados. Este facto mostra a necessidade de se melhorar a qualidade da recolha dos dados dos acidentes em meio urbano, de modo a permitir elaborar uma base de dados SIG de forma mais rápida. Atualmente esta melhoria é tecnologicamente possível, sendo necessário que a Polícia disponha de um aparelho de GPS com ligação sem fios a um servidor central, um *tablet* por exemplo, que permita a recolha da informação no local do acidente e o seu armazenamento no mesmo instante no servidor.

Ao ser melhorada a qualidade da recolha de dados reduzir-se-iam os erros decorrentes da transcrição manual dos dados, os quais podem refletir-se na coerência da informação disponível.

Este estudo foi realizado com base no tráfego medido na hora de ponta da manhã. No entanto, é importante futuramente desenvolver análises com o volume de tráfego da hora de ponta da tarde, uma vez que permite encontrar casos concretos e específicos de níveis de segurança baixos em ruas naquele período.

Num outro campo, seria interessante o desenvolvimento de uma ferramenta por profissionais da informática, que permita realizar análises de forma interativa, cómoda e célere, juntando preferencialmente a análise às interseções. Assim, seria também interessante a sua extensão às medidas de intervenção na infraestrutura para mitigação dos acidentes rodoviários, conforme metodologia já estudada noutro trabalho académico (Carvalheira, 2010).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADONIS (1998). *Analysis and development of new insight into substitution of short car trips by cycling and walking - Best practice to promote cycling and walking*, Copenhagen, A research Project of the EU Transport RTD Programme European Commission, Directorate General for Transport (1996-05-01) - 18 months.
- ANSR (2009). *Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008 – 2015*. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- ANSR (2013). *Principais Indicadores de Sinistralidade – Continente*.  
<http://www.ansr.pt/LinkClick.aspx?fileticket=C/LaoOCdsiU%3D&tabid=424&mid=1316&language=pt-PT>. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- AR (2007). Lei n.º 31/2007 de 10 de Agosto. *Grandes Opções do Plano para 2008*. Assembleia da República, Lisboa.
- Bliss, T.; Breen, J. (2009). *Country Guidelines for the Conduct of Road Safety Management Capacity Reviews and the Specification of Lead Agency Reforms, Investment Strategies and Safe System Projects*. World Bank Global Roas Safety Facility, Washington DC, Estados Unidos da América.
- Branco, F.; Pereira, P.; Santos, L. P. (2008). *Pavimentos Rodoviários*. Almedina, Coimbra.
- Carvalheira, C. (2010). *Metodologia de Intervenção na Infraestrutura para Mitigação de Acidentes Rodoviários em meio Urbano*. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Castilho, A. (1988). *A Investigação e a Segurança Rodoviária – Aspetos gerais, e outros sobretudo relacionados com a estrada*. LNEC, Lisboa.
- CE (2001). *Livro Branco – A política Europeia de transportes no horizonte 2010: a hora das opções*. Serviço de Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Comissão Europeia.
- CE (2013 a). *Carta Europeia da Segurança Rodoviária*.  
[http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/charter/welcome\\_2\\_pt.htm](http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/charter/welcome_2_pt.htm). Comissão Europeia (página internet oficial), Bruxelas (consultado em novembro de 2013).
- CE (2013 b). *Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários (CARE)*.  
[http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/statistics](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics). Comissão Europeia (página internet oficial), Bruxelas (consultado em novembro de 2013).
- CE (2014). *Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários (CARE)*.  
[http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/statistics](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics). Comissão Europeia (página internet oficial), Bruxelas (consultado em novembro de 2014).

- Delanne, Y. (1997). *Uni des chaussées et confort vibratoire des véhicule*. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Nantes.
- Elvik, R.; Vaa, T. (2004). *The Handbook of Roas Safety Measures*. Elsevier, Amsterdam.
- ERSO (2012). *Traffic Safety Basic Facts 2012: Urban Areas*. European Road Safety Observatory, Bruxelas.
- Ewing, R. H. (1999). *Traffic Calming – State of Practice*. Insitute of Transportation Engineers, Washington DC, Estados Unidos da América.
- Ferreira, S. (2002). *Caracterização da Sinistralidade Rodoviária em Meio Urbano*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto, Porto.
- Ferreira, S. (2010). *A Segurança Rodoviária no Processo de Planeamento de Redes de Transporte em Meio Urbano*. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Porto, Porto.
- Francisco, V. (2009). *A drenagem superficial e o seu impacto funcional e estrutural na vida dos pavimentos rodoviários*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Guerreiro, T. (2008). *Análise da Sinistralidade Rodoviária em Portugal – Estudo de duas vias: EN 6 e A5*. Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Herrstedt, L.; Kjemtrup, K.; Borges, P.; Andersen, P. S. (1993). *An Improved Traffic Environment – A Catalogue of Ideas*. Danish Road Directorate, Copenhaga, Dinamarca.
- IMTT (2011). *Rede Viária – Princípios de planeamento e desenho*. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, Lisboa.
- Loureiro, B. (2012). *Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária: Génese, Objectivos e Percurso*. <http://www.ansr.pt/default.aspx?tabid=265&language=pt-PT>. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Lisboa.
- MAI (2007). *Revisão PNPR – 1.ª Fase*. Ministério da Administração Interna, Lisboa.
- Marques, J. S. (1995). *Métodos de Redução de Velocidade. Peões – Contribuição para uma Infra-Estrutura Viária Adequada a uma Circulação Segura*. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- Nabais, E. (2009). *Avaliação da Segurança Rodoviária – Proposta de Abordagem Metodológica*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
- Peden, M.; Scurfield, R.; Sleet, D.; Mohan, D.; Hyder, A. A.; Jarawan, E.; Mathers, C. (2004). *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

- PIARC (2003). *Road Safety Manual*. Technical Committee on Road Safety, World Road Association, Quebec.
- Pinto, J. (2003). *Caracterização Superficial de Pavimentos Rodoviários*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Ribeiro, A. (1996). *As medidas de acalmia de tráfego na promoção da segurança e na melhoria do ambiente urbano*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Rodrigues, P. (2010). *Potencial de aplicação de medidas de acalmia de tráfego na transformação do ambiente rodoviário – o caso do atravessamento de localidades*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Roque, C. (2005). *Manual de Boas Práticas em Sinalização Urbana*. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- Santos, B. (2007) "Modelação dos Custos dos Utentes na Gestão da Estrada." Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, Phd, Universidade da Beira Interior
- Sardão, E. (2012). *Camadas de desgaste betuminosas com incorporação de seixo britado – Análises de alguns parâmetros relativos ao atrito superficial*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- Seco, A.; Ferreira, S.; Silva, A.; Costa, A. (2008 a). *Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária – Acalmia de Tráfego*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Seco, A.; Ferreira, S.; Silva, A.; Costa, A. (2008 b). *Manual do Planeamento das Acessibilidades e Transportes – Segurança Rodoviária*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Seco, A.; Ferreira, S.; Silva, A.; Costa, A. (2008 c). *Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária – Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-n).
- Silva, A.; Santos, S. (2011). *Medidas de Acalmia de Tráfego*. Instituto de InfraEstruturas Rodoviárias (InIR), Lisboa.
- Teixeira, J. (2012). *Mapeamento e análise dos acidentes de trânsito na cidade de Catanduva, SP com auxílio de Sistema de Informações Geográficas – SIG*. Tese de Mestrado, Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Araraquara – SP.
- WHO (2013). *Global status report on road safety 2013*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.



## APÊNDICES

## APÊNDICE I – ESTUDO DOS VOLUMES DE TRÁFEGO DA METRO-MONDEGO

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)	
Rua Dr. José Alberto Reis	3	C1	2 3	19 10	29	2	15	
Rua Afrânio Peixoto	2	C1	1 2 6	141 19 318	478	4	120	
Avenida António Portugal	2	C1	1 5 6	141 16 318	475	4	129	
			B2	1 2 3 6	70 6 20 6			102 515
		B4		1 2	263 150			413
Rua Flávio Rodrigues	3	C1	4 5	58 16	74	2	91	
			B2	1 4 5 6	70 90 16 6			182
Rua da Manutenção Militar	4	C2		2 3	33 123	156	2	78
Avenida Sá da Bandeira	2	C2	1 6	196 209	405	4	87	57
Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes	2	C2	4 5	164 181	345	2	159	28
			B8	1 2	163 154			
Rua Martins de Carvalho	4	C2	8	28	28	1	28	
Rua Bernardo de Albuquerque	3	C3	3 8	133 85	218	2	109	
Avenida Calouste Gulbenkian	3	C3	4 5	202 213	415	4	104	
Rua Augusta	4	C3	7	142	142	2	71	
Rua Dr. Augusto Rocha	3	C3	1	172	172	2	86	
Rua Gomes Freire	4	C3	2	204	204	2	102	
Rua Dr. António José de Almeida	4	C3	6	109	109	2	55	

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)	
Rua Castro Matoso	2	C4	10	149	149	1	130	19
Calçada Martim de Freitas	4	C4	7 8	90 70	160	2	80	
Alameda Dr. Júlio Henriques	2	C4	1 9	206 131	337	4	84	
Rua da Infantaria 23	2	C4	2 3	48 60	108	2	54	
Rua de Tomar	4	C4	4 5	89 28	117	2	59	
Rua Alexandre Herculano	2	C4	6	161	161	2	81	
Rua do Brasil - Oeste	2	C5	1 4 5 6	53 51 28 60	192	2	141	
Rua do Brasil - Este	2	C5	1 2 4 6	53 118 51 60	282			
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	2	C5	2 3 4 5	118 34 51 28	231	2	207	
		B6	1 2 3 4 5	176 85 10 88 54	413			
Travessa		C5	7 8	1 1	2	-	-	
Viaduto do Calhabé	3	C6	5 6	157 77	234	2	117	
Rua do Ultramar	3	C6	3 4	16 22	38	2	19	
Rua de Angola - Este	3	C6	1 2	32 2	34	2	117	
Rua de Angola - Oeste	3	C6	7 8	91 143	234			
Rua Afonso Albuquerque	4	C6	9	41	41	1	41	
Avenida Elísio de Moura	1	C7	4 5	579 500	1079	4	270	

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)	
Rua General Humberto Delgado	2	C7	$\frac{6}{7}$	$\frac{197}{107}$	304	2	152	
Avenida Fernando Namora	1	C7	$\frac{1}{8}$	$\frac{397}{287}$	684	4	171	
	1	C8	$\frac{3}{4}$	$\frac{346}{234}$	580			
Alameda Infante Dom Pedro I	4	C7	$\frac{2}{3}$	$\frac{12}{26}$	38	2	19	
Ladeira do Chão do Bispo	4	C7	9	50	50	2	25	
Via António Ferrer Correia	1	C8	$\frac{7}{8}$	$\frac{237}{113}$	350	4	88	
Rua Ribeiro Sanches	4	C8	$\frac{1}{2}$	$\frac{54}{70}$	124	2	62	
Avenida Fernão de Magalhães	2	C9	$\frac{1}{2}$	$\frac{139}{324}$	463	2 4	217	30
	2	C9	$\frac{5}{6}$	$\frac{194}{264}$	458	4		
	2	E1	9	218	218	2		
Rua Padre Estevão Cabral	2	C9	$\frac{7}{8}$	$\frac{42}{169}$	211	3	70	
	2	C9	$\frac{3}{4}$	$\frac{23}{5}$	28			
Rotunda da Avenida Inês de Castro	1	D1	$\frac{1}{2}$	$\frac{133}{35}$	168	-	-	
IC3	1	D1	$\frac{3}{4}$	$\frac{225}{405}$	630	4	158	
Ponte Rainha Santa Isabel	1	D2	$\frac{4}{7}$	$\frac{92}{103}$	195	4	159	
		D3	$\frac{4}{5}$	$\frac{147}{65}$	212			
Ponte Rainha Santa Isabel Acesso Este		D4	$\frac{4}{5}$	$\frac{248}{389}$	637			
Ponte Rainha Santa Isabel Acesso Oeste	1	A2	$\frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{3}{3}$ $\frac{4}{3}$	$\frac{304}{269}$ $\frac{272}{198}$	541			
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	D2	$\frac{2}{3}$	$\frac{183}{237}$	420	4	105	
Rotunda Avenida Cónego Urbano Duarte		D4	$\frac{7}{8}$	$\frac{180}{112}$	292	-	-	

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)
Rua Carlos Seixas	3	D2	9	71	71	2	36
Avenida Quinta da Nora	2	D2	5	98	297	2	149
			6	199			
Avenida da Boavista	2	D3	7	199	297	4	79
			8	98			
			1	66			
5	65						
Avenida da Boavista	2	D3	6	82	171	4	79
			1	62			
Rua Teófilo Braga	4	D3	2	57	97	2	49
Rua Pedro Hispano	3	D4	1	23	50	2	25
Avenida Mendes Silva	1	D4	2	440	824	4	206
			3	384			
			5	199			
6	211						
Avenida Mendes Silva	1	D2	1	112	292	4	206
			8	180			
Rua do Padrão	2	E1	4	224	403	4	101
Circular Externa	1	E2	1	251	1101	4	275
			2	312			
			3	238			
			4	300			
Estrada da Beira - Circular Externa	1	F1	4	287	425	4	106
Avenida da Guarda Inglesa	1	X3	1	8	12	4	241
			2	4			
			2	35	35		
			1	281	964		
			3	244			
			5	137			
6	302						

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)	Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)	
Estrada da Beira	1	A1	1	311	528	2	264
			2	15			
			3	33			
			4	10			
			5	159			
Ponte de Santa Clara	2	A3	1	152	410	4	103
			2	111			
			3	66			
			4	60			
			7	21			
Avenida Emídio Navarro	2	A3	1	152	702	4	172
			2	111			
			3	66			
			4	60			
			5	130			
			6	162			
			7	21			
Avenida Professor Gouveia Monteiro	2	B1	1	184	889	4	222
			4	135			
			5	300			
			6	270			
Rua Dr. Afonso Romão	2	B1	2	17	467	4	117
			3	15			
			4	135			
			5	300			
Rua Costa Simões	2	B1	1	184	486	4	122
			2	17			
			3	15			
			6	270			
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	3	B2	2	6	132	2	66
			3	20			
			4	90			
			5	16			
Calçada do Gato	4	B3	1	13	37	2	19
			2	24			

Quadro I.1 – Cálculo do tráfego em veículos/h/via (continuação)

Rua	Hierarquia	Movimento	Tráfego (veíc/h)		Nº de vias	Tráfego (veíc/h/via)	Tráfego (BUS/h)	
Rua Miguel Torga	2	B5	1	6	319	160		
			2	160				
			3	54				
			4	23				
			5	76				
		B10	1	219	318			
2	99							
Avenida Dr. Dias da Silva	3	B5	3	54	92	46		
			4	23				
			6	15				
Rua Santa Teresa	2	B5	2	160	251	84		
			5	76				
			6	15				
Avenida Dr. Marnoco e Sousa	4	B5	1	6	6	2	3	
Ladeira do Seminário	4	B6	2	85	95	95		
			3	10				
Ladeira das Alpenduradas	4	B6	5	54	54	1	54	
Rua da Couraça da Estrela	4	B7	1	32	32	1	32	
Rua da Sofia	2	B8	1	163	317	159		
			2	154				
Rua de Aveiro	4	B9	2	8	361	181		
			3	143				
			4	210				
Rua da Figueira da Foz	3	B9	1	24	385	193		
			2	8				
			3	143				
			4	210				

Nota: os valores sombreados a cinza não foram objeto de análise por se considerar que não eram representativos do real volume de tráfego do local.

Quadro I.2 – Intervalos de volume de tráfego verificados por nível hierárquico

Níveis Hierárquicos	Mínimo	Máximo	Diferença
1	87,5	275,25	187,75
2	54	222,25	168,25
3	25	192,5	167,5
4	3	180,5	177,5

Através do valor máximo e mínimo, possível de verificar no Quadro I.3, definiram-se os intervalos de tráfego por hierarquia a atribuir.

Quadro I.3 – Intervalos de volume de tráfego definidos por nível hierárquico

Níveis Hierárquicos	Intervalo	
1	201	275
2	101	200
3	51	100
4	3	50

## APÊNDICE II – ANÁLISE AOS INTERVALOS DE TRÁFEGO E AO VALOR HIERÁRQUICO LOCAL DA TOTALIDADE DA REDE VIÁRIA DE COIMBRA

Quadro II.1 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, 2010

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Alameda Júlio Henriques	0	0	4	12	4	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Cónego Urbano Duarte	0	0	8	24	8	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Avenida da Boavista	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	7	21	7	1	3	75	100	5	66,67	5	50,00	5
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida da Lousã	0	0	5	15	5	1	2	150	200	5	33,33	5	25,00	5
Avenida de Conimbriga	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	4	16,84	5	14,55	5
Avenida Dias da Silva	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Avenida Dom Afonso Henriques	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Avenida Elísio de Moura	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	3	12,63	5	10,91	5
Avenida Emídio Navarro	0	0	10	30	10	1	2	150	200	9	60,00	5	45,00	5
Avenida Fernando Namora	0	0	13	39	13	2	1	237,5	275	7	58,95	5	50,91	5
Avenida Fernão de Magalhães	0	0	16	48	16	2	1	237,5	275	13	109,47	4	94,55	4
Avenida Inês de Castro	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida João das Regras	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Avenida Mendes Silva	0	0	8	24	8	1	1	237,5	275	7	29,47	5	25,45	5
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	37	111	37	4	1	237,5	275	22	370,53	1	320,00	1
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	5	25,00	5
Calçada do Gato	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Estrada da Beira	0	0	7	21	7	1	2	150	200	6	40	5	30	5
Estrada de Coselhas	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Estrada de Vale de Canas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Estrada Principal da Rocha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
IC2	0	1	49	157	51,25	5	1	237,5	275	36	757,89	1	654,55	1
Ponte de Santa Clara	0	0	4	12	4	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Ponte do Açude	0	1	7	31	9,25	1	3	75	100	3	40,00	5	30,00	5
Ponte Rainha Santa Isabel	1	0	9	127	21,5	2	1	237,5	275	4	33,68	5	29,09	5
Praça Infante Dom Henrique	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rotunda das Lages	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rua Almeida Garret	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5

Quadro II.1 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, 2010  
(continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rua Antero de Quental	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua António Granjo	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua António Vasconcelos	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua Bento de Jesus Caraça	0	1	0	10	2,25	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Câmara Pestana	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Capitão Pereirinha	0	0	3	9	3	1	4	25	50	3	120,00	4	60,00	5
Rua Carlos Alberto Pinto de Abreu	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Carolina Michaelis	0	0	4	12	4	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Rua Castro Matoso	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Correia Teles	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Costa Simões	0	0	6	18	6	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Rua da Casa Branca	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua da Escola	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua da Figueira da Foz	0	0	10	30	10	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua da Liberdade	0	0	4	12	4	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua da Misericórdia	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua da Sofia	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua Daniel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua das Laranjeiras	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua de Angola	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua de Aveiro	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	5	25,00	5
Rua de Baixo - Vilarinho	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua de Macau	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua de Tomar	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua do Brasil	0	0	16	48	16	2	2	150	200	14	186,67	3	140,00	3
Rua do Cedro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua do Padrão	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Rua do Rebolim	0	0	3	9	3	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Dom Francisco de Almeida	0	0	3	9	3	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Dom Luís da Cunha	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Dom Manuel I	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Dom Pedro de Cristo	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5

Quadro II.1 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2010 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	0	0	8	24	8	1	2	150	200	7	46,67	5	35,00	5
Rua dos Coutinhos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Doutor Daniel de Matos	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Doutor Francisco Sá Carneiro	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Doutor Manuel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Filipe Hodart	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Flávio Rodrigues	0	0	4	12	4	1	3	75	100	3	40,00	5	30,00	5
Rua Fonseca Pinto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua General Humberto Delgado	0	0	7	21	7	1	2	150	200	7	46,67	5	35,00	5
Rua Gomes Freire	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua João de Deus Ramos	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua João de Ruão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Jorge Anjinho	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Lúcio de Almeida	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Luis António Duarte Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Luís António Verney	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rua Luis Reis Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Miguel Torga	0	1	6	28	8,25	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes	0	0	2	6	2	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Paulo Quintela	0	0	5	15	5	1	3	75	100	3	40,00	5	30,00	5
Rua Pedro Nunes	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Pêro Vaz de Caminha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Rosa Falcão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Rui Braga Carrington da Costa	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Tenente Valadim	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Teófilo Braga	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Virgílio Correia	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Vitorino Nemésio	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Urbanização Santa Isabel - Almas de Freire	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5

Quadro II.2 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2011

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Acesso da Guarda Inglesa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Alameda Júlio Henriques	0	0	9	27	9	1	2	150	200	4	26,67	5	20,00	5
Alameda Marquesa de Pomares	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Avenida Mário Silva	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida António Portugal	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Avenida Cónego Urbano Duarte	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	7	21	7	1	3	75	100	5	66,67	3	50,00	3
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Avenida de Conimbriga	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	3	12,63	5	10,91	5
Avenida Dias da Silva	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Avenida Dom Afonso Henriques	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80,00	2	40,00	4
Avenida Elísio de Moura	0	0	11	33	11	1	1	237,5	275	9	37,89	4	32,73	4
Avenida Emídio Navarro	0	0	12	36	12	1	2	150	200	9	60,00	3	45,00	3
Avenida Fernando Namora	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	6	25,26	5	21,82	5
Avenida Fernão de Magalhães	0	1	14	52	16,25	2	1	237,5	275	13	109,47	1	94,55	1
Avenida Inês de Castro	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Avenida João das Regras	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida Mendes Silva	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	14	42	14	2	1	237,5	275	10	84,21	2	72,73	2
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	5	33,33	4	25,00	4
Calçada de Santa Isabel	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Cruzamento da Casa do Sal	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Estrada da Beira	0	0	7	21	7	1	1	237,5	275	6	25,26	5	21,82	5
Estrada de Coselhas	0	1	1	13	3,25	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Estrada Vale de Canas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
IC2	2	0	45	335	70	5	1	237,5	275	33	694,74	1	600,00	1
Ladeira da Portela da Cobiça	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Largo da Cruz de Celas	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Ponte do Açude	0	0	8	24	8	1	3	75	100	7	93,33	2	70,00	2
Ponte Rainha Santa Isabel	0	0	3	9	3	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5

Quadro II.2 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2011 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Praça Águas de Maia	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Praça da República	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Praça Heróis do Ultramar	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Praceta Diogo Cão	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rotunda da circular externa	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Rotunda da Fucoli	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rotunda das Lajes	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rotunda do Almegue	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Rotunda do Vale Gemil	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Afrânio Peixoto	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua António Augusto Gonçalves	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua António Granjo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Augusto Marques Bom	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Comandante Sacadura Cabral	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Costa Simões	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Couraça de Lisboa	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua da Alegria	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua da Casa Branca	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua da Infantaria 23	0	0	6	18	6	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua da Liberdade	0	1	2	16	4,25	1	4	25	50	3	120,00	1	60,00	2
Rua da Manutenção Militar	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua da Saragoça	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua da Sofia	0	1	1	13	3,25	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Daniel Rodrigues	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua de Angola	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua de Aveiro	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua do Arco da Traição	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua do Brasil	0	0	12	36	12	1	2	150	200	11	73,33	3	55,00	3
Rua do Carmo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua do Estádio	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua do Padrão	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rua do Padre Melo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua do Teodoro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Dom Manuel I	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5

Quadro II.2 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2011 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rua dos Alqueves	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	0	0	4	12	4	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	1	3	1	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Doutor Manuel Rodrigues	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Ernerto Cena de Oliveira (Sena)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Fernandes Martins (Doutor)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Fig. Foz / Rua de Aveiro	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Flávio Rodrigues	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua General Humberto Delgado	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua João de Deus Ramos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua João Machado	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Lourenço de Almeida Azevedo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Luís António Verney	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Rua Luís de Camões	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Miguel Torga	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua Milagre das Rosas	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Monsenhor Augusto Neves Pereira	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Nicolau Chanterenne	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Nicolau Rui Fernandes (Olímpio)	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Nossa Senhora das Victórias	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Oliveira Matos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Padre Manuel da Nobrega (Nóbrega)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Paulo Quintela (Doutor)	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Pedro Monteiro	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Princesa Cindazunda	0	0	2	6	2	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Rua Santa Teresa	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Teófilo Braga	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Verde Pinho	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Travessa do Pinhal de Marrocos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	4	20,00	5
Via António Ferrer Correia	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5

Quadro II.3 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2012

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Alameda Doutor Armando Gonçalves	0	0	4	12	4	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Alameda Júlio Henriques	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Inês de Castro	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Avenida António Portugal	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Calouste Gulbenkian	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Avenida Cónego Urbano Duarte	2	0	1	203	26	3	2	150	200	2	40,00	5	30,00	5
Avenida da Cidade Aeminium	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Avenida da Guarda Inglesa	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida da Lousã	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Avenida de Conimbriga	0	1	3	19	5,25	1	1	237,5	275	3	12,63	5	10,91	5
Avenida Doutor Bissaya Barreto	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Avenida Elísio de Moura	0	0	5	15	5	1	1	237,5	275	5	21,05	5	18,18	5
Avenida Emídio Navarro	0	0	10	30	10	1	2	150	200	8	53,33	5	40,00	5
Avenida Fernando Namora	0	0	5	15	5	1	1	237,5	275	5	21,05	5	18,18	5
Avenida Fernão de Magalhães	0	0	25	75	25	3	1	237,5	275	22	277,89	1	240,00	1
Avenida João das Regras	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida Mendes Silva	0	0	4	12	4	1	1	237,5	275	2	8,42	5	7,27	5
Avenida Professor Gouveia Monteiro	0	0	8	24	8	1	1	237,5	275	6	25,26	5	21,82	5
Avenida Quinta da Nora	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Avenida Sá da Bandeira	0	0	6	18	6	1	2	150	200	6	40,00	5	30,00	5
Calçada Gato	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
EN111-1	0	2	3	29	7,5	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Estrada da Beira	1	0	8	124	20,5	2	2	150	200	8	106,67	4	80,00	4
Estrada de Coselhas	0	0	2	6	2	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Estrada de Vale Canas	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Estrada Principal da Rocha	0	0	7	21	7	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
IC2	0	1	33	109	35,25	3	1	237,5	275	26	328,42	1	283,64	1
Ladeira Seminário	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Ponte de Santa Clara	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Ponte do Açude	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Ponte Rainha Santa Isabel	0	0	6	18	6	1	1	237,5	275	6	25,26	5	21,82	5
Praça 25 de Abril	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Praça João Paulo II	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5

Quadro II.3 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2012 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rotunda do Hotel D. Luís	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Rua 25 de Abril	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Abel Dias Urbano	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Almeida Garret	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Antero de Quental	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua António Jardim	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua Augusta	0	0	3	9	3	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Bento de Jesus Caraça	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Bernardo de Albuquerque	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Brigadeiro Correia Cardoso	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Carlos Alberto Pinto de Abreu	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Carlos Seixas	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Carolina Michaelis	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua Central da Mesura	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Colégio Novo	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Correia Teles	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Costa Simões	0	0	2	6	2	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Cozinhas	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua da Figueira da Foz	0	0	3	9	3	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua da Sofia	0	0	2	6	2	1	2	150	200	2	13,33	5	10,00	5
Rua de Aveiro	0	0	8	24	8	1	2	150	200	6	40,00	5	30,00	5
Rua de Saragoça	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua do Brasil	0	0	18	54	18	2	2	150	200	17	226,67	1	170,00	2
Rua do Carmo (Edifício Sr. <sup>a</sup> do Carmo)	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua do Padrão	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5
Rua Dom João III	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua dos Combatentes da Grande Guerra	1	1	2	116	16,75	2	2	150	200	3	40,00	5	30,00	5
Rua Doutor António José de Almeida	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Doutora Rosa Falcão	0	0	2	6	2	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua Engenheiro Jorge Anjinho	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Fonte dos Castanheiros	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Gomes Freire	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Guerra Junqueiro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5

Quadro II.3 – Cálculo do VHL para o Volume de Tráfego Local Médio e Máximo, ano 2012 (continuação)

Rua	Vítimas Mortais	Feridos Graves	Feridos Leves	IG	FLE	G	Hierarquia	VTL Médio	VTL Máximo	TAL	VHL (VTL Médio)	VHL (VTL Máximo)		
Rua João Machado	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Lourenço de Almeida Azevedo	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Luís António Duarte Santos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Macau	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Mendes dos Remédios	0	0	2	6	2	1	3	75	100	2	26,67	5	20,00	5
Rua Miguel Bombarda	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Miguel Torga	0	0	3	9	3	1	2	150	200	3	20,00	5	15,00	5
Rua O Conimbricense	0	0	4	12	4	1	4	25	50	2	80,00	4	40,00	5
Rua Oliveira Matos	0	0	1	3	1	1	2	150	200	1	6,67	5	5,00	5
Rua Paulo Quintela	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Pedro Monteiro	0	0	2	6	2	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Pêro Vaz de Caminha	0	0	1	3	1	1	3	75	100	1	13,33	5	10,00	5
Rua Pinhal de Marrocos	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Rua Vale Pinheiro	0	0	1	3	1	1	4	25	50	1	40,00	5	20,00	5
Via António Ferrer Correia	0	0	1	3	1	1	1	237,5	275	1	4,21	5	3,64	5

Nota: Os níveis de segurança definidos a partir do VHL correspondem a uma escala de 1 a 5 atribuída segundo o valor hierárquico máximo e mínimo, para cada um dos anos.

### APÊNDICE III – CÁLCULO DO VALOR HIERÁRQUICO LOCAL NOS TRECHOS FORA DE INTERSEÇÕES

Quadro III.1 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2010

Rua	VM	FG	FL	FLE	G	Hierarquia	VTL	TAL	VHL	Nível Seg.	
										I	T
Avenida Emídio Navarro 1	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	4	4
Avenida Emídio Navarro 2	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	4	4
Avenida Fernando Namora 1	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Avenida Fernando Namora 2	0	0	3	3	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Avenida Fernando Namora 3	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Avenida Fernão de Magalhães 1	0	0	6	6	1	1	237,5	5	21,05	2	2
Avenida Fernão de Magalhães 2	0	0	2	2	1	1	237,5	2	8,42	4	4
Avenida Fernão de Magalhães 3	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Avenida Sá da Bandeira 1	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	4	4
Avenida Sá da Bandeira 2	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	5	5
Avenida Sá da Bandeira 3	0	0	2	2	1	2	150	1	6,67	5	5
Ponte Rainha Santa Isabel 1	0	0	1	1	1	1	237,5	2	8,42	4	4
Ponte Rainha Santa Isabel 2	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Ponte Rainha Santa Isabel 3	0	0	2	2	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Rua de Aveiro 1	0	0	4	4	1	2	150	5	33,33	1	1
Rua de Aveiro 2	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua de Aveiro 3	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua do Brasil 1	0	0	3	0	1	2	150	2	13,33	4	4
Rua do Brasil 2	0	0	1	3	1	2	150	1	6,67	5	5
Rua do Brasil 3	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua do Brasil 4	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5

Quadro III.2 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2010

Intervalos VHL			Intervalos VHL		
Análise Isolada			Análise Total		
26,67	33,33	1	26,67	33,33	1
20,00	26,67	2	20,00	26,67	2
13,33	20,00	3	13,33	20,00	3
6,67	13,33	4	6,67	13,33	4
0,00	6,67	5	0,00	6,67	5

Quadro III.3 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2011

Rua	VM	FG	FL	FLE	G	Hierarquia	VTL	TAL	VHL	Nível Seg.	
										I	T
Avenida Emídio Navarro 1	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	1	4
Avenida Emídio Navarro 2	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	1	4
Avenida Fernando Namora 1	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	4	5
Avenida Fernando Namora 2	0	0	1	1	1	1	237,5	2	8,42	2	4
Avenida Fernando Namora 3	0	0	0	0	1	1	237,5	1	4,21	4	5
Avenida Fernão de Magalhães 1	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	4	5
Avenida Fernão de Magalhães 2	0	0	2	2	1	1	237,5	2	8,42	2	4
Avenida Fernão de Magalhães 3	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Avenida Sá da Bandeira 1	0	0	3	3	1	2	150	2	13,33	1	4
Avenida Sá da Bandeira 2	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	1	4
Avenida Sá da Bandeira 3	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Ponte Rainha Santa Isabel 1	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	4	5
Ponte Rainha Santa Isabel 2	0	0	2	2	1	1	237,5	1	4,21	4	5
Ponte Rainha Santa Isabel 3	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Rua de Aveiro 1	0	0	0	0	1	2	150	1	6,67	3	5
Rua de Aveiro 2	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua de Aveiro 3	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	3	5
Rua do Brasil 1	0	0	0	1	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua do Brasil 2	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua do Brasil 3	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	3	5
Rua do Brasil 4	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5

Quadro III.4 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2011

Intervalos VHL			Intervalos VHL		
Análise Isolada			Análise Total		
10,67	13,33	1	26,67	33,33	1
8,00	10,67	2	20,00	26,67	2
5,33	8,00	3	13,33	20,00	3
2,67	5,33	4	6,67	13,33	4
0,00	2,67	5	0,00	6,67	5

Quadro III.5 – Cálculo do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2012

Rua	VM	FG	FL	FLE	G	Hierarquia	VTL	TAL	VHL	Nível Seg.	
										I	T
Avenida Emídio Navarro 1	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	4	5
Avenida Emídio Navarro 2	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	4	5
Avenida Fernando Namora 1	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Avenida Fernando Namora 2	0	0	2	2	1	1	237,5	2	8,42	4	4
Avenida Fernando Namora 3	0	0	2	2	1	1	237,5	2	8,42	4	4
Avenida Fernão de Magalhães 1	0	0	4	4	1	1	237,5	4	16,84	2	3
Avenida Fernão de Magalhães 2	0	0	5	5	1	1	237,5	4	16,84	2	3
Avenida Fernão de Magalhães 3	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Avenida Sá da Bandeira 1	0	0	3	3	1	2	150	3	20,00	2	3
Avenida Sá da Bandeira 2	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Avenida Sá da Bandeira 3	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Ponte Rainha Santa Isabel 1	0	0	4	4	1	1	237,5	6	25,26	1	2
Ponte Rainha Santa Isabel 2	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	5	5
Ponte Rainha Santa Isabel 3	0	0	0	0	1	1	237,5	0	0,00	5	5
Rua de Aveiro 1	0	0	0	0	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua de Aveiro 2	0	0	2	2	1	2	150	1	6,67	4	5
Rua de Aveiro 3	0	0	2	2	1	2	150	1	6,67	4	5
Rua do Brasil 1	0	0	1	2	1	2	150	1	6,67	4	5
Rua do Brasil 2	0	0	0	1	1	2	150	0	0,00	5	5
Rua do Brasil 3	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	4	5
Rua do Brasil 4	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	4	5

Quadro III.6 – Intervalos do VHL nos trechos fora de interseções, ano 2012

Intervalos VHL			Intervalos VHL		
Análise Isolada			Análise Total		
20,21	25,26	1	26,67	33,33	1
15,16	20,21	2	20,00	26,67	2
10,11	15,16	3	13,33	20,00	3
5,05	10,11	4	6,67	13,33	4
0,00	5,05	5	0,00	6,67	5

Quadro III.7 – Cálculo do VHL global nos trechos fora de interseções

Rua	VM	FG	FL	FLE	G	Hierarquia	VTL	TAL	VHL	Nível Seg.
Avenida Emídio Navarro 1	0	0	5	5	1	2	150	5	33,33	2
Avenida Emídio Navarro 2	0	0	4	4	1	2	150	4	26,67	3
Avenida Fernando Namora 1	0	0	1	1	1	1	237,5	1	4,21	5
Avenida Fernando Namora 2	0	0	6	6	1	1	237,5	5	21,05	4
Avenida Fernando Namora 3	0	0	3	3	1	1	237,5	4	16,84	4
Avenida Fernão de Magalhães 1	0	0	11	11	1	1	237,5	10	42,11	1
Avenida Fernão de Magalhães 2	0	0	9	9	1	1	237,5	8	33,68	2
Avenida Fernão de Magalhães 3	0	0	2	2	1	1	237,5	2	8,42	5
Avenida Sá da Bandeira 1	0	0	8	8	1	2	150	7	46,67	1
Avenida Sá da Bandeira 2	0	0	3	3	1	2	150	3	20,00	4
Avenida Sá da Bandeira 3	0	0	2	2	1	2	150	1	6,67	5
Ponte Rainha Santa Isabel 1	0	0	6	6	1	1	237,5	9	37,89	2
Ponte Rainha Santa Isabel 2	0	0	3	3	1	1	237,5	2	8,42	5
Ponte Rainha Santa Isabel 3	0	0	2	2	1	1	237,5	1	4,21	5
Rua de Aveiro 1	0	0	4	4	1	2	150	6	40,00	1
Rua de Aveiro 2	0	0	2	2	1	2	150	1	6,67	5
Rua de Aveiro 3	0	0	3	3	1	2	150	2	13,33	4
Rua do Brasil 1	0	0	4	3	1	2	150	3	20,00	4
Rua do Brasil 2	0	0	1	4	1	2	150	1	6,67	5
Rua do Brasil 3	0	0	2	2	1	2	150	2	13,33	4
Rua do Brasil 4	0	0	1	1	1	2	150	1	6,67	5

Quadro III.8 – Intervalos do VHL global nos trechos fora de interseções

Intervalos VHL		
38,18	46,67	1
29,68	38,18	2
21,19	29,68	3
12,70	21,19	4
4,21	12,70	5

## **ANEXOS**

## ANEXO I – PARTICIPAÇÃO DE ACIDENTE DE VIAÇÃO

<b>DADOS DO ACIDENTE</b>			
<b>Comunicação:</b>	H		<b>ACIDENTE N.º</b>
<b>Chegada:</b>	H		<b>HORA DOS TESTES:</b> H
<b>Data:</b>	- -	<b>Hora Acidente:</b> H	<b>Tipo Piso:</b>
<b>Natureza do Acidente:</b>			<b>Estado Conservação:</b>
<b>Consequências:</b>			<b>Condições Aderência:</b>
			<b>Estado Tempo:</b>
<b>LOCAL DO ACIDENTE</b>			
			<b>NPP:</b> /14
<b>Rua</b>			
<b>VEÍCULO N.º 1</b>			
<b>MATRÍCULA:</b>		<b>ANO:</b>	
Classe e Tipo	Marca	Modelo	Cor
Nº Chassis		Comp. Seguros	
Apólice Nº	Emitida	- -	Válida - -
<b>Proprietário</b>			
<b>Residência:</b>			
<b>DANOS VISÍVEIS:</b>			
<b>CONDUTOR VEÍCULO N.º 1</b>			
<b>NOME:</b>			
<b>D.N.</b>	- -	<b>Tel:</b>	<b>Est. Civil:</b>
<b>Habilitações Literárias:</b>		<b>Profissão:</b>	
<b>Filiação -</b>			
<b>e de</b>			
<b>Natural: Freguesia-</b>	<b>Concelho-</b>	<b>Distrito-</b>	
<b>Residência:</b>			<b>C.P.</b> - /
<b>BI/CC nº</b>	<b>emitido por</b>	<b>em</b> - -	<b>válido até</b> - -
<b>C.C. nº</b>	<b>emitida por</b>	<b>em</b> - -	<b>válido até</b> - -
<b>NIF nº</b>	<b>Categoria:</b> em / /		

Figura I.1 – Participação de Acidente de Viação (PSP)

## ANEXO II – BOLETIM ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE VIAÇÃO

Instrumento de notação registrado no L.N.E., sob o n.º 10111, válido até 31/12/2013

Nº Boletim

Entidade Fiscalizadora

**ANSR**  
AUTORIDADE NACIONAL  
SEGURANÇA RODOVIÁRIA  
Ministério da Administração Interna  
BOLETIM ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE VIAÇÃO

(Reservado ao controle da entidade)

---

**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 da via   
Km   
Arreamento  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  
Mortes   
Feridas graves   
Feridas 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**  
1.1 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**  
1.1 ESTRADA COM SEPARADOR  
1 Autódromo - 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  
1.1 EM PLANTA  
1  Reta  
2  Curva  
2. EM PERFIL  
1  Em planície  
2  Com inclinação  
3  Em lomba

1  Sem barreira ou impraticável  
2  Barreira não pavimentada  
3  Barreira pavimentada

**4. SITUAÇÃO DO ACIDENTE**  
1  Em plano vial  
2  Na barreira  
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 desnívelada**  
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 REGIME DE CIRCULAÇÃO**  
1.1 FAIXA DE RODAGEM COM  
1  Sentido único  
2  Dots sentidos  
3  Reversível  
2. VELOCIDADE PERMITIDA NO LANÇO  
Limite geral  Km/h  
Limite local  Km/h

**B4 PAVIMENTO**  
1.1 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  Incógnita  
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**  
1.1 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  Incógnita  
2  A funcionar normalmente  
3  Intermitente  
4  Desligada  
3. SINAIS  
1  Stop  
2  Cédula de passagem  
3  Proibição de ultrapassagem  
4  Passagem de peões  
5  Outros

**B6 LUMINOSIDADE**  
1  Em pleno dia  
2  Sol encoberto  
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  Névoa 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 espalamento  
6  Com colisão com veículo imobilizado ou obstáculo  
7  Com fuga  
**COUSÃO**  
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

Inclua posterior:  A  B  C    A preencher no caso de se verificar

**D - VEÍCULOS INTERVENIENTES**

**D1 CATEGORIA/CLASSE**  
1.1 VEÍCULOS A, B e C  
A B C  
1    Velocipeda  
2    Velocipeda 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?

Figura II.1 – Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (ANSR)

