

LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA ANÁLISE DE RISCO EM COLISÕES RODOVIÁRIAS

ANA MARGARIDA DE OLIVEIRA PEREIRA

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

Orientador: Professor Doutor António José Fidalgo do Couto

JULHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

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

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

Aos meus Pais, ao meu Irmão

Pedras no caminho?

Guardo todas, um dia vou construir um castelo...

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu Orientador, Professor António Fidalgo do Couto pela disponibilidade demonstrada em todos os momentos, pela inextinguível sabedoria e pela capacidade de solucionar múltiplas contrariedades encontradas ao longo da realização do trabalho. Pela ajuda, incentivo e simpatia, por não me deixar vacilar e por ter construído os alicerces desta dissertação. O meu muito Obrigada!

Aos meus Pais, que sempre me apoiaram! Pela força, compreensão e condescendência durante a extensa fase de realização do trabalho! Pelo amor, pelos valores transmitidos e pela minha formação pessoal e académica, indubitavelmente ao longo da vida.

Ao meu Irmão, João, pela descontração impelida à minha forma de estar. À minha doce Maninha.

Aos meus Amigos de sempre, que directa ou indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha Família. Às minhas amorosas Tias “emprestadas”.

À Bibi, porque Siiiiim! Porque fazes parte de mim e porque sem ti a vida não era tão colorida.

Ao Zé pelo apoio incondicional, pelo carinho e amizade que sempre me deu.

Ao meu Padrinho e à Eng^a Marisol pela contribuição dada a este trabalho e pela paciência em atender aos meus pedidos. Por fazerem parte da minha vida.

Aos meus Amigos e Colegas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, por me terem ajudado no *planeamento* desta jornada e por terem sido um dos *pilares* para atingir esta meta. Por em tantos momentos terem recebido as cargas descarregadas qual *vigas* resistentes. Por terem participado numa fase de *construção* do que sou hoje. Pelas *vias de comunicação* que construímos. Pelos momentos hilariantes e inesquecíveis que vivemos.

Aos professores, alunos e funcionários da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que todos os dias fazem desta uma instituição de inigualável prestígio, conhecimento e rigor aliada a uma excelência de partilha e profunda amizade.

Obrigada!

RESUMO

A consciencialização por parte da sociedade, para os dados efectivos da sinistralidade, apela a uma cada vez maior exigência de segurança associada à circulação rodoviária, em virtude desta fomentar uma sustentabilidade social e económica, indispensável para as sociedades modernas. As causas associadas aos desaires ocorridos nas estradas prendem-se fundamentalmente com factores intrínsecos ao ser humano. No entanto, as características geométricas de uma estrada são também difundidas como potenciador dos acidentes de viação.

Não nomeando um tema de contemporaneidade, os acidentes de viação constituem uma condição de elevados prejuízos humanos e materiais acarretando, há algumas décadas, a atenção de governantes nacionais e internacionais. A preeminência dos dados da sinistralidade rodoviária fala por si, e apesar das iniciativas já levadas a cabo, nomeadamente, ao nível da comunidade Europeia, é inadiável que através de abordagens interdisciplinares sejam conduzidos processos congruentes de Análise de Risco neste contexto e desta forma predizer medidas mitigadoras dos perigos intrínsecos. A definição das medidas deve ser realizada com discernimento auferindo sobre a sua adequabilidade através de limites expectáveis de aceitação do risco.

Neste sentido o estudo foi orientado para a descrição e definição dos critérios relativos à análise de risco em vias rodoviárias (estradas a céu aberto) conduzindo, por conseguinte, à formulação e especificação dos preceitos de aceitação do risco de colisão em vias rodoviárias. No desígnio de aprofundar um pouco mais estes aspectos visou-se o exame de curvas F-N em análise de risco de acidentes rodoviários no sentido de apresentar uma proposta de limitação do risco social em análises de risco de colisões rodoviárias em estradas correntes.

Na sequência de uma exaustiva pesquisa bibliográfica dos dados estatísticos da sinistralidade rodoviária, ao nível dos países concernentes à União Europeia (U.E.) ou dissecando estes aspectos ao nível nacional, problematizou-se a forma de admissão dos dados. De facto, a informação relativa às vítimas mortais, aos acidentes com vítimas, às extensões da rede rodoviária, ao tráfego médio diário (anual) bem como os percursos efectuados são fulcrais para a percepção de alguns fenómenos, traduzindo-se, numericamente, em indicadores de sinistralidade.

O estudo prosseguiu com a análise temporal de “Vítimas Mortais por quilómetro” e de “Acidentes com Vítimas por quilómetro” num contexto Europeu, convergindo para a definição dos critérios de aceitação do risco de colisões rodoviárias em estrada corrente, mesmo que sob um ponto de vista subjectivo. Os valores de referência alcançados para a limitação do risco social foram definidos no intuito da sua aplicabilidade em qualquer tipo de estrada e Estado-membro.

As especificidades de cada tipo de via estiveram na origem da adaptação destes limites para quatro classificações de estradas em Portugal (Auto-Estrada; Estrada Nacional; Itinerários Principal e Complementar).

Através dos estudos levados a cabo por grupos de investigação com diligência em túneis rodoviários, foi possível conjecturar os princípios associados a algumas configurações para a limitação do risco social através de curvas F-N, e deste modo discorrer sobre uma proposta destes limites no âmbito da circulação rodoviária em estrada corrente.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Risco, Colisões Rodoviárias, Vítimas Mortais, Limites de Tolerância, Segurança Rodoviária.

ABSTRACT

The awareness on the part of society, to the actual data of accidents, calls for increased security requirements associated with road traffic, by virtue of promoting a social and economic sustainability, essential for modern societies. The causes associated with failures occurring on the roads are mainly related to factors intrinsic to human beings. However, the geometric characteristics of a road are also distributed as enhancer of road traffic accidents.

Not named as a contemporary theme, traffic accidents are a condition of high human and material damage calling, for some decades, the attention of national and international leaders. The prominence of the data of road accident speaks for itself, despite the initiatives already carried out, particularly at the European community level, it is urgent that through interdisciplinary approaches, conduct processes of risk analysis in this context in order to project measures mitigating the dangers inherent. The definition of measures should be undertaken with discretion earning on their suitability through limits expected to accept the risk.

In this sense the study was conducted to describe and define the criteria for risk analysis in roads (not including tunnels roads) leading thus to the formulation and specification of requirements for acceptance of risk of collision on road. With the design to study these aspects more in-depth, the examination of FN curves in risk analysis of road accidents exam is used in order to submit a proposal on risk analysis of road traffic collisions on current roads to limit the social hazard.

Following an exhaustive literature search of the statistics of road accidents at the European Union (EU) countries level or dissecting these aspects at the national level, to present the form of admission data. In fact, the information on fatalities, accidents with victims, the stretch of road network, the average daily traffic (annual) and the pathways are made central to the perception of some phenomena, which is, numerically, accident indicators.

The study continued with the temporal analysis of "fatalities per kilometre" and "Accidents per kilometre with Victims" in a European context, converging to the criteria of acceptance of the risk of road crashes in this road, even to a point of subjective view. The reference values obtained for the limitation of social risk were defined in order of their applicability in any type of road and Member State.

The specificities of each type of route resulted in the adaptation of these limits to four classifications of roads in Portugal (Motorways, National Road; Routes and Main Committee).

Through studies carried out by groups of research diligently in road tunnels, it was possible to conjecture the principles associated with some settings to limit the risk from social FN curves, and thus discuss a proposal within these limits concerning road traffic in the current roads.

KEY WORDS: Risk Analysis, Road Collisions, Deaths, Limits of Tolerance, Road Safety

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ANOTAÇÃO PREAMBULAR	1
1.2. ENQUADRAMENTO SOCIAL E OBJECTIVOS PROGRAMÁTICOS DA POLÍTICA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA	4
1.3. ALINHAMENTO DA DISSERTAÇÃO	6

2. A ANÁLISE DE RISCO. ENQUADRAMENTO ESPECÍFICO DO PROBLEMA	9
2.1. SINOPSE DA ANÁLISE DE RISCO.....	9
2.2. PRINCÍPIOS E DESÍGNIOS GERAIS	9
2.2.1. DEFINIÇÃO E OBJECTIVOS DA ANÁLISE DE RISCO	11
2.2.2. PROCESSO DE APRECIAÇÃO DE RISCO	12
2.3. METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RISCO	14
2.3.1. TIPOS DE ABORDAGEM PARA A ANÁLISE DE RISCO	14
2.4. DILIGÊNCIA EM CADA FASE DO PROCESSO. MÉTODOS A UTILIZAR.....	17
2.5. CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE	20
2.5.1. CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE PARA O RISCO INDIVIDUAL	22
2.5.2. CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE PARA O RISCO SOCIAL	24
2.5.3. CRITÉRIO PARA O RISCO ECONOMICAMENTE ACEITÁVEL	26

3. FORMULAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS PRECEITOS DE ACEITAÇÃO DO RISCO	29
3.1. NOTA INTRODUTÓRIA	29
3.2. <i>STATU QUO</i> DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA	30
3.2.1. ANÁLISE SINISTRALIDADE NA UNIÃO EUROPEIA.....	30
3.2.2. ANÁLISE SINISTRALIDADE EM PORTUGAL	31
3.2.2.1. Evolução.....	31

3.2.2.2. Vítimas mortais e acidentes com vítimas segundo o tipo de via.....	33
3.2.2.3. Vítimas mortais e acidentes com vítimas segundo a natureza do acidente	37
3.2.3. PROCESSO UNIFORMIZAÇÃO DOS INDICADORES SINISTRALIDADE	39
3.3. DEFINIÇÃO E ADAPTAÇÃO DOS LIMITES DE TOLERÂNCIA	42
3.3.1. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO	43
3.3.2. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR VEÍCULO - QUILOMETRO.....	54
3.3.3. INDICADOR: ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO	57
3.4. ANÁLISE DA LEGITIMIDADE DOS LIMITES DEFINIDOS	61

4. A APLICAÇÃO AO CASO PORTUGUÊS. LIMITES DE TOLERÂNCIA DE ACORDO COM O TIPO DE VIA..... 63

4.1. APONTAMENTO JUSTIFICATIVO.....	63
4.2. APRESENTAÇÃO DA TIPOLOGIA E SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA NACIONAL	63
4.2.1. VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO	64
4.2.2. ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO	66
4.3. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO	69
4.3.1. PRINCÍPIOS DE APLICAÇÃO DOS LIMITES POR TIPO DE VIA.....	69
4.3.2. LIMITES DE TOLERÂNCIA SEGUNDO O TIPO DE VIA	71
4.4. INDICADOR: ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO	74
4.4.1 PRINCÍPIOS DE APLICAÇÃO DOS LIMITES POR TIPO DE VIA.....	74
4.4.2. LIMITES DE TOLERÂNCIA POR TIPO DE VIA	75

5. ANÁLISE DE CURVAS F-N – Determinação dos Limites . 79

5.1. REFLEXÕES GERAIS	79
5.2. A APLICAÇÃO À ANÁLISE DE RISCO DE COLISÕES RODOVIÁRIAS	79
5.2.1. MODELAÇÃO PARA O CONTEXTO NACIONAL	82
5.2.1.1 Limites propostos para Auto-Estrada	83
5.2.1.2 Limites propostos para Estrada Nacional	84
5.2.2. MODELAÇÃO NO CÔMPUTO DA UNIÃO EUROPEIA	85

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 87

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 89

ANEXOS	1
ANEXO A – CARTA EUROPEIA DA SEGURANÇA RODOVIÁRIA.....	3
ANEXO B – VÍTIMAS MORTAIS POR MILHÃO DE HABITANTES.....	5
ANEXO C – VÍTIMAS MORTAIS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA	6
ANEXO D – ACIDENTES COM VÍTIMAS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA	7
ANEXO E – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000	8
ANEXO F – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003	13
ANEXO G – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005.....	18
ANEXO H – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000	24
ANEXO I – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003.....	29
ANEXO J – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005	34
ANEXO K – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2006	40
ANEXO L – FORMULAÇÃO ALTERNATIVA POSSÍVEL	45
ANEXO M – VÍTIMAS MORTAIS POR VEÍCULO – QUILOMETRO (ANO 2000 E 2003)	49
ANEXO N – AUXILIARES DA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DAS CURVAS F-N	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1.1 – Sinistro com vitimização ocorrido no IP4 próximo de Amarante. Os pais do bebé na foto não sobreviveram. (AUIP4, 2009)	2
Fig.1.2 – IP5: Descida (kms 154-158), troço perigoso do IP5 para veículos pesados em mau estado. .3	
Fig.2.1 – Triângulo da segurança (adaptado de IST, 2009)	10
Fig.2.2 – Abordagem holística da segurança (adaptado de PIARC, 2008)	12
Fig.2.3 – Fluxograma do procedimento de avaliação de risco (adaptado de PIARC, 2008)	13
Fig.2.4 – Esquematização do conceito dos métodos qualitativos (cenário)	15
Fig.2.5 – Esquematização do conceito dos métodos quantitativos (sistema)	15
Fig.2.6 – Esquema “Bow-Tie Model” usado na análise de risco (adaptado de Arends, 2003)	19
Fig.2.7 – Risco Social (adaptado de Lewis, 2007)	21
Fig.2.8 – Esquematização da teoria de tolerabilidade do risco (adaptado de Lewis, 2007)	22
Fig.2.9 – Exemplificação de curva F-N	24
Fig.2.10 – Limites sugeridos na literatura para o Risco Social (Holicky, 2007)	25
Fig.2.11 – Relação entre o investimento e o nível de risco (adaptado de Jonkman, 2003)	28
Fig.3.1 – Distribuição das Vítimas Mortais segundo o tipo de via e ano de ocorrência	35
Fig.3.2 – Distribuição dos Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e ano de ocorrência	37
Fig.3.3 – Distribuição percentual das Vítimas Mortais segundo a natureza do acidente	38
Fig.3.4 – Distribuição percentual dos Acidentes com Vítimas segundo a natureza do acidente	39
Fig.3.5 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006)	47
Fig.3.6 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração	49
Fig.3.7 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Proposta Complementar	52
Fig.3.8 – Extensão da Rede de Estradas para alguns estados membros (2005)	56
Fig.3.9 – Percursos Efectuados em alguns estados membros (2005)	56
Fig.3.10 – Evolução da média de “Vítimas Mortais/km” dos estados membros da U.E. no período em análise	61
Fig.3.11 – Evolução da média de “Acidentes com Vítimas/km” dos estados membros da U.E. no período em análise	62
Fig.5.1 – Limites propostos para análise de curvas F-N em Auto-Estrada	84
Fig.5.2 – Limites propostos para análise de curvas F-N em Estrada Nacional	85
Fig.5.3 – Limites propostos para análise de curvas F-N (U.E.)	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Panorama das práticas em diferentes países (adaptado de Molag, 2006)	16
Quadro 2.2 – Requisitos da análise de risco por fase de projecto (adaptado de Molag, 2006)	17
Quadro 2.3 – Valores propostos para o factor β de ponderação da relação do indivíduo com o túnel (adaptado de Martínez-Montes, 2007)	23
Quadro 2.4 – Perfil de atitude face ao risco (adaptado de Martínez-Montes, 2007)	23
Quadro 2.5 – Alguns valores usados em diferentes países como VPF (adaptado de ETAG, 2007)	27
Quadro 3.1 – Proporção de Vítimas Mortais em Portugal, relativamente ao total da U.E., segundo o ano de ocorrência	32
Quadro 3.2 – Proporção de Acidentes com Vítimas em Portugal, relativamente ao total da U.E., segundo o ano de ocorrência	32
Quadro 3.3 – Número de Acidentes com Vítimas; Vítimas Mortais e Índice de Gravidade segundo o ano de ocorrência (adaptado de ANSR, 2009)	33
Quadro 3.4 – Vítimas Mortais segundo o tipo de via e ano de ocorrência	34
Quadro 3.5 – Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e ano de ocorrência	36
Quadro 3.6 – Vítimas Mortais segundo a natureza do acidente	38
Quadro 3.7 – Acidentes com Vítimas segundo a natureza do acidente	39
Quadro 3.8 – Factores de Correção (adaptado de ERSO, 2008)	42
Quadro 3.9 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006)	44
Quadro 3.10 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006)	46
Quadro 3.11 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração	48
Quadro 3.12 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) - Iteração	48
Quadro 3.13 – “Limites” de tolerância segundo o ano	49
Quadro 3.14 – “Limites” de tolerância	50
Quadro 3.15 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Proposta Complementar	51
Quadro 3.16 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) – Proposta Complementar	52
Quadro 3.17 – “Limites” de tolerância segundo o ano – Proposta Complementar	53
Quadro 3.18 – “Limites” de tolerância – Proposta Complementar	53
Quadro 3.19 – Limites de Tolerância: Vítimas Mortais por quilómetro	54
Quadro 3.20 – Vítimas mortais por veículo - quilómetro para alguns estados membros (2005)	57
Quadro 3.21 – Acidentes com Vítimas por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração	58
Quadro 3.22 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) – Iteração	58
Quadro 3.23 – “Limites” de tolerância segundo o ano	59

Quadro 3.24 – “Limites” de tolerância	59
Quadro 3.25 – “Limites” de tolerância segundo o ano – Proposta Complementar	59
Quadro 3.26 – “Limites” de tolerância – Proposta Complementar	60
Quadro 3.27 – Limites de Tolerância: Acidentes com Vítimas por quilómetro	61
Quadro 4.1 – Vítimas Mortais por quilómetro, para a extensão total da rede rodoviária nacional	64
Quadro 4.2 – Vítimas Mortais por quilómetro de Auto-Estrada.....	65
Quadro 4.3 – Vítimas Mortais por quilómetro de Estrada Nacional	65
Quadro 4.4 – Vítimas Mortais por quilómetro de Itinerários Principais e Complementares	66
Quadro 4.5 – Acidentes com Vítimas por quilómetro, para a extensão total da rede rodoviária nacional	67
Quadro 4.6 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Auto-Estrada.....	67
Quadro 4.7 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Estrada Nacional	68
Quadro 4.8 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Itinerários Principal e Complementar	68
Quadro 4.9 – Base de dados para a definição dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Vítimas Mortais/km	72
Quadro 4.10 – Adaptação directa dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Vítimas Mortais/km	72
Quadro 4.11 – Limites de Tolerância em Portugal (aplicação global) – Indicador: Vítimas Mortais/km	73
Quadro 4.12 – Número de Vítimas Mortais segundo o tipo de via e total nacional (2007).....	73
Quadro 4.13 – Adaptação dos limites segundo o tipo de via pelos limites de aplicação global em Portugal – Indicador: Vítimas Mortais/km.....	73
Quadro 4.14 – Base de dados para a definição dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Acidentes com Vítimas/km	75
Quadro 4.15 – Adaptação directa dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Acidentes com Vítimas/km	76
Quadro 4.16 – Limites de Tolerância em Portugal (aplicação global) – Indicador: Acidentes com Vítimas/km	76
Quadro 4.17 – Número de Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e total nacional (2007).....	77
Quadro 4.18 – Adaptação dos limites segundo o tipo de via pelos limites de aplicação global em Portugal – Indicador: Acidentes com Vítimas/km.....	77
Quadro 5.1 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (A.E)..	83
Quadro 5.2 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (E.N.)	85
Quadro 5.3 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (U.E.)	86

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

F – Frequência

N – Consequência [Vítimas mortais]

P – Probabilidade

AE – Auto-Estrada

ALARP – As Low As Reasonably Possible (Tão Baixo Quanto Razoavelmente Possível)

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

AR – Análise de Risco

$A_{Vítimas}$ – Acidentes com Vítimas

DRA – Deterministic Risk Approach

EC – Comissão Europeia

EN – Estrada Nacional

ERSO – European Road Safety Observatory

ETA – Event Tree Analysis

EUROSTAT – Gabinete de Estatísticas da União Europeia

FMECA – Failure Mode, Effects and Critically Analysis

FTA – Fault Tree Analysis

HAZOP – Hazard and Operability Analysis

IC – Itinerário Complementar

IP – Itinerário Principal

IR – Risco Individual

IRTAD – International Road Traffic and Accident Database

IST – Instituto Superior Técnico

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NHTSA – National Highway Traffic safety Administration

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PIARC – World Road Association

PRA – Probabilistic Risk Assessment

QRA – Quantitative Risk Assessment

SR – Risco Social

TMD (A) – Tráfego Médio Diário (Anual)

U.E. – União Europeia

UNECE – United Nations Economic Commission for Europe

V.Km – Veículo – Quilómetro

VM – Vítimas Mortais

1

INTRODUÇÃO

“A idade do risco em que vivemos impõe a cada um de nós a responsabilidade de tomar decisões cruciais, que podem afectar a nossa sobrevivência. Frequentemente, contudo, tais tomadas de decisão acontecem sem as bases dos conhecimentos adequados a tal necessários. A linguagem do risco, no que diz respeito ao plano civil, refere frequentemente a eventual extensão da responsabilidade por falta. O filósofo Hans Jonas (1997) chama a isto a “considerável extensão de imputação causal dos nossos actos”. Por eles e, por causa deles, o conceito de responsabilidade metamorfoseia-se. Não se trata aqui de reparar, já que é impossível reparar o irreparável, de voltar ao irreversível, trata-se de evitar, de prevenir, de agir com discernimento antes que o perigo se produza, portanto de responsabilizar e de se responsabilizar.”

António B. Gonçalves e Carmen D. Gonçalves, *Actas dos Ateliers do Vº Congresso Português de Sociologia* (Gonçalves, 2004)

1.1. ANOTAÇÃO PREAMBULAR

A mobilidade sempre crescente apresenta um preço demasiado elevado para os cidadãos, uma vez que todos os anos, 1 300 000 acidentes rodoviários provocam mais de 43 000 mortos e 1 700 000 feridos no conjunto dos países da União Europeia. A insegurança rodoviária não pode ser encarada apenas como um problema de transportes, esta é indubitavelmente um grave problema das sociedades. As suas consequências são assoladoras, tanto do ponto de vista humano, pensando na dor e no sofrimento de todas estas vidas perdidas e naqueles que sobreviveram mas permanecem incapacitados ou paralisados para toda a vida, como numa perspectiva económica: no âmbito das Comunidades Europeias os custos, directos ou indirectos, desta hecatombe foram avaliados em 160 mil milhões de euros, o que equivale a 2% do Produto Nacional Bruto (PNB) da União Europeia (Comissão Europeia, 2003).

O que se verifica diariamente nas estradas, com Portugal a assumir um papel manifestamente nefasto, é qualificável como um estado de “guerra civil”, no sentido em que estamos perante situações vulgarizadas de intensa agressividade e competição tumultuária. Nas imagens seguintes (fig. 1.1) retrata-se apenas um dos inúmeros sinistros que todos os dias vitimam pessoas em todo o mundo.



Fig.1.1 – Sinistro com vitimização ocorrido no IP4 próximo de Amarante. Os pais do bebé na foto não sobreviveram. (AUIP4, 2009)

As preocupações da sociedade face ao alto nível de sinistralidade rodoviária levantam, compreensivelmente, imperativos éticos, sociais, económicos e políticos no sentido de que sejam tomadas medidas para atenuar e reduzir o número moralmente inaceitável de vítimas de desastres e atropelamentos. Neste entendimento, para controlar e evitar ou, pelo menos, atenuar a sua gravidade são necessárias conhecer as causas, as circunstâncias e as consequências associadas aos acidentes de viação.

Num sentido lato fala-se, normalmente, nas causas da sinistralidade rodoviária, quando erroneamente se indicam um ou outro factor, como causa. Do ponto de vista da análise à sinistralidade rodoviária global e à sua redução, parecerá mais coerente ter em conta todos os possíveis e mais variados factores que potenciam o sinistro, do que abordar a complexa análise do ponto de vista, porventura mais limitativo, da (s) causa (s). As causas directas, essas, variam consoante cada caso e, normalmente, incidem no despiste do veículo ou na sua incapacidade de imobilização, causas directas, sendo ainda, por sua vez, originárias em determinadas condições potenciadas por diversos factores importantes (Oliveira, 2007).

Sentenciando, são três os factores potenciadores do surgimento dos acidentes de viação: o “Humano”, o “Veículo” e a “Via”, intrinsecamente relacionados entre si. Concomitantemente aos utentes das vias (factor “Humano”), identificados como os elementos mais influentes no desempenho da circulação rodoviária, assiste-se a um desrespeito colectivo pelas mais elementares regras éticas e jurídicas, simultaneamente ligado a uma cultura de desresponsabilização e anti-cívica. Se a estes comportamentos se agregar ainda uma falta de preparação teórica e, sobretudo, prática, bem como eventuais factores externos concludentemente converge-se para os lamentáveis números da sinistralidade. Neste sentido a sinistralidade deve ser encarada como um fenómeno endémico e não epidémico pelo que o seu combate terá, em grande parte, que se focalizar na prevenção e numa mudança de mentalidades.

Quanto ao “Veículo”, genericamente, podem ser apresentados como aspectos preventivos ou potenciadores da sinistralidade rodoviária: o estado de conservação e/ou de manutenção, a capacidade de aceleração longitudinal e lateral, a massa do veículo e a sua distribuição, questões relativas à direcção ou mesmo a ergonomia/posição de condução.

O factor potenciador da sinistralidade rodoviária remanescente atribui à “Via” (de comunicação) a imputação. A influência da “Via” tem enquadramento em alguns agentes específicos: na projecção e/ou construção erradas, incluindo lombas e curvas de má visibilidade; em *relevé* desfavorável; no

material do piso escorregadio; em cruzamentos e entroncamentos perigosos; no mau estado de conservação e falta de fiscalização; na deficiente sinalização e iluminação; na concepção inadequada da via ao volume e tipo de veículos que nela transitarão. A concepção das vias deve, pois, visar sempre todos estes múltiplos aspectos, em virtude de que a falha de um deles significa, previsivelmente, um aumento da taxa de sinistralidade rodoviária.

Exemplo de má concepção das vias (pela apresentação de erros de concepção original) é o traçado do IP5 (Aveiro – Vilar Formoso), onde se localizam alguns dos “pontos negros” das estradas portuguesas. Por “ponto negro” entenda-se a definição, validada pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) e patente nos seus relatórios (ANSR, 2009), correspondente a um lanço de estrada com o máximo de 200 metros de extensão, no qual se registou, pelo menos, 5 acidentes com vítimas, no ano em análise, e cuja soma de indicadores de gravidade é superior a 20. Na figura 1.2 é ilustrado um conjunto sucessivo de “pontos negros” no IP5.

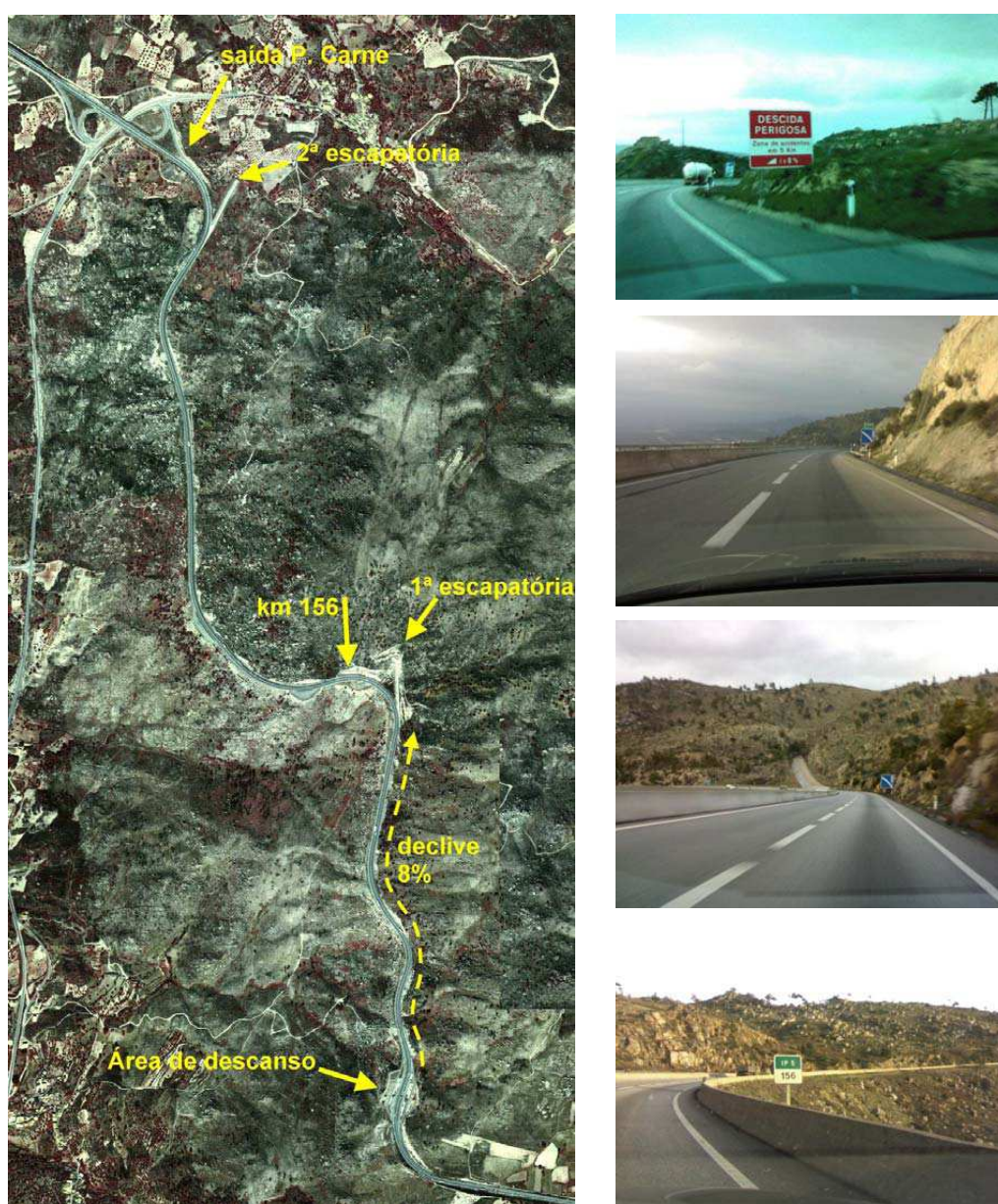


Fig.1.2 – IP5: Descida (kms 154-158), troço perigoso do IP5 para veículos pesados em mau estado.

A figura mostra a descida, entre os kms 154 e 158, no IP5, com uma pendente considerável (8%) numa extensão de 4 kms, a qual compreende ainda curvas apertadas e sinuosas, perigo potencial para os veículos pesados que percorrem aquele itinerário e para os ligeiros que podem ser alvos de colisão por parte daqueles quando em descida desgovernada.

O IP5 não é, de longe, o único traçado com lacunas, muitas outras vias há em Portugal, em que a perda de controlo dos veículos, por parte dos condutores – e para além de outros factores tais como a falta de preparação prática no controlo dinâmico do veículo, a condução agressiva, o próprio veículo ou, ainda, as condições atmosféricas adversas – é amplamente potenciada pelo traçado, pelo seu estado de sustentação e pela sua deficiente sinalização.

A melhoria das vias, em termos de reforço de segurança, da sinalização e da manutenção, assim como a “eliminação” em projecto de eventuais sub-factores potenciadores da sinistralidade directamente relacionados com a via, constituem condições muito importantes, que não devem ser preteridas.

Em síntese, para obter um efeito convincente, o combate à sinistralidade rodoviária terá de ser realizado numa vertente pluridisciplinar, incidindo nos diversos factores enunciados ao longo desta anotação preambular. A punição e o cumprimento do Código da Estrada revelam-se exíguos. Como foi dito, a primeira – porventura a mais difícil e morosa – “batalha” consiste na alteração de certos padrões culturais, de costumes e mentalidades. As restantes são igualmente importantes e vêm em consequência dessa alteração, mas, contrariamente, são de aplicação mais rápida e directa. São necessárias intervenções mensuráveis, e a sinistralidade só será reduzida para níveis “aceitáveis” quando os distintos aspectos aqui enunciados forem tomados em alta consideração e aplicados num compromisso global e de forma dinâmica e concertada.

A realização da presente dissertação, inscrita na unidade curricular “Investigação em Vias de Comunicação” do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pretende conjecturar e definir os critérios relativos à análise de risco em vias rodoviárias, aportando a questão premente da sinistralidade rodoviária. Assim, constitui objectivo central do trabalho a formulação e especificação dos preceitos de aceitação do risco (social) de colisão em vias rodoviárias (para troços correntes), resultando dessa análise a definição dos limites de tolerância das curvas F-N de risco de acidentes rodoviários.

1.2. ENQUADRAMENTO SOCIAL E OBJECTIVOS PROGRAMÁTICOS DA POLÍTICA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

A segurança rodoviária é objecto de irrefutáveis preocupações por parte do público em geral e de relevante interesse da comunidade científica e política interligada, que sob fortes motivações e a consciencialização das consequências dos frequentes sinistros rodoviários, conduzem acções programáticas com vista à redução das mesmas. No sentido de efectuar um enquadramento social e legal do problema, são descritas de seguida as principais “frentes de batalha” no combate à sinistralidade rodoviária nas suas mais diversas componentes, num contexto europeu.

A ferramenta fundamental para o auxílio da construção de uma União Europeia mais sustentável e desenvolvida encontra-se materializada pelo “*Livro Branco: A Política europeia de transportes no horizonte 2010: a hora das opções*”, cuja génese remonta a 2001 e no qual se objectiva, no âmbito do reforço da segurança rodoviária, a redução para metade do número de vítimas mortais nas estradas entre o período compreendido entre 2001 e 2010. Algumas das medidas concretas expressas neste documento são individualizadas nos pontos seguintes, nomeadamente ao nível da harmonização de sanções e na promoção de novas tecnologias ao serviço da segurança rodoviária, bem como a

exposição de outras acções orientadas pela Comissão Europeia com transposição directa a cada um dos seus estados membros.

Como ponto primeiro aclaram-se alguns aspectos relativos à melhoria do comportamento dos utilizadores rodoviários na lógica do grande potencial que possui para “salvar vidas”. Não será desnecessário apontar que o excesso de velocidade, a condução sob o efeito do álcool e a não utilização de cintos de segurança estão envolvidos em três de cada quatro vítimas mortais. Foram já realizadas várias iniciativas com vista à melhoria do comportamento dos utilizadores. Na verdade, a acção mais eficaz, a curto prazo, é a combinação de campanhas de sensibilização com carácter preventivo, a aplicação de sanções e regras mais rigorosas.

As campanhas referidas podem revestir diversas formas, e à imagem do compromisso primordial assumido pela Comissão Europeia no âmbito do combate à sinistralidade rodoviária, esta tem concedido apoio financeiro a algumas das principais campanhas pan-europeias, como por exemplo a Euro-BOB, implementada com sucesso em quase vinte países. O princípio é simples: numa festa, quem bebe não conduz. A Comissão Europeia encontra-se também a prestar apoio financeiro a um outro projecto de investigação (CAST) que, de acordo com as expectativas, disponibilizará um manual relativo à preparação, implementação e avaliação de campanhas de segurança rodoviária. No âmbito nacional é plausível destacar as campanhas infantis realizadas pela Cruz Vermelha Portuguesa.

Por outro lado, a aplicação de sanções é uma das principais precedências, particularmente em países com maus desempenhos nesta área. As sanções devem ser aplicadas a todos os infractores, independentemente da sua origem (mesmo que os registos ocorram fora do país de residência) no intuito de que não sejam gerados sentimentos de impunidade por parte de alguns cidadãos. Para corroborar este princípio a Comissão adoptou recentemente uma proposta para a chamada "aplicação de sanções além-fronteiras".

Para além do apresentado, estão a ser encetados avanços no sentido da implementação da carta de condução europeia. Uma das recentes alterações introduzidas por uma directiva de 2006 prevê um acesso a motociclos mais pesados de forma progressiva, bem como um título de condução para ciclomotores. Por sua vez, os condutores profissionais ficam agora sujeitos a uma qualificação inicial e formação regular.

De facto estão previstas novas iniciativas no âmbito dos comportamentos, destacando-se um projecto de investigação muito importante designado DRUID que facultará uma sólida fundamentação científica para limitações derivadas do álcool, dos estupefacientes legais e ilegais e das suas combinações.

No que concerne ao veículo, importa salientar o extraordinário progresso registado na indústria automóvel nos últimos anos. Os automóveis, camiões e autocarros são cada vez mais seguros. O nível europeu não só estimulou a procura pública por veículos mais seguros (um sistema de avaliação da segurança intitulado EURO-NCAP), como também definiu um conjunto coerente de requisitos técnicos obrigatórios. Alguns exemplos recentes: camiões novos com faixas retrorreflectoras; espelhos retrovisores de ângulo morto em todos os camiões; instalação de cintos de segurança nos autocarros novos; e dentro de alguns anos, instalação de dispositivos de controlo electrónico de estabilidade em todos os veículos novos.

No que diz respeito à infra-estrutura, a Comissão Europeia propôs um sistema coerente e compreensivo para a avaliação do impacto, auditorias e inspecções de modo a que cada vez mais seja implementada segurança em todas as estradas europeias. Esta nova legislação recebeu recentemente o aval por parte do legislador europeu (isto é, o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia).

Neste encadeamento, a nível europeu, é a primeira vez que se aborda a questão da segurança das infra-estruturas rodoviárias de forma tão abrangente.

Sob um ponto de vista de organização processual, é gerido pela Comissão um sítio *web* público denominado de Observatório Europeu da Segurança Rodoviária. O Observatório tem por objectivo recolher, analisar e publicar informação científica sobre a sinistralidade. Possui já uma série de dados e estatísticas significativa, bem como vários manuais e guias de boas práticas, que constituirão uma mais-valia para governos e outros intervenientes.

Outra iniciativa europeia, e provavelmente a mais original de todas, é a Carta Europeia da Segurança Rodoviária (Anexo A), denunciadora de um verdadeiro sucesso. Esta carta foi lançada em 2004 e, até ao momento, deu origem a mais de 1 000 compromissos. Alguns modestos, alguns cruciais, mas todos proporcionais à capacidade do signatário para fazer algo de concreto e realista – para além do seu dever.

A Comissão está também a organizar grandes eventos como o Dia Europeu da Segurança Rodoviária. A primeira comemoração realizou-se em Abril de 2007, com particular enfoque nos jovens condutores. Um dos resultados deste evento foi a instituição de um Fórum da Juventude para a segurança rodoviária, cujo primeiro encontro teve lugar em Bruxelas, no dia 10 de Julho. Estiveram presentes dois delegados de uma associação juvenil de cada país. O segundo Dia Europeu da Segurança Rodoviária foi organizado no dia 13 de Outubro de 2008, em Paris, privilegiando o tema dos acidentes nas cidades.

Por último, importa ainda referir aspectos relacionados com o aumento do volume de tráfego e com a consequente necessidade de melhoria da gestão das velocidades dos veículos num imperativo de segurança, devendo igualmente permitir lutar contra os congestionamentos. Para além dos benefícios em matéria de segurança rodoviária, o respeito pelos limites de velocidade induzirá, também, um impacto significativo em termos de redução das emissões de gases com efeito de estufa. A Comissão preconiza no seu Livro Branco perspectivas prometedoras no âmbito da introdução de novas tecnologias capazes de determinar a velocidade ideal, a cada momento, em função do estado do tráfego, das características da estrada e das condições externas, nomeadamente meteorológicas, e de transmitir essa informação aos condutores, através de sinalização exterior ou do painel de bordo. (Comissão Europeia, 2001).

Em suma é assertivo o grande progresso realizado pela União Europeia, ainda que insuficiente e, infelizmente, ainda que não em todos os países. Representando a segurança rodoviária uma luta constante, é necessária uma continuada congregação de esforços por parte da Comissão e dos estados membros. Os parlamentos nacionais possuem ainda o dever de fomentar a acção nos países em que a situação ainda é claramente insatisfatória.

1.3. ALINHAMENTO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação, na procura de constituir uma declaração valorosa e útil para aqueles que se debruçarem nos temas nela tratados, está organizada segundo um juízo de compreensão dos fenómenos na perspectiva de um analista de risco que necessita de fundamentar os seus pareceres relativamente a uma determinada estrada. Neste primeiro capítulo, introduz a questão dos acidentes em estradas correntes e a forma como, historicamente, ela vem sendo tratada a nível social, político e no cerne da comunidade científica.

No segundo capítulo é apresentada com detalhe a problemática da análise de risco reportando de algum modo as especificidades deste conceito quando direccionado para o estudo de túneis

rodoviários, por ser neste âmbito que a metodologia se encontra amplamente desenvolvida, no intuito de elucidar a aplicabilidade e excelências que esta apresenta para vias rodoviárias a céu aberto. Expõem-se as principais metodologias teóricas de análise de risco, reflectindo sobre a noção de risco, a sua aceitabilidade e o seu impacte.

O terceiro capítulo dedica-se a estabelecer o enquadramento conceptual da análise de risco associada às colisões em vias rodoviárias com particular enfoque nos critérios de aceitabilidade. Após a análise dos indicadores de sinistralidade enceta-se a descrição das formulações e especificações dos preceitos de aceitação do risco. Enquadra-se o problema no panorama europeu com a descrição dos processos destinados a lidar com esta questão. Realiza-se uma compreensão exhaustiva dos procedimentos e dos valores de referência limite numa óptica de que estes constituam mecanismos fiáveis de aceitação do risco ao projecto de novas estradas.

O interesse de fundamentar a definição de limites de referência segundo o tipo de via é expresso no capítulo quatro. São definidos neste ponto os critérios que conduzem, conquanto a nível nacional, à obtenção de valores limiares para a aplicação a análises de risco em vias rodoviárias segundo determinadas classificações das via.

O capítulo cinco destina-se a aplicar a fundamentação teórica anteriormente estruturada, apresentando graficamente os limites aglutinados às curvas F-N, que estarão na base da representação do risco social (SR), inerente à análise de risco de colisão em vias rodoviárias.

O sexto capítulo tem o propósito de apresentar as considerações finais do trabalho realizado, entre as quais, as contrariedades deparadas, as avaliações críticas dos princípios adoptados, cedendo-se também, numa óptica de complemento ao presente trabalho, deliberações para desenvolvimentos futuros.

2

A ANÁLISE DE RISCO. ENQUADRAMENTO ESPECÍFICO DO PROBLEMA

2.1. SINOPSE DA ANÁLISE DE RISCO

Numa mostra de todos os modos de transporte, indubitavelmente o transporte rodoviário é o mais perigoso e o que apresenta custos para a vida humana mais avultados (inclui prejuízos físicos e morais das vítimas e das suas famílias). Assimilados a um fenómeno social, os numerosos acidentes em estrada aberta têm suscitado reacções muito fortes, nomeadamente na óptica da congregação de esforços para a redução das consequências dos mesmos. Vários estudos declaram que os condutores europeus esperam medidas mais severas no domínio da segurança rodoviária nomeadamente, a melhoria da qualidade das estradas, melhor formação dos condutores, uma aplicação mais rigorosa do código da estrada, controlo de segurança dos veículos e campanhas de segurança rodoviária.

Tratando-se a segurança rodoviária de uma área de cariz marcadamente transdisciplinar, a sua complexidade requer o fortalecimento de vias de diálogo entre matérias diversas: da economia à psicologia social e cognitiva, da sociologia do desenvolvimento à engenharia dos transportes, da geografia e ecologia humanas à antropologia, da história social aos estudos da comunicação e à investigação nas áreas da saúde pública e da prevenção do risco. Neste encadeamento, pode retirar-se um instrumento transversal às diversas temáticas do saber e aos estudos desenvolvidos, que permite avaliar em que medida é que um certo contexto é ou não aceitável para a organização: a Análise de Risco.

Primitivamente, foram desenvolvidos métodos de análise de risco para ajudar na segurança de fábricas e procedimentos potencialmente perigosos em sectores como o nuclear, petroquímico e químico. No entanto, há já alguns anos, foram descortinadas inúmeras primazias na aplicação desta metodologia a outras áreas, designadamente na investigação da segurança rodoviária.

2.2. PRINCÍPIOS E DESÍGNIOS GERAIS

À priori da apresentação e desenvolvimento de conceitos elementares e da noção de Análise de Risco propriamente dita, essenciais para a compreensão da presente dissertação, importa fazer uma sucinta alusão ao que efectivamente potencia a sua necessidade, isto é, os acidentes de viação. Os factores potenciadores dos acidentes podem ser agrupados de acordo com o triângulo da segurança indicado na figura seguinte (fig. 2.1), afigurando os seus vértices as componentes chave de um sistema rodoviário: a *via*, o *veículo* e o *condutor* (utente da via).



Fig.2.1 – Triângulo da Segurança (adaptado de IST, 2009)

A *via de comunicação* é definida pela sua construção, as instalações e os equipamentos, bem como tudo o que a rodeia. As suas características influenciam em muito a capacidade de condução, pelo que é atribuído um papel crucial a esta componente na redução da sinistralidade. A título de exemplo, note-se o modo algo laxista com que são considerados os utentes mais vulneráveis da via (peões e ocupantes de veículos de duas rodas) nos projectos das mesmas, ou até mesmo casos pontuais de vias mal concebidas, mal sinalizadas ou com manutenção deficiente.

O *veículo*, devido às suas propriedades intrínsecas, tais como o modelo, idade e estado técnico, pode influenciar imensamente o desempenho na circulação rodoviária e o incremento de dispositivos de segurança nestes, a redução significativa da sinistralidade rodoviária. De facto, a segurança activa dos veículos tem um papel importante no evitar do acidente, assim como a segurança passiva do veículo tem um papel importante na redução das suas consequências.

O *condutor*, irmanado como factor humano (no plano do sinistro o factor humano está associado tanto a condutores de veículos como a peões que frequentemente atravessam as vias) é o maior responsável pela ocorrência de sinistros rodoviários. A condução envolve um complexo sistema, para o qual o condutor deve estar devidamente adaptado, sendo que todos os subsistemas e componentes inerentes provocam uma diminuição das capacidades cognitivas nos condutores, tornando-se o desenvolvimento do processo mais moroso. As exigências feitas a um condutor variam consideravelmente e o que parece ser uma operação de rotina pode mudar, num segundo, para uma emergência.

Por outro lado as circunstâncias do tráfego e a interacção entre estes três elementos constituem agentes importantes neste âmbito. As hipóteses de acidente decrescem quando diminuem as diferenças de velocidade e o peso na corrente de tráfego. O número de veículos é determinante devido à relação existente entre a intensidade de tráfego e a frequência de acidentes.

Em suma, de um modo geral, os acidentes rodoviários em estrada aberta apresentam como parâmetros potenciadores à sua ocorrência: *condições climáticas adversas* (chuvadas fortes, neve, nevoeiro); *falhas técnicas* (projecto mal concebido, iluminação deficiente); *falhas humanas* (suposições erróneas e falta de atenção) e, em situações mais remotas, *comportamento criminal* (roubo de equipamento de segurança, actividades terroristas). Destas causas, as falhas técnicas e humanas são as que poderão ter maior evidência.

2.2.1. DEFINIÇÃO E OBJECTIVOS DA ANÁLISE DE RISCO

Revela-se preponderante começar por introduzir o conceito de Risco e conceitos inerentes ao mesmo, com vista ao enquadramento geral e ao contexto do presente trabalho.

Assume-se, nas presentes circunstâncias, Risco como a tentativa de medir o grau de incerteza com que determinado acontecimento danoso ou prejudicial pode suceder, isto é, a contingência ou proximidade de um dano. No âmbito do estudo da segurança rodoviária adopta-se como a medida da verosimilitude de uma pessoa que percorre uma estrada incorrer num acidente. Com significado próximo, porém com diferenças que importa esclarecer, encontra-se o conceito de Perigo, sendo que este é a casualidade iminente de que suceda um acidente. Por conseguinte, a dissemelhança entre os dois termos reside na proximidade da ocorrência (Martínez-Montes, 2007).

O conceito de risco engloba dois aspectos essenciais:

- Probabilidade de ocorrência (P) – já que a noção de risco não implica uma iminência do acidente em análise, é essencial associá-lo a um conceito estatístico que concretize de alguma forma as possibilidades com que tal acidente pode ocorrer;
- Consequência (N) – uma medida dos danos provocados pelo eventual acontecimento do acidente (danos materiais, económicos ou fatais).

A transposição desta definição para o campo de actuação da Engenharia resulta na quantificação do risco através do produto entre os dois aspectos referidos, isto é:

$$R = P \times N \quad (2.1)$$

O conceito de risco em Engenharia é uma das bases fundamentais para o correcto desenvolvimento dos estudos prévios, de alternativas e, inclusivamente de soluções construtivas (Martínez-Montes, 2007). Análises de risco detalhadas são, a título de exemplo, aplicadas obrigatoriamente a túneis, independentemente do seu estado de concepção.

Embora os primórdios da **Análise de Risco** não sejam inerentes ao campo de acção da segurança rodoviária, esta ferramenta tem vindo a ser aplicada com particular interesse. A utilidade propende para a instituição de uma estratégia proactiva e sistemática de investigação de potenciais riscos. A experiência passada deixa, deste modo, de ser um aspecto basilar na investigação rodoviária, utilizando-se pois, a análise de risco com o intuito de desenvolver um modelo que retrate, tão realisticamente quanto possível, o risco associado a um dado sistema. Tendo em atenção os limites humanos da investigação, este modelo representa uma simplificação mais ou menos precisa da realidade que, no entanto, fornece um muito mais produtivo entendimento do que os processos baseados na experiência.

Em consonância com o comité técnico do PIARC (2008), a significação de Análise de Risco pode cingir-se a quatro linhas mestras:

- Análise de Risco é uma abordagem sistemática de análise de sequências e inter-relações com potenciais incidentes ou acidentes, identificando, deste modo, pontos fracos do sistema e reconhecendo possíveis medidas de melhoramento;
- Análise de Risco pode incluir a quantificação do risco quando é empregue na base de estudos de performance do sistema relativamente à segurança;

- O termo Análise de Risco cobre uma larga família de diferentes abordagens, métodos e modelos complexos para funções específicas;
- Um princípio basilar de qualquer Análise de Risco é a abordagem holística do sistema, ou seja, em tudo o que respeita à infra-estrutura, aos veículos, ao uso e aos utentes.

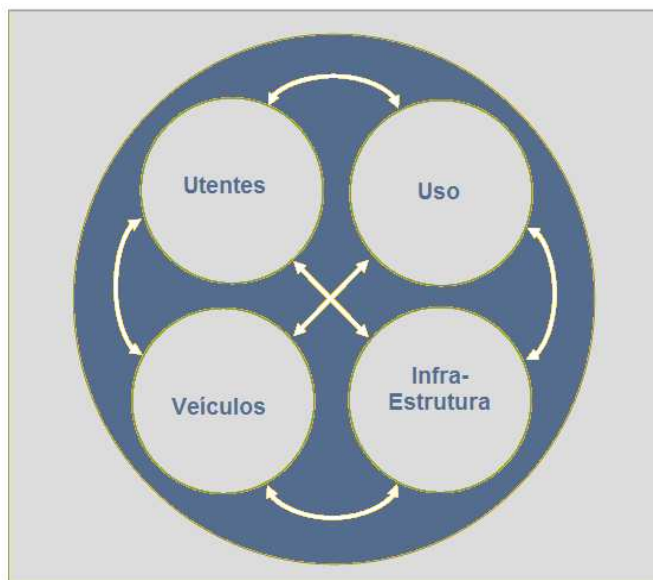


Fig.2.2 – Abordagem Holística da Segurança (adaptado de PIARC, 2008)

No que concerne aos objectivos de uma Análise de Risco, no contexto em questão, podem ser:

- Averiguar a consistência geral do planeamento de segurança;
- Escolher através das diversas alternativas de possíveis planos de segurança a aplicar;
- Demonstrar que os requisitos de segurança são cumpridos, nomeadamente no caso de haver desvios das prescrições iniciais;
- Optimizar o planeamento de segurança em termos de eficácia de custos.

A realização de uma análise de risco favorece uma avaliação organizada e perceptível dos riscos inerentes a um acidente. No entanto, a perspectiva de consequente minimização do nível de risco, não deve descurar uma análise complementar de custo-benefício, sob pena de incorrer numa desapropriação. Com efeito, o estudo adicional garante que os meios aplicados na redução dos riscos estão em conformidade com o proveito obtido ao nível da segurança.

2.2.2. PROCESSO DE APRECIAÇÃO DE RISCO

A generalidade da bibliografia é praticamente unânime quanto à estruturação do processo de avaliação de risco mesmo que, por vezes, sejam usadas terminologias distintas referindo-se ao mesmo conceito. Em consonância com as diferentes fontes bibliográficas, este processo pode ser decomposto em três fases distintas, porém, dependentes entre si. No que concerne à análise de risco, esta pode designar-se como uma fase de um amplo e complexo processo de avaliação de risco (ver figura 2.3). Para além da análise de risco (AR), que pretende responder à questão “o que pode acontecer e quais as

consequências?”, podendo ser realizada de um modo quantitativo (probabilístico) ou qualitativo (determinístico), ou mesmo uma combinação dos dois – adiante serão examinados estes aspectos –, existe ainda a avaliação de riscos e a redução de riscos/planeamento de medidas (adicionais) de segurança.

A avaliação/gestão de risco está vocacionada para a questão da aceitabilidade, pretendendo responder à questão “será o risco estimado aceitável?”. Para tal, é necessária a definição dos chamados critérios de risco e confrontar os valores de risco calculados para o sistema em estudo com estes critérios, concluindo da aceitabilidade ou não dos mesmos. No caso de não serem aceitáveis, há que criar um plano de intervenções destinadas à sua minimização, dando-se prioridade aos riscos com maior probabilidade de ocorrência e consequências mais gravosas. Em virtude deste ser o ponto fulcral deste trabalho, uma explanação mais rigorosa sobre este tema será realizada mais à frente neste capítulo.

A redução de riscos é exactamente a etapa, já afluída no parágrafo anterior, que diz respeito à criação de um plano de escolha e implementação de medidas mitigadoras de risco no sistema, respondendo à questão “que medidas são necessárias implementar para tornar o sistema mais seguro?”. Podem ainda discutir-se acerca deste assunto os aspectos relacionados com a eficiência e o custo-benefício das medidas a implementar, como já referido anteriormente.

Antes mesmo de se proceder à Análise de Risco, é preponderante que o sistema sob investigação esteja correctamente definido. O sistema compreende a estrutura, o equipamento, o tráfego, os procedimentos etc., devendo incluir todas as questões de projecto e seus parâmetros relacionados com segurança, seja num projecto feito de raiz ou numa estrada já existente. O processo envolve uma fragmentação em três passos, como a seguir se refere (PIARC, 2008):

- Identificação de perigos – Processo sistemático de identificação e estruturação de todos os perigos, e de análise dos efeitos correlacionados;
- Análise de probabilidades de ocorrência dos cenários ou eventos relevantes;
- Análise de consequências desses mesmos cenários.

O esquema que a seguir se apresenta auxilia a compreensão processual, sob um ponto de vista genérico, do referido anteriormente.

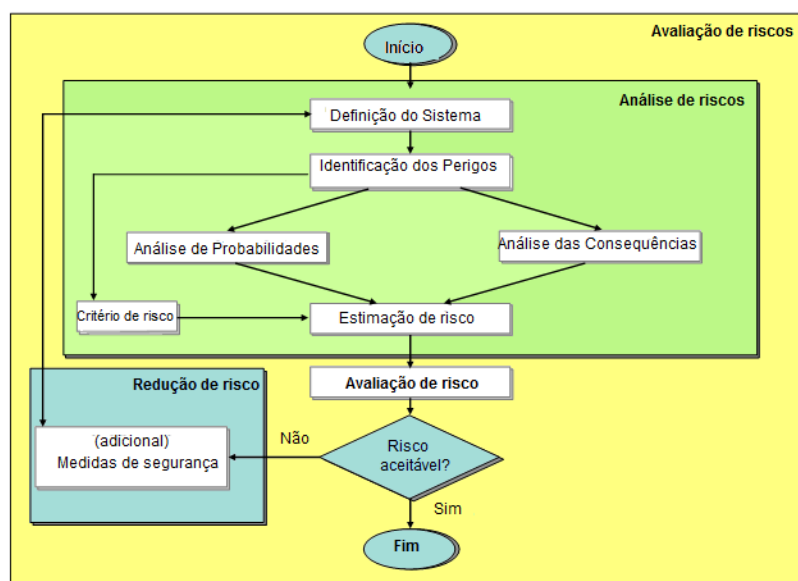


Fig.2.3 – Fluxograma do Procedimento de Avaliação de Risco (adaptado de PIARC, 2008)

2.3. METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE RISCO

De acordo com o exposto no subcapítulo precedente, objectiva-se neste ponto a realização de uma abordagem geral acerca dos métodos e respectivas especificações utilizados num processo de análise de risco.

Com efeito, existem dois grupos nos quais podem ser inseridos os métodos de análise de risco: *métodos qualitativos* e *métodos quantitativos*.

Os **métodos qualitativos** são, regra geral, dotados de um grau de dificuldade inferior aos demais, sendo muitas vezes de simples, fácil e flexível uso. São baseados na aplicação de padrões de avaliação sem critérios rigorosos de cientificidade e podem ser aplicados na grande maioria dos problemas. No entanto, como contrapartida, não possuem elementos do sistema devidamente correlacionados, analisando pois os cenários de forma individualizada sem recorrer a probabilidades de ocorrência. O significado deste tipo de análise é fortemente influenciado pela percepção no momento em que é feita, com base em cenários específicos. São métodos comumente advogados pelos responsáveis dos procedimentos de emergência pois as suas preocupações residem nas possibilidades de redução de casualidades e na forma de lidar com elas.

Os **métodos quantitativos** estruturam possíveis eventos de um sistema de um modo coerente e integrado, examinando diferentes cenários e possíveis eventos subsequentes com identificação das influências relevantes. É determinada a frequência de cada cenário específico e estimadas as consequências para cada tipo de eventos subsequentes, sendo a primeira em forma de probabilidade e as segundas em número de mortos (alternativamente podem também expressar-se em feridos ou até mesmo em valor monetário). A vantagem primordial relaciona-se com a transparência na representação das interdependências usadas que permitem calcular o risco, uma vez que pressupõem a análise conjunta de diversos cenários aos quais está sempre associada uma probabilidade de ocorrência calculada de modo explícito. No entanto, existem problemas que não conseguem ser equacionados adequadamente em virtude de todo o processo poder depender de algumas variáveis como o factor tempo e fontes razoáveis de financiamento. Revela-se igualmente custoso obter suficiente informação em dados quantitativos que permitam dar valores concretos aos mais importantes parâmetros. Por último, estes métodos são caracterizados por um elevado nível de complexidade, o que os torna menos compreensíveis, logo mais dificilmente utilizáveis e manuseáveis.

2.3.1. TIPOS DE ABORDAGEM PARA A ANÁLISE DE RISCO

Um processo de análise de risco no âmbito rodoviário pode ser abordado segundo duas perspectivas distintas: de um modo *determinístico*, baseando-se em **cenários**, ou o *probabilístico*, com base em **sistemas**.

Sem desviar o sentido dos dois conceitos referidos anteriormente, explicados de seguida, torna-se desde já plausível estabelecer a analogia dos mesmos com os métodos de análise de risco apresentados. Assim aos métodos qualitativos far-se-á entender uma abordagem do tipo determinística (DRA, do inglês *Deterministic Risk Assessment*) e aos quantitativos uma abordagem probabilística (PRA, do inglês *Probabilistic Risk Assessment*).

Retomando, numa *abordagem determinística* é delimitada uma gama dos cenários mais pertinentes, estimando-se a probabilidade de ocorrência de cada cenário, e analisando-se as possíveis consequências daí resultantes (fig. 2.4). A avaliação de riscos é realizada separadamente para cada cenário singular, baseando-se nos indicadores das características (ex: frequência dos cenários, parâmetros descritores de efeitos e consequências dos cenários).

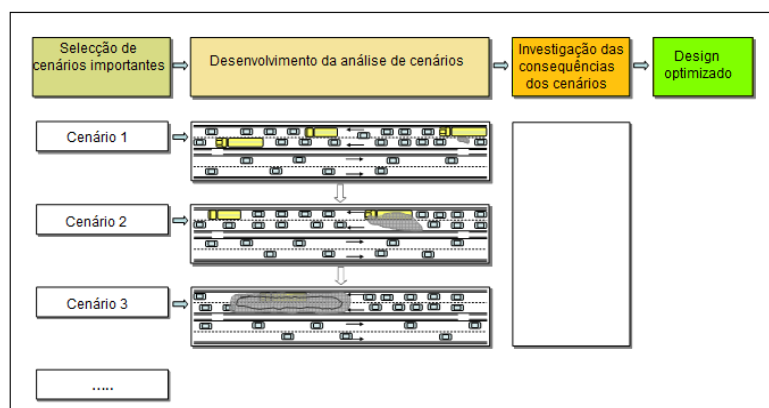


Fig.2.4 – Esquematização do conceito dos métodos qualitativos (cenário) (adaptado de PIARC, 2008)

De todos os cenários realizáveis, deve ser definido um **cenário base** que consiga abranger todas as hipóteses de risco da via em questão. A selecção deste cenário é feita usando dados de experiências anteriores. No entanto a sua escolha deve ser razoável pois, se a probabilidade de ocorrência for muito baixa, originaria uma projecção deficitária da estrada, pondo em causa o seu nível de segurança. Em virtude de não existirem normas de segurança fixas sobre que cenário base utilizar em todas as estradas, a escolha de um cenário reveste-se de alguma arbitrariedade, o que induz a não definição convincente de um nível de segurança para a estrada. Para o efeito seria necessário o estudo de vários cenários.

O propósito deste tipo de análise de risco é examinar o desenvolvimento e as consequências do acidente como um todo, isto é, conforme uma análise holística. A escolha e o desenvolvimento de um cenário base de projecto servem para facultar uma ideia do nível de auto-ajuda das pessoas envolvidas no acidente.

No que concerne à aplicação de uma *abordagem probabilística baseada em sistemas*, os riscos estimam-se considerando o sistema geral, isto é, incluem-se todos os eventos/cenários que poderão afectar os utentes num sistema, sem excepção de qualquer um (figura 2.5). A avaliação do risco é efectuada para o sistema completo da estrada em investigação, baseando-se em valores de risco do sistema (valor esperado, curva F-N).

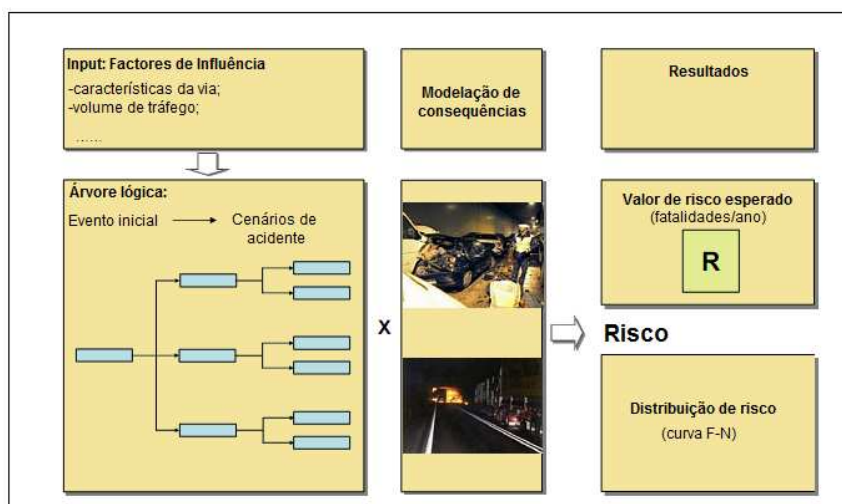


Fig.2.5 – Esquematização do conceito dos métodos quantitativos (sistema) (adaptado de PIARC, 2008)

Através deste processo são calculadas probabilidades de ocorrência para todos os cenários possíveis de desenvolvimento de um acidente. Cada cenário é representado por uma árvore de consequências, a qual tem a si associadas variáveis com diferentes probabilidades de ocorrência.

Embora com as diferenças já especificadas, as análises qualitativas ou de cenário e as quantitativas ou probabilísticas estão estreitamente relacionadas entre si. Com efeito, são variações combinadas de uma análise do tipo “probabilidade e consequência”. Ambas consideram os efeitos e consequências de eventos indesejados, os já mencionados cenários de acidente, tendo cada uma das abordagens o seu papel no sistema de análise, facto pelo qual se complementam em muitas situações. A sua diferença intrínseca reside, como se percebe, na consideração específica de probabilidades de ocorrência no caso das análises quantitativas, enquanto as análises de cenário se focam nas consequências.

Como será de fácil entendimento, não existe concordância no que se refere à aplicação de diferentes métodos em países distintos. Tal facto explica-se, não somente pelas preferências específicas de cada um mas, no cerne, pela adequabilidade das características das bases de dados de entrada (inputs) disponíveis a um determinado modelo (Molag, 2006). Um panorama da experiência e das aplicações práticas de diferentes países é apresentado no quadro subsequente (quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Panorama das Práticas em diferentes países (adaptado de Molag, 2006)

	Método Aplicado	Objectivo	Modelo Aplicado
França	Análise de Risco Quantitativa	Avaliação de risco relacionada com o transporte de mercadorias	QRAM
Holanda	Análise de Risco Probabilística Análise Determinística de Cenários	Aceitabilidade do desempenho de Optimização dos procedimentos de resposta a incidentes Estabelecimento de objectivos de segurança	TunPRIM para QRA
Reino Unido	Análise Qualitativa dos riscos no Projecto e Operação Análise Determinística de Cenários	Projecto baseado no risco Optimização dos procedimentos de resposta a incidentes Regulação do transporte de materiais perigosos	Modelos diferentes dependendo do objectivo
Suécia	Análise de Risco Probabilística Análise Determinística de Cenários	Contribuição para padrões de segurança mais elevados	Modelos diferentes dependendo do objectivo

2.4. DILIGÊNCIA EM CADA FASE DO PROCESSO. MÉTODOS A UTILIZAR

A quantidade de dados disponíveis para a avaliação de risco é muito variável em função da fase do projecto, sendo perceptível o seu crescimento desde um momento inicial até ao desfecho. Será pois de todo o interesse analisar os requisitos inerentes à análise de risco nas diferentes fases do projecto ou mesmo em plena exploração (ilustrado no quadro 2.2).

Quadro 2.2 – Requisitos da análise de risco por fase de projecto (adaptado de Molag, 2006)

		Grau de Exactidão	Grau de Detalhe	Input	Output
Projecto	Estudo de Viabilidade	Avaliações Qualitativas	Identificação inicial dos perigos, riscos e medidas	Experiência genérica	Avaliação de importância
	Ante-Projecto	Estimativas pouco precisas	Identificação inicial de perigos e riscos	Experiência genérica	Estimativa de riscos e custos
			Identificação de medidas redutoras	Modelos pouco precisos	
			Critérios iniciais de aceitabilidade	Dados genéricos	
	Projecto Base	Estimativas	Quantificação do risco	Experiência	Riscos e custos em função dos parâmetros básicos
			Estudo de medidas de redução do risco	Modelos	Critério de aceitabilidade
			Critério de aceitabilidade	Informação estatística	
Exploração	Projecto de Execução	Estimativas detalhadas	Avaliação detalhada de eficiência das medidas redutoras	Experiência	Bases para a documentação do projecto
			Avaliação da aceitação	Modelos	
				Informação estatística	
	Operação	Cálculos detalhados	Avaliação detalhada de eficiência de medidas redutoras	Auditorias e Inspeções	Dossier de segurança
			Avaliação da aceitação	Informação estatística específica	Base para novos procedimentos de segurança

Face ao exposto, declara-se preponderante discorrer em que medida diferentes métodos práticos podem ser aplicados nas três fases do processo de avaliação de risco assim como nas diferentes fases de projecto. Neste contexto tornam-se mais evidentes as características respectivas de cada método que o tornam adequado ou não para essas fases. É de salientar o facto de, na maioria das vezes, e dada a complexidade do processo avaliativo em causa, a optimização desse processo é conseguida pela combinação racional e complementar de métodos. As características e exigências específicas do problema em análise e do sistema que se lhe associa e ainda a disponibilidade de (bases de) dados próprios ou outra informação relevante constituem igualmente factores que condicionam a selecção dos métodos.

Tanto em abordagens de carácter *determinístico* como *probabilístico*, previamente à avaliação do risco em si, é essencial descrever quais os cenários e acontecimentos a considerar nas várias fases do processo, que devem facultar uma correcta identificação e quantificação de possíveis acidentes e incidentes. De seguida são referenciados os principais métodos de determinação das possibilidades de advir um acontecimento não desejado (PIARC, 2008).

A **Check-list** é um método de avaliação e controlo de procedimentos, materiais e equipamentos. Os seus resultados facilitam e identificam áreas que requerem um estudo mais detalhado, sendo esses resultados apresentados de forma obviamente qualitativa e vinculada aos procedimentos standard.

Os métodos **What if analysis** baseiam-se na determinação e identificação das consequências derivadas de um possível incidente ou funcionamento defeituoso do sistema.

O método **HAZOP** (*Hazard and Operability Analysis*) é um dos mais desenvolvidos e estruturados métodos para o tratamento de possíveis perigos relativos a infra-estruturas de transporte. Numa primeira etapa, identifica todos os desvios produzidos em relação ao correcto funcionamento do sistema. Posteriormente, em reuniões de *brainstorming*, fazem-se corresponder a esses desvios identificados as respectivas causas e consequências. Conclui-se o método produzindo uma lista de linhas orientadoras como documento de trabalho. O resultado é uma lista qualitativa que inclui:

- Identificação de perigos e problemas de exploração;
- Mudanças recomendadas ao projecto e procedimentos de conservação e exploração para a melhoria dos padrões de segurança;
- Recomendações para a realização de novos estudos.

O método **FMECA** (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*) é implementado mediante a ordenação dos dados relativos aos equipamentos da estrada, os diversos modos de falha e o estabelecimento de um ranking relativo a cada um dos efeitos dessas falhas.

A Árvore de Falhas – *Fault Tree Analysis*, **FTA**, é um processo dedutivo de análise que parte da escolha de um dado “acontecimento não desejado ou evento a evitar”, seja este um acidente de grande magnitude ou de menor importância, e que tem o objectivo de averiguar a origem dos mesmos, identificando todas as combinações possíveis de falha que desemboquem nesse primeiro evento escolhido. A exploração de uma árvore de falhas pode limitar-se a um tratamento qualitativo ou aprofundar-se através da quantificação de probabilidades para cada ramo.

A Árvore de Acontecimentos – *Event Tree Analysis*, **ETA**, é uma técnica simples de análise quantitativa ou qualitativa que permite estudar processos sequenciais de hipotéticos acidentes, a partir de acontecimentos iniciais indesejados, chegando-se aí a um estado final do sistema. Cada evento nesta cadeia carrega com o peso das consequências dos eventos precedentes. Usa uma lógica binária em que facilmente se percebe quais dos sistemas subsequentes falham ou funcionam.

Em continuidade com a lógica apresentada, patente na figura 2.3, sucede-se à selecção de cenários a análise de risco, no sentido restrito. A aplicação da *Deterministic Risk Assessment* pressupõe a consideração unicamente das consequências de um acidente, pelo que a sua aplicação em análise de risco em segurança rodoviária, particularmente no caso de colisões rodoviárias em estrada corrente, é menos amiudada, não negligenciando o facto de que esta possa constituir uma ferramenta adicional útil para a consideração mais detalhada de certos aspectos.

No caso de se aplicar a *Probabilistic Risk Assessment* há que ter em conta, não só os danos de um determinado acidente mas similarmente as frequências de ocorrência. Em consonância com o referido anteriormente, a grande vantagem desta vertente é possibilitar que sejam analisados vários cenários em simultâneo. Na PRA avultam dois modelos distintos:

- Modelo de estimação de probabilidades, no qual se recorre às já estudadas FTA e/ou ETA na sua dimensão probabilística;
- Modelo de estimação de consequências, no qual se realiza um processo semelhante ao aplicado nas DRA, embora de forma simplificada e com obtenção de resultados menos pormenorizados.

Para além destes modelos básicos, deve ainda referenciar-se os modelos de estudo de erro humano e os métodos de análise de sensibilidade e efeitos independentes, também eles frequentemente acoplados ao emprego da PRA.

No seguimento da exposição feita acerca da selecção de cenários, a divisão causa – consequência é por demais evidente, respectivamente a montante e a jusante do acidente. Centrados nas causas estão os métodos *Probabilistic Risk Assessment* e nas consequências o *Deterministic Risk Assessment*, como já anteriormente foi explicado. Esta sequência pode ser representada graficamente através do esquema denominado “Bow-Tie Model” (“Modelo Nó de Gravata”), apresentado na figura.

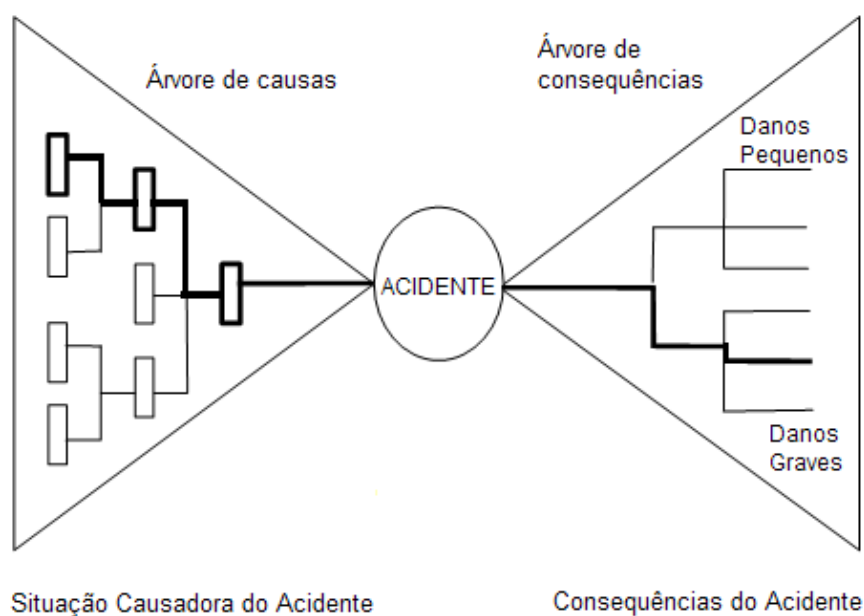


Fig.2.6 – Esquema “Bow-Tie Model” usado na análise de risco (adaptado de Arends, 2003)

Primeiramente, determinam-se as circunstâncias que levam à ocorrência do acidente, no intuito de esclarecer qual a situação naquele dado momento. Estas representam-se do lado esquerdo, na forma de

uma árvore de causas do acidente (Fault Tree). Depois, dá-se o desenvolvimento do acidente (ao centro) que pode ocorrer de vários modos. Finalmente, através da árvore de consequências, do lado direito (Event Tree), representam-se todas as hipóteses de disseminação dos danos do acidente. Este modelo oferece um quadro largamente aceite para a abordagem à redução do risco. Relaciona-se imediatamente com a cadeia de acidente que, da sua forma simples causa – acidente – consequência, se pode desenvolver para a mais sofisticada forma de gestão de emergência,

Prevenção – Prontidão – Mitigação – Resposta – Recuperação

Este modelo permite, em suma, uma visão abrangente de todo o processamento, no entanto importa aclarar que relativamente às colisões rodoviárias o enfoque e os esforços de minimização das consequências da sinistralidade têm aplicação ao nível da “Situação causadora do acidente”.

Posteriormente aos pontos de estudo de um processo de avaliação de riscos já especificados surge a avaliação e, com esta, a questão da aceitabilidade ou não. Dada a preponderância do assunto remete-se esta reflexão para o subcapítulo diferenciado seguinte.

2.5. CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE

Um dos objectivos do presente trabalho prende-se exactamente com a caracterização dos limites de aceitabilidade para o risco de colisões rodoviárias em estrada corrente, pelo que se torna de todo o interesse referenciar esses mesmos riscos, nos três tipos distintos considerados na mais diversa bibliografia. Estes são: o *Risco Individual*, o *Risco Social* e o *Risco Económico*.

O *Risco Individual* (IR) encontra-se relacionado com o risco a que está sujeita uma pessoa ponderada separadamente para determinadas condições. Aspira a demonstração do risco a que alguém, por si só e independentemente do número de pessoas expostas ao mesmo, está submetido, dependendo unicamente da posição geográfica. O IR é determinado através da identificação de todas as fontes de risco de morte para um indivíduo, pelo que somando o contributo de cada uma dessas fontes para a obtenção de um valor de risco integral, isto é, a probabilidade de morte por ano de uma pessoa singular exposta a um risco. Deve ser representado através de gráficos iso-risco, onde linhas que unem pontos com o mesmo nível de risco delimitam zonas classificadas em concordância com esse nível.

O *Risco Social* (SR) aborda a relação entre a frequência e o número de indivíduos afectos a um determinado dano pela realização de uma actividade, expressando-se por uma frequência acumulada a disposição da sociedade em considerar aceitável a realização de uma actividade.

$$F = P(R_m \geq N) \quad (2.2)$$

É a probabilidade de que o número de vítimas mortais iguale ou exceda um dado valor N (relativo à medida das consequências do acidente) numa via num ano. O descrito está subjacente na concepção da curva F-N, modo mais comum de relacionar a frequência (F) de um acidente com a sua severidade, no presente contexto, o número esperado de vítimas mortais (N). Realça a percepção da sociedade para o risco de acidente, o que subentende uma maior sensibilidade para riscos de acidente com múltiplos mortos num acontecimento só, os conhecidos eventos de “baixa frequência – grandes consequências”,

não constituindo porém estes a motivação deste trabalho. De acordo com o já explanado, o risco compreende a combinação da frequência e consequência respectiva pelo que, apesar das colisões rodoviárias em estrada aberta não se enquadrarem em eventos do tipo calamidade, devido à sua elevada frequência são encaradas com um risco social potencialmente elevado. Com o intuito de aclarar a apresentação deste conceito, importa reflectir que enquanto um evento de baixa probabilidade de ocorrência pode representar um risco de valor baixo para um indivíduo a ele exposto, o valor desse risco pode aumentar ao ponto de se tornar inaceitável se houver um largo número de pessoas expostas. Esta característica está perceptível na figura 2.7 na qual, para valores de risco individual (IR) iguais, o risco social (SR) é muito maior na situação que tem maior número de pessoas a ele sujeitas.

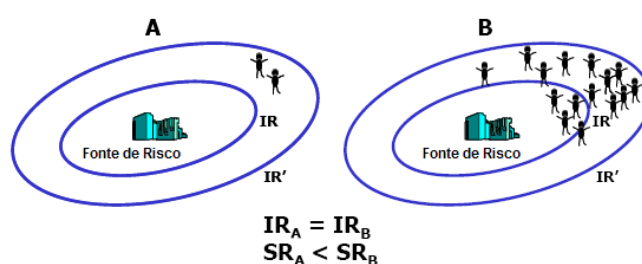


Fig.2.7 – Risco Social (adaptado de Lewis, 2007)

Por último, *Risco Económico* contextualiza uma avaliação económica das medidas de segurança e é expresso em termos de dados estatísticos.

Na sequência da exposição dos conceitos de risco dominantes no âmbito deste estudo, procede-se à análise dos limites a que esse risco está sujeito, numa perspectiva de compreensão dos pressupostos que levaram à fixação dos mesmos por parte de alguns grupos de investigação para o caso da circulação em túnel. Com efeito, as ambições da comunidade científica prendem-se com o conhecimento do nível de risco que é suficientemente baixo para garantir um nível de segurança conveniente. Face à especificidade do assunto, infere-se que a avaliação deve ser essencialmente baseada em premissas probabilísticas como produto de análises quantitativas. Transversalmente a todos os riscos identificados, os valores limite alicerçam-se num conceito que consiste num limiar superior e inferior para o risco, para além dos quais se torna inaceitável ou negligenciável, respectivamente. A inaceitabilidade do valor do risco, conduz de imediato à aplicação de medidas redutoras do mesmo, enquanto o seu enquadramento na zona negligenciável apenas exige a monitorização regular para que se garanta a manutenção do risco. No que concerne à zona que medeia os dois limiares, conhecida por ALARP (do inglês, As Low As Reasonably Possible), um risco aí posicionado considera-se tolerável, no entanto devem ser encetados esforços na apreciação de medidas alternativas de abaixamento do valor do risco. As referidas medidas deverão ser introduzidas caso a ponderação com as condições técnicas e de custos relativas à sua operacionalização se revele vantajosa. A figura seguinte mostra, claramente, a teoria relatada.

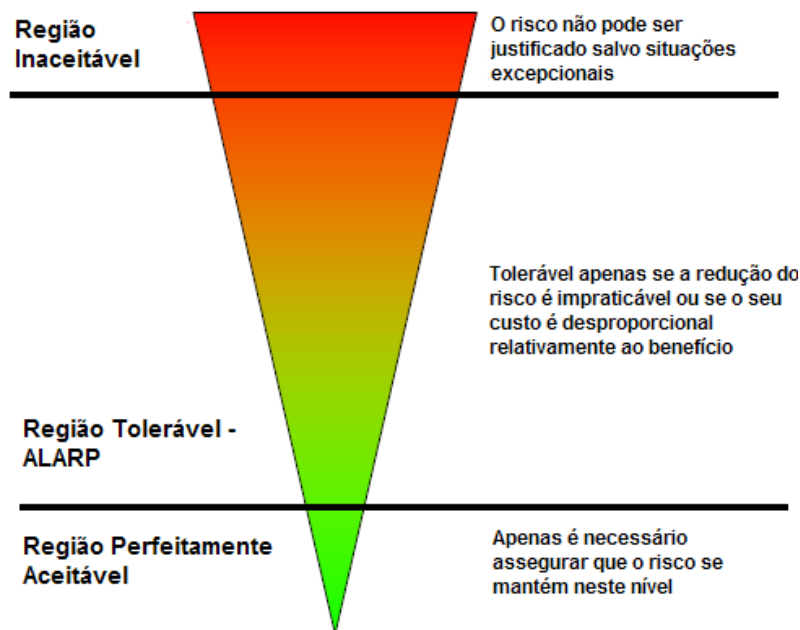


Fig.2.8 – Esquematisação da Teoria da Tolerabilidade do Risco (adaptado de Lewis, 2007)

As políticas de risco actuais tendem em avaliar o risco pelo número potencial de mortos que o respectivo perigo representa. No entanto, o conceito de risco envolve variadas dimensões tanto técnicas como não técnicas. As vertentes técnicas enquadram-se nos conceitos de probabilidade e consequência já apresentados. As não técnicas visam uma visão mais subjectiva que tem como principal característica a percepção desse risco.

Os critérios de aceitabilidade que seguidamente são examinados dizem respeito a estudos na área de segurança em túneis, no entanto os seus desígnios funcionam como ponto de partida para a definição dos valores limite para a aplicação em análise de risco de colisões rodoviárias em estrada aberta, daí o interesse da sua explanação.

2.5.1. CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE PARA O RISCO INDIVIDUAL

Quanto ao risco individual, os critérios de aceitabilidade têm por base o carácter voluntário ou não da actividade de interacção com o túnel de uma pessoa. Segundo este critério, podem distinguir-se dois grandes planos no perfil de interacção: o plano interno, que inclui os utilizadores e eventuais trabalhadores do túnel; e o plano externo, que engloba as pessoas que vivem nas imediações do túnel. Em virtude das diferentes relações com o túnel destes grupos, eles possuem atitudes diferenciadas em relação aos perigos e, como consequência, níveis diferentes de limite de risco devem ser estabelecidos. A formulação proposta por Martínez-Montes (2007) invoca a adopção de um factor β , através do qual é ponderado o grau de relacionamento que o indivíduo tem com a infra-estrutura em apreço, bem como o benefício individual associado à opção de correr o risco:

$$IR \leq \beta \times 10^{-4} \text{ por ano} \quad (2.3)$$

Embora os valores concretizados sejam de aplicação específica ao ambiente de túnel, apresentam-se de seguida os valores de β propostos para uma melhor compreensão do seu significado, bem como a materialização de alguns valores e a sua correspondência com perfis tipo de atitude perante os mesmos.

Quadro 2.3 – Valores propostos para o factor β de ponderação da relação do indivíduo com o túnel (adaptado de Martínez-Montes, 2007)

Agente		β
Interno	Trabalhadores	1
	Passageiros ou usuários	0,1
Externo	Pessoas que vivem ou desenvolvem actividade nas imediações do túnel	0,01

Quadro 2.4 – Perfil de atitude face ao risco (adaptado de Martínez-Montes, 2007)

Risco de morte por pessoa e por ano	Atitude
10^{-3}	Tipo de risco não comum. Inaceitável para o público. Quando aparece a sociedade pede medidas redutoras. Assemelha-se ao risco de cancro do pulmão para fumadores.
10^{-4}	Consciência do risco e da necessidade de recursos para o reduzir. Próximo do risco de morte num acidente automóvel ou por acidentes domésticos.
10^{-5}	Apesar de menos que os anteriores, são ainda reconhecidos como riscos. Nível equivalente ao da morte por envenenamento ou por fogo.
10^{-6}	Praticamente não são reconhecidos como riscos. Apesar da consciência da sua existência não se espera que ele possa acontecer. Assemelha-se ao risco de electrocussão por um raio.
10^{-7}	Risco totalmente negligenciável. Próximo do risco de ser atingido por um meteorito.

Note-se que, segundo a formulação apresentada, o risco admissível para um agente externo, usando o coeficiente $\beta=0.01$, cifra-se em 10^{-6} que é exactamente o valor para o qual o risco é praticamente não perceptível.

Os limites a designar para o risco em estrada corrente prescindem da ponderação do grau de relacionamento que o indivíduo tem com a infra-estrutura sob avaliação uma vez que se admite que o risco individual experimentado tem sempre um carácter voluntário.

2.5.2. CRITÉRIO DE ACEITABILIDADE PARA O RISCO SOCIAL

Objecto de maior relevância no presente trabalho o risco social, como à priori referenciado, é vulgarmente expresso por meio de uma curva de frequências acumuladas (F) versus consequências (N), a curva F-N.

Em relação às curvas F-N existem considerações que devem desde já ser realizadas, para uma mais acessível compreensão (Marques, 2008):

- A curva nunca é ascendente pois $F(N) \geq F(N+1)$;
- A probabilidade (ou frequência) de ocorrer um acidente com N ou mais mortos é F; se $N=10$ e $F=10^{-3}$ conclui-se que em cada 1000 anos há um acidente com 10 ou mais mortos;
- $F(N)-F(N+1)=f(N)$, isto é, a diferença entre a frequência de acidentes com N ou mais mortos e a frequência de acidentes com N+1 ou mais mortos é a frequência de acidente com exactamente N mortos;
- A curva representa-se numa escala logarítmica visto que, geralmente, quer F quer N se distribuem por um intervalo extenso (várias ordens de grandeza);
- $F(1)$ é a frequência de acidentes com 1 ou mais mortos, logo $F(1)$ é a frequência de acidentes fatais;
- Quanto maior a inclinação da curva F-N maior é a probabilidade de ocorrerem acidentes fatais; quanto mais esticada for, mais frequentes são os acidentes com mais mortos.

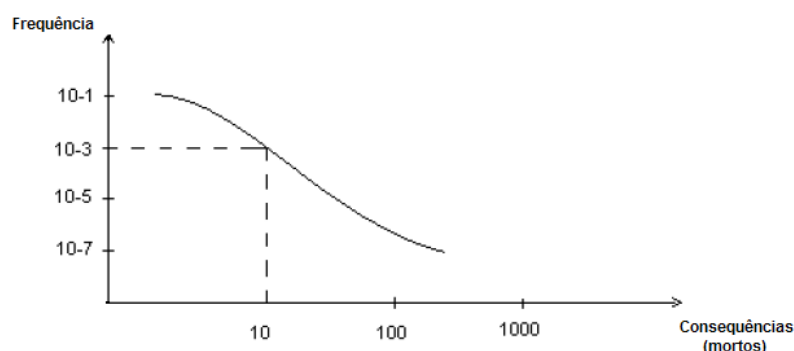


Fig.2.9 – Exemplificação de Curva F-N

Subjacente a estas representações gráficas é possível encontrar um outro conceito, o de *Risco Expectável* – expresso em termos de número de fatalidades num troço de via num ano, descrevendo desta forma os acidentes mortais ocorridos perante condições normais de circulação -, uma vez que a área por debaixo do gráfico (integral da sua função definidora) iguala esse mesmo risco.

A adequabilidade do conceito de risco expectável permuta consoante o género de acontecimentos em avaliação não correspondendo, por exemplo, a uma favorável estimação para a realização de avaliação dos riscos caracterizados por “baixa probabilidade – grandes consequências”, uma vez que o valor obtido é usualmente muito baixo. O método de cálculo do risco reveste-se de alguma complexidade,

pelo que ainda não existe na bibliografia universalidade na sua aplicação, sucedendo-se diversas propostas cuja explanação se encontra fora do contexto deste trabalho.

À semelhança do que ocorre com outros parâmetros que englobam um processo de análise de risco, também os critérios limitativos apresentam alguma diversidade na formulação das suas teorias. Por conseguinte, de entre as propostas identificadas, destacam-se aquelas que constituem um parecer mais preponderante. Importa acautelar que as propostas seguidamente expostas foram desenvolvidas para aplicação no contexto rodoviário de circulação em túnel.

A primeira limita o risco social com base na mesma óptica encontrada para o risco individual, usando o mesmo factor β multiplicado por 100. A tradução deste limite para um critério estandardizado vem na mesma linha teórica dos critérios que de seguida se destacam. Eles baseiam-se na formulação quadrática usada para inúmeras áreas técnicas e adaptada para túneis (ou estrada aberta, objecto de análise pormenorizada no capítulo 5 deste trabalho) com o seguinte aspecto:

$$F \leq A \times N^{-k} \quad (2.4)$$

Na expressão, A corresponde a uma constante que determina a posição da curva limite – representativa da frequência acumulada para $N=1$ (ordenada na origem da curva definidora do critério de risco social), N à medida da consequência em mortos, e k refere-se ao parâmetro definidor da inclinação da curva, geralmente compreendido entre 1 e 2 (Holicky, 2007). Muitas são as propostas na literatura para a configuração desta curva, concretizando valores diferentes para A e k. As mais comuns são numericamente enunciadas abaixo e representadas no gráfico:

- (1) *Limite superior moderado*: $A=0.1$ e $k=1$, aplicado no Reino Unido e na Áustria;
- (2) *Limite superior severo*: $A=0.01$ e $k=1$;
- (3) *Nível intermédio*: $A=0.1$ e $k=2$, aplicado em alguns túneis na Holanda;
- (4) *Limite inferior moderado*: $A=0.01$ e $k=2$, com aplicação na Áustria;
- (5) *Limite inferior severo*: $A=0.0001$ e $k=1$, com aplicação na Áustria.

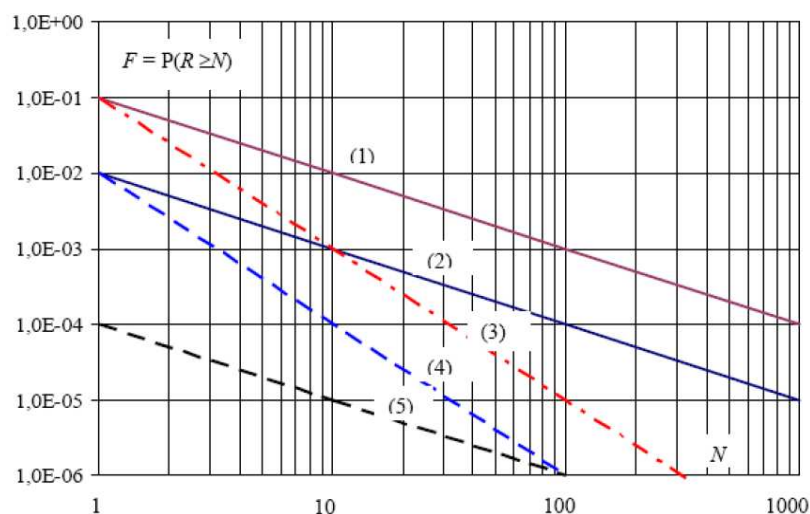


Fig.2.10 – Limites sugeridos na literatura para o Risco Social (Holicky, 2007)

Não obstante, mais do que identificar numericamente os limites, importa referir os propósitos que estão subjacentes à definição dos mesmos. Com efeito os comités internacionais, em muitos casos, baseiam-se em princípios simplistas, como a limitação do risco em túneis para níveis comparáveis ao risco em estradas abertas, para limites superiores, e, para limites inferiores, fazer equivaler esse limite ao do risco de ser atingido por um raio. A probabilidade de um indivíduo ser atingido por um raio é muito diminuta, pelo que a sua analogia com as considerações em relação ao risco de colisão em estrada corrente não é de todo viável. Noutros casos, adopta-se um princípio de proporcionalidade traduzido pela igual valorização de todas as vidas, isto é, a frequência tolerável para um incidente que cause 10 mortos deve ser um décimo da frequência tolerável para um acidente de apenas 1 morto, traduzindo-se pela adopção de um factor $k=1$. Adicionalmente, neste caso, o limiar de frequência iguala A/N , ou seja, para uma dada frequência total acumulada A , a frequência limite é inversamente proporcional ao número de mortos N . A perfilhação de $k=2$ significa o princípio de “aversão ao risco” que contempla a desigual aceitação de 10 acidentes com 1 morto cada, e um acidente com 10 mortos (Holicky, 2007).

Uma vez escolhidos os limites superiores e inferiores ficam definidas as já referidas 3 zonas do critério de aceitabilidade. Acima do limite superior é a zona de risco inaceitável, que obriga a introdução de medidas para o reduzir; Entre as rectas do limite superior e inferior é a zona de risco tolerável se o custo de redução de risco exceder o benefício; A zona abaixo do limite inferior é a zona de risco aceitável, que exige apenas um acompanhamento para garantir que o risco se mantém neste nível.

2.5.2. CRITÉRIO PARA O RISCO ECONOMICAMENTE ACEITÁVEL

Ao debruçar a atenção sobre os níveis e critérios de aceitabilidade para a optimização económica importa referenciar a região ALARP, anteriormente introduzida, na qual, embora se encare um risco nesta zona como risco admissível, não deve ser negligenciada a hipótese de o reduzir. De facto, requer a introdução de medidas redutoras, ao contrário do que a sua designação poderia induzir (ALARP – Tão Baixo Quanto Razoavelmente Possível), até que o tempo, recursos e custos requeridos pela adição de mais uma medida mitigadora sejam irrazoavelmente desproporcionados em relação ao decréscimo adicional de risco adquirido. Matematicamente, atinge-se o ALARP quando o custo implícito de evitar mais uma morte (C_{imp}) iguala à razão entre o custo líquido da medida redutora adoptada (dado pelo custo da medida subtraído da redução nos danos da mesma) (C_{liq}) e o potencial de salvamento de uma vida (Pot_{salv}) (Jonkman, 2003).

A integração do risco económico num processo de análise de risco tem a sua génese nesta consideração inicial. No entanto, as explicações que se referem de seguida sobre este tópico têm um carácter geral, em virtude da escassez de unanimidade e do contributo ainda pouco explorado pela grande maioria dos países, e resultam de estimações para túneis. A proposição apresentada diz respeito a um modelo Holandês, país que mais se foca sobre este campo de análise.

De acordo com Jonkman (2003), o paradigma do nível de risco economicamente aceitável deve ser formulado como um problema de decisão económica. De acordo com os princípios de optimização económica, os custos totais num sistema (C_{tot}) são determinados pela soma dos gastos dispendidos na obtenção de um sistema mais seguro (I , de investimento) e do valor expectável do dano económico causado por um acidente ($E(D)$). No ponto de situação económica óptimo os custos totais no sistema são minimizados:

$$\min (C_{tot}) = \min (I + E(D)) \quad (2.5)$$

Com este critério pode ser determinada a probabilidade óptima de falha do sistema, uma vez que os investimentos (I) e o valor expectável do dano são dependentes da probabilidade de falha do mesmo. Os investimentos são feitos com o objectivo de evitar o dano D. Esse dano, do ponto de vista económico, consiste nas perdas directas de construção da estrada (ou seja, para a sua reparação após o acidente), nos constrangimentos induzidos à circulação e na perda considerável de vidas. Possuindo conhecimento sobre as probabilidades de acidente pode ter-se uma ideia, mais ou menos precisa, do valor desse dano económico esperado e, consequentemente, do *nível económico óptimo de protecção e segurança*. Adicionalmente, deve ter-se sob permanente controlo se o projecto gera ou não benefícios para a sociedade. O mesmo é dizer que é necessário controlar se os custos na *situação óptima* são inferiores aos custos no *ponto de situação económica óptimo*.

No âmbito da segurança rodoviária, uma das mais importantes propriedades a estudar é o potencial de perda de vidas dos cenários considerados. A transposição para a avaliação económica desta propriedade implica a valorização da vida sob este ponto de vista. Esta não é uma questão consensual pois largos espectros da sociedade considera a vida como um valor incalculável/indeterminável, o que pode levantar inúmeras questões éticas e morais. No entanto, e como se poderá perceber, não ter em conta o valor económico da perda da vida leva a valores expectáveis do dano menores e, por arrasto, a inferiores níveis óptimos de segurança. Tal pode querer dizer que não se está do lado da segurança no planeamento de medidas redutoras de risco porém, a importância da valorização da vida na análise económica ainda não está totalmente compreendida. A fórmula (2.6) apresenta a introdução da questão da vida na formulação de minimização de custos vista na equação anterior (2.5). Assumindo que um determinado cenário resulta em N mortos e que cada vida tem o igual valor de d, o ponto de situação económica óptimo vem:

$$\min (C_{tot}) = \min (I + E(D + N \times d)) \quad (2.6)$$

Importa ainda referir que a realização de análises custo-benefício na análise de risco em estradas reveste-se de indiscutível utilidade em virtude do forte potencial de redução de perda de vidas como factor avaliador de alternativas conducentes à redução do risco. Esse potencial pode traduzir-se na actuação sobre as probabilidades dos acidentes (vertente localizada a montante no sistema) ou na actuação sobre as consequências desse acidente (vertente localizada a jusante no sistema).

Com cunho elucidativo apresentam-se no quadro seguinte (quadro 2.5) alguns valores adoptados, por diferentes países em função da natureza dos riscos, como *Valor Monetário da Vida* ou *Valor para prevenir uma vítima* (VPF), em análises custo-benefício.

Quadro 2.5 – Alguns valores usados em diferentes países como VPF (adaptado de ETAG, 2007)

País	VPF (Milhões USD, preços de 1998)
Alemanha	4,20
Suécia	3,85
Austrália	3,07
Reino Unido	2,74
Japão	5,90
USA	4,06

Estas formulações devem ser aplicadas no âmbito de um processo de decisão com o objectivo de eleger quais as medidas redutoras que podem ser alcançadas e aplicadas a um custo razoável – remetendo-se, novamente, para o aludido sobre o ALARP. Visto que essas medidas têm subjacente um nível de risco (menor) que introduzirão no sistema, a determinação da eficácia respectiva deve ser feita com base em estudos probabilísticos, pesando o seu custo com a redução de risco de que são causadoras. A relação típica entre investimento e risco está representada na figura 2.11, com a ressalva de que, na prática, a linha não seria contínua mas com patamares.

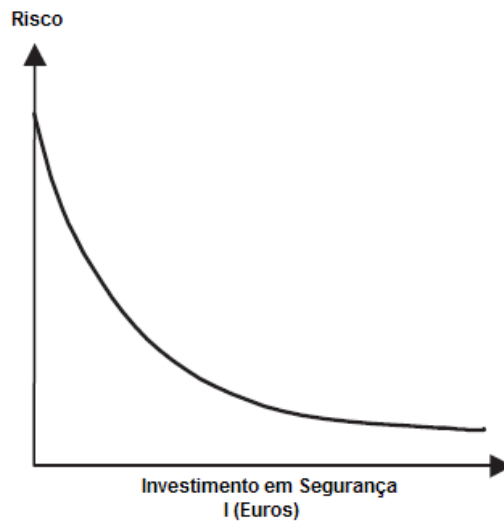


Fig.2.11 – Relação entre o investimento e o nível de risco (adaptado de Jonkman, 2003)

3

FORMULAÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DOS PRECEITOS DE ACEITAÇÃO DO RISCO

3.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Este capítulo pretende apresentar, através do enquadramento científico da teoria de análise de riscos vista no capítulo 2, uma descrição e pormenorização dos critérios de aceitabilidade do risco (social) de colisões rodoviárias (em análises de risco de projectos de estrada corrente). Entenda-se, neste âmbito, colisão rodoviária como a colisão de e entre veículos. Através de uma pesquisa intensiva e de um estudo rigoroso das especificidades, principais restrições e dissonâncias entre os dados estatísticos concernentes à sinistralidade rodoviária pretende-se, neste segmento da dissertação, estruturar de modo inteligível os limites de tolerância genéricos – genérico, no sentido da aplicabilidade dos mesmos independentemente do país e da classificação da infra-estrutura viária – para a análise de risco.

A sociedade contemporânea apresenta cada vez mais exigências no que respeita ao uso do solo e ao seu planeamento. Existe a propensão crescente de criação de novas estradas e auto-estradas, surgindo com elas também novos requisitos de controlo da poluição do ar, dos limites sonoros e da segurança externa (para pessoas que se encontrem próximas a uma via) que nem sempre se adequam, nem são facilmente combinados com os riscos de segurança interna, designadamente para os utentes da estrada. A complexidade destas questões requer, assim, uma visão generalizada do desenvolvimento das estradas e do que as rodeia. A sinistralidade rodoviária constitui, quer um problema de transportes quer um flagelo de saúde pública. Por conseguinte, as preocupações com a segurança rodoviária são evidentes e a sua melhoria, as maiores expectativas dos cidadãos europeus. Face a uma situação socialmente inaceitável e não justificável para o cidadão, a Comissão Europeia propôs, assim, no Livro Branco sobre a política europeia de transportes que a União Europeia se atribua como objectivo **reduzir para metade o número de mortos em acidentes de viação no horizonte 2010**. No entanto, outras contribuições para a difusão da segurança rodoviária vinham já a fazer-se notar por parte da Comunidade, nomeadamente através das mais de cinquenta directivas de normalização técnica e do Tratado de Maastricht. As medidas de redução do risco de acidente adoptadas, que vão desde a uniformização das regras relativas à fiscalização, desenvolvimento de novas tecnologias de segurança, incentivo dos utilizadores a um melhor comportamento até à concepção de veículos mais seguros e melhoria das infra-estruturas rodoviárias, deveriam resultar de processos circunstanciados de análise de risco, cuja explanação pormenorizada foi vista no capítulo 2. A aplicação de medidas de redução do risco, e de acordo com o que aí foi então apresentado, no contexto da análise de colisões rodoviárias em estrada corrente deve ter presente que a probabilidade de ocorrência destes cenários se coaduna com as circunstâncias em que os mesmos emergem pelo que é acessível depreender que os perigos se centram ao nível da

“Situação Causadora do Acidente”. Com efeito, aludindo a figura 2.6, constata-se que nestas condições as medidas de intervenção devem ser focalizadas na Árvore de Falhas. Em analogia, a magnitude dos desastres ocorridos na circulação rodoviária em ambiente de túnel é fortemente influenciada pelas condições de disseminação dos danos do acidente, isto é, devem ser conferidas atenções particulares aos factores inerentes à Árvore de Consequências.

É primordial referenciar que, e de acordo com o desenvolvido em ponto oportuno, o suporte das decisões das medidas a implementar remete para a Teoria da Tolerabilidade e para a temática da limitação superior e inferior do risco.

As preocupações da opinião pública e os impressionantes números da sinistralidade rodoviária exigem demandas significativas de actuação no capítulo dos procedimentos de segurança. Em relação à segurança em túneis, a percepção e sensibilidade sociais quanto às possíveis consequências e danos que podem advir de um desastre no interior de um túnel conduziram a uma mudança de paradigma (posição até então negligenciada) traduzindo-se na constituição de múltiplos painéis e grupos de peritos, projectos específicos de investigação e desenvolvimento de marcos legais cada vez mais exigentes e conducentes a uma revolução dos padrões de segurança no projecto, construção e exploração de túneis rodoviários. Os esforços congregados a este nível permitiram a apresentação de propostas para a limitação do risco em ambiente de circulação em túnel.

Este trabalho pretende despertar consciências adormecidas em relação à eminente ocorrência de colisões rodoviárias em estradas a céu aberto, prescrevendo neste capítulo a descrição da metodologia seguida e a apresentação de propostas para os valores de referência limite de risco neste contexto.

3.2. STATU QUO DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA

“No dia 17 de Agosto de 1896, Bridget Driscoll, uma mãe de duas crianças com 44 anos de idade tornou-se na primeira pessoa a ser morta por um veículo a motor. Ela e a sua filha adolescente estavam a caminho do Palácio de Cristal em Londres para assistir a um bailado, quando Bridget foi atropelada por automóvel ao atravessar os jardins do palácio. Testemunhas afirmam que o automóvel circulava “a grande velocidade”. Deslocava-se provavelmente a 8 milhas (12,8 km/h), quando deveria circular a velocidade não superior a 4 milhas (6,4 km/h). O veículo era conduzido por um jovem, oferecendo passeios para mostrar o novo invento e segundo alguém, tentando impressionar uma jovem passageira. Durante o inquérito, o encarregado da ocorrência afirmou, ‘Isto não pode voltar a acontecer’”

World’s first road death. (Roadpeace, 2009)

3.2.1. ANÁLISE DA SINISTRALIDADE NA UNIÃO EUROPEIA

No conjunto dos países da União Europeia (U.E. – 27) ocorreram, em 2006, cerca de 1 milhão e 300 mil acidentes com vítimas resultando destes 42 952 vítimas mortais. A comparação destes indicadores com os referentes ao ano 2000, permite constatar um decréscimo de 11,48% em relação aos acidentes com vítimas e 23,36% de vítimas mortais, correspondendo os seus números respectivamente a 1 432 507 e 56 047 (Comissão Europeia, 2009), (UNECE, 2007), (UNECE, 2006). Estes resultados reflectem, em parte, os esforços da Comissão Europeia, na meta comunitária a que se propôs para 2010, de reduzir para metade o número de vítimas mortais relativamente a 2001. Este é um compromisso políti-

co e global, pelo que os valores comparativos de 2006 são reflexos médios de um progresso significativo realizado por alguns países ao invés de outros que não apresentam melhorias notórias. Face a esta tendência de diminuição dos números da sinistralidade, e admitindo a inexistência de factores excepcionais que alterem profundamente a demografia de um país, é expectável que as vítimas mortais por um milhão de habitantes apresentem um valor decrescente de 2000 para 2006. De facto a análise deste indicador, que caracteriza a sinistralidade em função da população, permite constatar em 2000 para a média dos países da U.E. 128 vítimas mortais por um milhão de habitantes enquanto em 2006 este indicador ronda a centena (Anexo B).

Em anexo apresentam-se para além das “vítimas mortais por um milhão de habitantes” de todos os países pertencentes à União Europeia nos anos de 2000, 2003, 2005 e 2006 (Anexo B), os registos coerentes das vítimas mortais (Anexo C) e acidentes com vítimas (Anexo D) segundo o país e ano de ocorrência. É ainda possível corroborar a partir dos quadros em anexo (Anexo C e Anexo D) um aspecto relativo às diferenças identificadas na consideração da Europa comunitária constituída por 25 países em 2005 e 2006 ou a análise, à data, dos dados relativos aos actuais 27 países totalizados. Na verdade importa esclarecer a evolução cronológica da formação da União Europeia para que sejam claros os valores introduzidos na súmula de cada quadro. Até 2004 a União Europeia era constituída por 15 países (denotação de U.E. – 15), consentindo nesse ano um alargamento para uma comunidade a 25 países (U.E. – 25). Só a 1 de Janeiro de 2007 a Bulgária e a Roménia reuniram todos os requisitos essenciais à sua integração, dando assim origem à Europa dos 27. As diferenças referidas, meramente a título elucidativo, traduzem-se nos anos de 2005 e 2006 a um valor numérico médio anual superior para os registos das vítimas mortais numa Europa constituída pelos 27 países em comparação com as observações para os 25 países pertencentes à U.E. em 2005 e 2006, no entanto em relação ao número de acidentes com vítimas as análises dos valores médios anuais são mais favoráveis quando se considera a inclusão da Roménia e da Bulgária. Isto é, estes países representam um incremento de severidade em relação às vítimas mortais mas em contrabalanço registam face à média valores inferiores ao nível dos acidentes com vítimas. Deste facto resulta igualmente um incremento dos valores de referência de “vítimas mortais por um milhão de habitantes” aquando da consideração dos actuais países da U.E..

3.2.2. ANÁLISE DA SINISTRALIDADE EM PORTUGAL

3.2.2.1. Evolução

A análise da sinistralidade rodoviária em Portugal apresentada neste sub-capítulo interpõe duas perspectivas. É de todo o interesse fazer o enquadramento dos dados anuais totais do país com os valores de referência (médios) da União Europeia por um lado, e por outro examinar a evolução temporal de determinados parâmetros num cômputo nacional.

Em conformidade com a sequência referida, começa-se por emitir algumas considerações quanto à proporção de vítimas mortais em Portugal, relativamente ao total da U.E. No volvido ano 2000 a proporção de vítimas mortais em Portugal era de 3,35% em relação ao total da U.E. Esta medida rondou em 2006 os 2,26%. Com base no quadro 3.1 é possível verificar que o total de vítimas mortais dos países da União Europeia apresenta variações negativas, totalizando entre os anos de 2000 e 2006 cerca de -23,36%, o que implica uma variação anual média (no período referenciado) de -3,89%. Face a este cenário é susceptível de afirmar a diminuição mais acentuada do número de vítimas mortais em acidentes de viação em Portugal, cuja variação anual média para o mesmo período é de -8,06% (redução de aproximadamente 49 pontos percentuais entre 2000 e 2006).

Similarmente o número de acidentes com vítimas aferiu uma tendência decrescente no período em apreço (quadro 3.2), comportando de novo a União Europeia uma variação mais modesta face às circunstâncias referidas nestes dados para Portugal.

Quadro 3.1 – Proporção de Vítimas Mortais em Portugal, relativamente ao total da U.E., segundo o ano ocorrência

		2000	2003	2005	2006
PT	Portugal	3,35%	3,09%	2,76%	2,26%
	U.E. - 27	56047	49857	45131	42952
	Variação ¹		-11,04%	-9,48%	-4,83%

Quadro 3.2 – Proporção de Acidentes com Vítimas em Portugal, relativamente ao total da U.E., segundo o ano de ocorrência

		2000	2003	2005	2006
PT	Portugal	3,08%	3,06%	2,85%	2,81%
	U.E. - 27	1432507	1354047	1298926	1268040
	Variação ¹		-5,48%	-4,07%	-2,38%

É perceptível nas descrições anteriores e anuída na análise do quadro 3.3 a explícita tendência de decréscimo dos números efectivos da sinistralidade rodoviária nacional. De facto assiste-se, em todos os dados estatísticos apresentados – número de acidentes com vítimas e acidentes com mortos; número de vítimas mortais e índice de gravidade, à redução dos seus valores entre os anos de 1999 e 2008. Pese embora esta tendência generalizada, importa conferir especial importância à diminuição assumida pelo número de acidentes com mortos e pelo número de vítimas mortais cujas variações atingem, no decurso da última década, cerca de 55%.

Como nota complementar ao quadro 3.3 referem-se as duas designações expressas para o número de vítimas mortais segundo o ano de ocorrência, que devem ser decisivamente compreendidas para evitar que esta situação crie resenhas deturpadas da realidade. A coluna “Registadas” respeita ao número de vítimas de acidente cujo óbito ocorre no local do evento ou no seu percurso até à unidade de saúde (coerentemente com a definição de “vítima mortal” em acidente de viação em Portugal). A obtenção do número de mortos a 30 dias implica a afectação dos dados anteriores de um coeficiente 1,14 (Definição Internacional, Convenção de Viena), de acordo com o referenciado nos elementos estatísticos de sinistralidade rodoviária da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR, 2009). O esclarecimento mais detalhado será objecto de subcapítulo diferenciado, porém assume-se desde já do apresentado que a análise estatística dos dados europeus e portugueses apoiar-se-á numa base de dados cuja consideração para “vítima mortal” pressupõe os acontecimentos até aos 30 dias.

¹ Variação relativa ao ano anterior

Quadro 3.3 – Número de Acidentes com Vítimas; Vítimas Mortais e Índice de Gravidade segundo o ano de ocorrência (adaptado de ANSR, 2009)

	Acidentes com Vítimas		Acidentes com Mortos		Vítimas Mortais			Índice Gravidade
		%		%	“Registadas”	A 30 dias	%	
1999	47966		1582		1750	1995		3,6
2000	44159	-7,90	1450	-8,30	1629	1857	-6,90	3,7
2001	42521	-3,70	1316	-9,20	1466	1671	-10,00	3,4
2002	42219	-0,70	1323	0,50	1469	1675	0,20	3,5
2003	41495	-1,70	1222	-7,60	1356	1546	-7,70	3,3
2004	38930	-6,20	1024	-16,20	1135	1294	-16,30	2,9
2005	37066	-4,80	988	-3,50	1094	1247	-3,60	3
2006	35680	-3,70	786	-20,40	850	969	-22,30	2,4
2007	35311	-1,00	765	-2,70	854	974	0,50	2,4
2008	33613	-4,80	721	-5,80	776	885	-9,10	2,3

A partir da auscultação do quadro 3.3 é possível tecer algumas considerações mais específicas sobre a tendência de evolução já introduzida e o “comportamento” de cada um dos dados da sinistralidade, no período consignado. De facto assiste-se a uma redução quantitativa meritória de cada uma das ocorrências, com variações percentuais entre 1999 e 2008 de 29,92%, 54,42% e 55,66% respectivamente para “acidentes com vítimas”, “acidentes com mortos” e “vítimas mortais”. As variações relativas ao ano anterior indicadas no quadro para o caso dos “acidentes com vítimas” com excepção de 2001 para 2002 e 2006 para 2007 apresentam valores superiores à variação anual média (2,99%). Os “acidentes com mortos” e as “vítimas mortais” embora pontuem mais reservas em relação a alguns anos, apresentam outros em que a variação relativa ao ano anterior é largamente superior à variação anual média.

O índice de gravidade, indicador representativo do número de mortos por 100 acidentes com vítimas (ANSR, 2009), como seria expectável apresenta identicamente reduções do seu valor o que permite concluir da atenuação de gravidade dos acidentes ocorridos em território português.

3.2.2.2. Vítimas mortais e acidentes com vítimas segundo o tipo de via

Uma análise estratificada segundo o tipo de via, relativa à distribuição das vítimas mortais e à distribuição dos acidentes com vítimas contribui para a percepção dos fenómenos que aí ocorrem e contribui para uma maior celeridade na diminuição das consequências da sinistralidade rodoviária em apreço – vítimas mortais e acidentes com vítimas, entre outras.

Em termos globais os valores relativos à sinistralidade (ver quadro 3.3), de acordo com os Relatórios de Sinistralidade Rodoviária (ANSR, 2009), abrangem as ocorrências registadas em Auto-Estrada, Estrada Nacional, Itinerário Principal/Itinerário Complementar, Estrada Municipal, Arruamentos e Outras (inclui Estradas Regionais, Florestais, Pontes e Restantes Vias). Contudo na observação da sinistralidade segundo o tipo de via que aqui se inicia e como prelúdio ao que será efectuado no remanescente da investigação serão contempladas, exclusivamente, as classificações Auto-Estrada (AE),

Estrada Nacional (EN) e numa mesma categoria Itinerários Principais e Complementares (IP/IC). As designações assimiladas neste trabalho tem por base os desígnios manifestados nas Estatísticas dos Transportes (INE, 2009) e que se revela proveitoso clarificar desde já. Assim, a designação de *Auto-Estrada* corresponde a uma estrada especialmente projectada e construída para o tráfego motorizado, que não serve as propriedades limítrofes e que: - Excepto em pontos singulares ou a título temporário, dispões de faixas de rodagem separadas para cada sentido de circulação, separadas uma da outra por uma faixa divisória não destinada à circulação ou, excepcionalmente, por outros dispositivos; - Não se cruza ao mesmo nível com qualquer outra estrada, vias de caminho-de-ferro, de eléctrico ou caminho de peões; - Está especialmente sinalizada como AE e é reservada a categorias específicas de veículos rodoviários motorizados. Por *Estrada Nacional* dever-se-á interpretar a estrada que faz parte da rede nacional complementar e que não é itinerário complementar (IC definido de seguida). A via integrada na rede nacional complementar que estabelece as ligações de maior interesse regional, bem como as principais vias envolventes e de acesso às áreas metropolitanas de Lisboa e Porto assume a designação de *Itinerário Complementar*. Por último, caso se tratem das vias de comunicação de maior interesse nacional, que servem de base de apoio a toda a rede das estradas nacionais e assegurem a ligação entre os centros urbanos com influência supra-districtal e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras, deve ser-lhes atribuída a denotação de *Itinerários Principais*.

A premissa instituída anteriormente resulta da ponderação das classificações atribuídas no âmbito dos dados da sinistralidade e da informação disponível acerca das extensões da Rede Rodoviária Nacional (RRN) cujas designações nem sempre se revelam coincidentes. Deste modo, a autora focaliza a análise nestas três categorias com o intuito de obter uma maior consonância dos resultados.

No quadro 3.4 constam os valores do **número de vítimas mortais** registados entre os anos de 1999 e 2008 (ANSR, 2009) por tipo de via em apreciação bem como o total de número de vítimas mortais segundo o ano para a extensão total da rede viária. Estes dados brutos não permitem a caracterização efectiva dos comportamentos decorridos em cada tipo de via, uma vez que não estão ligados a qualquer unidade de medida (por exemplo, o quilómetro (km)), sendo essas referências remetidas para capítulo específico.

Quadro 3.4 – Vítimas Mortais segundo o tipo de via e ano de ocorrência

	Vítimas Mortais			Total
	Auto-Estrada	Estrada Nacional	IP/IC	
1999	123	1107		1995
2000	128	1048		1857
2001	112	931		1671
2002	115	777	182	1675
2003	127	695	173	1546
2004	116	523	157	1294
2005	98	532	135	1247
2006	84	404	86	969
2007	128	410	90	974
2008	96	372	52	885

Numa ponderação caso a caso é possível declarar que são as Estradas Nacionais (EN) as “responsáveis” pela maior percentagem de vítimas mortais abarcando cerca de 40% do total de registos. Com importância percentual similar encontra-se o conjunto definido pelas classificações não estudadas nesta análise. As AE e os IP/IC são em todo o caso os que menor peso relativo apresentam nos totais da mortalidade nas estradas portuguesas. À semelhança do apresentado como orientação geral, o número de vítimas segundo o tipo de via tem vindo sucessivamente a decrescer.

A figura subsequente (figura 3.1) mostra a distribuição temporal das vítimas mortais segundo o tipo de via, no intervalo compreendido entre 2002 e 2008. Ao invés do inserido no quadro 3.4, esta representação não inclui os anos de 1999, 2000 e 2001, em virtude da informação disponível não estar de acordo com as especificações consideradas pela autora, e não ser lógico conjecturar que a distribuição das vítimas mortais em Estradas Nacionais (EN) e IP/IC nestes anos apresenta a mesma proporção verificada nos anos seguintes.

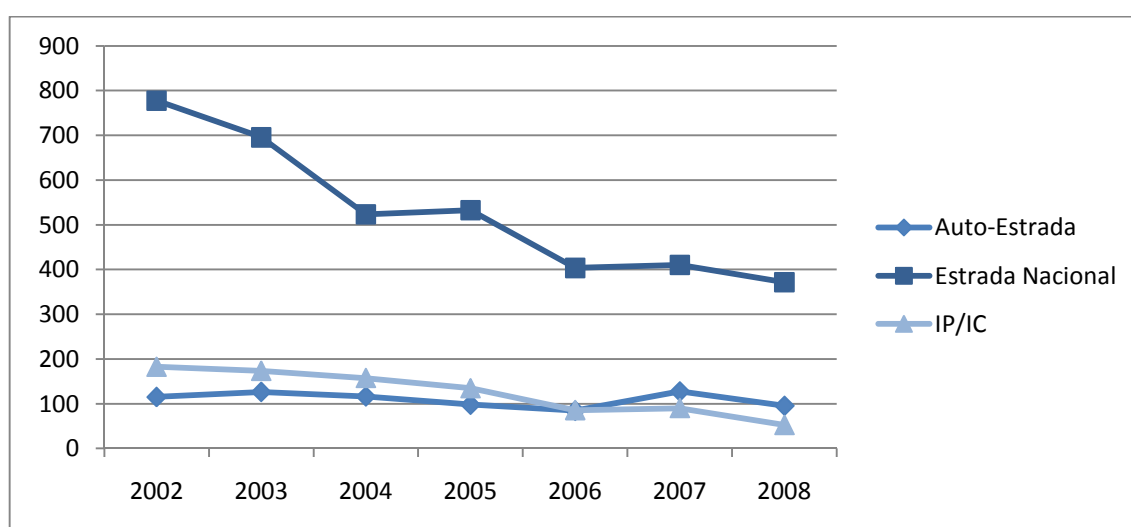


Fig.3.1 – Distribuição das Vítimas Mortais segundo o tipo de via e ano de ocorrência

A análise da figura permite afirmar que, proporcionalmente, são as Estradas Nacionais que maior decréscimo apresentam ao nível de vítimas mortais.

Analogamente ao aludido para as vítimas mortais, também para o panorama dos **acidentes com vítimas** pouco se pode apurar pelos valores constantes no quadro 3.5, obtidos através da base de dados da entidade legal competente (ANSR, 2009), sobre os princípios caracterizadores da sinistralidade por tipo de via. Apesar disso, é exequível fazer algumas apreciações em termos evolutivos e comparativos entre as diferentes classificações de vias.

Quadro 3.5 – Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e ano de ocorrência

	Acidentes com Vítimas			Total
	Auto-Estrada	Estrada Nacional	IP/IC	
1999	1716	16728		47966
2000	918	15158		44159
2001	1809	14870		42521
2002	1980	12691	2139	42219
2003	2076	12377	2068	41495
2004	1915	11061	1738	38930
2005	2035	10370	1561	37066
2006	2327	9418	1299	35680
2007	2282	9039	1149	35311
2008	2501	8315	1063	33613

Globalmente ou através da distribuição segundo o tipo de via (Estrada Nacional ou Itinerários Principais e Complementares) o número de acidentes de viação com vítimas apresenta um progresso favorável no sentido do ganho de segurança rodoviária, encetando em termos absolutos uma clara diminuição entre 1999 e 2008. Esta tendência não é porém partilhada pelos registos do número de acidentes com vítimas em Auto-Estrada, verificando-se neste caso uma oscilação dos valores durante o período em análise ou mesmo uma ténue propensão para o seu aumento (verificada no último ano em análise) nestes segmentos da estrutura viária. Do total de acidentes com vítimas cerca de 30% ocorrem no espaço das Estradas Nacionais, variando as Auto-Estradas e os IP/IC entre percentagens de 3 e 7%. A superioridade numérica dos acidentes com vítimas em relação ao total é atribuída ao conjunto de vias não especificadas no presente trabalho (representando cerca de 60% do total de acidentes com vítimas).

Da análise conjunta do número de vítimas mortais e do número de acidentes com vítimas segundo o tipo de via é possível conjecturar sobre a severidade dos acidentes segundo o tipo de via. A determinação do “índice de gravidade” (definição já anunciada) em função da via permite constatar que, em média (intervalo de amostragem entre 2002 e 2008), este toma o valor de 5,12 vítimas mortais por 100 acidentes com vítimas em Auto-Estradas, 4,99 em Estradas Nacionais e 7,70 em IP/IC. Isto significa que em cada 100 acidentes com vítimas que ocorrem respectivamente em AE, EN e IP/IC morrem aproximadamente 6, 5 e 8 pessoas. A aceitação da gravidade do acidente como uma relação directa do número de mortos permite afirmar que os acidentes que ocorrem no conjunto dos Itinerários Principais e Complementares têm um grau de gravidade cerca de 1,5 vezes superior aos decorridos em Auto-Estradas ou em Estradas Nacionais (respectivamente, 5,12/7,70 e 4,99/7,70).

A figura seguinte (fig. 3.2) exhibe a evolução temporal dos acidentes com vítimas segundo os tipos de via consignados.

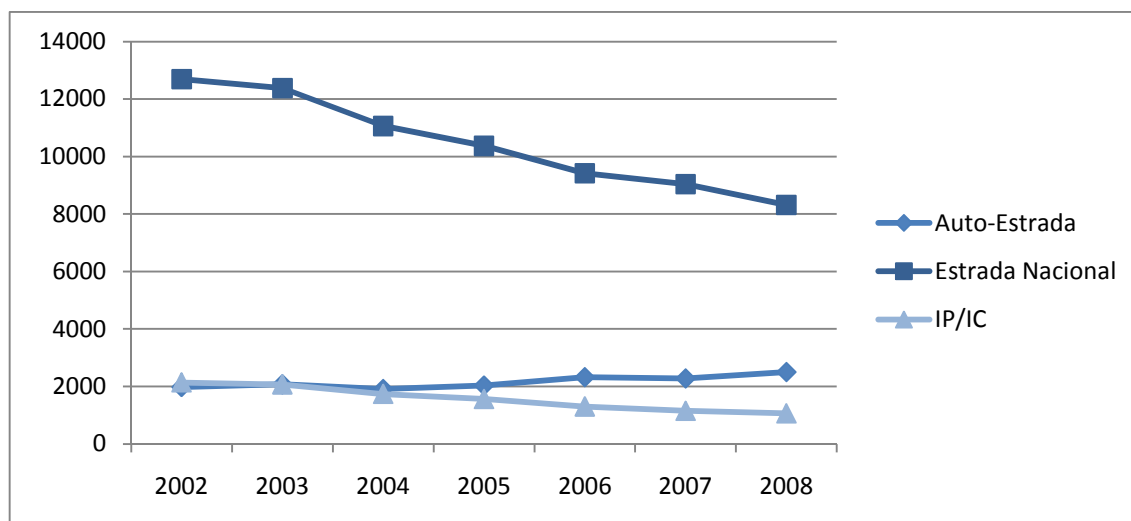


Fig.3.2 – Distribuição dos Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e ano de ocorrência

A observação da figura permite coligir uma ideia semelhante à constatada para a evolução do número de vítimas mortais, isto é, recaem sobre as Estradas Nacionais as melhores perspectivas ao nível da redução do número efectivo de acidentes com vítimas. É igualmente possível validar o já referido acerca das Auto-Estradas no concomitante ao ligeiro aumento do número de acidentes com vítimas.

3.2.2.3. Vítimas mortais e acidentes com vítimas segundo a natureza do acidente

Os elementos estatísticos da sinistralidade rodoviária, concretamente os acidentes e as vítimas, são comumente discriminados sob diferentes aspectos, como por exemplo: o mês de ocorrência, as condições de luminosidade, os factores atmosféricos, a natureza do acidente, o tipo de via e localização, entre outros. Estas fragmentações dos dados da sinistralidade em diversas categorias constituem uma valia de utilidade apreciável na medida em que permitem não só a identificação directa das condições e origens mais propícias à ocorrência de acidentes de viação, e assim possibilitar formas de intervenção mais céleres e concretas, mas também conduzir a um tratamento objectivo dos dados da sinistralidade em função, única e simplesmente, das componentes interessadas num dado estudo.

Na presente dissertação, posteriormente a uma breve análise da evolução temporal da sinistralidade e a menção feita às vítimas mortais e acidentes com vítimas segundo o tipo de via, reveste-se de todo o interesse uma sumária reflexão da sinistralidade segundo a natureza do acidente. Em consonância com o preceituado nos relatórios da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, (ANSR, 2009) são consideradas três tipologias de acidente de viação quanto à sua natureza: *Colisão*, *Despiste* e *Atropelamento*. A legitimidade dos limites de tolerância objectivados com esta investigação específica prende-se com a apreciação dos aspectos conceptuais da via de comunicação, por exemplo concernentes à sua geometria e à homogeneidade do traçado, preterindo de algum modo das observações relativas ao comportamento humano em ambiente de circulação rodoviária. Neste entendimento, uma anotação das particularidades dos acidentes quanto à sua natureza e especificamente dos factores que, de um modo geral, lhe estão inerentes permite prognosticar que é ao nível da ocorrência de *colisões* e *despistes* que as características conceptuais das estradas maior influência apresentam. Os *atropelamentos* são, por excelência, atribuídos à circulação em circuito urbano e por conseguinte atinentes com os semblantes comportamentais adoptados, em detrimento de eventuais falhas na estrutura viária. Esta é, no entanto, uma visão generalizada uma vez que o espoletar dos acidentes tem a si associado, grande parte das

vezes, o conjunto dos dois factores ou até mesmo factores externos pontuais. Face ao exposto, no que se segue, serão enfatizados os acidentes rodoviários do tipo colisão e despiste.

O quadro 3.6 reporta-se ao **número de vítimas mortais** segundo a natureza do acidente, no decurso da última década (ANSR, 2009).

Quadro 3.6 – Vítimas Mortais segundo a natureza do acidente

	Vítimas Mortais									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Colisão	811	741	634	662	645	521	484	371	369	317
Despiste	591	568	536	508	469	418	427	340	350	332
Atropelamento	348	320	296	299	242	196	183	139	135	127
TOTAL	1750	1629	1466	1469	1356	1135	1094	850	854	776

A sua análise permite identificar a predominância derivada dos acidentes tipo colisão na contabilização do total de vítimas mortais. Em média, as colisões representam cerca de 45% do total de vítimas mortais, sucedidas dos despistes com uma percentagem média de 37%. Os atropelamentos confinam valores mais modestos de vítimas mortais quando comparados com os dois já referidos.

A figura 3.3 ilustra graficamente a distribuição percentual das vítimas mortais segundo a natureza do acidente.

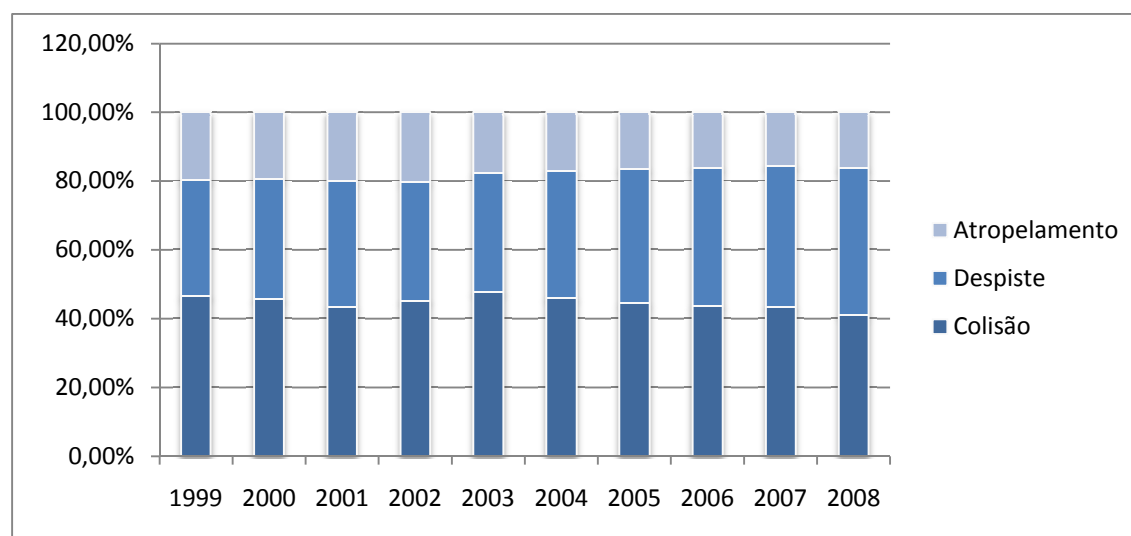


Fig.3.3 – Distribuição percentual das Vítimas Mortais segundo a natureza do acidente

A precedência das colisões rodoviárias também é notória no contexto de análise dos **acidentes com vítimas**, representando em média cerca de 55% do total de acidentes com vítimas registados segundo a natureza do acidente, como é possível validar pela superioridade dos números evidenciados no quadro seguinte (quadro 3.7), (ANSR, 2009). A ordem de importância pela qual surgem os despistes e os

atropelamentos é idêntica à verificada para as vítimas mortais, com percentagens médias respectivamente de 28% e 17%.

Quadro 3.7 – Acidentes com Vítimas segundo a natureza do acidente

	Acidentes com Vítimas									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Colisão	28312	25802	24149	23428	22525	21396	19994	18886	18521	17380
Despiste	11507	10801	11060	11662	12084	11188	10960	10860	10937	10821
Atropelamento	8147	7556	7312	7129	6886	6346	6112	5934	5853	5412
TOTAL	47966	44159	42521	42219	41495	38930	37066	35680	35311	33613

Os acidentes com vítimas distribuem-se percentualmente de acordo com a natureza do acidente (Colisão, Despiste e Atropelamento), na última década, através da configuração seguinte (fig. 3.4).

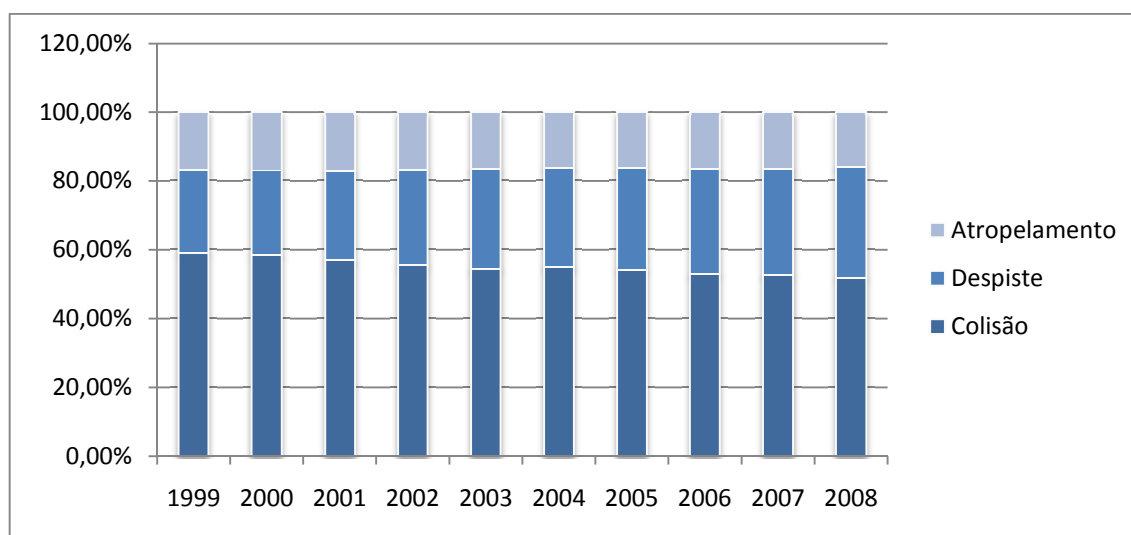


Fig.3.4 – Distribuição percentual dos Acidentes com Vítimas segundo a natureza do acidente

3.2.3. PROCESSO UNIFORMIZAÇÃO DOS INDICADORES DE SINISTRALIDADE

A comparabilidade internacional de dados sobre acidentes de viação e exposição ao risco revela-se fulcral no fomento de políticas, medidas e acções de segurança rodoviária que visem a redução do número de acidentes e de vítimas mortais. No entanto, a fiabilidade dos resultados está intrinsecamente relacionada com a clarificação e harmonização das definições e conceitos associados à sinistralidade rodoviária, nomeadamente os conceitos de *acidente de viação* e *vítima mortal*. No campo de acção da União Europeia o Conselho Europeu determinou, em 1993, a criação da “Community Database on Accidents on the Road in Europe – CARE” e, posteriormente, um observatório sobre segurança rodoviária, designado “European Road Safety Observatory (ERSO)”. O observatório ERSO deu início em 2004 a um projecto com duração de 4 anos, designado por SafetyNet, de modo a implementar internacionalmente uma estrutura capaz de operacionalizar os objectivos para si estabelecidos. Neste âmbito foram organizadas 7 grandes áreas de acção denominadas “Work Packages” (WP’s), versando as

seguintes temáticas: WP1 - Base de Dados CARE; WP2 - Exposição ao Risco; WP3 - Indicadores de Segurança Rodoviária; WP4 - Investigação de Acidentes; WP5 - Banco de Dados sobre causas de Acidentes; WP6 - Sistemas de Informação e Métodos e WP7 - Técnicas de Análise Estatística de Dados (ERSO, 2006). Portugal tem-se feito representar, através da ANSR (antiga DGV), nos seguintes WP's: WP1, WP2 e WP3.

Através destes projectos deve ser possibilitado, a nível comunitário, identificar e quantificar problemas ao nível da segurança rodoviária, bem como a avaliação da eficácia de políticas, medidas e acções relativas à segurança rodoviária. A promoção da troca de experiências e investigação no âmbito da sinistralidade e segurança rodoviária, preconizada identicamente pelos programas da União Europeia, viabiliza o cerne da presente investigação numa perspectiva de definição de limites de tolerância cuja aplicabilidade seja viável em qualquer estado membro da União Europeia.

Com efeito, a definição objectiva do que se pretende medir é fundamental para uma correcta quantificação. A comparação internacional dos resultados exige não só uma idêntica clarificação dos conceitos em avaliação como ainda que estes representem, em diferentes espaços geográficos, o mesmo fenómeno. Da imensa diversidade de conceitos que são abordados no contexto da sinistralidade rodoviária, a autora realça dois que reúnem duas importantes características:

- São alicerces de toda a análise subsequente, revestindo-se por esta razão de grande interesse;
- Não são uniformemente definidos no contexto internacional, comprometendo deste modo a quantificação do problema em termos internacionais e a respectiva comparabilidade.

O primeiro conceito que surge na documentação acerca do tema é o conceito de *Acidente de Viação*. As definições sobre *acidente de viação* não são idênticas em todos os países. Como exemplo, apresentam-se as seguintes definições adoptadas por alguns países. Em Portugal, *acidente de viação* corresponde a uma "...ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR, GNR/BT e PSP) e da qual resultem vítimas e/ou danos materiais" de acordo com as denominações da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR, 2009). Os Estados Unidos da América (EUA) apresentam a seguinte designação: "uma ocorrência que produz danos humanos ou materiais, envolve um veículo motorizado em transporte de pessoas ou bens e ocorre numa via ou enquanto o veículo se encontra em movimento mesmo após sair da via de circulação" (IRTAD, 1998). Em Espanha acidente é "o que ocorre numa via pública, envolvendo pelo menos um veículo motorizado e do qual resulta pelo menos uma pessoa com ferimentos ou morte" (IRTAD, 1998). Por outro lado, em França "...não há uma definição oficial. Não são considerados acidentes de viação os que resultem apenas em danos materiais". Na Grã-Bretanha, por acidentes de viação entendem-se os "acidentes que ocorrem na via pública envolvendo pelo menos um veículo e tendo como resultado a morte ou ferimento de pessoas. Não são contabilizados os acidentes dos quais resultem apenas danos materiais".

É ainda importante citar que nos trabalhos desenvolvidos no âmbito da *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) não será utilizada a expressão *acidente* uma vez que a sua utilização continuada promove o conceito de que este tipo de ocorrência está fora do controlo e influência humana, sendo usado em seu detrimento, expressões como "choque, colisão ou incidente" (NHTSA, 2007).

Em suma, e face à diversidade de situações existentes que comprometem, como já referido, a comparabilidade internacional foi aprovada a seguinte definição oficial para *acidente de viação*, a utilizar em estatísticas internacionais: "... o que ocorre ou tem origem numa via ou estrada aberta à circulação rodoviária pública, do qual resulta uma ou mais vítimas mortais ou com ferimentos e no qual pelo menos um veículo está envolvido. Estes acidentes incluem colisões entre veículos, veículos e peões,

veículos e animais ou veículos e obstáculos fixos. Incluem ainda situações de acidente no qual apenas um veículo esteja envolvido não havendo o envolvimento de mais nenhum utilizador da via” (IRTAD, 1998). Na sequência desta deliberação, todos os países que integram as bases de dados IRTAD ou CARE devem proceder a um esforço de uniformização dos respectivos dados sobre acidentes de viação. No desenvolvimento dos desígnios deste trabalho a expressão adoptada é *Acidentes com Vítimas*, relatando a definição institucionalizada que circunscreve apenas os acidentes dos quais resulta pelo menos uma vítima (com nível de gravidade qualquer). Não estando ainda ultrapassadas as dificuldades inerentes a estas diferenças, às quais se pode ainda acrescentar variações nos tipos de via e na cobertura dos diversos tipos de ferimentos e danos materiais, o conteúdo seguidamente exposto resulta de opções adoptadas num compromisso entre o estudado nas diferentes fontes bibliográficas e aquilo que a autora entende como susceptível de maior coerência.

Um outro aspecto preponderante, particularmente na definição e avaliação das políticas de segurança rodoviária, é o conceito de *Vítima Mortal* que, à semelhança do enunciado anteriormente, não revela uma contabilização idêntica em todos os países. Em Portugal em conformidade com o prescrito nos elementos estatísticos da sinistralidade rodoviária consultados, *vítima mortal* é aquela cujo “óbito ocorra no local do evento ou no percurso até à unidade de saúde” (ANSR, 2009). No Glossário para as Estatísticas dos Transportes (UNECE, 2003), vítima mortal de acidente de viação é “qualquer pessoa que morra no local do acidente de viação ou como consequência deste até 30 dias após a ocorrência” (IRTAD, 1998). Mercê da complexidade e morosidade das alterações metodológicas e conceptuais ao nível de cada um dos países que integram as bases de dados internacionais, foi necessário adoptar um modo de estimar o número de vítimas mortais em acidentes de viação. Neste sentido, foram determinados factores de correcção a aplicar aos dados nacionais das vítimas mortais. Para a determinação destes factores foi considerada a duração do «follow up» (uma das dificuldades associadas à harmonização da definição prende-se com as dificuldades de efectivar um eficaz «follow-up», das vítimas de acidentes de viação que dão entrada em unidades de saúde, ao longo de 30 dias) a ser feito por cada um dos países às vítimas de acidentes de viação que dão entrada em instituições de cuidados de saúde e a informação relativa à mortalidade por tipo de morte. Alguns exemplos de factores de correcção associados aos dados de determinados países estão expressos no quadro 3.11, sendo para o caso de Portugal recomendada a aplicação de um factor $K(30) = 1,14$.

16 Quadro 3.8 – Factores de Correção (adaptado de ERSO, 2008)

Estado Membro	Conversão		
Grécia	$K(30) = K \cdot 1,18$ até 1995		
Espanha	$K(30) = K \cdot 1,3$ até 1992		
	1993 até 1996	Fora Zona Urbana	Dentro Zona Urbana
	Condutor	$K(30) = K + SI \cdot 2,46\%$	$K(30) = K + SI \cdot 1,02\%$
	Passageiro	$K(30) = K + SI \cdot 2,29\%$	$K(30) = K + SI \cdot 0,94\%$
	Peão	$K(30) = K + SI \cdot 7,22\%$	$K(30) = K + SI \cdot 3,87\%$
	1997 até 2000	Fora Zona Urbana	Dentro Zona Urbana
	Condutor	$K(30) = K + SI \cdot 2,44\%$	$K(30) = K + SI \cdot 1,93\%$
	Passageiro	$K(30) = K + SI \cdot 2,17\%$	$K(30) = K + SI \cdot 1,80\%$
	Peão	$K(30) = K + SI \cdot 4,76\%$	$K(30) = K + SI \cdot 5,71\%$
	2001 até 2004	Fora Zona Urbana	Dentro Zona Urbana
	Condutor	$K(30) = K + SI \cdot 2,41\%$	$K(30) = K + SI \cdot 2,17\%$
	Passageiro	$K(30) = K + SI \cdot 2,24\%$	$K(30) = K + SI \cdot 2,15\%$
	Peão	$K(30) = K + SI \cdot 6,17\%$	$K(30) = K + SI \cdot 4,34\%$
França	$K(30) = K \cdot 1,09$ até 1993		
	$K(30) = K \cdot 1,057$ de 1994 até actualidade		
Itália	$K(30) = K \cdot 1,078$		
Áustria	$K(30) = K \cdot 1,12$ só até 1991		
Portugal	$K(30) = K \cdot 1,3$ até 1997		
	$K(30) = K \cdot 1,14$ de 1998 Até actualidade		

K: Número de mortos, SI: Número de Feridos Graves

3.3. DEFINIÇÃO E ADAPTAÇÃO DOS LIMITES DE TOLERÂNCIA

Procura-se neste subcapítulo apresentar todas as considerações adoptadas para os vários parâmetros, as simplificações obrigatoriamente induzidas e o seu impacto na formulação dos limites. O conceito ideológico subjacente à definição de limites para análise de risco de futuros projectos (para execução) de estradas confina em si os pressupostos da Teoria da Tolerabilidade, peculiarmente através de analogias com a região ALARP (capítulo 2). Este entendimento sustenta-se, como tal, em considerações de um limiar superior e um limiar inferior para além dos quais se torna intolerável ou negligenciável a localização de um determinado indicador nessas zonas, respectivamente.

As apreciações tecidas em pontos anteriores deste capítulo fazem antever a opção de efectivar esta análise com base nos indicadores “número de vítimas mortais” e “número de acidentes com vítimas”. O propósito inerente ao “número de vítimas mortais” baseia-se no facto de ser, obviamente, o risco de morte o mais significativo para as pessoas e, consequentemente, o mais representativo para a análise.

A concepção analítica em termos de número de mortos é legítima e, genericamente, bem representativa da magnitude das consequências e das medidas a adoptar embora em certos pormenores possa ser levemente redutora nesse aspecto. Com o fundamento de colmatar essa limitação e tornar a análise um pouco mais abrangente, focalizam-se igualmente as atenções no “número de acidentes com vítimas”.

Numa primeira fase, é descrita a organização e forma de admissão dos dados de sinistralidade dos países da União Europeia. Esta é uma tarefa com algum grau de complexidade já que não é líquido que determinados dados reais, constantes nas diversificadas publicações estatísticas, sejam passíveis de ser aplicados na análise, isto é, há bastantes simplificações a fazer e algumas adopções de valores para parâmetros importantes que não se compadecem com uma escolha aleatória e têm que ser devidamente estudados para que se obtenham resultados precisos e plausíveis. São, naturalmente, explicadas todas as simplificações e os modos empregues para contornar estas limitações de dados.

Na segunda fase, centram-se as atenções na descrição das metodologias que permitem o acesso aos valores de referência limite sempre com um apoio consolidado na óptica da segurança e na uniformidade dos resultados entre os países da Europa comunitária. São também realizadas breves análises e discussão dos resultados partindo dos pressupostos teóricos anteriormente apresentados.

Por fim, realiza-se uma análise de sensibilidade dos valores obtidos por cada um dos processos. Esta análise é, imperativamente, crítica e sustentada na medida em que se centra no entendimento de acontecimentos que podem levar a resultados mais promissores em matéria de sinistralidade no futuro.

Estas considerações iniciais proporcionam o elo de ligação para uma simples compreensão dos procedimentos detalhados de cada um dos indicadores, seguidamente expostos.

3.3.1. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO

A associação dos dados estatísticos da sinistralidade a uma unidade de medida permite fazer a caracterização objectiva da sinistralidade e comparar efectivamente vários indicadores para um denominador comum. Por exemplo, numa análise entre vários países, a consideração das “vítimas mortais por quilómetro” faculta a identificação dos países para os quais através da mesma variável (o quilómetro) morrem maior ou menor número de pessoas, percepcionando-se assim qual o clima de segurança (ou insegurança) rodoviária apresentado por cada país.

Neste seguimento apresentam-se no quadro 3.9 os números referentes às vítimas mortais em cada um dos países da União Europeia (U.E. – 27) bem como a extensão total da rede de estradas e a elucidação dos índices de vítimas mortais em função desta, para o ano 2006. A distribuição das “vítimas mortais/km” apresentada e referente ao ano de 2006 encerra em si os valiosos elementos estatísticos disponibilizados pela Comissão Europeia (Comissão Europeia, 2009) e (Comissão Europeia, 2007/2008) e pela Comité das Nações Unidas para a Europa (UNECE, 2007).

Quadro 3.9 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006)

Ano 2006		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	730	35.762	0,0204
BE	Bélgica	1069	15.697	0,0681
BG	Bulgária	1043	7.384	0,1413
CY	Chipre	86	4.617	0,0186
CZ	República Checa	1063	55.585	0,0191
DE	Alemanha	5091	231.359	0,0220
DK	Dinamarca	306	11.356	0,0269
EE	Estónia	204	16.479	0,0124
ES	Espanha	4104	166.339	0,0247
FI	Finlândia	336	41.717	0,0081
FR	França	4709	398.265	0,0118
EL	Grécia	1657	42.109	0,0394
HU	Hungria	1303	31.058	0,0420
IE	Irlanda	365	17.072	0,0214
IT	Itália	5669	175.442	0,0323
LT	Lituânia	759	21.634	0,0351
LU	Luxemburgo	36	2.894	0,0124
LV	Letónia	407	20.167	0,0202
MT	Malta	11	849	0,0130
NL	Holanda	730	12.949	0,0564
PL	Polónia	5243	38.323	0,1368
PT	Portugal	969	12.890	0,0752
RO	Roménia	2478	79.952	0,0310
SE	Suécia	445	98.300	0,0045
SI	Eslovénia	262	6.421	0,0408
SK	Eslováquia	579	17.828	0,0325
UK	Reino Unido	3298	174.942	0,0189

De facto só o enquadramento dos dados estatísticos permite conjecturar acerca do panorama da sinistralidade num determinado país ou noutras classes de observação. Para consolidar esta factualidade apresenta-se o seguinte exemplo: no ano 2006 registaram-se 86 vítimas mortais em acidentes de viação no Chipre (CY) enquanto em França (FR) este número ascendeu às 4709. A apreciação isolada destes números poderia induzir à afirmação de que em França o ambiente de sinistralidade rodoviária é bastante mais penoso do que no Chipre. No entanto esta concepção não coincide, pelo menos tão evidentemente, com a realidade pois a divisão do número de vítimas mortais, em ambos os casos, pela respectiva extensão total de estradas do país conduz a valores de *0,0186 vítimas mortais/km* no Chipre

e 0,0119 vítimas mortais/km em França. Com isto se conclui que por cada quilómetro de estrada é maior o número de vítimas mortais no Chipre do que em França. Outras unidades de medida podem e devem ser ligadas aos dados da sinistralidade com vista a uma análise mais consistente.

A presente análise incidirá numa avaliação das “vítimas mortais/km”, cuja amostra envolve os estados membros da União Europeia no período decorrido entre 2000 e 2006. Como será de fácil compreensão é fulcral a coerência dos dados no período estimado, quer ao nível das informações sobre a sinistralidade (isto é, salvo um fenómeno excepcional identificado não será plausível aceitar que o número de vítimas mortais num dado país sofra uma discrepância muito grande durante o período temporal em análise) ou no concernente à extensão da rede designada. As principais dificuldades encontradas na admissão dos dados estão associadas à amplitude de valores encontrados para alguns países em anos relativamente próximos, isto é, não existe exequibilidade de construção dos quilómetros de estrada apresentados no prazo de tempo considerado. Sugere-se plausível admitir que a estas disparidades estão associadas as modificações de classificação da rede rodoviária assumidas por alguns países, ou até mesmo as definições adoptadas pelas diferentes bases bibliográficas consultadas. A análise de cada um dos casos em particular e o modo de contornar cada uma dessas divergências assume especial importância, antes mesmo de se proceder à aplicação das metodologias, uma vez que a sua omissão conduziria a resultados enviesados. Neste sentido considera-se legítimo assumir a eliminação de alguns “inputs”, vulgo países, em situações em que o seu tributo comparativamente com o ano precedente ou seguinte é bastante díspar. Não invalida no entanto que se assumam coerências de análise quer entre anos sucessivos ou entre anos intercalares. O princípio adoptado confere a validade mais significativa ao valor das extensões referentes ao ano 2006 em virtude de serem os dados mais recentes e que se prevê que sejam os mais fidedignos. Como referido a discrepância relativamente a estes valores, em algum dos outros anos (2000, 2003 ou 2005), conduz à omissão dos dados desse país no ano correspondente.

As simplificações introduzidas são transversais a todos os indicadores de sinistralidade considerados, uma vez que a falta de consistência nos dados é inerente ao denominador comum (extensão, em quilómetros). Apresentadas as justificações adjacentes ao tratamento de dados estatísticos, primeira intervenção entre os procedimentos tomados, segue-se a explanação das referidas simplificações. O caso com maior minuciosidade é Malta, que apesar de ser um dos 27 países constituintes da U.E. não foi englobado em qualquer detalhe anual dos indicadores de sinistralidade uma vez que não foi registada a ínfima congruência entre os dados da extensão da sua rede viária. No entanto são apresentados no quadro 3.9 os seus parâmetros, meramente a título indicativo uma vez que estes não são contemplados nos cálculos subsequentes. Esta é portanto a única preterição no estudo desenvolvido para o ano 2006. Em 2005, à condição de Malta agrega-se a Finlândia. Prosseguindo em 2003 países como: Chipre, Espanha, Finlândia, Luxemburgo, Holanda, Malta, Polónia, Eslováquia e Reino Unido são excluídos da análise. Por fim, em 2000 admitem-se como originadores de enviesamento dos resultados os seguintes países: Chipre, Espanha, Itália, Luxemburgo, Holanda, Malta, Polónia, Eslovénia, Eslováquia e Reino Unido.

Apresentadas que estão as simplificações necessárias para a validação dos resultados, segue-se o presente trabalho com a explicação dos critérios e, por conseguinte, as metodologias utilizadas. Como nota complementar importa referir que a exaustividade dos dados estatísticos bem como de todos os resultados intercalares, cuja compreensão do cerne dos procedimentos não está a si associada, implica que sejam remetidos para anexo (Anexos E a G). Neste ponto são unicamente apresentadas as esquematizações completas para o ano 2006 (ano mais recente da amostra em causa), com vista ao entendimento objectivo dos procedimentos explicados, e alguns resultados terminantes dos anos remanescentes.

Os preceitos constantes nesta dissertação, como será de fácil entendimento, tem um carácter subjectivo na medida em que não encerram em si verdades únicas ou absolutas. Não existe nenhum procedimento estandardizado para a análise de risco de colisões rodoviárias, pelo que será fácil de conjecturar que o mesmo se observa na definição de limites de tolerância. Todos os pressupostos apresentam uma visão generalizada do panorama dos transportes e da sinistralidade rodoviária em particular, e almejam a determinação de valores limites realísticos e simultaneamente inseridos numa perspectiva de garantia de segurança.

O estudo inicia-se, como já introduzido, pelo tratamento dos dados estatísticos e reconhecimento das simplificações a realizar, convergindo desta forma para a obtenção de uma base de dados de “vítimas mortais por quilómetro” tão fidedigna quanto possível. Para cada uma das distribuições, definiu-se um intervalo estatístico compreendido pela variação em torno da média, à esquerda e à direita, do desvio-padrão”

A definição do intervalo referenciado anteriormente pressupõe, obviamente, o cálculo da média ($\bar{x}$) da amostra bem como do desvio-padrão (σ). Estes elementos estatísticos são determinados através de:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.2)$$

Em que “n” representa o total de países da amostra.

Uma vez determinados a média e o desvio-padrão, para cada um dos anos em análise, é possível delinear os valores extremos do intervalo $[\bar{x} - \sigma ; \bar{x} + \sigma]$. Alicerçados na base de dados do quadro 3.9, apresentam-se no quadro 3.10, numericamente, o valor médio da distribuição e a medida de dispersão mais comum (σ), representativa da variabilidade dos valores à volta da média, assim como os valores extremos do intervalo resultante das observações do ano 2006.

Quadro 3.10 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006)

Média (2006)	0,0374
Desvio-Padrão (2006)	0,0345
“ $\bar{x} + \sigma$ ”	0,0719
“ $\bar{x} - \sigma$ ”	0,0029

No entanto a determinação de um limiar superior e inferior para as “vítimas mortais por quilómetro” não se restringe a estes aspectos, concretamente à definição destes intervalos, procurando ser um pouco mais ambiciosa e precisa no seu âmbito de intervenção. Assim, com vista a obter resultados que não possuam a interferência de valores díspares face à generalidade da distribuição, posteriormente à definição do intervalo que limita a amostra, superior e inferiormente, são identificados os países que se encontram numérica e graficamente fora do mesmo no intuito de se proceder à sua “eliminação” e recalcular a amostra. A figura 3.5 procura mostrar, graficamente, a distribuição relativa a 2006.

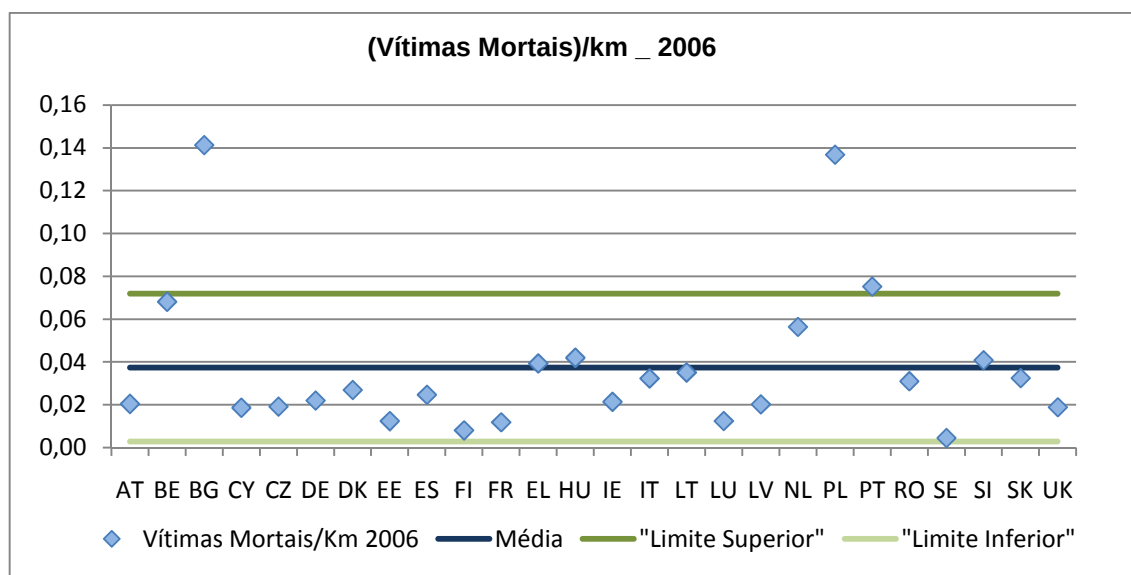


Fig.3.5 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006)

Como nota complementar, a atribuição na legenda da figura de “Limite Superior” e “Limite Inferior” pretende que estas designações não constituam um aspecto confuso na interpretação dos resultados. Com efeito estes são valores que definem, segundo o critério anteriormente referido, o intervalo de aceitabilidade dos valores do indicador “vítimas mortais/km” para cada ano isoladamente e não como resultados últimos deste estudo.

A análise da figura permite verificar que, para o ano específico em apreço, os países fora do intervalo se encontram numa zona em que é admitida a intolerabilidade dos seus valores, isto é, os indicadores concomitantes a esses países apresentam valor superior ao “limite superior” definido pela “ $\bar{x} + \sigma$ ” da distribuição.

Concretamente no ano de 2006, e como é perceptível pela figura 3.5 são 3 os países que se encontram nas condições anteriores e que são, por conseguinte, “excluídos” do âmbito de análise da segunda parte deste plano. Os valores destacados a negrito no quadro 3.9 resultam da formatação automática aplicada aos valores contidos no intervalo definido, cuja reorganização se declara no quadro 3.11. No fundo, são estes os valores amostrais a considerar para a definição de limites de “vítimas mortais por quilómetro”, ano a ano, uma vez que o efectuado anteriormente constitui somente uma triagem com vista a evitar a perturbação dos resultados por parte de países que se apresentam valores muito dissemelhantes.

Quadro 3.11 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração

Ano 2006		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	730	35.762	0,0204
BE	Bélgica	1069	15.697	0,0681
CY	Chipre	86	4.617	0,0186
CZ	República Checa	1063	55.585	0,0191
DE	Alemanha	5091	231.359	0,0220
DK	Dinamarca	306	11.356	0,0269
EE	Estónia	204	16.479	0,0124
ES	Espanha	4104	166.339	0,0247
FI	Finlândia	336	41.717	0,0081
FR	França	4709	398.265	0,0118
EL	Grécia	1657	42.109	0,0394
HU	Hungria	1303	31.058	0,0420
IE	Irlanda	365	17.072	0,0214
IT	Itália	5669	175.442	0,0323
LT	Lituânia	759	21.634	0,0351
LU	Luxemburgo	36	2.894	0,0124
LV	Letónia	407	20.167	0,0202
NL	Holanda	730	12.949	0,0564
RO	Roménia	2478	79.952	0,0310
SE	Suécia	445	98.300	0,0045
SI	Eslovénia	262	6.421	0,0408
SK	Eslováquia	579	17.828	0,0325
UK	Reino Unido	3298	174.942	0,0189

Como será fácil de compreensão, a alteração dos dados preceitua o cálculo da média ($\bar{x}$) e do desvio-padrão (σ) em correspondência com as novas considerações. Os valores destas variáveis bem como do intervalo planeado são corroborados no quadro 3.12.

Quadro 3.12 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) - Iteração

Média (2006)	0,0269
Desvio-Padrão (2006)	0,0153
“ $\bar{x} + \sigma$ ”	0,0422
“ $\bar{x} - \sigma$ ”	0,0116

A representação gráfica da distribuição das “vítimas mortais/km”, numa mostra dos países que superaram os requisitos/restrições aplicados até este ponto, está evidente na figura 3.6.

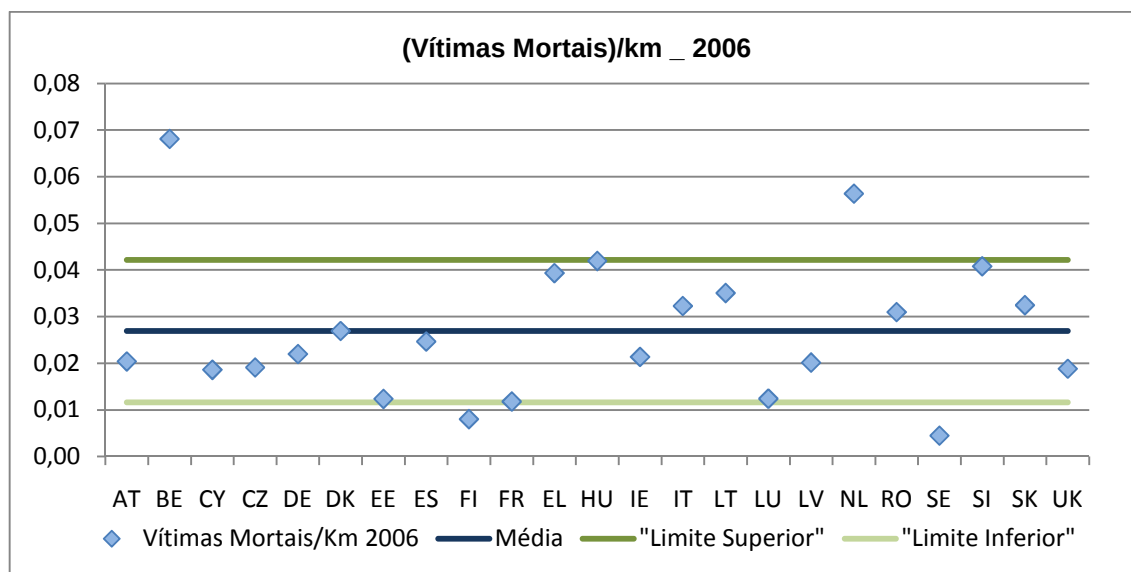


Fig.3.6 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração

Embora a prossecução de um processo iterativo conduzisse, até certo limite, a uma eliminação consecutiva de países em cada iteração, conduzindo obviamente ao estreitamento do intervalo de resultados, facilmente se depreende que este não é o objectivo desta investigação ou, pelo menos, sob este ponto de vista algo radical. A realização de uma iteração revela-se vantajosa, de acordo com o explicado, na medida em que suprime objectivamente valores “anormais”, não se justificando por isso mais realizações ou uma prelecção de teorias estatísticas.

A comprovar esta reflexão, são os valores limitativos (“Limite Superior” e “Limite Inferior”) obtidos pela iteração que se atribuem para cada ano considerado. Nesta perspectiva, são apresentados no quadro 3.13 os marcos que estabelecem a distinção entre a inadmissibilidade, a tolerabilidade ou o carácter negligenciável de cada país em relação às “vítimas mortais/km”, para os anos de 2000, 2003, 2005 e 2006. Os resultados parciais que conduziram à obtenção destes valores encontram-se anexados a este trabalho.

Quadro 3.13 – “Limites” de tolerância segundo o ano

	"Limite Inferior"	"Limite Superior"
2000	0,0129	0,0446
2003	0,0197	0,0417
2005	0,0158	0,0443
2006	0,0116	0,0422

Constitui intento deste trabalho, revelando-se neste ponto importante esclarecer, a definição de limites de tolerância cuja aplicabilidade não seja restringida pelo país ou tipo de via em consideração. Pretende-se, igualmente, obter limites que não estejam intrinsecamente associados aos resultados de nenhum

ano específico, mas sim procurar atribuir como exigência a futuros projectos de estradas valores que minimizem a grandeza encontrada para cada um dos “Limite Inferior” e “Limite Superior” de vítimas que morrem por quilómetro de estrada nos anos em apreço.

Nesta linha de raciocínio são eleitos os valores que conferem requisitos mais rigorosos, premiados pelo lado da segurança. Esta rigidez não constitui, à partida, um entrave incontornável pois, e inserindo-se esta investigação na definição de limites a aplicar em futuros projectos, a imposição de alterações de características físicas do traçado, em projecto, não constitui presumivelmente a invalidação de nenhuma execução. Desta forma, como resultado deste procedimento o “Limite Inferior” atribui-se ao valor mais baixo de entre os quatro indicados no quadro 3.13, efectuando-se o procedimento homólogo para o limite superior. Os valores referenciais encontram-se patentes no quadro 3.14.

Como nota complementar devem ser indicadas as diferenças que, previsivelmente, deveriam estar inerentes a esta selecção de limites caso a aplicação propendesse para análise de risco de estradas em fase de exploração. De facto, o espectro dos limites a definir para este cenário deveria ser mais aberto, isto é, ao invés da determinação de limites pelos valores mais baixos (garantia incontestável de segurança), nesta consideração deveriam ser seleccionados o valor mais baixo para o limite inferior e o mais elevado de entre os “limites” superiores. Esta ideia implica a obrigatoriedade de salvaguardar rectificações e processos intensivos de monitorização das causalidades localizadas na zona que medeia o “limite” superior mais baixo e o “limite” superior mais elevado, no entanto permite que a detecção de falhas no sistema em apreço não conduza determinadamente ao encerramento de troços de estrada, que como será fácil perceber induziria a transtornos consideráveis.

Quadro 3.14 – “Limites” de tolerância

"Limite Inferior"	0,0116	(Correspondente ao Ano 2006)
"Limite Superior"	0,0417	(Correspondente ao Ano 2003)

Os princípios descritos impelem uma proposta criteriosa de aceitação do risco de colisões rodoviárias em estrada aberta, no entanto outros pressupostos poderiam ter sido usados. Paralelamente ao procedimento efectivado nesta dissertação, abordou-se hipoteticamente uma outra possibilidade de definição dos limites, consistindo numa fase preliminar na selecção do indicador “vítimas mortais por quilómetro” mais favorável de cada país de entre os anos em análise. Uma vez definida a distribuição (única) do indicador determinar-se-ia um intervalo definido $[\bar{x} - \sigma ; \bar{x} + \sigma]$, obtendo deste modo uma idealização dos valores de referência limite. A continuidade deste processo revelou-se inviável, ou menos prodigiosa, na medida em que a definição daquele intervalo não apresentava nenhum significado estatístico – a distribuição assim definida não se aproximaria minimamente de uma distribuição gaussiana. No entanto, os resultados da sua observância podem ser consultados em anexo meramente numa óptica de enxergar as diferenças da adopção de um ou outro procedimento.

No intuito de ampliar a fiabilidade dos resultados tanto quanto possível e “contrariar” os efeitos introduzidos pela heterogeneidade de dados a nível temporal e entre os países considerados, propõe-se ainda no âmbito do indicador “vítimas mortais por quilómetro” uma moção complementar/alternativa. A sua concretização permite que os valores de referência limite não se cinjam a um critério singular, procedendo-se posteriormente a uma análise de sensibilidade que conduza à definição concludente dos limites de tolerância. Uma vez apresentadas as circunstâncias de viabilização desta alternativa, avança-se desde já para a descrição das particularidades que a mesma reúne.

Esta metodologia apresenta, no seu âmago, presumivelmente um carácter mais restritivo em matéria de aceitabilidade dos indicadores próprios de cada país quando comparada com a anterior. Este pensamento é ratificado pela amplitude do intervalo que se pretende definir. De facto, neste caso e fazendo uso dos valores anteriormente determinados para a média ($\bar{x}$) e para o desvio-padrão (σ) identificam-se limiares superior e inferior através da soma do valor representativo da distribuição com o desvio-padrão afectado de um factor 0,5 para a delineação superior, e a subtracção dos mesmos para a delineação inferior, ou seja, figurando o intervalo $[\bar{x} - 0,5\sigma ; \bar{x} + 0,5\sigma]$.

Semelhantemente ao procedimento central apresentado, são designados no quadro 3.15 os índices “vítimas mortais/km”, segundo o país, assim como os elementos que sustentam os seus valores.

Quadro 3.15 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Proposta Complementar

Ano 2006		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	730	35.762	0,0204
BE	Bélgica	1069	15.697	0,0681
BG	Bulgária	1043	7.384	0,1413
CY	Chipre	86	4.617	0,0186
CZ	República Checa	1063	55.585	0,0191
DE	Alemanha	5091	231.359	0,0220
DK	Dinamarca	306	11.356	0,0269
EE	Estónia	204	16.479	0,0124
ES	Espanha	4104	166.339	0,0247
FI	Finlândia	336	41.717	0,0081
FR	França	4709	398.265	0,0118
EL	Grécia	1657	42.109	0,0394
HU	Hungria	1303	31.058	0,0420
IE	Irlanda	365	17.072	0,0214
IT	Itália	5669	175.442	0,0323
LT	Lituânia	759	21.634	0,0351
LU	Luxemburgo	36	2.894	0,0124
LV	Letónia	407	20.167	0,0202
MT	Malta	11	849	0,0130
NL	Holanda	730	12.949	0,0564
PL	Polónia	5243	38.323	0,1368
PT	Portugal	969	12.890	0,0752
RO	Roménia	2478	79.952	0,0310
SE	Suécia	445	98.300	0,0045
SI	Eslovénia	262	6.421	0,0408
SK	Eslováquia	579	17.828	0,0325
UK	Reino Unido	3298	174.942	0,0189

O critério estabelecido não se alicerça em considerações estatísticas da distribuição. Procura, no entanto, auferir algumas considerações acerca do grau de variabilidade dos indicadores de cada país em torno da média, admitindo desta forma um afastamento máximo do valor médio igual a metade do desvio-padrão. Como consequências desta limitação verifica-se a diminuição do limite superior e o aumento do limite inferior, quando comparados com os “limites” definidos numa fase preliminar do procedimento dianteiro. As alterações realizadas na segunda parte desse plano (aquando da iteração realizada) não permitem garantir que os efeitos indicados se mantêm constantes. O abaixamento do “limite superior” traduz-se numa atitude benévola, pela aproximação a valores (de segurança) mais restritivos. Ao invés, a consideração de “limite inferior” mais elevados poderá induzir a prática de atitudes laxistas.

Os valores numéricos da média ($\bar{x}$) e do desvio-padrão (σ) estão expostos no quadro 3.16, bem como do limite superior igual a 0,0546 *vítimas mortais/km* e do limite inferior de 0,0201 *vítimas mortais/km*.

Quadro 3.16 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) – Proposta Complementar

Média (2006)	0,0374
Desvio-Padrão (2006)	0,0345
“ $\bar{x} + 0,5\sigma$ “	0,0546
“ $\bar{x} - 0,5\sigma$ “	0,0201

Conforme introduzido anteriormente, este critério sob o ponto de vista da amplitude do intervalo que medeia os dois limites é bastante diminuto não consentido pois grande variabilidade dos mesmos. Se, hipoteticamente, estivessemos perante um cenário de análise estática do ano apresentado e sem considerações adicionais, podemos constatar pela figura 3.7 que embora fosse “excluído” um maior número de países (localização gráfica acima do limite superior) também seriam encontrados mais países numa posição auspiciosa, quando comparados com as primeiras considerações feitas à figura 3.5.

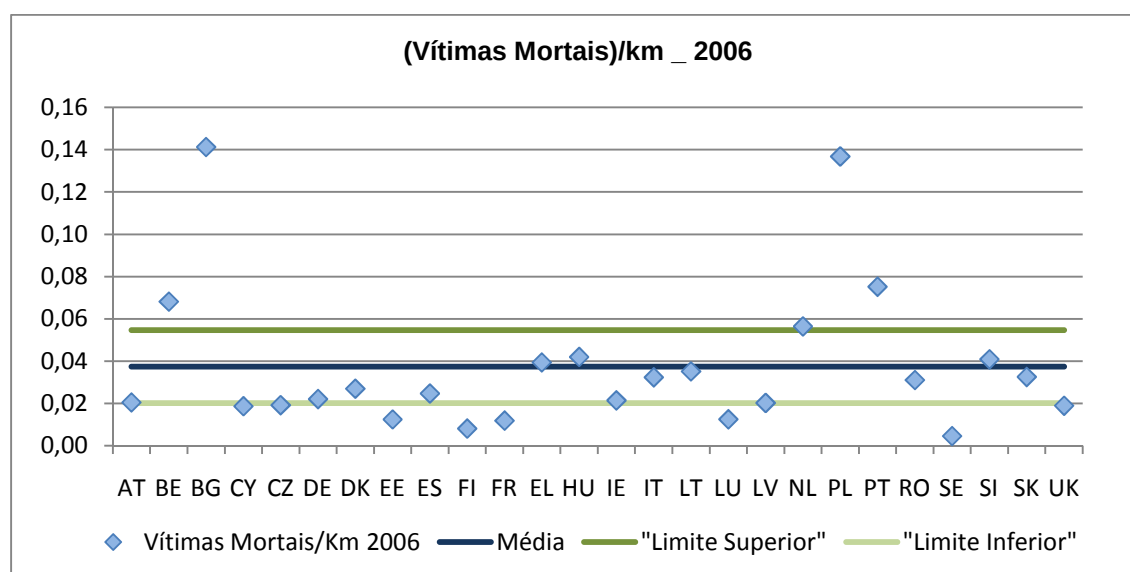


Fig.3.7 – Vítimas Mortais por quilómetro segundo o país (2006) – Proposta Complementar

Em afinidade com a metodologia apresentada à priori referenciam-se, para esta proposição, no quadro seguinte os intervalos definidos para os anos 2000, 2003, 2005 e 2006.

Quadro 3.17 – “Limites” de tolerância segundo o ano – Proposta Complementar

	"Limite Inferior"	"Limite Superior"
2000	0,0250	0,0665
2003	0,0253	0,0564
2005	0,0231	0,0541
2006	0,0201	0,0546

No que concerne à definição dos limites parciais procedentes da proposta complementar poder-se-á dizer que esta assenta no mesmo fundamento do procedimento apresentado, isto é, recai a sua predilecção sobre os valores mais baixos encontrados para cada um dos limites. O quadro 3.18 sintetiza estes resultados.

Quadro 3.18 – “Limites” de tolerância – Proposta Complementar

"Limite Inferior"	0,0201	(Correspondente ao Ano 2006)
"Limite Superior"	0,0541	(Correspondente ao Ano 2005)

Sobrepajada a descrição dos dois planos metodológicos inerentes à definição dos limites de tolerância para análise de risco em colisões rodoviárias assim como a apresentação dos resultados preliminares de cada um, impõe-se uma reflexão dos mesmos num propósito de reunir condições para uma proposta definitiva.

A primeira formulação apresenta um “Limite Inferior” de *0,0116 vítimas mortais/km* e um “Limite Superior” ao qual correspondem *0,0417 vítimas mortais/km*. Os valores comparáveis são, respectivamente, *0,0201* e *0,0541 vítimas mortais/km* através das considerações realizadas na proposta complementar. Confrontando os valores dos limites alcançados por cada uma das propostas, constata-se que as variabilidades entre os mesmos não correspondem ao expectável. De facto, em termos globais, confirma-se a subida do limite inferior no segundo plano metodológico face ao primeiro. No entanto o limite superior também apresenta um valor superior nas definições da segunda proposta, quando seria presumível que apresentasse um valor inferior ao obtido no primeiro plano metodológico. Este episódio não altera porém as aspirações requeridas com a realização das duas propostas, ressalvando-se que muito provavelmente esta discrepância está relacionada com a iteração executada na proposta central a qual introduziu mudanças significativas.

De acordo com o referido em momento oportuno, estes resultados intermédios são desfechos de opções sempre na óptica de acautelar a segurança. A selecção entre os “limites” obtidos nas duas formulações não é coincidente com a realizada anteriormente, isto é, a escolha pelos valores mínimos de cada limite. Neste momento, e tomando em consideração que posições mais limitativas foram adoptadas ao longo das duas abordagens, podem-se assumir os valores disponíveis como agentes de segurança e escolher entre estes os que conduzem a uma região de “tolerabilidade com eventual introdução de

medidas” mais ampla. Estas considerações tornam a análise mais globalizante e mais próxima do espectro de valores que se coadunam com a realidade.

Esta concepção manifesta-se, portanto, na nomeação do valor mais baixo para o caso do “Limite Inferior” e do valor mais alto encontrado para o “Limite Superior”. O resumo do que foi descrito e, por conseguinte, o culminar de um primeiro objectivo – obtenção de valores de referência limite em “vítimas mortais por quilómetro” -, encontra-se presente no quadro 3.19.

Quadro 3.19 – Limites de Tolerância: Vítimas Mortais por quilómetro

Limites de Tolerância para Análise de Risco em Colisões Rodoviárias - Indicador: Vítimas Mortais por Quilómetro	
Inferior	0,0116 Vítimas Mortais/km
Superior	0,0541 Vítimas Mortais/km
Média	0,0321 Vítimas Mortais/km

O valor médio de “vítimas mortais por quilómetro” (no quadro indicado por Média) caracterizador da União Europeia é obtido pela ponderação igualitária da média da distribuição “vítimas mortais/km” no primeiro Plano Metodológico no ano 2006 e da média da distribuição homóloga no Plano Metodológico alternativo, igualmente para 2006. A estimativa centrada no ano 2006 prende-se, única e exclusivamente, com o facto de ser o ano em análise mais recente e presumivelmente aquele que melhor traz a veracidade actual.

3.3.2. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR VEÍCULO – QUILÓMETRO

O indicador “vítimas mortais/km” reporta para satisfatórias indicações ao nível da caracterização da sinistralidade, porém encontra-se a este associada uma limitação relativa à noção do volume de circulação. De facto não é possível inferir e comparar os valores da sinistralidade numa óptica da dinâmica de circulação só através das extensões efectivas da rede de estradas (em km). A medida frequentemente utilizada para avaliar os parâmetros da sinistralidade rodoviária tendo em consideração os volumes de circulação, vulgo percursos efectuados, é o “veículo - quilómetro”.

O “veículo - quilómetro” é a unidade de medida correspondente ao movimento de um veículo rodoviário motorizado, na distância de um quilómetro. Apenas se deve considerar a distância efectivamente percorrida. Neste âmbito incluem-se os movimentos dos veículos rodoviários motorizados em vazio, salvaguardando-se ainda o facto de que os conjuntos compostos de tractor e semi-reboque ou de veículos de mercadorias e reboque são contados como um só veículo (UNECE, 2003).

Matematicamente e de acordo com a designação da Associação Portuguesa das Sociedades Concessionárias de Auto-Estradas ou Pontes com Portagens (APCAP, 2006), os percursos efectuados são determinados por:

$$\frac{TMD \times n^{\circ} km \times n^{\circ} dias (mês)}{10^8} \quad (3.3)$$

Na expressão, “TMD” corresponde à abreviatura de Tráfego Médio Diário e de acordo com o INE (2009) é o quociente do tráfego rodoviário registado durante um determinado tempo, pelo número de dias que esse espaço de tempo contém.

Uma vez realizada a introdução de breves aspectos preliminares que conduzem à compreensão desta unidade de medida, interessa no que se segue apresentar o que foi executado no âmbito do indicador “vítimas mortais por veículo-quilómetro” no presente trabalho.

Numa perspectiva de complementaridade e consequente comparação entre o indicador “vítimas mortais por quilómetro” e o referido “vítimas mortais por veículo-quilómetro” revelava-se pertinente a determinação dos valores homólogos aos de 3.3.1 para este último não tendo sido porém, com este desígnio, atingidas as expectativas iniciais de cálculo. Atribui-se este facto à escassez de dados ou a admissão de valores muito discrepantes quer dos percursos efectuados nos diversos países da União Europeia quer mesmo em termos de volume de tráfego.

Face ao exposto a autora, no intuito de assumir a imputação da fiabilidade dos resultados, prescinde da determinação exaustiva de limites de tolerância com base no indicador “Vítimas Mortais/V.Km” optando por apresentar neste ponto apenas alguns resultados encontrados aquando da consulta bibliográfica cuja observação permite uma comparação, ainda que muito reduzida, entre as duas unidades de medida.

As figuras seguintes (fig.3.8 e fig.3.9) ilustram, por esta ordem, a extensão total das infra-estruturas viárias em alguns países da União Europeia existente no ano 2005 e os percursos efectuados (indicativos dos volumes de circulação) para os idênticos estados membros no decorrer do ano 2005. Estas duas representações pretendem que sejam comparadas as diferenças de grandeza das duas unidades de medida e conjecturar acerca dos presumíveis resultados em termos de sinistralidade na consideração de um ou outro indicador. Importa referir que a amostra de países apresentada é condicionada pelos resultados disponíveis sobre os percursos efectuados, só fazendo pois sentido referir os mesmos para a extensão da rede viária. São ainda remetidas para anexo as representações idênticas quer para os anos de 2000 e 2003 (Anexo M).

Os dados relativos aos percursos efectuados patentes na figura seguinte foram obtidos através da base de dados do Comité das Nações Unidas para a Europa (UNECE, 2004a) e (UNECE, 2007).

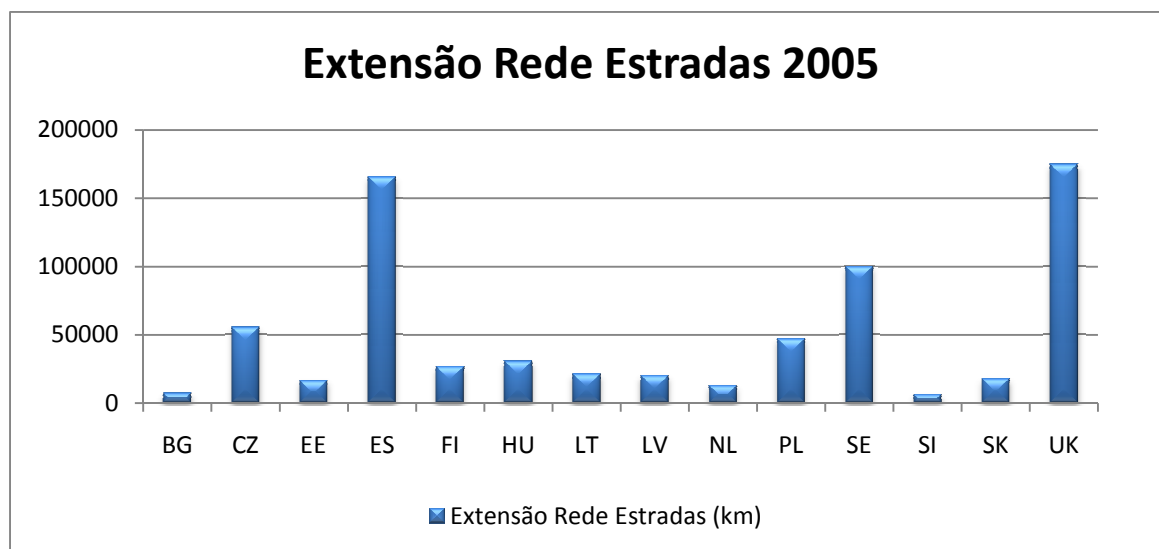


Fig.3.8 – Extensão da Rede de Estradas para alguns estados membros (2005)

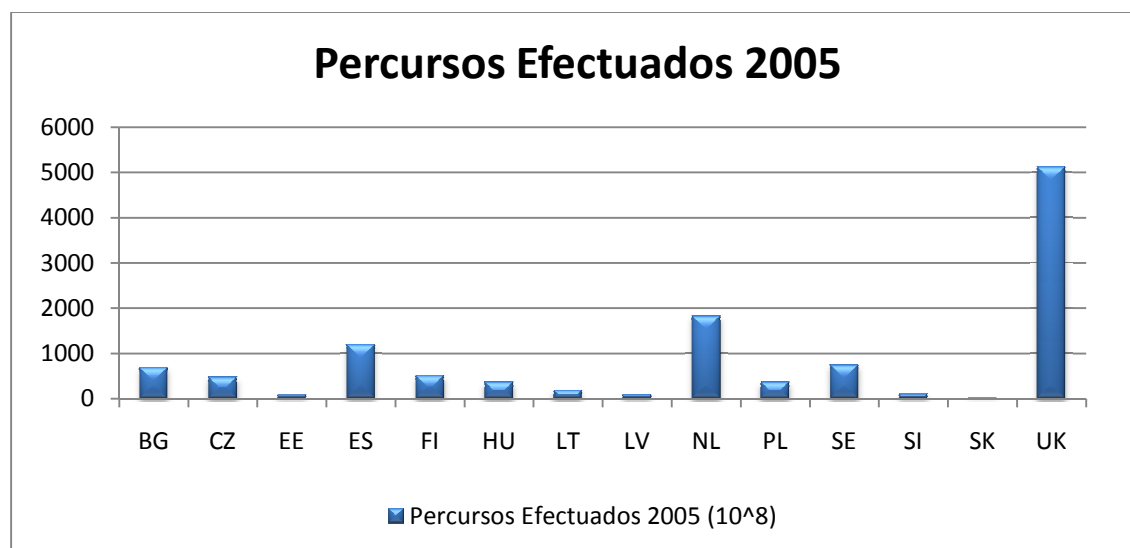


Fig.3.9 – Percursos Efectuados em alguns estados membros (2005)

Em consonância com o apresentado, referem-se no quadro seguinte os valores do índice “vítimas mortais por veículo - quilómetro” para o ano 2005. Como se pode verificar a partir do quadro 3.20 existem acentuadas discrepâncias entre os percursos efectuados entre os países, e cujos valores respectivos não se coadunam nem com o número de vítimas mortais nem mesmo com a extensão da rede (km). Na crença da autora, estas disparidades convergiriam para resultados muito pouco consistentes face à importância que um processo de análise de risco assume.

Quadro 3.20 – Vítimas mortais por veículo - quilómetro para alguns estados membros (2005)

Ano 2005		Vítimas Mortais (Nº)	Veículo -Quilómetro (10 ⁸)	(Vítimas Mortais)/(V.Km)
BG	Bulgária	957	689,00	1,3890
CZ	República Checa	1286	473,00	2,7188
EE	Estónia	170	78,95	2,1532
ES	Espanha	4442	1196,34	3,7130
FI	Finlândia	379	508,90	0,7447
HU	Hungria	1278	365,64	3,4952
LT	Lituânia	773	186,32	4,1488
LV	Letónia	442	87,27	5,0645
NL	Holanda	750	1827,00	0,4105
PL	Polónia	5444	365,51	14,8943
SE	Suécia	440	745,24	0,5904
SI	Eslovénia	258	97,43	2,6481
SK	Eslováquia	560	15,16	36,9393
UK	Reino Unido	3336	5120,46	0,6515

3.3.3. INDICADOR: ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO

A metodologia proposta para a análise circunstanciada do indicador “acidentes com vítimas por quilómetro” é em tudo semelhante ao consolidado em 3.3.1, referente às “vítimas mortais por quilómetro”.

No que respeita às dificuldades sentidas no tratamento de dados estatísticos e uma vez que estas são difundidas por um denominador comum (extensão da rede viária, em quilómetros) constata-se que o enumerado para o caso das “vítimas mortais/km” se repercute exactamente da mesma forma nesta análise. Por este motivo as simplificações aqui executadas, com vista à maior uniformidade possível dos resultados, são coincidentes com as expostas em 3.3.1, sendo Malta excluída na análise de todos os anos e assim sucessivamente. Como será de fácil entendimento também os passos e as justificações de determinadas considerações serão levemente referenciadas, uma vez que são em tudo semelhantes às tecidas para “vítimas mortais/km”, focando-se apenas resultados imperativos para esta análise concreta.

No âmbito da proposta basilar apresentam-se no quadro 3.21 os números de acidentes com vítimas, a extensão da rede de estradas e o índice “acidentes com vítimas/km” segundo o país para o ano 2006, correspondente à base de dados da iteração (União Europeia a 27 países, excepção Malta e países fundamentalmente “eliminados” aquando da definição do primeiro intervalo), com vista a apresentar a ordem de grandeza dos valores englobados nesta averiguação.

Quadro 3.21 – Acidentes com Vítimas por quilómetro segundo o país (2006) – Iteração

Ano 2006		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{vítimas}) / km
AT	Áustria	39880	35.762	1,1152
BG	Bulgária	8220	7.384	1,1132
CY	Chipre	1560	4.617	0,3379
CZ	República Checa	22120	55.585	0,3979
DE	Alemanha	327980	231.359	1,4176
DK	Dinamarca	5400	11.356	0,4755
EE	Estónia	2590	16.479	0,1572
ES	Espanha	99780	166.339	0,5999
FI	Finlândia	6740	41.717	0,1616
FR	França	80310	398.265	0,2016
EL	Grécia	16020	42.109	0,3804
HU	Hungria	20980	31.058	0,6755
IE	Irlanda	6020	17.072	0,3526
IT	Itália	238120	175.442	1,3573
LT	Lituânia	6590	21.634	0,3046
LU	Luxemburgo	760	2.894	0,2626
LV	Letónia	4300	20.167	0,2132
PL	Polónia	46880	38.323	1,2233
RO	Roménia	6640	79.952	0,0830
SE	Suécia	18210	98.300	0,1852
SK	Eslováquia	7990	17.828	0,4482
UK	Reino Unido	187120	174.942	1,0696

Com base na distribuição apresentada, anunciam-se no quadro 3.22 os valores da média ($\bar{x}$) e do desvio-padrão (σ), e ainda a indicação do modo de obter como limiar superior de *1,0039 acidentes com vítimas/km* e como limiar inferior *0,1355 acidentes com vítimas/km* neste plano metodológico.

Quadro 3.22 – Média e desvio-padrão da distribuição (2006) – Iteração

Média (2006)	0,5697
Desvio-Padrão (2006)	0,4342
“ $\bar{x} + \sigma$ ”	1,0039
“ $\bar{x} - \sigma$ ”	0,1355

De acordo com as realizações do plano metodológico em curso resultam dois valores de referência para cada ano, os quais são apresentados no quadro 3.23.

Quadro 3.23 – “Limites” de tolerância segundo o ano

	"Limite Inferior"	"Limite Superior"
2000	0,0687	0,9657
2003	0,1185	1,0435
2005	0,1803	1,0424
2006	0,1355	1,0039

O princípio de tornar os limites intemporais e indiferentes ao comportamento específico de cada país perante os fenómenos associados à sinistralidade implica a prossecução de uma lógica que não comprometa nenhuma destas premissas. Assim, como produtos deste plano metodológico, apresentam-se no quadro 3.24 os valores mais baixos para os “Limite Inferior” e “Limite Superior”, correspondendo respectivamente a 0,0687 e 0,9657 *acidentes com vítimas/km*. Por coincidência os dois valores foram obtidos a partir do exame realizado em 2000, no entanto dada a variabilidade das distribuições é perfeitamente plausível que isto não se suceda.

Quadro 3.24 – “Limites” de tolerância

"Limite Inferior"	0,0687	(Correspondente ao Ano 2000)
"Limite Superior"	0,9657	(Correspondente ao Ano 2000)

A especificação adicional subentende igualmente a definição de valores limites ano a ano. Com a dissimilaridade em relação ao anterior relacionado com a determinação dos valores extremos do intervalo. Neste caso o “Limite Inferior” para um dado ano corresponde à média da distribuição nesse ano subtraída de metade do valor do desvio-padrão. Para o “Limite Superior” o conceito é o mesmo, com a diferença de que à média se soma metade do desvio-padrão.

Os valores concomitantes a este plano metodológico são apresentados no quadro 3.25.

Quadro 3.25 – “Limites” de tolerância segundo o ano – Proposta Complementar

	"Limite Inferior"	"Limite Superior"
2000	0,3401	1,3264
2003	0,4607	1,3443
2005	0,4757	1,2121
2006	0,4509	1,2125

Uma vez obtidos os valores limiares dos “acidentes com vítimas/km” individualizados pelo ano de análise e à semelhança do que tem vindo a ser definido quer para este indicador no âmbito do primeiro plano metodológico quer do realizado para a estimação das “vítimas mortais/km”, impõe-se a selecção dos dois valores mais baixos de cada um, no sentido associar critérios de segurança exigentes e simultaneamente praticáveis ao projecto de novas infra-estruturas rodoviária. Estas determinações medianeiras objectivam a realização, em estado último, do paralelismo entre os dois planos metodológicos admitidos. Deste modo, apresentam-se no quadro seguinte (quadro 3.26) as deduções retiradas do pressuposto indicado que conduzem à consideração de um limite inferior de *0,3401 acidentes com vítimas/km* e no extremo antagónico *1,2121 acidentes com vítimas/km*.

Quadro 3.26 – “Limites” de tolerância – Proposta Complementar

"Limite Inferior"	0,3401	(Correspondente ao Ano 2000)
"Limite Superior"	1,2121	(Correspondente ao Ano 2005)

Em última instância, o objectivo pretendido passa pela definição de limites de condescendência efectivos para o indicador “acidentes com vítimas por quilómetro”. Com os limites a definir pretende-se pois, que numa hipotética observação dos procedimentos seguidos em projectos de execução de estradas num curto/médio espaço de tempo, ainda assim seja possível considerar o maior número de casos toleráveis na avaliação dos indicadores aqui tratados. Este idealismo não restringe porém o carácter preventivo que deve ser tido em conta numa análise de risco de colisões rodoviárias em estrada corrente, uma vez que todas as opções tomadas nos resultados intermédios visam admissões pelo lado da segurança. Portanto será expectável que países com posições, face à sinistralidade, menos favoráveis sejam capazes de adquirir meios que sustentem valores próximos dos países que tem vindo a apresentar melhorias significativas neste âmbito, isto é países cujos indicadores se localizem abaixo da média decretada no ano correspondente. Uma vez assegurada a óptica da segurança, e face ao referido, os limites de tolerância ordenados adquirem um valor de *0,0687 acidentes com vítimas mortais/km* como limiar inferior (menor valor entre as duas propostas apresentadas) e de *1,2121 acidentes com vítimas/km* para o limiar superior.

Os resultados terminantes estão expostos no quadro 3.27 assim como a média europeia para o indicador “acidentes com vítimas por quilómetro”. Importa referenciar que a média europeia não é obtida a partir da semi-soma dos limites inferior e superior considerados, uma vez que estes passam por um processo de selecção que envolve dissemelhanças importantes entre os diferentes países em variados anos. Por este motivo a autora considera que será mais viável que esta corresponda à média dos indicadores de todos os países considerados no ano 2006, uma vez que para além de ser o ano com a maior amostra de variáveis é também o ano mais recente e pelo qual se devem também retirar algumas conclusões para a prossecução de futuros projectos.

Quadro 3.27 – Limites de Tolerância: Acidentes com Vítimas por quilómetro

Limites de Tolerância para Análise de Risco em Colisões Rodoviárias - Indicador: Acidentes com Vítimas por Quilómetro	
Inferior	0,0687 (Acidentes com Vítimas)/km
Superior	1,2121 (Acidentes com Vítimas)/km
Média	0,7007 (Acidentes com Vítimas)/km

3.4. ANÁLISE DA LEGITIMIDADE DOS LIMITES DEFINIDOS

Como últimas considerações a este capítulo resta apresentar um parecer sobre a legitimidade cronológica dos limites então definidos. Esta observação reveste-se de particular importância se atendermos às transformações experimentadas pela sociedade nas mais diversificadas áreas, num curto/médio/longo espaço de tempo.

Relativamente aos limites definidos em 3.3, limites que subentendem a aplicação a qualquer país da União Europeia sem pormenorização do tipo de estrada, mais concretamente à sua “validade”, a autora enfrenta esta questão na perspectiva de análise da evolução/estabilização dos indicadores respectivos. Inexoravelmente a obliquidade de uma pressuposta linha de tendência anexa à evolução temporal da média dos indicadores “vítimas mortais/km” e “acidentes com vítimas/km”, permite inferir o comportamento futuro, a menos de fenómenos excepcionais. Com este objectivo são apresentadas na figura 3.10 e 3.11 as médias dos indicadores examinados no mesmo período de análise.

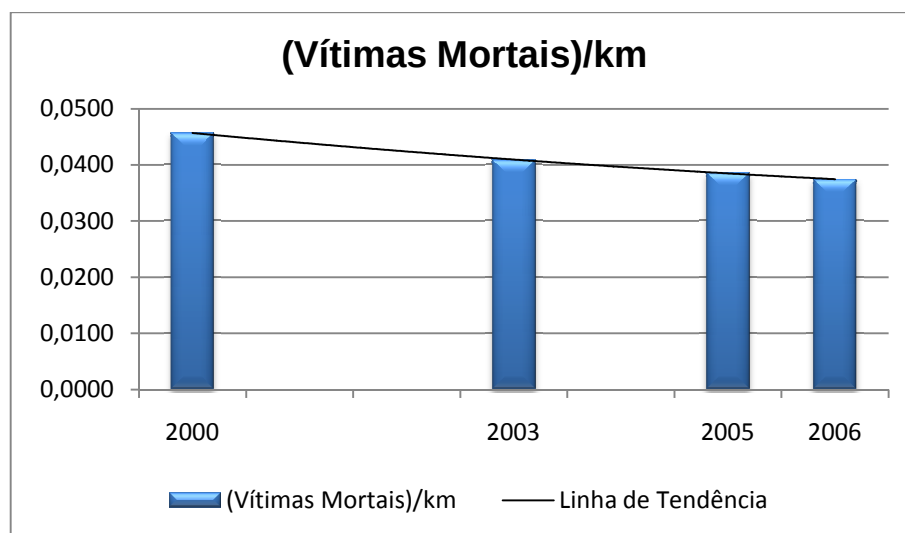


Fig.3.10 – Evolução da média de “Vítimas Mortais/km” dos estados membros da U.E. no período em análise

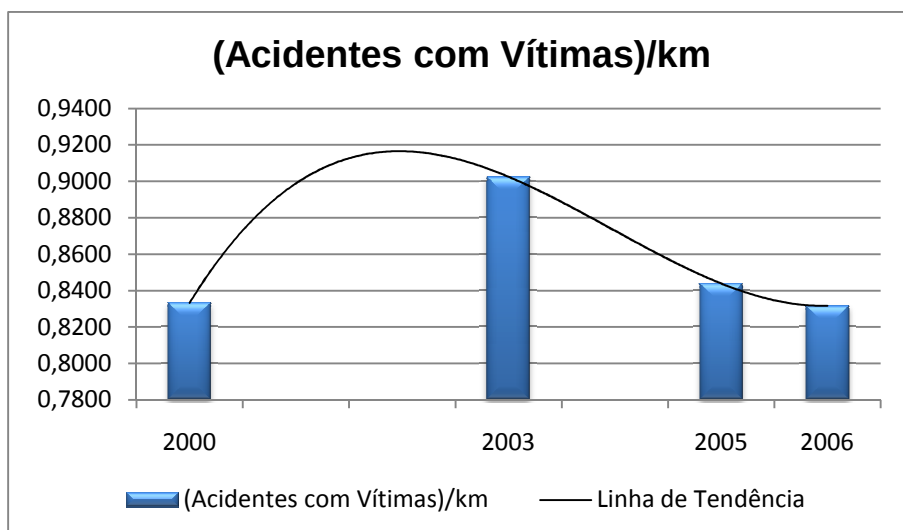


Fig.3.11 – Evolução da média de “Acidentes com Vítimas/km” dos estados membros da U.E. no período em análise

Em relação ao indicador “vítimas mortais/km” verifica-se que a evolução se tem processado de forma constante no sentido descendente. Esta uniformidade do decréscimo faz prever que, e mantendo-se as conjunturas recentes, a redução deste indicador de sinistralidade repercutir-se-á nos próximos anos a um ritmo semelhante. Em virtude dos objectivos em relação à sinistralidade se coadunarem com procedimentos cada vez mais exigentes é plausível admitir, e em analogia com as observações feitas anteriormente, que os limites para “vítimas mortais/km” devam ser revistos num médio prazo de tempo.

Em relação aos “acidentes com vítimas/km” a análise da figura 3.11 permite verificar que desde o ano 2003 o decréscimo deste indicador se processou de forma acentuada, fazendo antever entre os anos 2005 e 2006 uma estabilização destes valores. Neste caso, e à luz das propriedades matemáticas, é possível inferir que a evolução futura será bastante mais gradual em comparação com as “vítimas mortais/km”. Assim é aceitável admitir que aplicação dos limites definidos para os “acidentes com vítimas” está coerente com as veracidades futuras num prazo de tempo mais alargado.

4

**A APLICAÇÃO AO CASO
PORTUGUÊS. LIMITES DE
TOLERÂNCIA DE ACORDO COM O
TIPO DE VIA****4.1. APONTAMENTO JUSTIFICATIVO**

A definição de limites de tolerância diferenciados por tipo de via ao nível da União Europeia constituiu numa fase prematura do desenvolvimento desta investigação um propósito a seguir. Contudo a falta de harmonização entre as classificações das estradas a este nível constituiu um entrave determinante à sua realização, levando por fim ao abandono desta premissa inicial. A reestruturação da forma de abordar a questão conduziu à definição numa fase capitular, e única para a aplicação à análise de risco em projectos na generalidade dos países europeus, à determinação de valores de referência cuja aplicação é independente da tipologia de estrada em apreço. No entanto, e uma vez que este trabalho passa essencialmente pelas considerações das características da estrada, enquanto via de comunicação e como factor potenciador da sinistralidade rodoviária, e não tanto pelo comportamento dos condutores a ideia inicial não poderia ser de todo abandonada. O estudo mais detalhado das circunstâncias em Portugal permitiu concluir da coerência das extensões por tipo de via, e ainda da existência de dados da sinistralidade contabilizados igualmente de acordo com o tipo de via. Desta forma estão reunidas as condições para que a partir dos limites de tolerância globais definidos no capítulo 3 (3.3) se depreendam os limites de tolerância para cada tipo de via a nível nacional.

4.2. APRESENTAÇÃO DA TIPOLOGIA E SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA NACIONAL

Antes mesmo de iniciar a apresentação dos pressupostos e considerações que foram tidos em conta para a adaptação dos limites gerais a limites por tipo de via é importante apresentar algumas evidências quanto à sinistralidade rodoviária nacional, essencialmente quanto ao presenciado em cada tipo de via.

Existem porventura mais classificações de estradas do que as que serão aqui indicadas e analisadas, no entanto a conjugação dos dados da sinistralidade discriminados e das extensões de cada uma dessas classificações permitiu, exclusivamente, o tratamento das três considerações seguidamente indicadas. No entanto não se considera que este facto comprometa eventuais análises, uma vez que as tipologias em questão – Auto-Estrada (AE), Estrada Nacional (EN) e Itinerários Principais e Complementares (IP/IC) -, apresentam diferenças consideráveis quanto ao nível das condições de circulação, por exemplo a existência ou não de separador central, a velocidade de projecto, a eventual interacção com

outros utilizadores da via no atravessamento de localidades, pelo que se considera já satisfatória sua análise individual e por conseguinte as diferenças encontradas entre si.

A análise segue o mesmo fio condutor da realizada no capítulo 3, dissecando primeiramente o indicador de sinistralidade “vítimas mortais por quilómetro” e de seguida “acidentes com vítimas por quilómetro”. Outros ainda poderiam ser considerados mas admitem-se estes os mais reveladores de interesse.

4.2.1. VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO

No intuito de que a percepção dos valores da sinistralidade segundo o tipo de via seja mais clara e abrangente, sugere-se uma primeira observação dos mesmos num contexto global através dos valores totais relativos à sinistralidade e às extensões da rede viária segundo o ano de ocorrência.

Desta forma indicam-se no quadro 4.1 o número de vítimas mortais, a extensão da rede rodoviária nacional no ano respectivo (em quilómetros) bem como o valor numérico do indicador “vítimas mortais por quilómetro”.

Quadro 4.1 – Vítimas Mortais por quilómetro, para a extensão total da rede rodoviária nacional

	Vítimas Mortais		
	A 30 dias (Nº)	Extensão Rede Nacional (km)	(VM) / km
1999	1995	11.991	0,166
2000	1857	11.837	0,157
2001	1671	12.010	0,139
2002	1675	12.399	0,135
2003	1546	12.589	0,123
2004	1294	12.689	0,102
2005	1247	12.661	0,099
2006	969	12.890	0,075
2007	974	12.902	0,075

Através do quadro é possível constatar a tendência decrescente do indicador em apreço. A evolução tem sido portanto benéfica nos últimos 10 anos, como se pode garantir pela apresentação de alguns valores. Por exemplo, em 1999 o número de mortos num troço de 10 km da rede rodoviária nacional situava-se em 2 pessoas enquanto em 2007 esse número não atinge a unidade.

Posteriormente à concisa análise do indicador de sinistralidade em destaque num âmbito global reveste-se de todo interesse proceder agora à caracterização das epígrafes referentes a cada tipo de via. Numa primeira fase apresentam-se os dados relativos às vítimas mortais por quilómetro de Auto-Estrada - quadro 4.2 - com a descrição detalhada do número de registos dos últimos 10 anos bem como a extensão para o tipo de via especificado.

Quadro 4.2 – Vítimas Mortais por quilómetro de Auto-Estrada

	Auto-Estrada		
	Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Rede Auto-Estrada (km)	(VM) / km _(AE)
1999	123	1.482	0,083
2000	128	1.482	0,086
2001	112	1.482	0,075
2002	115	1.482	0,078
2003	127	2.002	0,063
2004	116	2.091	0,056
2005	98	2.341	0,042
2006	84	2.545	0,033
2007	128	2.613	0,049

À semelhança do apresentado no quadro anterior para a classificação de Auto-Estrada, procede-se nos dois quadros seguintes (quadro 4.3 e quadro 4.4) à exposição dos aspectos homólogos para Estrada Nacional e para Itinerários Principais e Complementares.

Quadro 4.3 – Vítimas Mortais por quilómetro de Estrada Nacional

	Estrada Nacional		
	Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Rede Estradas Nacionais (km)	(VM) / km _(EN)
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	777	4.909	0,158
2003	695	4.910	0,142
2004	523	4.911	0,107
2005	532	4.912	0,108
2006	404	4.911	0,082
2007	410	4.916	0,083

Quadro 4.4 – Vítimas Mortais por quilómetro de Itinerários Principais e Complementares

	IP/IC		
	Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Rede IP+IC (km)	(VM) / km _(IP+IC)
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	182	1.508	0,121
2003	173	1.183	0,146
2004	157	1.183	0,133
2005	135	913	0,147
2006	86	935	0,091
2007	90	974	0,092

Numa perspectiva de interpretação directa dos valores dos quadros torna-se perceptível a tendência de redução das “vítimas mortais/km” em todos os tipos de via em apreciação. Comparando-os entre si, é de fácil constatação que a tipologia viária onde se registam maior número de vítimas mortais em acidentes por quilómetro é no conjunto descrito pelos Itinerários Principais e Complementares, com um valor de 0,092 vítimas mortais/km em 2007. A estes, seguem-se as mortes em Estrada Nacional com 0,083 mortos por quilómetro no mesmo ano. No entanto, é possível deduzir que se a análise fosse decomposta na individualização dos Itinerários Principais e dos Itinerários Complementares a estrutura rodoviária mais penosa em termos de risco de morte recairia sobre as Estradas Nacionais. As Auto-Estradas são a componente da rede viária que menos mortos regista por quilómetro, consagrando-se em muito às condições de tráfego particulares que oferece, como a segregação do tráfego em cada sentido, a inexistência de cruzamentos ou a interferência de outros factores que potenciam a ocorrência de acidentes noutros tipos de via. Se a esta análise juntarmos os valores de referência deste indicador tecidos numa análise no cômputo total da rede viária podemos afirmar que o índice referente às Auto-Estradas se encontra abaixo da média nacional, enquanto as outras duas designações (EN e IP/IC) se encontram com valores muito semelhantes a esta.

4.2.2. ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO

Na mesma linha orientadora do modo de apresentação da tipologia e sinistralidade rodoviária nacional para o indicador “vítimas mortais por quilómetro” são apresentados primeiramente os aspectos gerais concomitantes aos “acidentes com vítimas por quilómetro” e de seguida a especificação dos mesmos segundo cada um dos tipos de via considerados nesta análise. Assim encontram-se expressos no quadro 4.5 os “acidentes com vítimas por quilómetro” para a extensão total da rede rodoviária nacional.

Quadro 4.5 – Acidentes com Vítimas por quilómetro, para a extensão total da rede rodoviária nacional

	Acidentes com Vítimas		
	(Nº)	Extensão Rede Nacional (km)	(A _{Vítimas}) / km
1999	47966	11.991	4,000
2000	44159	11.837	3,731
2001	42521	12.010	3,540
2002	42219	12.399	3,405
2003	41495	12.589	3,296
2004	38930	12.689	3,068
2005	37066	12.661	2,928
2006	35680	12.890	2,768
2007	35311	12.902	2,737

Numa avaliação geral dos “acidentes com vítimas por quilómetro” é claramente perceptível a tendência decrescente dos seus valores. Com carácter exemplificativo, repare-se no facto de em 1999 por cada unidade da extensão de rede viária ocorrerem em média 4 acidentes com vítimas enquanto em 2007 este valor reduziu para aproximadamente 2,7.

Uma vez observados alguns registos no cômputo global do país, prossegue-se com a apresentação nos quadros seguintes do panorama relativo aos “acidentes com vítimas por quilómetro” de Auto-Estrada, Estrada Nacional e Itinerários Principais e Complementares, respectivamente quadros 4.6, 4.7 e 4.8.

Quadro 4.6 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Auto-Estrada

	Auto-Estrada		
	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Rede Auto-Estrada (km)	(A _{Vítimas}) / km (AE)
1999	1716	1.482	1,158
2000	918	1.482	0,619
2001	1809	1.482	1,221
2002	1980	1.482	1,336
2003	2076	2.002	1,037
2004	1915	2.091	0,916
2005	2035	2.341	0,869
2006	2327	2.545	0,914
2007	2282	2.613	0,873

Quadro 4.7 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Estrada Nacional

	Estrada Nacional		
	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Rede Estradas Nacionais (km)	$(A_{\text{vítimas}}) / \text{km}_{(\text{EN})}$
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	12691	4.909	2,585
2003	12377	4.910	2,521
2004	11061	4.911	2,252
2005	10370	4.912	2,111
2006	9418	4.911	1,918
2007	9039	4.916	1,839

Quadro 4.8 – Acidentes com Vítimas por quilómetro de Itinerários Principal e Complementar

	IP/IC		
	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Rede IP+IC (km)	$(A_{\text{vítimas}}) / \text{km}_{(\text{IP+IC})}$
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	2139	1.508	1,418
2003	2068	1.183	1,748
2004	1738	1.183	1,469
2005	1561	913	1,710
2006	1299	935	1,389
2007	1149	974	1,180

Incidindo as atenções na proporção que os acidentes com vítimas adquirem em cada tipo de estrada, é irrefutável assumir conclusões semelhantes às retiradas para as vítimas mortais ao nível da tendência de evolução. A exceção observada recai na discrepância da grandeza dos “acidentes com vítimas por quilómetro” entre as Estradas Nacionais e Itinerários Principais e Complementares em relação às Auto-Estradas. Enquanto na observação das vítimas mortais os diferentes tipos de via apresentam registos por quilómetro dentro de uma mesma gama de valores, neste caso é passível de verificar o modesto valor deste indicador em A.E. quando comparado com os demais. Com efeito é ainda perceptível que em qualquer um dos anos apresentados nos quadros 4.7 e 4.8 o número de acidentes com

vítimas ou o número de “acidentes com vítimas por quilómetro” é superior nas Estradas Nacionais face ao conjunto de IP/IC. Embora esta diferença se venha a tornar um pouco mais ténue, o facto é que em 2007 ocorreram 1,839 *acidentes com vítimas por cada quilómetro* de Estrada Nacional enquanto nos IP/IC este número ronda os 1,180 *acidentes com vítimas*. À semelhança do indicador anteriormente exposto e de acordo com o já referido, as Auto-Estradas constituem as vias com o índice relativo mais baixo. A comparação com a média nacional permite averiguar que embora o número de “acidentes com vítimas/km” se apresente relativamente elevado nas EN e IP/IC está ainda situado abaixo da média auferida pelas considerações num âmbito integral dos seus parâmetros.

4.3. INDICADOR: VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO

4.3.1. PRINCÍPIOS DE APLICAÇÃO DOS LIMITES POR TIPO VIA

Em sintonia com o já inserido na introdução deste capítulo, cujas pretensões se coligam com a determinação de valores limite superior e inferior dos indicadores de sinistralidade em apreço segundo o tipo de via, a sua definição não incorpora um processo metodológico detalhado, ou seja, semelhante ao realizado para os limites ecuménicos. A sua definição consiste numa tentativa de apropriação dos limites então decididos, sem que sejam descuradas as devidas conjecturas particulares associadas quer à diferença dos tipos de via quer à realidade vivenciada num cômputo nacional.

A determinação dos limites segundo o tipo de via, sob uma argumentação bem fundamentada, assimila a decomposição em duas perspectivas distintas de aplicabilidade dos mesmos.

À luz do já encetado noutros momentos deste trabalho, constitui um ponto de inegável veracidade que os acidentes de viação apresentam variadas fontes potenciadoras ou até mesmo, a conjugação de algumas dessas causas num único cenário. Grande maioria dos casos, a sinistralidade rodoviária aparece associada a factores intrínsecos à própria via de comunicação ou a comportamentos humanos desajustados e laxistas que não se compadecem com a atribuição de agentes activos e preponderantes na circulação rodoviária. Em prol destes aspectos, é importante ainda destacar as diferenças que existem na metamorfose de paradigma dos mesmos. Enquanto os factores erróneos da via de comunicação que propiciam a ocorrência de acidentes são relativamente acessíveis de alteração, através do estudo detalhado dos mesmos e a execução de um plano de mitigação, as mudanças comportamentais e a atitude perante os números da sinistralidade por parte dos condutores (ou de outras categorias de utentes) revestem-se de complexidade amplamente superior. De facto este último resulta num processo moroso e muito diversificado de país para país.

As duas abordagens consideradas na determinação dos valores de referência limite segundo o tipo de via procuram, exactamente, proporcionar resultados cuja coerência se compadeça com os “comportamentos” característicos do país.

Concretizando, numa primeira ponderação assumem-se os valores de “vítimas mortais/km” definidos segundo o tipo de via (quadros 4.2 a 4.4). Os valores considerados para a apropriação correspondem ao valor do último ano da amostra (2007) e não à média da última década ilustrada nos quadros. Este facto justifica-se pela evidente tendência de diminuição dos índices de sinistralidade, compadecendo-se pois com a perspectiva de ajuste destes limites numa óptica de garantia dos valores “mais favoráveis” da sinistralidade. A consideração dos últimos 10 anos levaria a um agravamento dos referidos valores e por conseguinte a admissão de limites numericamente superiores aos seguidamente prescritos, uma vez que Portugal no fim da década de 90 inícios do novo século era um dos países com maior taxa de sinistralidade da Europa. Uma vez definidos os valores “caracterizadores” dos tipos de via em questão (AE, EN e IP/IC), o âmbito desta primeira abordagem pressupõe pois que seja concretizada

uma adaptação directa dos limites definidos no capítulo anterior de aplicação comum a todos os tipos de via. Matematicamente os resultados, inferior e superior respectivamente, são obtidos através de:

$$\frac{(\text{Limite Inferior U.E.} \times \text{Valor mais baixo 'Tipo Via'})}{\text{Média U.E.}} \quad (4.1)$$

$$\frac{(\text{Limite Superior U.E.} \times \text{Valor mais baixo 'Tipo Via'})}{\text{Média U.E.}} \quad (4.2)$$

Nas expressões anteriores, os “Limites Inferior e Superior U.E.” dizem respeito aos limites globais definidos ao nível da União Europeia e a “Média U.E.” corresponde ao valor representativo da União Europeia, cuja forma de cálculo já foi anteriormente referida. Estes três parâmetros são definidos em “vítimas mortais/km” para valores totais anuais da sinistralidade e extensões totais da rede de estradas. O valor mais baixo por ‘Tipo de Via’ corresponde às vítimas mortais, quer se trate do limite inferior ou superior, registadas para o tipo de via em questão pela extensão da rede desse mesmo tipo de via.

A definição dos limites segundo o tipo de via pode ainda ser encarada sob outro ponto de vista. Este segundo procedimento engloba dois momentos, cujos resultados podem ser dissociados consoante os objectivos da aplicação, sendo a descrição desde já iniciada. Em primeira instância este processo passa por definir limites globais, de aplicação independente do tipo de via, particularizados para o caso português. Isto é, pressupõe a definição de um limite inferior e um limite superior para “vítimas mortais/km” num âmbito geral, a partir dos limites definidos em 3.3. Estes valores são materializados através das seguintes expressões:

$$\frac{\text{Limite Inferior U.E.}}{\text{Média U.E.}} \times (\text{Valor mais baixo 'Portugal'}) \quad (4.3)$$

$$\frac{\text{Limite Superior U.E.}}{\text{Média U.E.}} \times (\text{Valor mais baixo 'Portugal'}) \quad (4.4)$$

Como é possível apurar através da “desagregação” das expressões esta metodologia permite, em função da razão entre os limites definidos e a média da U.E., avaliar a forma e a grandeza que afasta a média de cada um dos limites, bem como associar o valor específico dos indicadores em Portugal (de acordo com as opções formuladas) a esta relação e assim garantir limites de tolerância de aplicação à totalidade das estradas, adaptados às especificidades nativas.

Descrito que está o primeiro passo para obter os limites segundo o tipo de via deste processo alternativo, revela-se agora importante esclarecer quais os dados requeridos para a prossecução da determinação dos mesmos. A hipótese formulada pretende que os valores dos limites inferior e superior das “vítimas mortais/km” particularizados para Portugal sejam associados da respectiva repartição de cada um dos dados da sinistralidade segundo o tipo de via em relação ao total. Esta ideia traduz-se em valores inferiores e superiores do limite segundo o tipo de via, respectivamente, por:

$$\text{Limite Inferior 'Portugal'} \times \frac{N^{\circ} \text{ Vítimas Mortais 'Tipo Via'}}{N^{\circ} \text{ Vítimas Mortais 'Portugal'}} \quad (4.5)$$

$$\text{Limite Superior 'Portugal'} \times \frac{N^{\circ} \text{ Vítimas Mortais 'Tipo Via'}}{N^{\circ} \text{ Vítimas Mortais 'Portugal'}} \quad (4.6)$$

É de inegável constatação que neste ponto foi cessada a utilização, como parâmetros característicos, dos indicadores de sinistralidade, isto é, não se associam os dados da sinistralidade a nenhuma medida. Uma vez que a associação das especificidades de cada tipo de via debruça-se sobre limites de aplicação exclusiva a estradas do território nacional, a utilização dos dados brutos da sinistralidade permite obter uma informação mais fidedigna neste âmbito, convergindo directamente à proporção de “vítimas mortais” do tipo de estrada em análise face à totalidade das ocorrências. Para este caso são ainda apreendidos os dados da sinistralidade para o ano de 2007, uma vez que as tendências de evolução fazem acreditar que o vindouro seguirá a mesma linha de orientação e, nesse sentido, as análises de risco a concretizar aquando do projecto de novas estradas devem ambicionar o cumprimento, tão próximo quanto possível ou até mesmo valores mais restritivos, das disposições actuais. Sobre estes aspectos importa, por último, fazer um alerta que se prende com a consideração dos dados da sinistralidade para a relação “caracterizadora” das realidades segundo o tipo de via em detrimento de um índice que relacionasse a extensão de cada tipo de via com a extensão total. De facto, este último foi preterido uma vez que apresenta um carácter um pouco estático e não fornece informações tão relevantes como as que podem ser retidas da relação dos dados da sinistralidade.

Como nota última e antes mesmo de passar à apresentação dos limites por tipo de via, importa fazer referência a um aspecto atinente à natureza dos acidentes. Com efeito, os valores empregados para vítimas mortais nesta análise são referentes a registos totais, quer para toda a extensão da rede rodoviária nacional quer para cada um dos valores por tipo de via, independentes da natureza do acidente. No entanto caso se pretenda uma maior precisão na avaliação dos pressupostos, cuja análise esteja directamente relacionada com factores inerentes à via de comunicação, os valores da sinistralidade aplicados devem ser afectados de um factor 0,85. Este valor corresponde à consideração de aproximadamente 85% do total de ocorrências registadas, consequência do valor percentual que o conjunto das colisões e despistes representam no total de acidentes (de acordo com o referenciado em 3.2.2.3).

4.3.2. LIMITES DE TOLERÂNCIA SEGUNDO O TIPO DE VIA

À posteriori da apresentação dos pressupostos inerentes à obtenção das “vítimas mortais por quilómetro” de referência (limites) segundo o tipo de via procede-se neste sub-capítulo à materialização de cada um desses valores.

No quadro seguinte são apresentados os dados basilares à definição dos limites de tolerabilidade para cada tipo de via em função dos procedimentos visados anteriormente. Há a nomear então o limite inferior determinado para a generalidade dos países da União Europeia de *0,0116 vítimas mortais/km* e o limite superior localizado em *0,0541 vítimas mortais/km*. A média europeia para este indicador, definida de acordo com os desígnios já referidos, de *0,0321* e o valor mais baixo encontrado nesta análise para o panorama português igual a *0,0755 vítimas mortais/km*. Meramente através da visualização dos dados base pode concluir-se que a aplicação a Portugal dos limites definidos para a generalidade dos estados membros da U.E. numa análise de risco ao projecto de uma estrada com uma classificação qualquer colocaria entraves ao seguimento do processo, uma vez que o valor de referência para 2007, por sinal o ano em análise mais próximo da actualidade, se sobrepõe ao limite superior definido. Prosseguindo, o quadro 4.9 apresenta ainda os valores mais baixos por cada tipo de via de vítimas mortais por cada quilómetro. Há porém uma ressalva a fazer ao valor indicado para “vítimas mortais por quilómetro” de Auto-Estrada que não coincide exactamente com o valor mais baixo (correspondendo este

ao ano de 2006), no entanto por uma questão de congruência de adopção dos valores e por não consti-
tuir alterações significativas é este que prevalece (o relativo a 2007).

Quadro 4.9 – Base de dados para a definição dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Vítimas Mortais/km

Limite Inferior U.E.	Limite Superior U.E.	Média U.E.	Valor mais baixo (Portugal)	Valor mais baixo (Tipo Via)
				0,0489 Auto-Estrada
0,0116	0,0541	0,0321	0,0755	0,0835 Estrada Nacional
				0,0925 IP/IC

No quadro seguinte (quadro 4.10) são apresentados, integralmente, os valores obtidos como limites inferiores e superiores de acordo com o tipo de via (Auto-Estrada, Estrada Nacional, Itinerários Principal e Complementar) no âmbito da apropriação directa dos limites.

Quadro 4.10 – Adaptação directa dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Vítimas Mortais/km

Auto-Estrada		(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior		0,0177
Limite Superior		0,0824
Estrada Nacional		(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior		0,0302
Limite Superior		0,1407
Itinerários Principal e Complementar		(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior		0,0334
Limite Superior		0,1559

Da análise dos resultados é líquido afirmar a ascendência preconizada quer pelo limite inferior quer pelo limite superior em relação aos limites definidos para a União Europeia para todos os tipos de via. O facto de todos os elementos “caracterizadores” do tipo de via serem superiores à média da U.E. tornava este resultado expectável. Apesar de esta adaptação incorrer em limites mais benevolentes, engloba em si aspectos mais realistas de cada caso específico e por conseguinte admite uma gama relativamente mais abrangente de aceitabilidade do risco sem que sejam porém descuradas medidas mitigadoras.

O quadro 4.11 encaminha para os resultados “preliminares” do segundo processo realizado neste sub-capítulo. À semelhança da verificação para os limites segundo o tipo de via pela aplicação directa, os limites inferior e superior para análise de risco em colisões rodoviárias em estradas não especificadas

também se direccionam para valores superiores a 0,0116 vítimas mortais/km e 0,0541 vítimas mortais/km, respectivamente.

Quadro 4.11 – Limites de Tolerância em Portugal (aplicação global) – Indicador: Vítimas Mortais/km

Limites de Tolerância em Portugal	(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior	0,0273
Limite Superior	0,1272

Volvida a apresentação dos limites gerais no contexto nacional, são indicados no quadro 4.12 o número de vítimas mortais segundo o tipo de via e de vítimas mortais registadas em Portugal no ano 2007 na sequência de acidentes de viação que conduzirão, por aplicação das expressões (4.5) e (4.6), à determinação de limites segmentados para Auto-Estrada, Estrada Nacional e Itinerários Principais e Complementares.

Quadro 4.12 – Número de Vítimas Mortais segundo o tipo de via e total nacional (2007)

	Vítimas Mortais (Nº) _ 2007
Auto-Estrada	128
Estrada Nacional	410
Itinerários Principal e Complementar	90
TOTAL de Vítimas Mortais	885

Por último, são expressos em “vítimas mortais/km”, no quadro seguinte os limites para cada um dos tipos de via contemplados nesta dissertação no seguimento da segunda análise com esta finalidade.

Quadro 4.13 – Adaptação dos limites segundo o tipo de via pelos limites de aplicação global em Portugal – Indicador: Vítimas Mortais/km

Auto-Estrada	(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior	0,0039
Limite Superior	0,0184
Estrada Nacional	(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior	0,0126
Limite Superior	0,0589
Itinerários Principal e Complementar	(Vítimas Mortais)/km
Limite Inferior	0,0028
Limite Superior	0,0129

Revela-se preponderante neste ponto fazer uma breve análise dos valores indicados no quadro 4.13 assim como apresentar algumas considerações comparativas entre os dois procedimentos. Os limites expressos no quadro antecedente apresentam algumas diferenças entre si, traduzindo as acentuadas diferenças de “peso” do número de vítimas mortais ocorridas em cada tipo de via na totalidade das vítimas mortais. Em relação aos limites gerais da União Europeia ou mesmo aos limites gerais de âmbito nacional (quadro 4.11), a classificação da rede de Auto-Estradas e o conjunto de Itinerários Principais e Complementares apresentam valores consideravelmente mais restritivos, transladando a ideia que nestes tipos de via as vítimas mortais atingem uma proporção diminuta face ao total das vítimas mortais sobrevividas em Portugal e por conseguinte a aplicação neste tipo de vias deve induzir limites mais diminutos. Para as Estradas Nacionais os limites obtidos aproximam-se bastante dos limites definidos no cômputo geral.

Uma vez apresentadas as duas perspectivas de apropriação dos limites ao tipo de via específico importa aclarar um aspecto relativo à utilização de uns limites ou outros. No discernimento da autora os primeiros valores dos limites, obtidos por uma diligência directa, são os que apresentam maior consistência de aplicação uma vez que resultam de relações directas das mesmas variáveis. Os limites obtidos através da “dupla adaptação” possuem um carácter relativamente empírico e, por conseguinte, pode ser induzida ao longo do processo alguma irregularidade que comprometa a fidelidade dos mesmos. Em jeito de conclusão recomenda-se a aplicação dos primeiros em detrimento dos segundos, não inabilitando que estes sejam úteis para eventuais comparações.

Semelhantemente ao realizado para os limites gerais definidos no capítulo 3 reveste-se de interesse fazer uma pequena reflexão da presumível validade dos limites adaptados para o panorama nacional. Neste intento a autora baseia-se na comparação e concernente discrepância entre os limites definidos para uma aplicação transversal a todos os países da União Europeia (capítulo 3) e os valores de referência adaptados ao enquadramento nacional. Estabelecendo como o objectivo último dos valores obtidos para Portugal a aproximação aos valores homólogos definidos para o conjunto dos países da União Europeia, é simples perceber que quanto mais afastados estes estiverem maiores serão os esforços a aplicar em Portugal com vista à redução dos seus indicadores, e por conseguinte maior a variabilidade dos indicadores de sinistralidade. A realização desta premissa induz que os limites definidos para Portugal devem ser reformulados num espaço de tempo adequado à celeridade com que se processa essa mesma diminuição dos indicadores.

4.4. ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO

4.4.1. PRINCÍPIOS DE APLICAÇÃO DOS LIMITES POR TIPO VIA

As considerações e os princípios de aplicação dos limites segundo o tipo de via para o indicador “acidentes com vítimas por quilómetro” são coincidentes com os já referidos aquando da análise do indicador “vítimas mortais por quilómetro”.

Deste modo, a definição dos “acidentes com vítimas por quilómetro” enquanto valores de referência limite, para a análise de risco de colisões em vias rodoviárias, individualizados (Auto-Estrada; Estrada Nacional e Itinerários Principais e Complementares) é abordada em duas atitudes distintas. Numa primeira lógica adapta-se por uma relação directa os limites obtidos no capítulo 3 a limites segundo o tipo de via fazendo uso do valor “característico” deste indicador e para cada uma das vias a ser especificada. Posteriormente enceta-se uma proposta alternativa no intuito de fazer corresponder os limites globais da União Europeia a valores homólogos de aplicação específica a análises de risco em âmbito nacional (usando elementos anuais dos acidentes com vítimas em Portugal) que seguidamente serão

relacionados com a proporção de acidentes com vítimas ocorridos na via em apreço face à totalidade de acidentes com vítimas registados em Portugal (num dado ano). Esta última consideração é traduzida pela aplicação das seguintes expressões:

$$\text{Limite Inferior 'Portugal'} \times \frac{N^{\circ} \text{ Acidentes com Vítimas 'Tipo Via'}}{N^{\circ} \text{ Acidentes com Vítimas 'Portugal'}} \quad (4.7)$$

$$\text{Limite Superior 'Portugal'} \times \frac{N^{\circ} \text{ Acidentes com Vítimas 'Tipo Via'}}{N^{\circ} \text{ Acidentes com Vítimas 'Portugal'}} \quad (4.8)$$

As fundamentações dos valores usados para cada parâmetro, ao longo de todo o processo de adaptação dos limites, realizadas para “vítimas mortais por quilómetro” são igualmente válidas para “acidentes com vítimas por quilómetro”.

4.4.2. LIMITES DE TOLERÂNCIA SEGUNDO O TIPO DE VIA

No quadro seguinte (quadro 4.14) constam os valores apreciados para a definição dos respectivos limites associados ao tipo de via em análise.

Quadro 4.14 – Base de dados para a definição dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Acidentes com Vítimas/km

Limite Inferior U.E.	Limite Superior U.E.	Média U.E.	Valor mais baixo (Portugal)	Valor mais baixo (Tipo Via)
				0,8733 Auto-Estrada
0,0687	1,2121	0,7007	2,7369	1,8387 Estrada Nacional
				1,1800 IP/IC

Através da observação do quadro é possível concluir que quer o valor global dos “acidentes com vítimas por quilómetro” quer a situação específica para as Estradas Nacionais, em Portugal, conduziriam a cenários intoleráveis numa hipotética aplicação directa dos limites definidos “universalmente”. Estes valores encontram-se consideravelmente acima do limite superior e da média da União Europeia

Os procedimentos explicitados, e já verificados para as considerações do número de “vítimas mortais por quilómetro”, tem aplicação integral na análise deste indicador pelo que, neste entendimento, são mostrados no quadro que se segue os limites de tolerância obtidos pela aplicação directa das equações (4.1) e (4.2) aos dados específicos deste indicador.

Quadro 4.15 – Adaptação directa dos limites segundo o tipo de via – Indicador: Acidentes com Vítimas/km

Auto-Estrada	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,0856
Limite Superior	1,5107
Estrada Nacional	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,1803
Limite Superior	3,1807
Itinerários Principal e Complementar	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,1157
Limite Superior	2,0412

Fixando como limites de referência *0,0687 acidentes com vítimas/km* e *1,2121 acidentes com vítimas/km*, inferior e superiormente, é passível assumir que os limites definidos por aplicação directa para o caso das Auto-Estradas estão concordantes com esta indicação. Para Estradas Nacionais e Itinerários Principais e Complementares os valores que se adequam à sua realidade apresentam ordem de grandeza consideravelmente superior. Desta assunção se depreende a preponderância que os valores de “acidentes com vítimas por quilómetro” assumem nestas vias face à média da União Europeia.

Em semelhança do referido, também o valor caracterizador da situação experimentada em Portugal para a globalidade dos dados é notavelmente superior ao valor representativo médio da U.E. pelo que são reivindicados limites de tolerância mais acessíveis do que os preconizados a nível da comunidade Europeia em análises de risco que tenham em consideração este comportamento. Desta forma apresentam-se no quadro seguinte os limites de tolerância para Portugal, ao nível dos “acidentes com vítimas por quilómetro”.

Quadro 4.16 – Limites de Tolerância em Portugal (aplicação global) – Indicador: Acidentes com Vítimas/km

Limites de Tolerância em Portugal	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,2683
Limite Superior	4,7344

Com vista a designar os valores de referência provenientes desta segunda vertente de adaptação de limites segundo o tipo de via, expõe-se no quadro 4.17 os números efectivos dos acidentes com vítimas por tipo de via e no total da Rede Rodoviária Nacional (RRN) no ano 2007.

Quadro 4.17 – Número de Acidentes com Vítimas segundo o tipo de via e total nacional (2007)

Acidentes com Vítimas (Nº) _ 2007	
Auto-Estrada	2282
Estrada Nacional	9039
Itinerários Principal e Complementar	1149
TOTAL de Acidentes com Vítimas	35311

Na posse dos dados dos acidentes com vítimas particularizados em Auto-Estrada, Estrada Nacional e Itinerários Principal e Complementar objectiva-se neste momento a apresentação dos “segundos” valores de aceitabilidade do risco segundo o tipo de via. É importante tecer algumas expectativas em relação aos valores a obter. Sistematizando, como já referido na descrição da metodologia de análise, estes limites são obtidos pelo ajuste da relação dos acidentes com vítimas registados na via em apreço e dos acidentes com vítimas registado no total de vias aos limites anteriormente definidos para o contexto geral do país. Por sua vez estes são definidos pela adaptação dos limites gerais da U.E. ao valor característico do panorama português. Este valor localiza-se em *2,7369 acidentes com vítimas/km*, afastando-se consideravelmente da média da U.E. de *0,7007 acidentes com vítimas/km*, pelo que como já visualizado implica a adopção de valores de referência menos restritivos. Da comparação do quadro 4.5 com os quadros 4.6 a 4.8 retira-se a ideia de que para qualquer tipo de via em apreço o indicador “acidentes com vítimas/km” é inferior à média do mesmo para a globalidade do país. Este facto é corroborado pelo quadro 4.17, com o número de acidentes com vítimas nos tipos de via considerados sempre modestos em relação ao total. Pelas premissas apresentadas é claramente previsível a obtenção de limites mais próximos dos limites definidos para a União Europeia do que propriamente dos limites de tolerância apresentados no quadro 4.16. No quadro 4.18 ilustram-se os limites referenciados pela aplicação das equações (4.7) e (4.8).

Quadro 4.18 – Adaptação dos limites segundo o tipo de via pelos limites de aplicação global em Portugal – Indicador: Acidentes com Vítimas/km

Auto-Estrada	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,0173
Limite Superior	0,3060
Estrada Nacional	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,0687
Limite Superior	1,2119
Itinerários Principal e Complementar	(Acidentes com Vítimas)/km
Limite Inferior	0,0087
Limite Superior	0,1541

Num comentário aos resultados obtidos é possível constatar desde logo o abrandamento dos valores em relação aos limites gerais de Portugal, isto é, o panorama verificado nos tipos de via considerados permite que sejam aplicados limites bastante mais restritivos, atribuindo-se a responsabilidade da seriedade dos resultados nacionais às ocorrências registadas nos restantes tipos de via não contemplados neste trabalho. Conclui-se ainda que a consideração isolada dos dados dos acidentes com vítimas segundo o tipo de via e dos totais nacionais conduz a valores limite mais auspiciosos do que quando se afectam estes valores pela extensão correspondente (representados pela aplicação directa de (4.1) e (4.2)).

Analogamente às anotações tecidas para os limites definidos segundo o tipo de via em “vítimas mortais por quilómetro” é de destacar a proeminência do uso dos limites constantes no quadro 4.15 em detrimento dos demais, pelas motivações também aí apresentadas.

Por último, concomitantemente ao valimento dos limites de “acidentes com vítimas por quilómetro” individualizados para Auto-Estrada, Estrada Nacional e Itinerários Principal e Complementar deve ser seguido o mesmo discernimento proposto para as vítimas mortais, isto é, a análise do afastamento dos valores limite definidos para Portugal (quadro 4.16) e os valores similares aplicáveis a todos os países da União Europeia (presentes no quadro 4.14) e assim conjecturar da maior ou menor conservação destes limites. De facto é de prever, pela análise comparativa dos limites indicados, que a serem cumpridas as aproximações dos valores portugueses aos valores europeus os limites (segundo o tipo de via) em Portugal deverão ser revestidos dentro de algum tempo, tal é a dissemelhança destes valores de referência no que concerne a este indicador.

5

ANÁLISE DE CURVAS F-N **Determinação dos Limites**

5.1. REFLEXÕES GERAIS

Neste capítulo pretende-se consumir a aplicação dos valores de referência, limite inferior e superior, para a análise de risco de colisões rodoviárias em estradas a céu aberto consignados, nos desígnios desta dissertação, aos limites das curvas F-N procurando igualmente neste âmbito discorrer sobre a sua configuração.

As curvas F-N, como já referido, traduzem a relação entre a frequência (F) de um acidente e a sua estoicidade/severidade (N – consequências em mortos). Declarando-se o Risco Social (SR) como a relação entre a frequência e o número de indivíduos atingidos por um determinado dano pela realização de uma actividade é plausível conceder que, geralmente, a sua representação gráfica se atribua às denominadas curvas F-N. Ajusta-se ainda assinalar que estas curvas designam a probabilidade de que o número de vítimas mortais iguale ou exceda um dado valor N (relativo às consequências do acidente) num troço de via num ano exprimindo-se, portanto, o Risco Social por uma frequência acumulada.

A determinação das curvas F-N de um caso prático, vulgo projecto de um troço de estrada corrente, não é abalizada nesta dissertação devido à extensão requerida para um trabalho de investigação deste género. Neste entendimento, é neste trabalho tão-somente apresentada uma proposta, bem fundamentada, dos limites inferior e superior aplicáveis a estas curvas num contexto de análise de risco de colisões rodoviárias em estrada corrente. A determinação destes limites pretende que sejam definidas as três zonas de risco, de tal forma que abaixo do limite inferior não seja requerida qualquer alteração ao projecto, enquanto a localização entre os dois limiares ou acima do limite superior obriga a que sejam ponderadas revisões ao projecto em análise numa dimensão “reduzida” ou em larga escala, respectivamente.

5.2. A APLICAÇÃO À ANÁLISE DE RISCO DE COLISÕES RODOVIÁRIAS

As considerações realizadas no capítulo 2 acerca do Risco Social (SR), e em particular dos critérios de aceitabilidade do mesmo, abrangem a apresentação de algumas propostas encontradas na bibliografia para o caso da análise de risco em túneis. A proposta apresentada neste capítulo constitui uma realização original/inédita de definição de critérios de aceitabilidade para análises de risco no projecto de estradas correntes.

A adaptação dos limites alicerça-se na mesma linha teórica dos critérios definidos para os túneis, isto é, baseada na expressão quadrática (usada em múltiplas áreas) com o seguinte aspecto:

$$F \leq A \times N^{-k} \quad (5.1)$$

Aplicando o logaritmo à equação (5.1) obtém-se uma relação linear entre as novas variáveis $\log(F)$ e $\log(N)$ – expressão linearizada em (5.2):

$$\log F \leq \log A - k \times \log N \quad (5.2)$$

Nas expressões (5.1) e (5.2), A corresponde a uma constante que determina a posição da curva limite – representativa da frequência acumulada para $N=1$ (ordenada na origem da curva definidora do critério de risco social). Relativamente a esta constante são úteis os resultados obtidos nos capítulos 3 e 4, isto é, os valores de referência limite inferior e superior para o indicador “vítimas mortais por quilómetro” para o caso de aplicação geral nos países da União Europeia como para cada classificação de via a nível nacional. De facto, os valores enunciados correspondem ao valor esperado em “vítimas mortais por quilómetro” que iguala a área por debaixo do limite considerado (limitação superior – valor esperado máximo; limitação inferior – valor esperado mínimo), permitindo deste modo através de fundamentadas considerações encontrar os valores da constante A para cada um dos panoramas assinalados. O uso dos valores de referência limite em “vítimas mortais por quilómetro” para a determinação de A constitui a conveniência mor da sua determinação, não significando com isto que esta seja a sua exclusiva aplicação, muito ao invés. A preponderância dos resultados de “vítimas mortais por quilómetro” em detrimento dos “acidentes com vítimas por quilómetro” está directamente relacionada com a significação das variáveis do risco social (SR) e, simultaneamente, das curvas F-N. A investida no processo de cálculo do indicador “acidentes com vítimas por quilómetro” não é, no entanto, inoportuna uma vez que este é um indicador fundamental na caracterização da sinistralidade e os seus valores para além da comparação que permitem com os de “vítimas mortais por quilómetro” podem ser adaptados para análises não directamente relacionadas com as curvas F-N.

O esclarecimento da determinação dos valores que interpretarão a constante A no contexto da análise de risco de colisões rodoviárias em estrada aberta é remetido para os sub-capítulos individualizados.

Prosseguindo no exame das expressões, N traduz a medida da consequência em mortos (no presente trabalho trivialmente designado por vítimas mortais) e k alude o parâmetro que define a inclinação da curva. Importa desde já aclarar que as considerações que envolvem a definição dos limites gráficos de curvas F-N neste contexto associam um valor máximo de $N=10$ em virtude das especificidades ao nível da magnitude das consequências que apresentam as colisões em estrada corrente (valores superiores podem ser considerados muito residuais). Uma vez transpostos os breves apontamentos acerca da constante A e da medida das consequências N reveste-se de todo o interesse tecer algumas reflexões sobre a inclinação que deverão assumir as limitações.

No intuito de que o apresentado seja mais facilmente compreendido, começa-se por referir os princípios subjacentes à apropriação de $k=1$ ou $k=2$ nalgumas investigações levadas a cabo por grupos científicos no âmbito da análise em túneis. Deste modo, pela pesquisa efectuada e já supracitada no capítulo 2, constata-se que nalguns casos a definição dos limites para o risco social (SR) foi baseada no princípio de proporcionalidade, isto é, são contempladas iguais valorizações de todas as vidas. Este

princípio manifesta-se na adopção de $k=1$. A outra perspectiva converge para um valor $k=2$ e representa a verosímil “aversão ao risco” por parte da sociedade (ver capítulo 2).

Cientes da significação atribuída a cada um dos valores do parâmetro k tornar-se-á francamente mais simples compreender a analogia estabelecida entre estes e o pressuposto teórico adoptado nesta dissertação. Consubstanciando, neste trabalho procurou-se dissecar o comportamento evolutivo dos limites numa perspectiva das considerações de escala dos vários tipos de acidentes. De facto, desde logo pelas diferenças que apresentam ao nível da medida das consequências, isto é, enquanto nos acidentes de viação “habituais” em estrada corrente as consequências são relativamente diminutas em cada um, os acidentes em túneis são um específico e particularmente sério problema em termos de consequências, torna-se conjecturável que a inclinação dos limites de risco também deva ser dissemelhante.

Relativamente aos acidentes ocorridos em estrada corrente, e apesar dos elevados indicadores de sinistralidade e do risco que a circulação rodoviária representa para a sociedade, facto é que a prática da condução não deixa abruptamente de ser realizada ou diminuída. Esta evidência explica-se, obviamente, pela necessidade estratégica que cada cidadão possui de a realizar para o desenvolvimento das suas actividades diárias e, mais subtilmente, pelo facto da sociedade atribuir a factores externos (por exemplo, velocidade excessiva) a maior ou menor severidade dos acidentes e a sua frequência de ocorrência. Nesta linha de raciocínio, não é imposta directamente à estrada a “culpa” do acidente o que não invalida que se fique mais reticente ao circular numa estrada na qual ocorrem mais acidentes ou maior número de vítimas por acidente.

Face ao exposto, em termos de aceitação teórica e dado o espectro reduzido de vítimas mortais que se consideram em cada acidente a autora considera sensata a atribuição de $k=1$ para os limites a definir para a análise de risco de colisões em estrada aberta, consentindo pois que esta premissa traduz a atitude da sociedade perante este tipo de acidentes (que apesar de muito frequentes assumem números reduzidos ao nível das consequências individuais), isto é, tornar-se-ia plausível admitir que a aceitação é inversamente proporcional a N (n° de vítimas mortais) e a frequência tolerável para um incidente que cause 10 mortos deve ser um décimo da frequência tolerável para um acidente de apenas 1 morto.

No entanto a atribuição da inclinação dos limites gráficos das curvas $F-N$ não deve ser baseada numa argumentação puramente na perspectiva de análise teórica do fenómeno e dissociada da realidade. Deste modo, as considerações finais para o parâmetro k resultam de um compromisso entre esta visão teórica e as determinações ajustadas estritamente às ocorrências, apresentadas no sub-capítulo 5.2.1.

No intuito de estabelecer um paralelismo em termos teóricos, os acidentes do tipo “baixa frequência – grandes consequências”, nos quais se inserem os acidentes ocorridos em ambiente de túnel, são fenómenos (acontecimentos) bastante mais raros que os anteriores, no entanto, quando ocorrem as consequências são avassaladoras. Nestes casos, é documentado e perceptível pela sociedade que as maiores ou menores consequências resultantes de um acidente estão relacionadas com o ambiente circundante ao acidente, ou seja, ao invés do que acontece em estrada corrente (em que, regra geral, as vítimas do acidente dizem respeito às pessoas directamente envolvidas no mesmo) as consequências abrangem utentes não envolvidos com o acidente. Este facto justifica-se pelas características dos túneis – sistemas fechados – que se não devidamente dimensionados e equipados (má ventilação, inexistência de saídas de emergência), encerram em si perigos que podem espoletar em cenários catastróficos após a ocorrência de uma colisão entre veículos. Neste entendimento, a autora assume que esta repugnância por parte da sociedade seja coincidente com a atribuição de $k=2$ nos limites para este tipo de acidentes, isto é, que a frequência tolerável para um acidente com 10 mortos não seja 10 mas sim 100 vezes menor que a frequência tolerável para um acidente com um morto.

A consideração aqui tecida acerca do valor de k a utilizar para os túneis em nada interfere com os estudos e propostas realizados pelos comités de peritos nesta área procurando-se, através da analogia entre os dois tipos de acidente, exclusivamente expor o ponto de vista que converge para a adopção teórica de $k=1$ para o caso de análise de risco em estrada corrente.

As modelações dos limites do risco efectivadas neste capítulo apresentam como ponto de partida os dados de aplicabilidade global em projectos de vias de comunicação de classificação indiferenciada em Portugal e expõe-se através de limites específicos para análise de risco segundo dois tipos de via: Auto-Estrada e Estrada Nacional. Através dos resultados (valores esperados – “vítimas mortais por quilómetro”) encontrados no capítulo 3 para a aplicação transversal em qualquer país da União Europeia e com base nas considerações admitidas para o contexto nacional, são ainda apresentados limites gráficos para este nível.

5.2.1. MODELAÇÃO PARA O CONTEXTO NACIONAL

À semelhança da disposição admitida anteriormente inicia-se este sub-capítulo pelas considerações relativas à constante A . Tendo presente que $F(1) = A$ é a frequência de acidentes com 1 ou mais mortos, logo $F(1)$ corresponde à frequência de acidentes fatais, é legítimo associar este valor ao indicador “número de acidentes com mortos por quilómetro por ano”.

Para a extensão total da rede rodoviária nacional foram assumidos os registos de “acidentes com mortos”, disponibilizados pelos Relatórios da Sinistralidade (ANSR, 2009) e presentes no Anexo N, num intervalo temporal de 1999 a 2008. Com estes dados, através da expressão (5.1) e na posse dos valores homólogos para o indicador “vítimas mortais por quilómetro” é possível determinar um valor para o parâmetro k , ano a ano, que iguala aproximadamente o valor esperado em “vítimas mortais por quilómetro” ao somatório do produto das probabilidades de ocorrência de acidentes fatais e o número de vítimas mortais N , para valores de N compreendidos entre 1 e 10. Com este raciocínio foram obtidos diferentes valores de k que traduzem a aceitação ajustada estritamente às ocorrências. Assim, neste contexto, para valores de N menores que 10 é plausível inferir que a inclinação dos limites assumisse o valor de $k \leq 2,6$ (maior valor obtido no período compreendido entre 1999 e 2008) – ver Anexo N.

De acordo com o introduzido é premente estabelecer o equilíbrio entre este valor “prático” e o valor de $k=1$, considerado em termos teóricos, pelo que a autora considera sensato que o mesmo se admita para $k=2$. Obviamente que o desigual valor de k obtido pela expressão $V_e = \sum(F \times N)$, considerado para a definição dos limites induz um valor esperado diferente do inicial.

O valor esperado real V_e (distribuição temporal do indicador “vítimas mortais por quilómetro”) pode ser relacionado com o novo valor V_e^* - resultante da imposição de $k=2$ e dos valores admitidos para a constante A , através do seguinte coeficiente:

$$\delta = \frac{V_e}{V_e^*} \quad (5.3)$$

O valor do coeficiente assumido corresponde ao valor médio dos resultados obtidos no período em análise.

Para as análises realizadas de seguida - por tipo de via e para a aplicação global nos distintos países da União Europeia - é importante que se indique desde já o facto de se assumir a validade deste coeficiente para a determinação do valor esperado imposto V_e^* .

5.2.1.1. Limites propostos para Auto-Estrada

A determinação de valores de referência limite discriminados segundo o tipo de via, permite que sejam realizadas análises de risco ajustadas às características das próprias vias e, por conseguinte, sejam determinadas neste subcapítulo as representações gráficas dos limites do risco social (SR).

A dificuldade inerente à determinação dos limites inferior e superior para análise de risco de colisão em Auto-Estrada, uma vez definido o valor do parâmetro k , prende-se com o facto de não existirem para as diferentes classificações de via o “número de acidentes com mortos”, ou seja, o valor da constante A . Para contornar este entrave é possível, mais uma vez, fazer uso da expressão:

$$V_e = \sum F \times N \quad (5.4)$$

Impondo $k=2$ e considerando N compreendido entre 1 e 10, é possível retirar o valor de A . Como nota complementar, o valor esperado representado na expressão e usado para este cálculo corresponde ao valor de referência limite determinado no capítulo 4 (“vítimas mortais por quilómetro”) para Auto-Estrada afectado do coeficiente δ . Os referidos valores de A bem como a expressão intrínseca à limitação gráfica encontram-se expressos no quadro 5.1.

Quadro 5.1 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (A.E.)

Auto-Estrada	
Valor Limite Inferior (A)	0,0162
Expressão Intrínseca	$F=0,0162/N^2$
Valor Limite Superior (A)	0,0755
Expressão Intrínseca	$F=0,0755/N^2$

Na figura 5.1 são ilustrados os limiares de aceitação do risco social de colisão em Auto-Estrada.

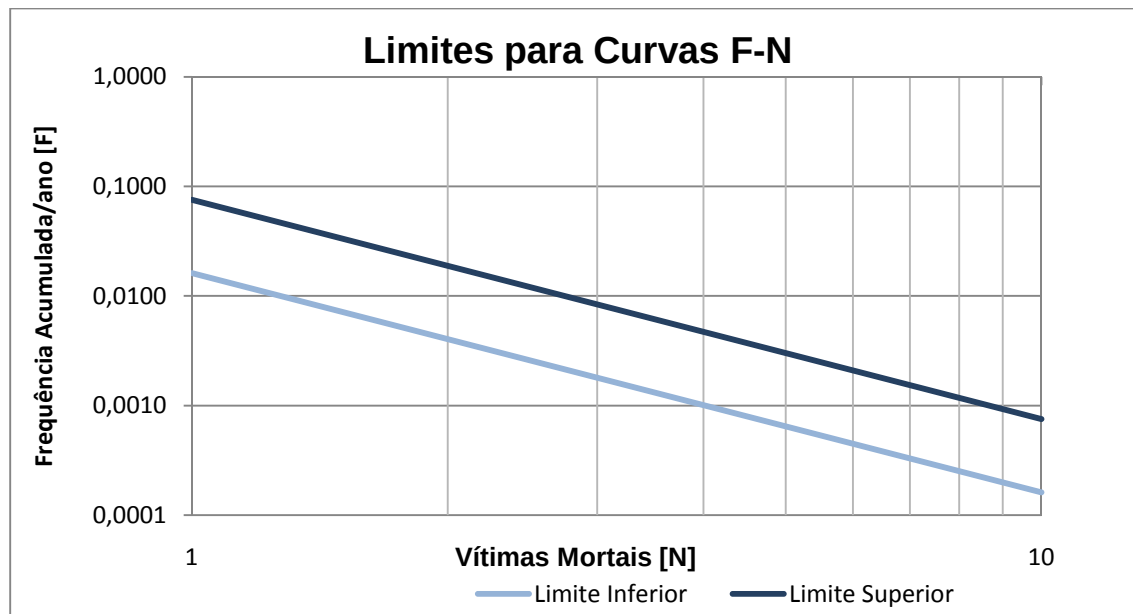


Fig.5.1 – Limites propostos para análise de curvas F-N em Auto-Estrada

No sentido de precaver eventuais incompreensões na leitura do gráfico, convém mencionar que esta representação e as demais apresentadas estão inseridas numa escala bi-logarítmica (de acordo com os aspectos gerais das curvas F-N, capítulo 2).

5.2.1.2. Limites propostos para Estrada Nacional

As considerações para a determinação da constante A para o caso de Estradas Nacionais são em tudo semelhantes às já indicadas para o caso de Auto-Estradas, pelo que se apresenta desnecessária a repetição do procedimento (todos os passos intermédios das duas propostas estão presentes em anexo).

Para Estradas Nacionais admite-se como frequência tolerável (superior) de acidentes fatais um valor igual a 0,1288 e uma frequência tolerável inferior de 0,0277.

No quadro 5.2 é possível visualizar todos os elementos necessários à correcta definição dos limites gráficos das curvas F-N em análises de risco de colisão de vias de comunicação cuja designação recai sobre Estrada Nacional.

Quadro 5.2 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (E.N.)

Estrada Nacional	
Valor Limite Inferior (A)	0,0277
Expressão Intrínseca	$F=0,0277/N^2$
Valor Limite Superior (A)	0,1288
Expressão Intrínseca	$F=0,1288/N^2$

A esquematização para este caso particular está patente na figura seguinte (fig. 5.2).

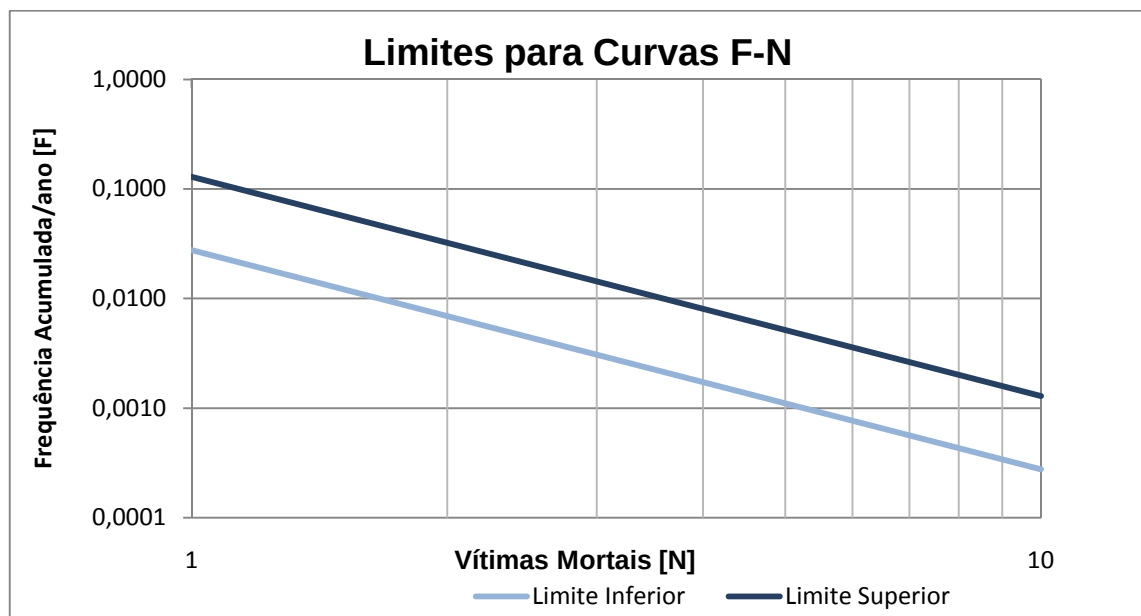


Fig.5.2 – Limites propostos para análise de curvas F-N em Estrada Nacional

5.2.2. MODELAÇÃO NO CÔMPUTO DA UNIÃO EUROPEIA

Para uma modelação de limites inferior e superior consensuais a todos os estados membros deparamo-nos com o mesmo obstáculo já referido para a modelação dos mesmos para Auto-Estrada e Estrada Nacional, isto é, a falta de conhecimento dos valores explícitos para a constante A (“número de acidentes com um ou mais mortos por quilómetro”). Como tal, adopta-se a mesma metodologia requerida nas duas situações referidas, que passa por aplicar o coeficiente δ ao valor esperado e determinado em 3.3.1 (valor inferior igual a 0,0116 vítimas mortais por quilómetro e valor superior de 0,0541 vítimas mortais por quilómetro) e igualar o mesmo, para valores inferiores e superiores, ao somatório das probabilidades de $N=1$ até 10. De acordo com o indicado, quer o valor do coeficiente δ quer de $k=2$ são necessariamente iguais aos enunciados em 5.2.1.

O quadro 5.3 fornece os dados que estão na origem da representação gráfica dos limites para a análise de risco em projectos de novas estradas de classificação qualquer e nos diversos países da União Europeia.

Quadro 5.3 – Dados e expressão matemática inerente à proposta dos limites de curvas F-N (U.E.)

União Europeia	
Valor Limite Inferior (A)	0,0106
Expressão Intrínseca	$F=0,0106/N^2$
Valor Limite Superior (A)	0,0495
Expressão Intrínseca	$F=0,0495/N^2$

Por último, a proposta dos limites de tolerância das curvas F-N é indicada na figura 5.3.

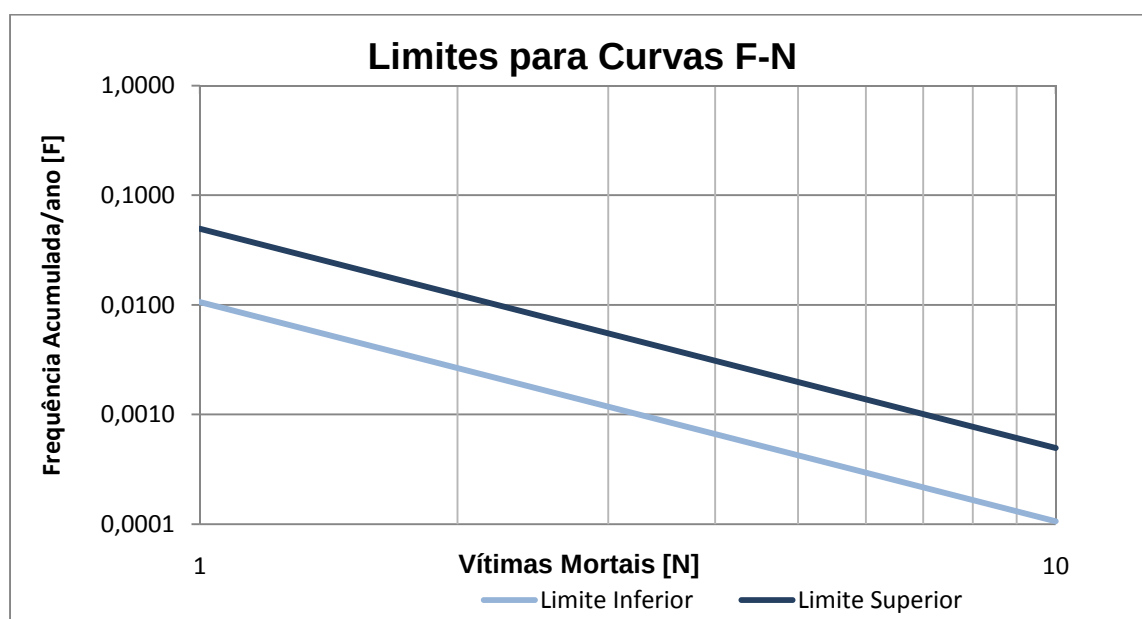


Fig.5.3 – Limites propostos para análise de curvas F-N (U.E.)

A observação das figuras modeladas permite corroborar o referido no início do capítulo relativamente ao pressuposto inerente à toma de $k=2$, isto é, que a frequência tolerável para um incidente que cause 10 ($N=10$) mortos é um centésimo da frequência tolerável para um acidente de apenas 1 morto ($N=1$).

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Averigua-se primordial reservar para este capítulo a compilação geral das principais conclusões que, no fim desta dissertação, podem ser tiradas e, no entremeio das mesmas, reconhecer as principais dificuldades subjacentes à aplicação de determinados princípios. Num apontamento final aproveita-se para deixar deliberações para eventuais trabalhos futuros de prossecução dos temas aqui abordados.

A consideração de processos de motorização transporta consigo duas audaciosas concepções: a de progresso e a de evolução social. De facto, a motorização implicou certamente uma profunda modificação tecnológica, a alteração dos contextos sociais e das conceptualizações espaço-temporais, patentes na constatação do aumento progressivo da notoriedade dos veículos motorizados. As vantagens evidenciaram-se em novos mundos de experiências e na oportunidade de tornar o transporte de pessoas e bens mais rápido e mais eficiente, repercutindo-se em benefícios sociais e económicos.

Perante uma sociedade cada vez mais exigente em termos de mobilidade a resposta surge, em parte, através da construção de novas infra-estruturas rodoviárias, o que conduz a um processo “vicioso” em que a mobilidade exige a construção, e a oferta cada vez maior de infra-estruturas reflecte-se num aumento do volume de tráfego. Neste contexto, é primordial não desprezar que esta evolução e desenvolvimento devem ser realizados de uma forma sustentável e optimizada. Porém o enquadramento observado para a circulação (transporte) rodoviária não é de todo contrabalançado. Como todas as realizações que envolvem o desempenho humano, a circulação rodoviária acarreta um determinado risco, despoletado por vários factores. E o número de acidentes rodoviários em que, todos os dias, o número de mortos nas estradas da Europa corresponde praticamente ao resultante da queda de um avião de médio porte (Comissão Europeia, 2001), faz antever que o risco seja de facto bastante elevado. Neste entendimento são coerentes as preocupações nutridas pela sociedade em geral, pelas entidades competentes na matéria e a classe política, em particular.

O diagnóstico realizado acerca da sinistralidade rodoviária no cômputo da União Europeia, simultâneo à verificação da reputação desfavorável para o caso português, mostra a premência em assumir medidas contextualizadas e infalíveis que conduzam efectivamente para a redução dos indicadores de sinistralidade. Sendo esta uma temática de extrema preponderância (social, económica, política, ...) deve ser abordada sob metodologias estruturadas e consistentes que convirjam para avaliações pragmáticas das componentes que constituem o risco, no intuito de o quantificar e através de critérios de aceitabilidade, planear medidas (adicionais) de segurança. É portanto nesta linha de tendência que se aplica a Análise de Risco, como estratégia proactiva e sistemática, a investigações do âmbito rodoviário.

Primeiramente, após a extensa pesquisa bibliográfica (dados estatísticos), foram assimiladas as informações existentes e transpostas para os indicadores de sinistralidade pretendidos. Foram sentidas

algumas dificuldades neste aspecto, referenciadas em ponto oportuno, uma vez que a comparabilidade internacional impõe que exista sempre uma uniformidade dos dados, o que nem sempre se revelou verídico.

A investida feita no domínio da formulação e especificação de critérios para a limitação do risco (social) de colisões em vias rodoviárias, pretendeu abordar preceitos que ainda não se encontram generalizados para a aplicação em vias rodoviárias indiferenciadas. Neste entendimento, e tendo incessantemente presente que todas as opções reveladas são subjectivas, considera-se que o objectivo desta dissertação de desenvolver limites de tolerância para uma abordagem técnica em projectos de novas estradas, no sentido do controlo do risco em níveis aceitáveis, foi atingido. Os valores determinados podem contudo ser criticados sob o ponto de vista da natureza dos acidentes considerados. Os pressupostos iniciais focalizam-se sobre o caso das colisões e/ou despistes, isto é, numa perspectiva de análise de estradas em ambiente rural, uma vez que se atribuem, genericamente, os atropelamentos a circuitos urbanos. A incoerência e escassez de dados da sinistralidade discriminados segundo a natureza do acidente a nível europeu constitui no entanto um entrave a esta especificação, tendo sido utilizados os valores globais referentes às três naturezas identificadas. Sendo o risco social (SR) representado vulgarmente através de curvas F-N, curvas que relacionam a frequência de um acidente e a sua severidade (consequências em mortos), é compreensível que o raciocínio tenha incidido no exame da definição em “vítimas mortais por quilómetro”. No entanto tentou-se tornar os resultados um pouco mais abrangentes, pese embora não sejam directamente aplicáveis às curvas F-N constituem termos de comparação noutras análises, através da análise dos “acidentes com vítimas por quilómetro” e “vítimas mortais por veículo - quilómetro”. Neste último indicador não foram porém encetadas as metodologias dos outros dois, uma vez mais devido à escassez de dados ao nível dos percursos efectuados nos diferentes estados membros, pelo que as observações se restringem à apresentação de alguns valores de referência.

Posteriormente e com base na lógica subjacente à realização desta dissertação, de que eventuais revisões de projecto para garantia da manutenção do risco em valores aceitáveis se executam ao nível da infra-estrutura rodoviária, considerou-se importante adaptar os princípios de aceitação do risco segundo a classificação designada da via (devido às especificidades distintas que as caracterizam). Estes intentos foram atingidos, num âmbito nacional, meramente para quatro tipos de via (Auto-Estrada, Estrada Nacional, Itinerários Principal e Complementar), nas quais se encontrou concordância entre as diferenciações por tipo de via realizadas nos dados da sinistralidade e as extensões por tipo de via da rede rodoviária nacional. Os valores de referência segundo o tipo de via são obtidos pela apropriação dos limites definidos no cerne do trabalho, e não pela aplicação exhaustiva das metodologias. O modo de ajustar estes limites é passível de contestação, uma vez que provém de motivações da autora.

Por último, estabeleceu-se o paralelismo entre as propostas admitidas pela comunidade científica na área da circulação em túnel para a limitação do risco social através da representação gráfica de curvas F-N e as possíveis considerações que podem convergir para a configuração destes limites em análises de risco de colisões em vias rodoviárias. Como resultado são apresentadas as representações gráficas que validam a teoria designada.

Numa perspectiva de aprofundamento e complemento desta dissertação, embora num âmbito genérico mas com evidente utilidade, sugere-se a sistematização de uma metodologia que conduza à quantificação do risco de colisões rodoviárias em estrada corrente, isto é, a metodologia de determinação das curvas F-N para uma determinada estrada ou troço de estrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSR. (2009). *Elementos Estatísticos*. (www.ansr.pt/default.aspx?tabid=57). Março de 2009.
- APCAP. (2006). *Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária*. Associação Portuguesa das Sociedades Concessionárias de Auto-Estradas ou Pontes com Portagens, Lisboa.
- Arends, B. (2003). *The Value of Safety. Evaluation on the cost effectiveness of safety measures in road tunnels in the Netherlands*, Dissertação de Mestrado, Sub-Faculty of Civil Engineering, TU Delft.
- AUIP4. (2009). *Associação dos Utentes do IP4*. (ip4.no.sapo.pt). Maio de 2009
- Comissão Europeia. (2001). *Livro Branco – A política Europeia de transportes no horizonte de 2010: a hora das opções*, 370 final, Bruxelas.
- Comissão Europeia. (2003). *Comunicação da Comissão – Programa de Acção Europeu*, 311 final, Bruxelas.
- Comissão Europeia. (2007/2008). *EU energy and transport in figures. Statistical Pocketbooks*. European Commission, Bruxelas.
- Comissão Europeia. (2009). *EU energy and transport in figures. Statistical Pocketbooks*. European Commission, Bruxelas.
- ERSO. (2006). *The new European road safety observatory*. (www.erso.eu/safetynet/content/safetynet_results.htm). Maio de 2009.
- ERSO. (2008). *Annual Statistical Report 2008*. SafetyNet, Bruxelas.
- ETAG. (2007). *Assessment of Safety of Tunnels – Study*. European Technology Assessment Group – European Parliament.
- Eurostat. (2007). *Panorama of Transport*. Official Publications of the European Communities (Statistical books), Bruxelas.
- Gonçalves, A., Gonçalves, C. (2004). *Da percepção do risco à gestão do risco*. (www.aps.pt/cms/docs_prv/docs/DPR4628e7fdbe6fb_1.pdf). 17 de Março 2009
- Holicky, M. (2007). *Risk Criteria for Road Tunnels*. Special Workshop on Risk Acceptance and Risk Communication, 26 e 27 de Março de 2007, Stanford University, Stanford.
- INE. (2009). *Estatísticas dos Transportes*. (www.ine.pt). Março de 2009.
- IRTAD. (1998). *Definitions and data availability*. (www.oecd.org/dataoecd/24/1/2103123.pdf). Maio de 2009.
- IST. (2009). *Segurança*. (www.dem.ist.utl.pt/acidentes/seguranca.shtml). 12 de Março de 2009
- Jonkman, S.N., Vrijling, J.K. (2003). *Evaluation of Tunnel Safety and cost effectiveness of measures. Safety and Reliability – Bedford & van Gelder*, 2003, p. 863 a 871, Delft.
- Lewis, S. (2007). *Risk Criteria – When is low good enough?*. Risktec Solutions Limited, 12/06/2007, 1 a 8, Risktec.
- Marques, T. (2008). *Análise de Risco em Túneis Rodoviários – Mercadorias Perigosas e Incêndios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Martínez-Montes, G., Cerro-Grau, J. (2007). *Análisis y evaluación de riesgo de túneles carreteros en explotación*. Revista Ingeniería de Construcción, Agosto/2007, pág. 101 a 110, Granada.

Molag, M. (2006). *Risk Assessment Guidelines for Tunnels*. Safe and Reliable Tunnels. Innovative European Achievements. 2nd International Symposium, Lausanne.

NHTSA. (2007). (www.nhtsa.dot.gov/). Maio de 2009.

Oliveira, P. (2007). *Factores Potenciadores da Sinistralidade Rodoviária*. (www.aca-m.org/w/images/3/3d/Factores_potenciadores_sinistralidade_rodoviaria.pdf). 12 de Março de 2009

PIARC Technical Committee C3.3 Road Tunnel Operation. (2008). *Risk Analysis for Road Tunnels*. World Road Association (PIARC), Paris.

Roadpeace. (2009). *World's first road death*. (www.roadpeace.org.uk/articles/worldfir.html). Maio de 2009

Tajani, A. (2008). *Segurança Rodoviária*. Terceira conferência interparlamentar sobre segurança rodoviária na Europa, 29 de Setembro de 2008, Parlamento português, pág. 6, Lisboa.

UNECE. (2003). *Glossary for transport statistics* 3rd edition. (www.unece.org/trans/main/wp6/pdfdocs/glossen3.pdf). 28 de Abril 2009

UNECE. (2004a). *STATISTICS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS in Europe and North America*. Comité das Nações Unidas para a Europa, Nova York e Genebra.

UNECE. (2004b). *Annual bulletin of TRANSPORT STATISTICS for Europe and North America*. Comité das Nações Unidas para a Europa, Nova York e Genebra.

UNECE. (2006). *Handbook of Transport Statistics in the UNECE region 2006*. Comité das Nações Unidas para a Europa, Nova York e Genebra.

UNECE. (2007). *STATISTICS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS in Europe and North America*. Comité das Nações Unidas para a Europa, Nova York e Genebra.

UNECE. (2008). *Annual bulletin of TRANSPORT STATISTICS for Europe and North America*. Comité das Nações Unidas para a Europa, Nova York e Genebra.

ANEXOS

ANEXO A – CARTA EUROPEIA DA SEGURANÇA RODOVIÁRIA

ANEXO B – VÍTIMAS MORTAIS POR MILHÃO DE HABITANTES

ANEXO C – VÍTIMAS MORTAIS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA

ANEXO D – ACIDENTES COM VÍTIMAS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA

ANEXO E – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000

ANEXO F – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003

ANEXO G – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005

ANEXO H – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000

ANEXO I – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003

ANEXO J – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005

ANEXO K – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2006

ANEXO L – FORMULAÇÃO ALTERNATIVA POSSÍVEL

ANEXO M – VÍTIMAS MORTAIS POR VEÍCULO – QUILOMETRO (ANO 2000 E 2003)

ANEXO N – AUXILIARES DA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DAS CURVAS F-N

ANEXO A – CARTA EUROPEIA DA SEGURANÇA RODOVIÁRIA

O abaixo assinado [designação, endereço], representado(a) por [nome e título da pessoa signatária]
Detentor de uma autoridade, de um poder de decisão, de um poder económico ou social ou de um mandato de representação,
e, nesta qualidade, detentor de uma parte de responsabilidade em termos de segurança rodoviária na União Europeia,

(PREÂMBULO)

Considerando que o número actual de vítimas de acidentes de viação na Europa se encontra a um nível inaceitável e que é conveniente tomar as medidas mais eficazes para reduzir este número no mais curto prazo possível,

Considerando que uma acção coordenada entre as muitas partes que, de uma forma ou de outra, têm uma responsabilidade é a mais indicada para atingir os resultados pretendidos,

Entendendo que existem medidas eficazes para incentivar os utilizadores da estrada a aplicarem as regras de segurança e, mesmo, que é possível tomar medidas que vão para além destas, como reduzir a exposição dos utilizadores ao risco de acidente, e que o alcance destas medidas será multiplicado se nele se empenhar um número crítico de intervenientes,

Subscrevendo o objectivo de uma redução de, pelo menos, 50% das mortes no horizonte 2010,

Confiando no sentido de responsabilidade das pessoas e organizações envolvidas,

Consciente de que as acções em prol da segurança rodoviária têm um custo extremamente baixo em relação ao custo humano, social e económico da insegurança rodoviária,

(OBJECTIVO)

COMPROMETE-SE A APLICAR DE FORMA VOLUNTARISTA AS MEDIDAS QUE SEJAM DA SUA RESPONSABILIDADE E SE ENQUANDREM NAS SUAS ACTIVIDADES PARA ACELERAR OS PROGRESSOS EM MATÉRIA DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

COMPROMETE-SE, NOMEADAMENTE, DENTRO DOS LIMITES DAS SUAS RESPONSABILIDADES E DAS SUAS ESPECIFICIDADES E, QUANDO NECESSÁRIO, SEGUNDO AS MODALIDADES ANEXAS À PRESENTE CARTA, A APLICAR OS SEGUINTE PRINCÍPIOS E MEDIDAS:

1. Adoptar as medidas que sejam da sua responsabilidade para contribuir para o objectivo supracitado de redução da mortalidade rodoviária.
2. Incluir as acções de segurança rodoviária e a medição dos resultados de segurança entre os seus principais objectivos e os seus próprios critérios de decisão mais importantes, nomeadamente no quadro das suas actividades de investigação, da sua organização e dos seus investimentos, e no quadro mais geral de organização das suas actividades profissionais, de forma a elaborar um verdadeiro plano de segurança rodoviária.

3. Partilhar com os organismos competentes habilitados em matéria de segurança rodoviária as informações de natureza técnica e estatística susceptíveis de permitir uma melhor compreensão das causas dos acidentes, das lesões provocadas pelos acidentes e da eficácia das medidas preventivas e paliativas.

4. Contribuir para prevenir os acidentes da circulação através de acções de elevada qualidade em um ou vários dos seguintes domínios:

- formação e informação iniciais e contínuas dos condutores,
- equipamento e ergonomia dos veículos automóveis,
- melhoramento das infra estruturas de forma a minimizar os riscos de acidente e a sua gravidade e incentivar a uma condução segura.

5. Desenvolver e aplicar as tecnologias que permitam reduzir as consequências dos acidentes de viação.

6. Contribuir para desenvolver os meios que permitam um controlo uniforme, contínuo e apropriado do respeito das regras de circulação pelas pessoas que actuem em seu nome ou sob a sua administração e sancionar de forma uniforme, rápida e proporcional os eventuais infractores.

7. Criar um quadro que promova o lançamento de acções educativas contínuas e a reabilitação dos condutores de risco.

8. Esforçar-se por dar o seu contributo, tanto quanto possível, para um melhor conhecimento das causas, circunstâncias e consequências dos acidentes, deles retirando ensinamentos para evitar a sua repetição.

9. Contribuir para que possa estar disponível assistência médica, psicológica e jurídica eficaz e de qualidade para as eventuais vítimas de acidentes de viação.

10. Aceitar a avaliação a posteriori pelos seus pares, segundo as regras de confidencialidade apropriadas, das medidas tomadas para melhorar a segurança rodoviária e, se necessário, dela retirar ensinamentos para rever estas medidas.

E, POR ÚLTIMO,

Tomar deliberadamente a iniciativa de aplicar medidas que vão para além das meras exigências regulamentares em vigor, a saber : [a completar pelo signatário].

Feito em ..., em

”
(assinatura)

ANEXO B – VÍTIMAS MORTAIS POR UM MILHÃO DE HABITANTES

	País	2000	2003	2005	2006
AT	Áustria	122	94	88	83
BE	Bélgica	144	104	102	101
BG	Bulgária	124	123	135	131
CY	Chipre	161	136	112	114
CZ	República Checa	145	126	104	119
DE	Alemanha	91	65	62	60
DK	Dinamarca	93	61	56	75
EE	Estónia	149	126	152	146
ES	Espanha	144	103	94	86
FI	Finlândia	77	72	64	7
FR	França	137	87	77	75
EL	Grécia	187	150	149	141
HU	Hungria	117	127	129	122
IE	Irlanda	111	97	87	78
IT	Itália	117	100	96	
LT	Lituânia	142	226	223	218
LU	Luxemburgo	175	100	77	90
LV	Letónia	267	192	177	184
MT	Malta	39	42	27	29
NL	Holanda	68	46	45	43
PL	Polónia	163	143	137	146
PT	Portugal	184	118	92	92
RO	Roménia	111	114	115	130
SE	Suécia	67	49	49	52
SI	Eslovénia	157	129	131	145
SK	Eslováquia	116	104	107	116
UK	Reino Unido	61	56	55	50
	Média UE - 15	119	87		
	Média UE - 25			100	99
	Média UE - 27	128	107	102	101
	Variação		-16,72%	-5,09%	-0,18%

ANEXO C – VÍTIMAS MORTAIS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA

	País	2000	2003	2005	2006
AT	Áustria	976	931	768	730
BE	Bélgica	1470	1214	1089	1069
BG	Bulgária	1012	960	957	1043
CY	Chipre	111	97	102	86
CZ	República Checa	1486	1447	1286	1063
DE	Alemanha	7503	6613	5361	5091
DK	Dinamarca	498	432	331	306
EE	Estónia	204	164	170	204
ES	Espanha	5777	5400	4442	4104
FI	Finlândia	396	379	379	336
FR	França	8079	6058	5318	4709
EL	Grécia	2037	1605	1658	1657
HU	Hungria	1200	1326	1278	1303
IE	Irlanda	418	337	400	365
IT	Itália	6649	6065	5818	5669
LT	Lituânia	641	709	773	759
LU	Luxemburgo	76	53	46	36
LV	Letónia	635	532	442	407
MT	Malta	15	16	17	11
NL	Holanda	1082	1028	750	730
PL	Polónia	6294	5640	5444	5243
PT	Portugal	1877	1542	1247	969
RO	Roménia	2499	2235	2461	2478
SE	Suécia	591	529	440	445
SI	Eslovénia	313	242	258	262
SK	Eslováquia	628	645	560	579
UK	Reino Unido	3580	3658	3336	3298
	UE - 15	41009	35844		
	UE - 25			41713	39431
	UE - 27	56047	49857	45131	42952
	Variação		-11,04%	-9,48%	-4,83%

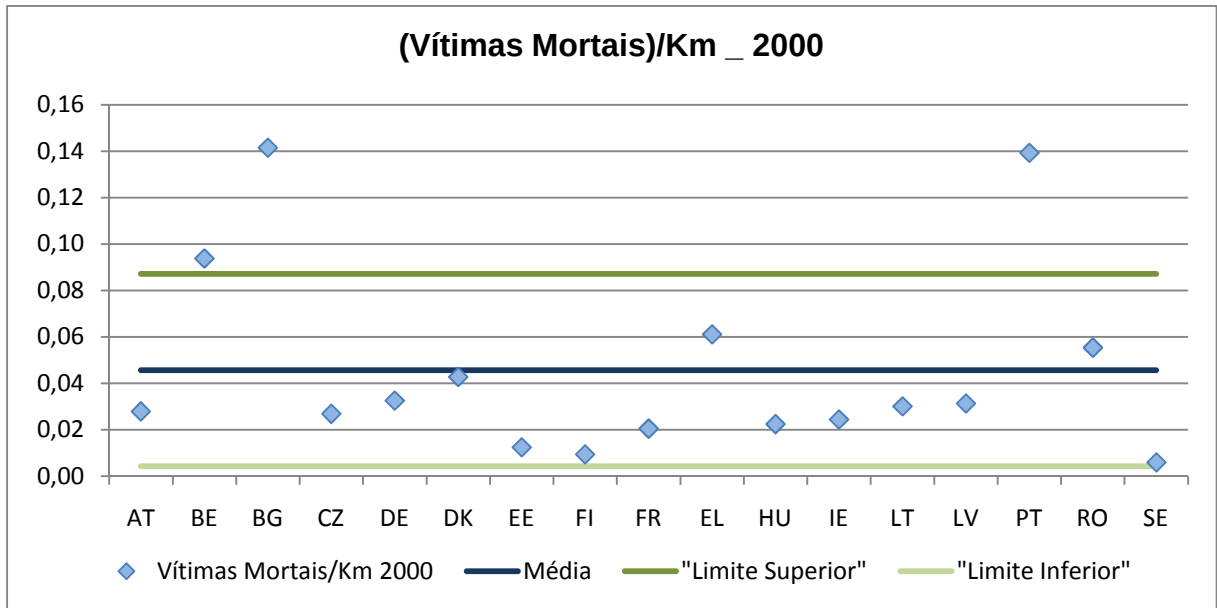
ANEXO D – ACIDENTES COM VÍTIMAS SEGUNDO O PAÍS E ANO DE OCORRÊNCIA

	País	2000	2003	2005	2006
AT	Áustria	42126	43426	40900	39880
BE	Bélgica	49066	50478	40370	41110
BG	Bulgária	6886	6997	8220	8220
CY	Chipre	2400	2358	1380	1560
CZ	República Checa	25445	27320	25240	22120
DE	Alemanha	382949	354534	336620	327980
DK	Dinamarca	7346	6749	5410	5400
EE	Estónia	1504	1931	2340	2590
ES	Espanha	101729	99987	91190	99780
FI	Finlândia	6633	6907	7020	6740
FR	França	121223	90220	84530	80310
EL	Grécia	23001	15751	16910	16020
HU	Hungria	17493	19976	20780	20980
IE	Irlanda	7757	5684	5590	6020
IT	Itália	211941	225141	240010	238120
LT	Lituânia	5807	5965	6770	6590
LU	Luxemburgo	905	720	710	760
LV	Letónia	4482	5379	4470	4300
MT	Malta	970	1040	850	890
NL	Holanda	37947	31635	27010	24530
PL	Polónia	57331	51078	48100	46880
PT	Portugal	44159	41495	37066	35680
RO	Roménia	7555	6654	7230	6640
SE	Suécia	15770	18365	18090	18210
SI	Eslovénia	8469	11676	10510	11620
SK	Eslováquia	7884	8551	7900	7990
UK	Reino Unido	233729	214030	203710	187120
	UE - 15	1286281	1205122		
	UE - 25			1283476	1253180
	UE - 27	1432507	1354047	1298926	1268040
	Variação		-5,48%	-4,07%	-2,38%

ANEXO E – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000

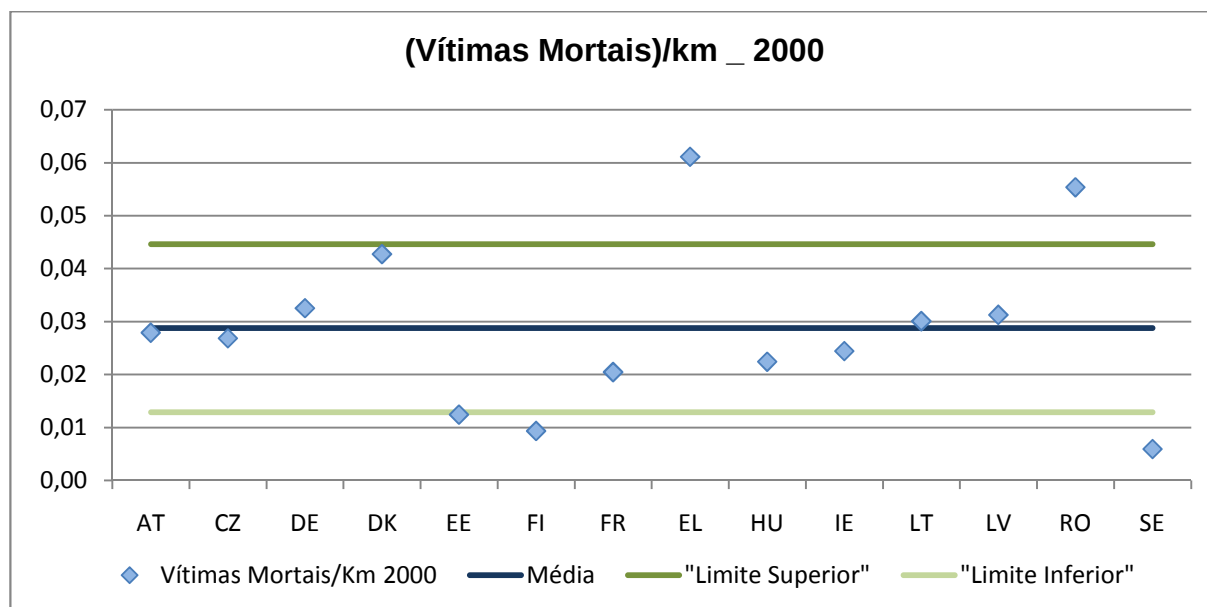
Ano 2000		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	976	34.999	0,0279
BE	Bélgica	1470	15.676	0,0938
BG	Bulgária	1012	7.153	0,1415
CY	Chipre	111	8.127	0,0137
CZ	República Checa	1486	55.409	0,0268
DE	Alemanha	7503	230.774	0,0325
DK	Dinamarca	498	11.657	0,0427
EE	Estónia	204	16.434	0,0124
ES	Espanha	5777	95.431	0,0605
FI	Finlândia	396	42.453	0,0093
FR	França	8079	395.117	0,0204
EL	Grécia	2037	33.331	0,0611
HU	Hungria	1200	53.565	0,0224
IE	Irlanda	418	17.119	0,0244
IT	Itália	6649	479.688	0,0139
LT	Lituânia	641	21.316	0,0301
LU	Luxemburgo	76	5.210	0,0146
LV	Letónia	635	20.310	0,0313
MT	Malta	15	381	0,0394
NL	Holanda	1082	125.839	0,0086
PL	Polónia	6294	174.733	0,0360
PT	Portugal	1877	13.473	0,1393
RO	Roménia	2499	45.148	0,0554
SE	Suécia	591	99.747	0,0059
SI	Eslovénia	313	20.177	0,0155
SK	Eslováquia	628	7.344	0,0855
UK	Reino Unido	3580	52.640	0,0680

Média (2000)	0,0457
Desvio-Padrão (2000)	0,0415
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,0872
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0042



Ano 2000		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	976	34.999	0,0279
CZ	República Checa	1486	55.409	0,0268
DE	Alemanha	7503	230.774	0,0325
DK	Dinamarca	498	11.657	0,0427
EE	Estónia	204	16.434	0,0124
FI	Finlândia	396	42.453	0,0093
FR	França	8079	395.117	0,0204
EL	Grécia	2037	33.331	0,0611
HU	Hungria	1200	53.565	0,0224
IE	Irlanda	418	17.119	0,0244
LT	Lituânia	641	21.316	0,0301
LV	Letónia	635	20.310	0,0313
RO	Roménia	2499	45.148	0,0554
SE	Suécia	591	99.747	0,0059

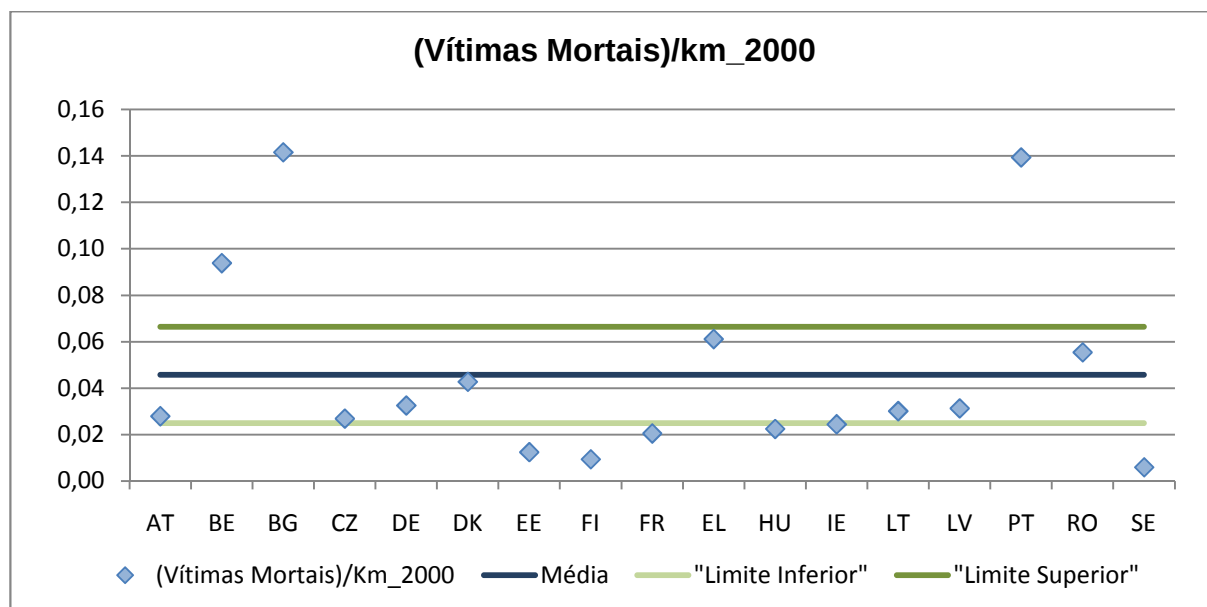
Média (2000)	0,0288
Desvio-Padrão (2000)	0,0159
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,0446
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0129



PROPOSTA COMPLEMENTAR

	Ano 2000	Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	976	34.999	0,0279
BE	Bélgica	1470	15.676	0,0938
BG	Bulgária	1012	7.153	0,1415
CY	Chipre	111	8.127	0,0137
CZ	República Checa	1486	55.409	0,0268
DE	Alemanha	7503	230.774	0,0325
DK	Dinamarca	498	11.657	0,0427
EE	Estónia	204	16.434	0,0124
ES	Espanha	5777	95.431	0,0605
FI	Finlândia	396	42.453	0,0093
FR	França	8079	395.117	0,0204
EL	Grécia	2037	33.331	0,0611
HU	Hungria	1200	53.565	0,0224
IE	Irlanda	418	17.119	0,0244
IT	Itália	6649	479.688	0,0139
LT	Lituânia	641	21.316	0,0301
LU	Luxemburgo	76	5.210	0,0146
LV	Letónia	635	20.310	0,0313
MT	Malta	15	381	0,0394
NL	Holanda	1082	125.839	0,0086
PL	Polónia	6294	174.733	0,0360
PT	Portugal	1877	13.473	0,1393
RO	Roménia	2499	45.148	0,0554
SE	Suécia	591	99.747	0,0059
SI	Eslovénia	313	20.177	0,0155
SK	Eslováquia	628	7.344	0,0855
UK	Reino Unido	3580	52.640	0,0680

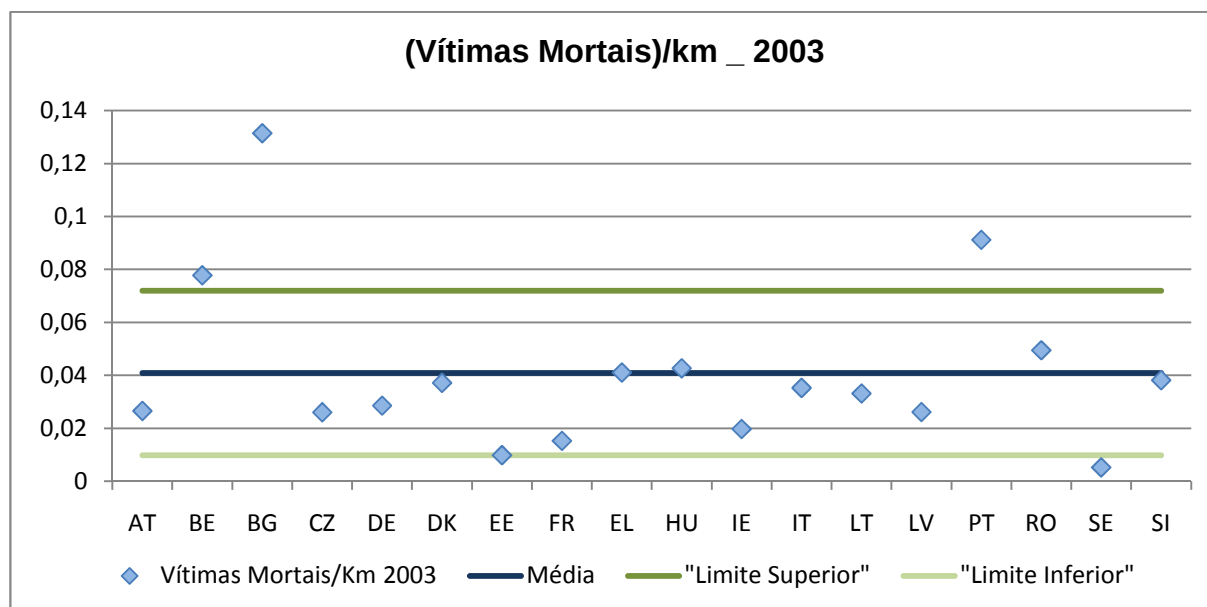
Média (2000)	0,0457
Desvio-Padrão (2000)	0,0415
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	0,0665
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,0250



ANEXO F – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003

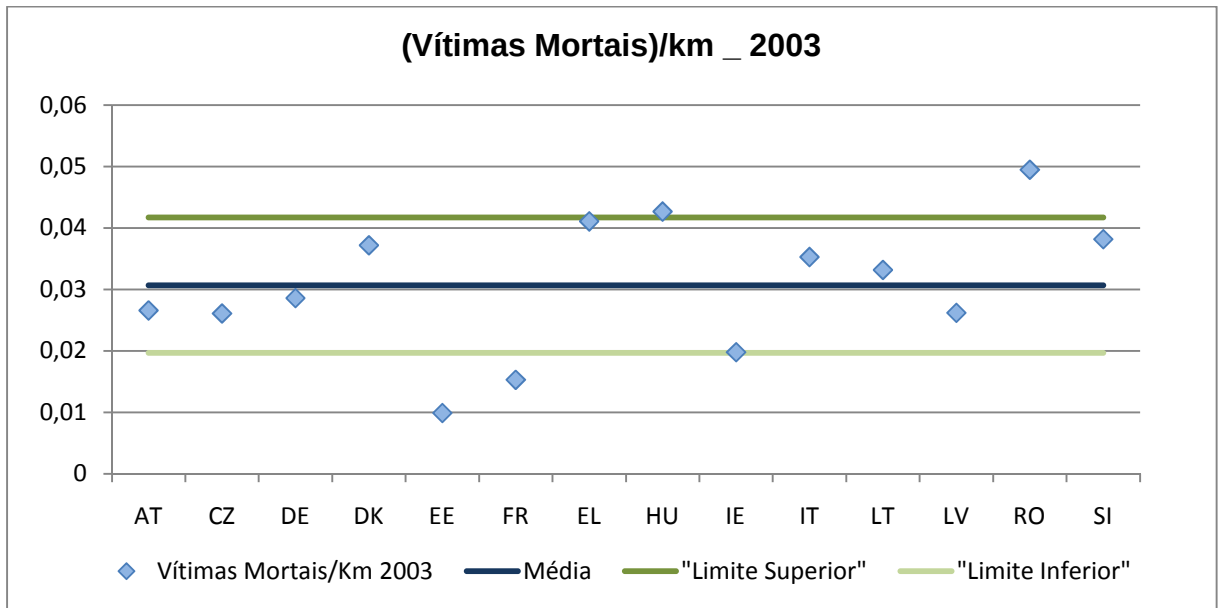
Ano 2003		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	931	34.999	0,0266
BE	Bélgica	1214	15.609	0,0778
BG	Bulgária	960	7.304	0,1314
CY	Chipre	97	8.279	0,0117
CZ	República Checa	1447	55.447	0,0261
DE	Alemanha	6613	231.441	0,0286
DK	Dinamarca	432	11.624	0,0372
EE	Estónia	164	16.540	0,0099
ES	Espanha	5400	94.660	0,0570
FI	Finlândia	379	78.850	0,0048
FR	França	6058	396.150	0,0153
EL	Grécia	1605	39.007	0,0411
HU	Hungria	1326	31.078	0,0427
IE	Irlanda	337	17.038	0,0198
IT	Itália	6065	171.827	0,0353
LT	Lituânia	709	21.333	0,0332
LU	Luxemburgo	53	5.201	0,0102
LV	Letónia	532	20.309	0,0262
MT	Malta	16	1.439	0,0111
NL	Holanda	1028	125.839	0,0082
PL	Polónia	5640	175.702	0,0321
PT	Portugal	1542	16.900	0,0912
RO	Roménia	2235	45.107	0,0495
SE	Suécia	529	99.847	0,0053
SI	Eslovénia	242	6.341	0,0382
SK	Eslováquia	645	7.377	0,0874
UK	Reino Unido	3658	51.537	0,0710

Média (2003)	0,0409
Desvio-Padrão (2003)	0,0311
" $x + \sigma$ "	0,0719
" $x - \sigma$ "	0,0098



Ano 2003		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	931	34.999	0,0266
CZ	República Checa	1447	55.447	0,0261
DE	Alemanha	6613	231.441	0,0286
DK	Dinamarca	432	11.624	0,0372
EE	Estónia	164	16.540	0,0099
FR	França	6058	396.150	0,0153
EL	Grécia	1605	39.007	0,0411
HU	Hungria	1326	31.078	0,0427
IE	Irlanda	337	17.038	0,0198
IT	Itália	6065	171.827	0,0353
LT	Lituânia	709	21.333	0,0332
LV	Letónia	532	20.309	0,0262
RO	Roménia	2235	45.107	0,0495
SI	Eslovénia	242	6.341	0,0382

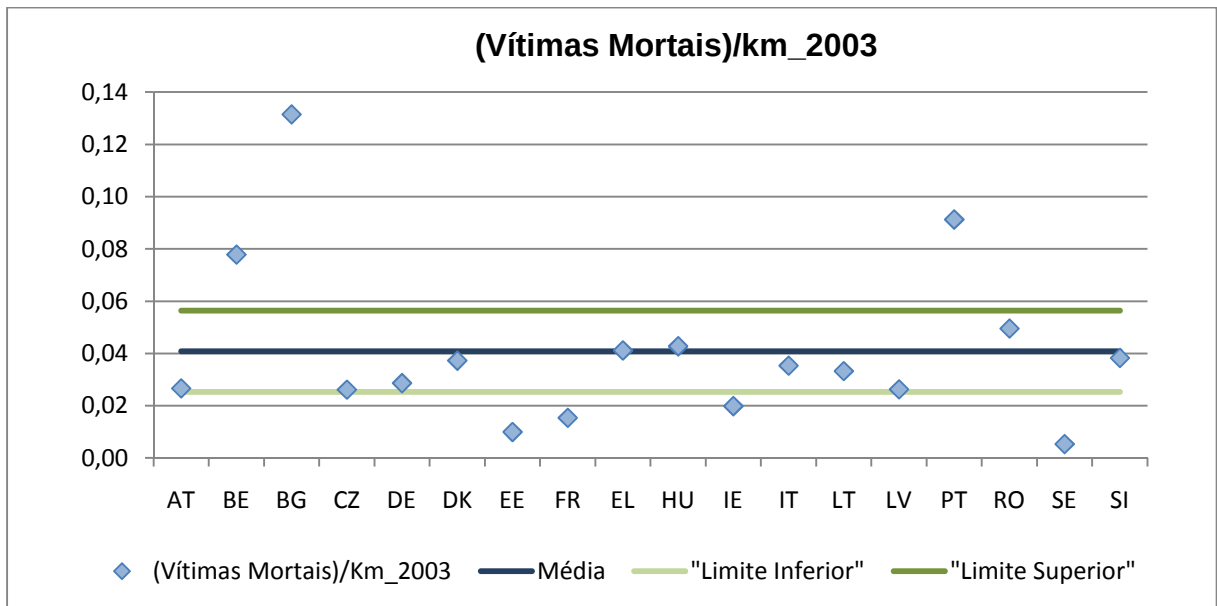
Média (2003)	0,0307
Desvio-Padrão (2003)	0,0110
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,0417
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0197



PROPOSTA COMPLEMENTAR

Ano 2003		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	931	34.999	0,0266
BE	Bélgica	1214	15.609	0,0778
BG	Bulgária	960	7.304	0,1314
CY	Chipre	97	8.279	0,0117
CZ	República Checa	1447	55.447	0,0261
DE	Alemanha	6613	231.441	0,0286
DK	Dinamarca	432	11.624	0,0372
EE	Estónia	164	16.540	0,0099
ES	Espanha	5400	94.660	0,0570
FI	Finlândia	379	78.850	0,0048
FR	França	6058	396.150	0,0153
EL	Grécia	1605	39.007	0,0411
HU	Hungria	1326	31.078	0,0427
IE	Irlanda	337	17.038	0,0198
IT	Itália	6065	171.827	0,0353
LT	Lituânia	709	21.333	0,0332
LU	Luxemburgo	53	5.201	0,0102
LV	Letónia	532	20.309	0,0262
MT	Malta	16	1.439	0,0111
NL	Holanda	1028	125.839	0,0082
PL	Polónia	5640	175.702	0,0321
PT	Portugal	1542	16.900	0,0912
RO	Roménia	2235	45.107	0,0495
SE	Suécia	529	99.847	0,0053
SI	Eslovénia	242	6.341	0,0382
SK	Eslováquia	645	7.377	0,0874
UK	Reino Unido	3658	51.537	0,0710

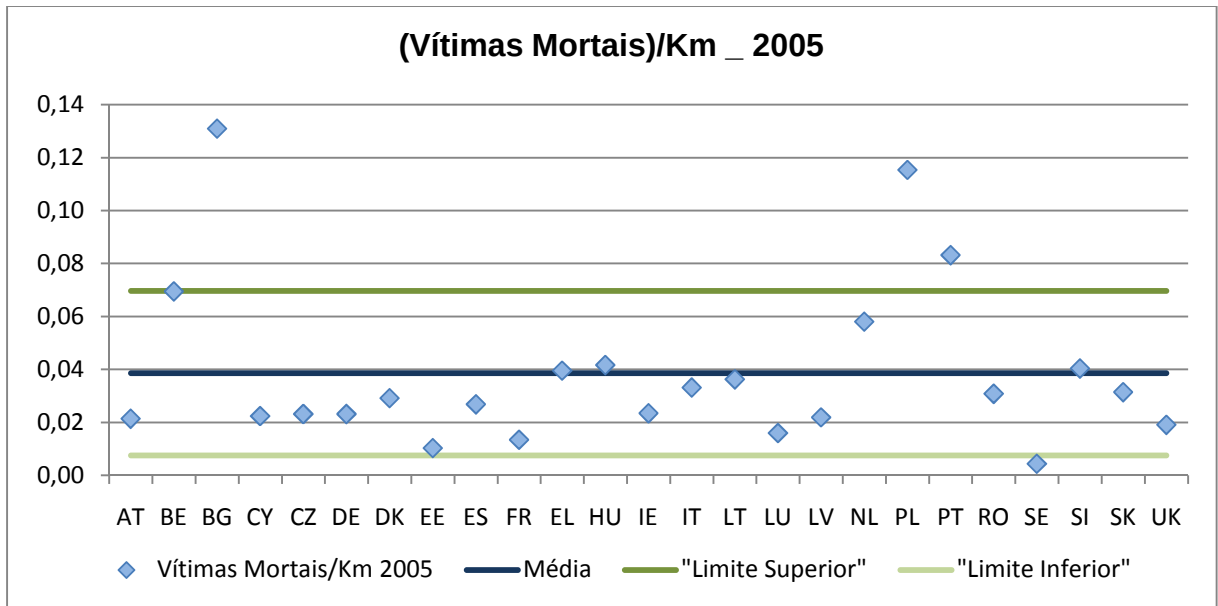
Média (2003)	0,0409
Desvio-Padrão (2003)	0,0311
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	0,0564
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,0253



ANEXO G – VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005

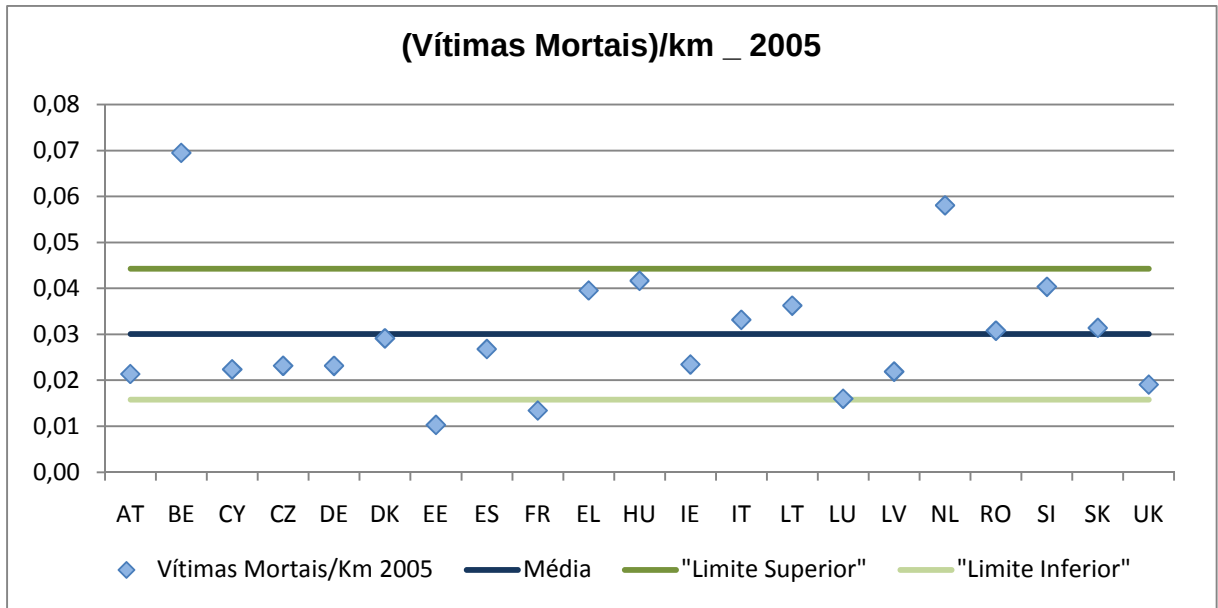
Ano 2005		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	768	35.928	0,0214
BE	Bélgica	1089	15.681	0,0694
BG	Bulgária	957	7.312	0,1309
CY	Chipre	102	4.556	0,0224
CZ	República Checa	1286	55.510	0,0232
DE	Alemanha	5361	231.460	0,0232
DK	Dinamarca	331	11.363	0,0291
EE	Estónia	170	16.470	0,0103
ES	Espanha	4442	165.646	0,0268
FI	Finlândia	379	26.753	0,0142
FR	França	5318	395.943	0,0134
EL	Grécia	1658	41.933	0,0395
HU	Hungria	1278	30.682	0,0417
IE	Irlanda	400	17.060	0,0234
IT	Itália	5818	175.430	0,0332
LT	Lituânia	773	21.328	0,0362
LU	Luxemburgo	46	2.875	0,0160
LV	Letónia	442	20.182	0,0219
MT	Malta	17	184	0,0924
NL	Holanda	750	12.921	0,0580
PL	Polónia	5444	47.212	0,1153
PT	Portugal	1247	15.002	0,0831
RO	Roménia	2461	79.903	0,0308
SE	Suécia	440	99.995	0,0044
SI	Eslovénia	258	6.394	0,0404
SK	Eslováquia	560	17.828	0,0314
UK	Reino Unido	3336	174.789	0,0191

Média (2005)	0,0386
Desvio-Padrão (2005)	0,0311
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,0696
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0075



	Ano 2005	Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	768	35.928	0,0214
BE	Bélgica	1089	15.681	0,0694
CY	Chipre	102	4.556	0,0224
CZ	República Checa	1286	55.510	0,0232
DE	Alemanha	5361	231.460	0,0232
DK	Dinamarca	331	11.363	0,0291
EE	Estónia	170	16.470	0,0103
ES	Espanha	4442	165.646	0,0268
FR	França	5318	395.943	0,0134
EL	Grécia	1658	41.933	0,0395
HU	Hungria	1278	30.682	0,0417
IE	Irlanda	400	17.060	0,0234
IT	Itália	5818	175.430	0,0332
LT	Lituânia	773	21.328	0,0362
LU	Luxemburgo	46	2.875	0,0160
LV	Letónia	442	20.182	0,0219
NL	Holanda	750	12.921	0,0580
RO	Roménia	2461	79.903	0,0308
SI	Eslovénia	258	6.394	0,0404
SK	Eslováquia	560	17.828	0,0314
UK	Reino Unido	3336	174.789	0,0191

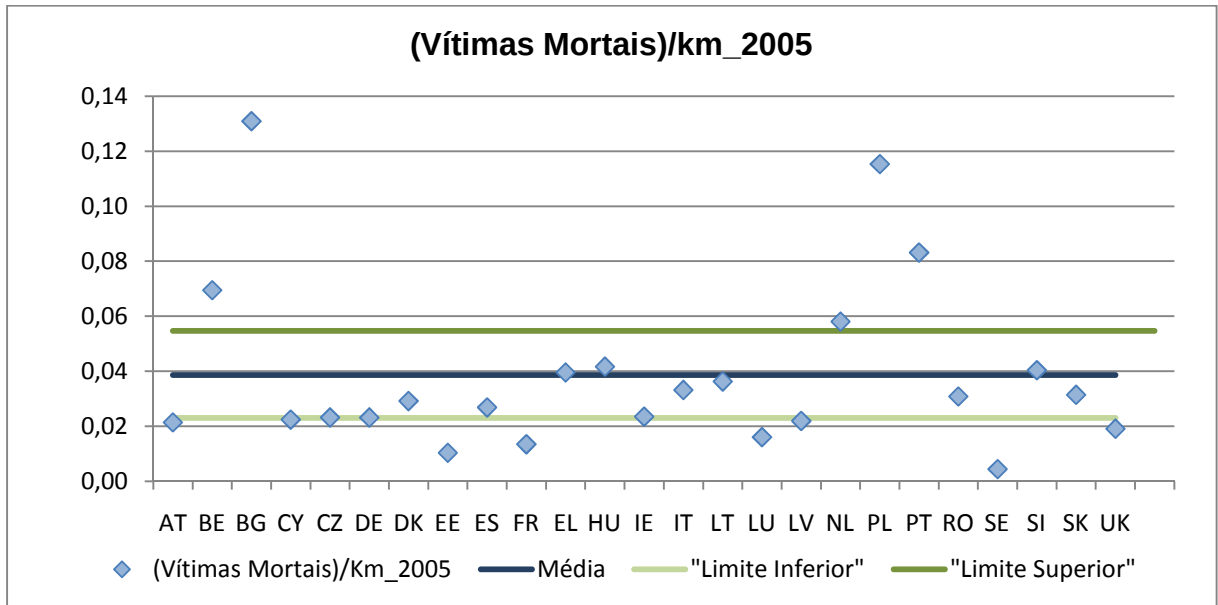
Média (2005)	0,0300
Desvio-Padrão (2005)	0,0142
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,0443
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0158



PROPOSTA COMPLEMENTAR

Ano 2005		Vítimas Mortais (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(VM) / km
AT	Áustria	768	35.928	0,0214
BE	Bélgica	1089	15.681	0,0694
BG	Bulgária	957	7.312	0,1309
CY	Chipre	102	4.556	0,0224
CZ	República Checa	1286	55.510	0,0232
DE	Alemanha	5361	231.460	0,0232
DK	Dinamarca	331	11.363	0,0291
EE	Estónia	170	16.470	0,0103
ES	Espanha	4442	165.646	0,0268
FI	Finlândia	379	26.753	0,0142
FR	França	5318	395.943	0,0134
EL	Grécia	1658	41.933	0,0395
HU	Hungria	1278	30.682	0,0417
IE	Irlanda	400	17.060	0,0234
IT	Itália	5818	175.430	0,0332
LT	Lituânia	773	21.328	0,0362
LU	Luxemburgo	46	2.875	0,0160
LV	Letónia	442	20.182	0,0219
MT	Malta	17	184	0,0924
NL	Holanda	750	12.921	0,0580
PL	Polónia	5444	47.212	0,1153
PT	Portugal	1247	15.002	0,0831
RO	Roménia	2461	79.903	0,0308
SE	Suécia	440	99.995	0,0044
SI	Eslovénia	258	6.394	0,0404
SK	Eslováquia	560	17.828	0,0314
UK	Reino Unido	3336	174.789	0,0191

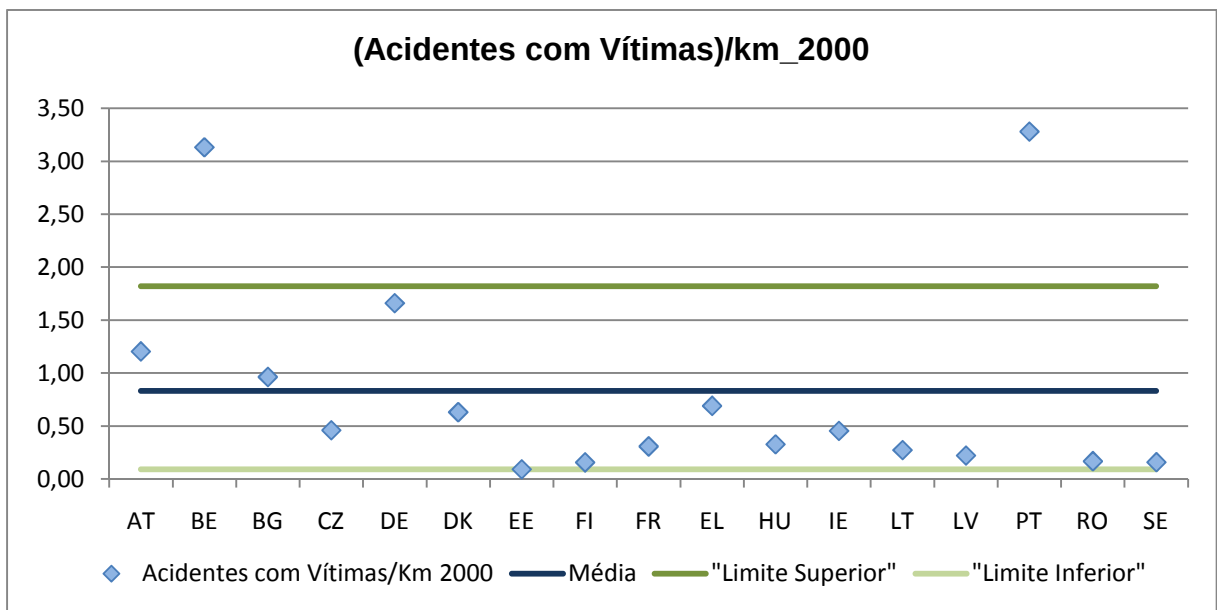
Média (2005)	0,0386
Desvio-Padrão (2005)	0,0311
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	0,0541
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,0231



ANEXO H – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2000

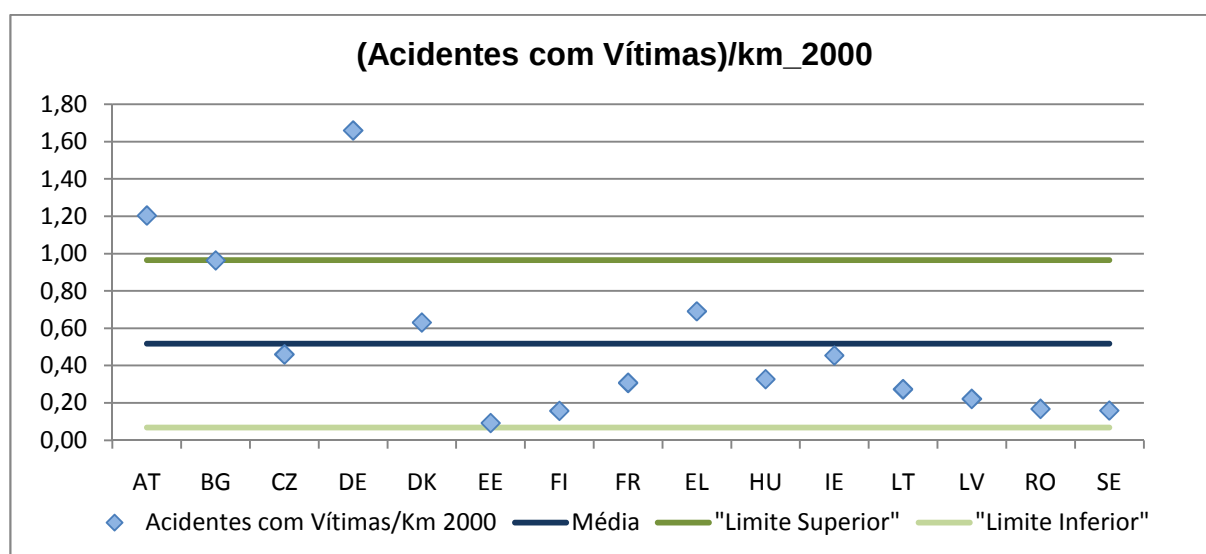
Ano 2000		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	42126	34.999	1,2036
BE	Bélgica	49066	15.676	3,1300
BG	Bulgária	6886	7.153	0,9627
CY	Chipre	2400	8.127	0,2953
CZ	República Checa	25445	55.409	0,4592
DE	Alemanha	382949	230.774	1,6594
DK	Dinamarca	7346	11.657	0,6302
EE	Estónia	1504	16.434	0,0915
ES	Espanha	101729	95.431	1,0660
FI	Finlândia	6633	42.453	0,1562
FR	França	121223	395.117	0,3068
EL	Grécia	23001	33.331	0,6901
HU	Hungria	17493	53.565	0,3266
IE	Irlanda	7757	17.119	0,4531
IT	Itália	211941	479.688	0,4418
LT	Lituânia	5807	21.316	0,2724
LU	Luxemburgo	905	5.210	0,1737
LV	Letónia	4482	20.310	0,2207
MT	Malta	970	381	2,5459
NL	Holanda	37947	125.839	0,3016
PL	Polónia	57331	174.733	0,3281
PT	Portugal	44159	13.473	3,2776
RO	Roménia	7555	45.148	0,1673
SE	Suécia	15770	99.747	0,1581
SI	Eslovénia	8469	20.177	0,4197
SK	Eslováquia	7884	7.344	1,0735
UK	Reino Unido	233729	52.640	4,4401

Média (2000)	0,8333
Desvio-Padrão (2000)	0,9863
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,8195
" $\bar{x} - \sigma$ "	-0,1530
Mínimo	0,0915



	Ano 2000	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{vítimas}) / km
AT	Áustria	42126	34.999	1,2036
BG	Bulgária	6886	7.153	0,9627
CZ	República Checa	25445	55.409	0,4592
DE	Alemanha	382949	230.774	1,6594
DK	Dinamarca	7346	11.657	0,6302
EE	Estónia	1504	16.434	0,0915
FI	Finlândia	6633	42.453	0,1562
FR	França	121223	395.117	0,3068
EL	Grécia	23001	33.331	0,6901
HU	Hungria	17493	53.565	0,3266
IE	Irlanda	7757	17.119	0,4531
LT	Lituânia	5807	21.316	0,2724
LV	Letónia	4482	20.310	0,2207
RO	Roménia	7555	45.148	0,1673
SE	Suécia	15770	99.747	0,1581

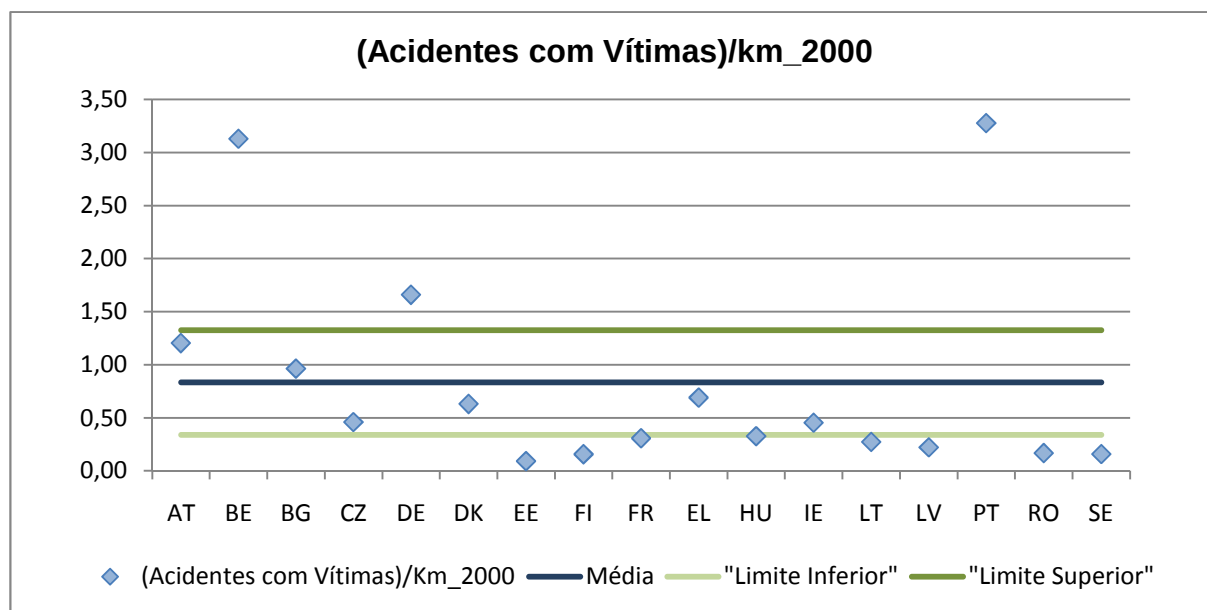
Média (2000)	0,5172
Desvio-Padrão (2000)	0,4485
" $\bar{x} + \sigma$ "	0,9657
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0687



PROPOSTA COMPLEMENTAR

Ano 2000		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	42126	34.999	1,2036
BE	Bélgica	49066	15.676	3,1300
BG	Bulgária	6886	7.153	0,9627
CY	Chipre	2400	8.127	0,2953
CZ	República Checa	25445	55.409	0,4592
DE	Alemanha	382949	230.774	1,6594
DK	Dinamarca	7346	11.657	0,6302
EE	Estónia	1504	16.434	0,0915
ES	Espanha	101729	95.431	1,0660
FI	Finlândia	6633	42.453	0,1562
FR	França	121223	395.117	0,3068
EL	Grécia	23001	33.331	0,6901
HU	Hungria	17493	53.565	0,3266
IE	Irlanda	7757	17.119	0,4531
IT	Itália	211941	479.688	0,4418
LT	Lituânia	5807	21.316	0,2724
LU	Luxemburgo	905	5.210	0,1737
LV	Letónia	4482	20.310	0,2207
MT	Malta	970	381	2,5459
NL	Holanda	37947	125.839	0,3016
PL	Polónia	57331	174.733	0,3281
PT	Portugal	44159	13.473	3,2776
RO	Roménia	7555	45.148	0,1673
SE	Suécia	15770	99.747	0,1581
SI	Eslovénia	8469	20.177	0,4197
SK	Eslováquia	7884	7.344	1,0735
UK	Reino Unido	233729	52.640	4,4401

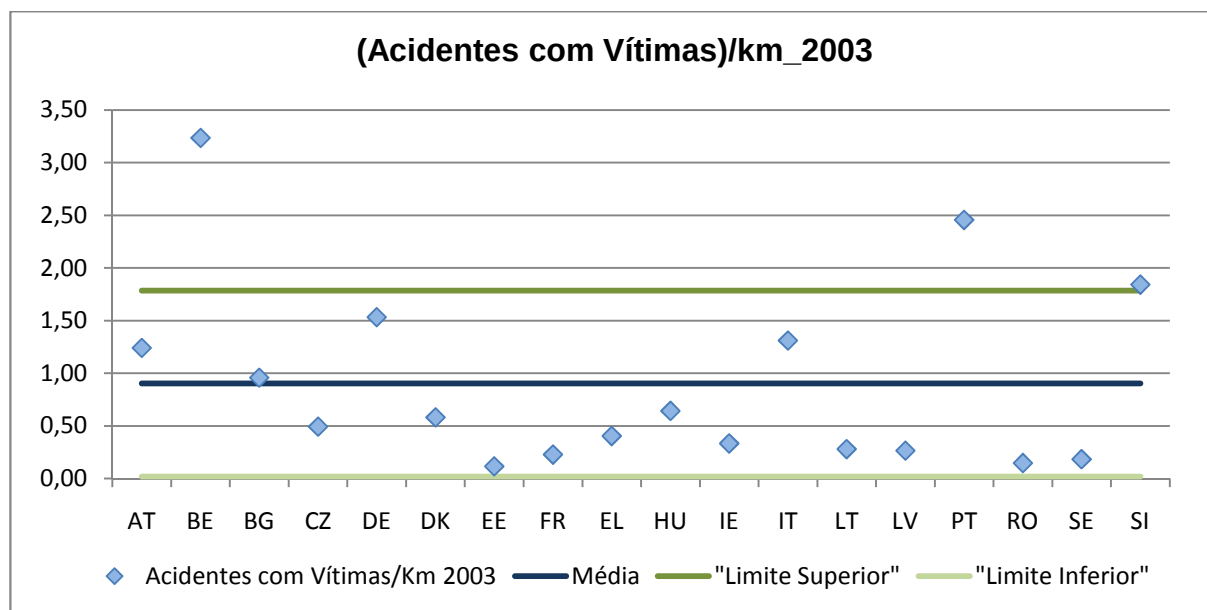
Média (2000)	0,8333
Desvio-Padrão (2000)	0,9863
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	1,3264
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,3401



ANEXO I – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2003

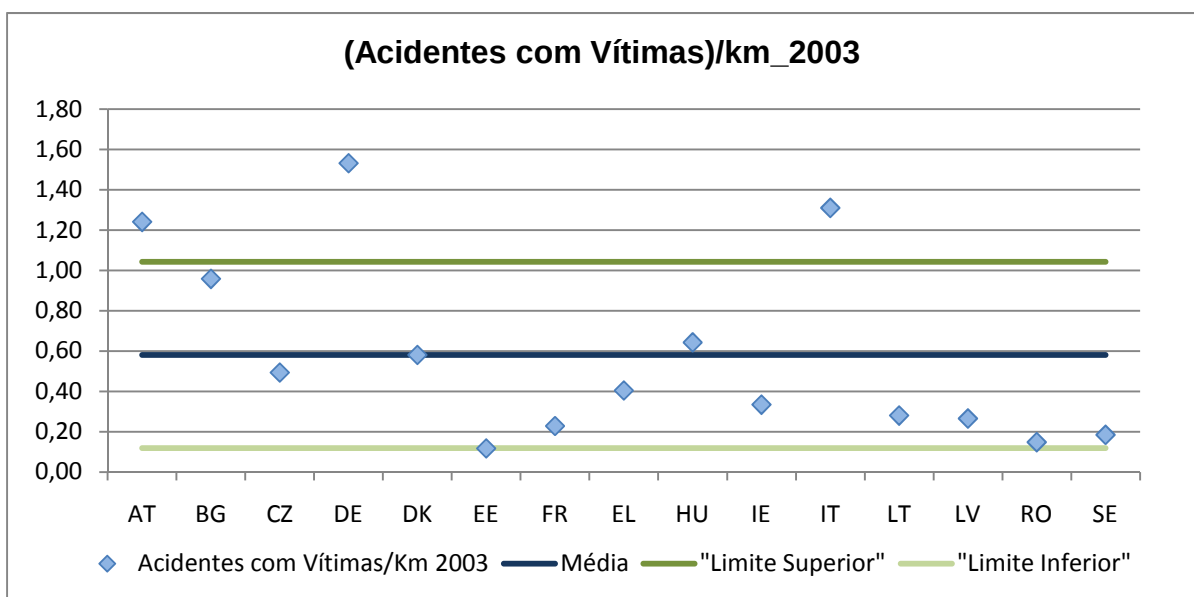
Ano 2003		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	43426	34.999	1,2408
BE	Bélgica	50478	15.609	3,2339
BG	Bulgária	6997	7.304	0,9580
CY	Chipre	2358	8.279	0,2848
CZ	República Checa	27320	55.447	0,4927
DE	Alemanha	354534	231.441	1,5319
DK	Dinamarca	6749	11.624	0,5806
EE	Estónia	1931	16.540	0,1167
ES	Espanha	99987	94.660	1,0563
FI	Finlândia	6907	78.850	0,0876
FR	França	90220	396.150	0,2277
EL	Grécia	15751	39.007	0,4038
HU	Hungria	19976	31.078	0,6428
IE	Irlanda	5684	17.038	0,3336
IT	Itália	225141	171.827	1,3103
LT	Lituânia	5965	21.333	0,2796
LU	Luxemburgo	720	5.201	0,1384
LV	Letónia	5379	20.309	0,2649
MT	Malta	1040	1.439	0,7227
NL	Holanda	31635	125.839	0,2514
PL	Polónia	51078	175.702	0,2907
PT	Portugal	41495	16.900	2,4553
RO	Roménia	6654	45.107	0,1475
SE	Suécia	18365	99.847	0,1839
SI	Eslovénia	11676	6.341	1,8413
SK	Eslováquia	8551	7.377	1,1591
UK	Reino Unido	214030	51.537	4,1529

Média (2003)	0,9025
Desvio-Padrão (2003)	0,8836
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,7861
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0189



	Ano 2003	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{vítimas}) / km
AT	Áustria	43426	34.999	1,2408
BG	Bulgária	6997	7.304	0,9580
CZ	República Checa	27320	55.447	0,4927
DE	Alemanha	354534	231.441	1,5319
DK	Dinamarca	6749	11.624	0,5806
EE	Estónia	1931	16.540	0,1167
FR	França	90220	396.150	0,2277
EL	Grécia	15751	39.007	0,4038
HU	Hungria	19976	31.078	0,6428
IE	Irlanda	5684	17.038	0,3336
IT	Itália	225141	171.827	1,3103
LT	Lituânia	5965	21.333	0,2796
LV	Letónia	5379	20.309	0,2649
RO	Roménia	6654	45.107	0,1475
SE	Suécia	18365	99.847	0,1839

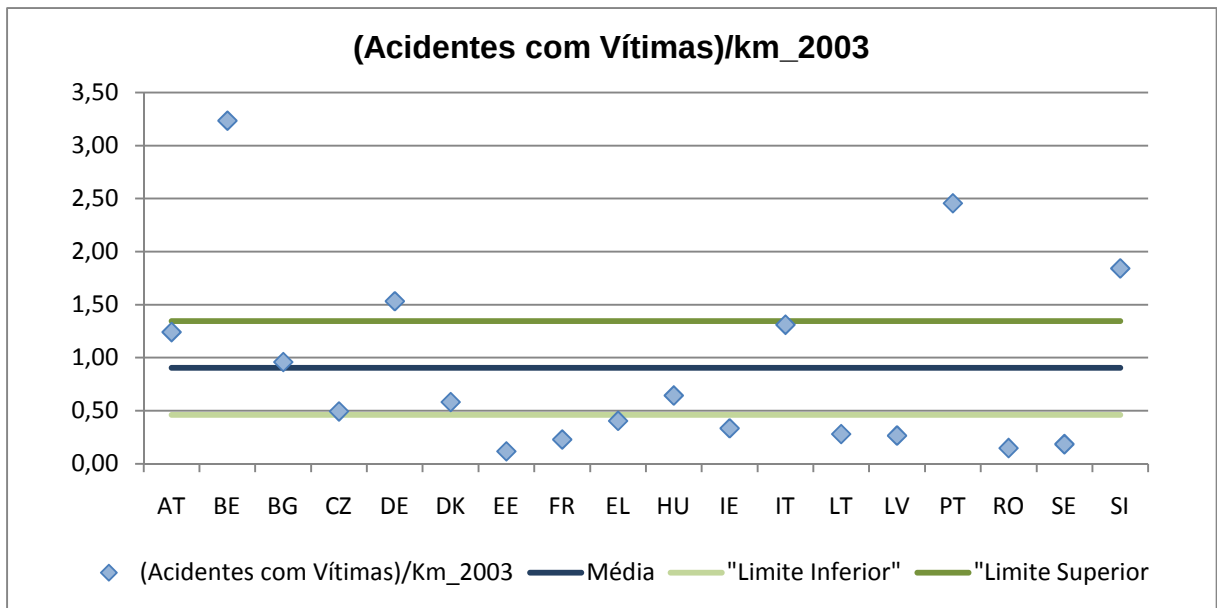
Média (2003)	0,5810
Desvio-Padrão (2003)	0,4625
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,0435
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,1185



PROPOSTA COMPLEMENTAR

Ano 2003		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	43426	34.999	1,2408
BE	Bélgica	50478	15.609	3,2339
BG	Bulgária	6997	7.304	0,9580
CY	Chipre	2358	8.279	0,2848
CZ	República Checa	27320	55.447	0,4927
DE	Alemanha	354534	231.441	1,5319
DK	Dinamarca	6749	11.624	0,5806
EE	Estónia	1931	16.540	0,1167
ES	Espanha	99987	94.660	1,0563
FI	Finlândia	6907	78.850	0,0876
FR	França	90220	396.150	0,2277
EL	Grécia	15751	39.007	0,4038
HU	Hungria	19976	31.078	0,6428
IE	Irlanda	5684	17.038	0,3336
IT	Itália	225141	171.827	1,3103
LT	Lituânia	5965	21.333	0,2796
LU	Luxemburgo	720	5.201	0,1384
LV	Letónia	5379	20.309	0,2649
MT	Malta	1040	1.439	0,7227
NL	Holanda	31635	125.839	0,2514
PL	Polónia	51078	175.702	0,2907
PT	Portugal	41495	16.900	2,4553
RO	Roménia	6654	45.107	0,1475
SE	Suécia	18365	99.847	0,1839
SI	Eslovénia	11676	6.341	1,8413
SK	Eslováquia	8551	7.377	1,1591
UK	Reino Unido	214030	51.537	4,1529

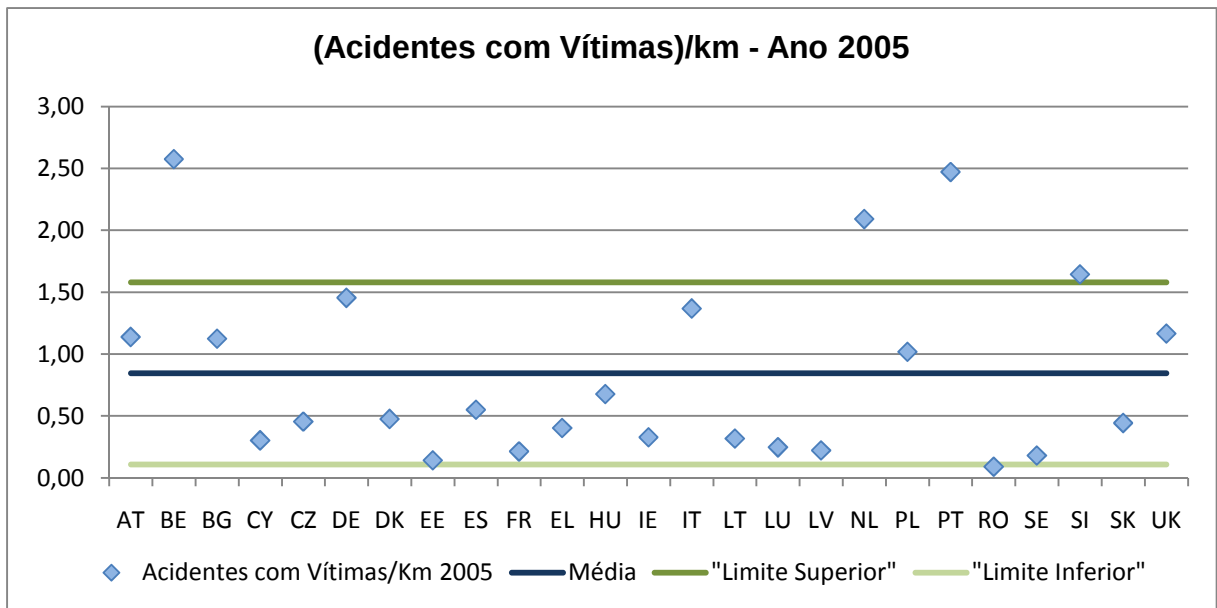
Média (2003)	0,9025
Desvio-Padrão (2003)	0,8836
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	1,3443
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,4607



ANEXO J – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2005

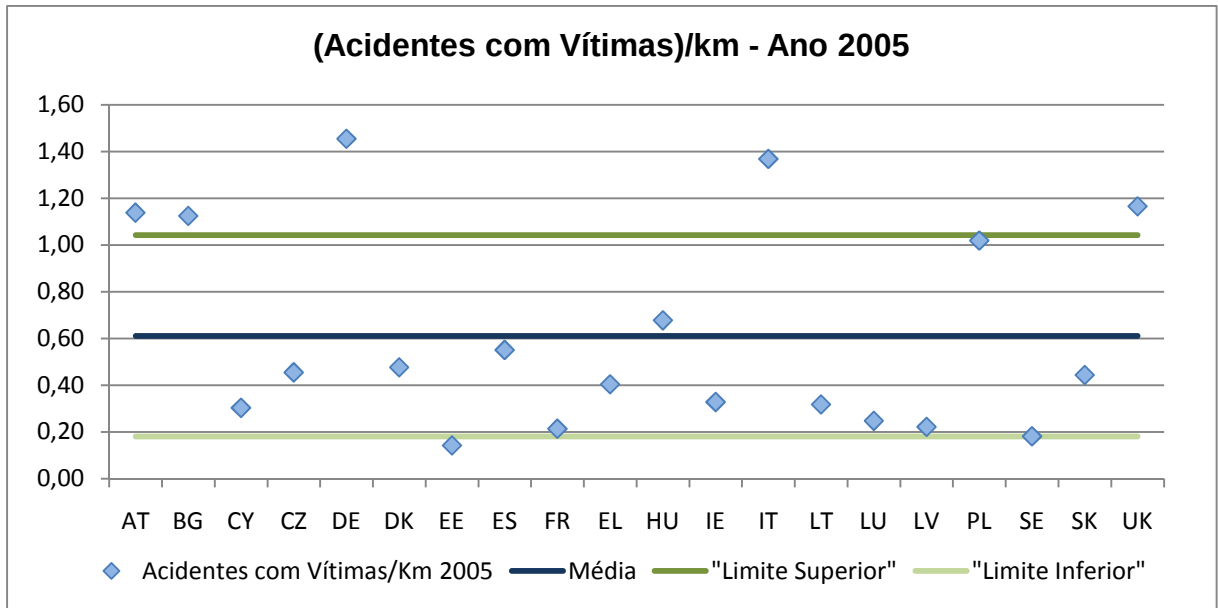
Ano 2005		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	40900	35.928	1,1384
BE	Bélgica	40370	15.681	2,5745
BG	Bulgária	8220	7.312	1,1242
CY	Chipre	1380	4.556	0,3029
CZ	República Checa	25240	55.510	0,4547
DE	Alemanha	336620	231.460	1,4543
DK	Dinamarca	5410	11.363	0,4761
EE	Estónia	2340	16.470	0,1421
ES	Espanha	91190	165.646	0,5505
FI	Finlândia	7020	26.753	0,2624
FR	França	84530	395.943	0,2135
EL	Grécia	16910	41.933	0,4033
HU	Hungria	20780	30.682	0,6773
IE	Irlanda	5590	17.060	0,3277
IT	Itália	240010	175.430	1,3681
LT	Lituânia	6770	21.328	0,3174
LU	Luxemburgo	710	2.875	0,2470
LV	Letónia	4470	20.182	0,2215
MT	Malta	850	184	4,6196
NL	Holanda	27010	12.921	2,0904
PL	Polónia	48100	47.212	1,0188
PT	Portugal	37066	15.002	2,4707
RO	Roménia	7230	79.903	0,0905
SE	Suécia	18090	99.995	0,1809
SI	Eslovénia	10510	6.394	1,6437
SK	Eslováquia	7900	17.828	0,4431
UK	Reino Unido	203710	174.789	1,1655

Média (2005)	0,8439
Desvio-Padrão (2005)	0,7364
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,5803
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,1075



	Ano 2005	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	40900	35.928	1,1384
BG	Bulgária	8220	7.312	1,1242
CY	Chipre	1380	4.556	0,3029
CZ	República Checa	25240	55.510	0,4547
DE	Alemanha	336620	231.460	1,4543
DK	Dinamarca	5410	11.363	0,4761
EE	Estónia	2340	16.470	0,1421
ES	Espanha	91190	165.646	0,5505
FR	França	84530	395.943	0,2135
EL	Grécia	16910	41.933	0,4033
HU	Hungria	20780	30.682	0,6773
IE	Irlanda	5590	17.060	0,3277
IT	Itália	240010	175.430	1,3681
LT	Lituânia	6770	21.328	0,3174
LU	Luxemburgo	710	2.875	0,2470
LV	Letónia	4470	20.182	0,2215
PL	Polónia	48100	47.212	1,0188
SE	Suécia	18090	99.995	0,1809
SK	Eslováquia	7900	17.828	0,4431
UK	Reino Unido	203710	174.789	1,1655

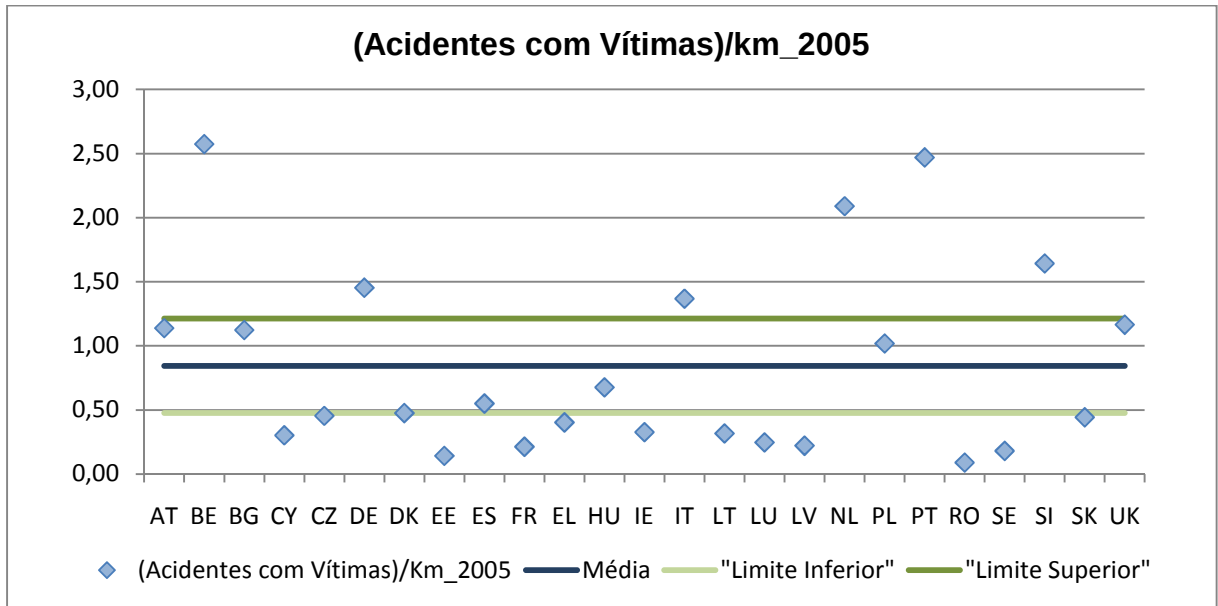
Média (2005)	0,6114
Desvio-Padrão (2005)	0,4310
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,0424
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,1803



PROPOSTA COMPLEMENTAR

	Ano 2005	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	40900	35.928	1,1384
BE	Bélgica	40370	15.681	2,5745
BG	Bulgária	8220	7.312	1,1242
CY	Chipre	1380	4.556	0,3029
CZ	República Checa	25240	55.510	0,4547
DE	Alemanha	336620	231.460	1,4543
DK	Dinamarca	5410	11.363	0,4761
EE	Estónia	2340	16.470	0,1421
ES	Espanha	91190	165.646	0,5505
FI	Finlândia	7020	26.753	0,2624
FR	França	84530	395.943	0,2135
EL	Grécia	16910	41.933	0,4033
HU	Hungria	20780	30.682	0,6773
IE	Irlanda	5590	17.060	0,3277
IT	Itália	240010	175.430	1,3681
LT	Lituânia	6770	21.328	0,3174
LU	Luxemburgo	710	2.875	0,2470
LV	Letónia	4470	20.182	0,2215
MT	Malta	850	184	4,6196
NL	Holanda	27010	12.921	2,0904
PL	Polónia	48100	47.212	1,0188
PT	Portugal	37066	15.002	2,4707
RO	Roménia	7230	79.903	0,0905
SE	Suécia	18090	99.995	0,1809
SI	Eslovénia	10510	6.394	1,6437
SK	Eslováquia	7900	17.828	0,4431
UK	Reino Unido	203710	174.789	1,1655

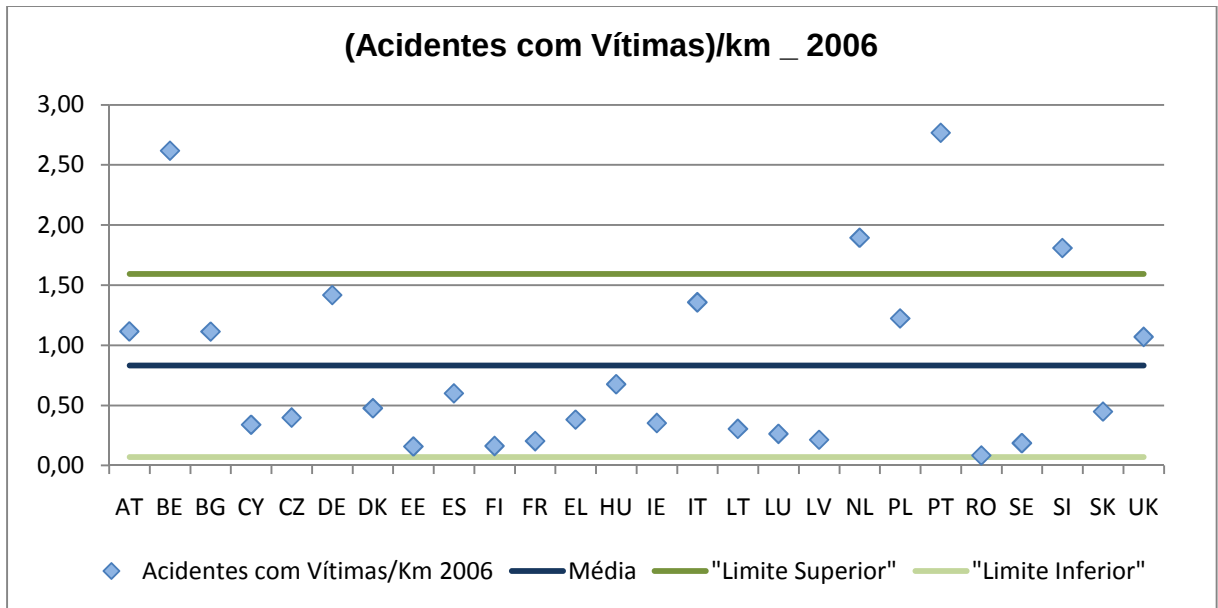
Média (2005)	0,8439
Desvio-Padrão (2005)	0,7364
" $\bar{x} + 0,5*\sigma$ "	1,2121
" $\bar{x} - 0,5*\sigma$ "	0,4757



ANEXO K – ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO – DADOS METODOLÓGICOS – ANO 2006

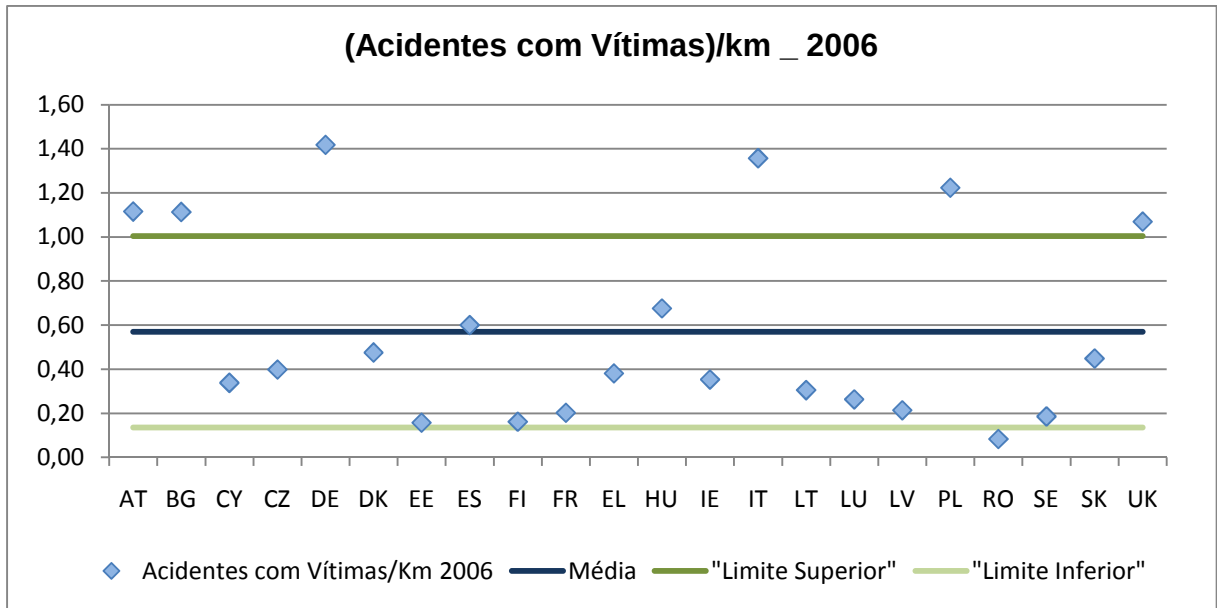
Ano 2006		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	39880	35.762	1,1152
BE	Bélgica	41110	15.697	2,6190
BG	Bulgária	8220	7.384	1,1132
CY	Chipre	1560	4.617	0,3379
CZ	República	22120	55.585	0,3979
DE	Alemanha	327980	231.359	1,4176
DK	Dinamarca	5400	11.356	0,4755
EE	Estónia	2590	16.479	0,1572
ES	Espanha	99780	166.339	0,5999
FI	Finlândia	6740	41.717	0,1616
FR	França	80310	398.265	0,2016
EL	Grécia	16020	42.109	0,3804
HU	Hungria	20980	31.058	0,6755
IE	Irlanda	6020	17.072	0,3526
IT	Itália	238120	175.442	1,3573
LT	Lituânia	6590	21.634	0,3046
LU	Luxemburgo	760	2.894	0,2626
LV	Letónia	4300	20.167	0,2132
MT	Malta	890	849	1,0483
NL	Holanda	24530	12.949	1,8944
PL	Polónia	46880	38.323	1,2233
PT	Portugal	35680	12.890	2,7680
RO	Roménia	6640	79.952	0,0830
SE	Suécia	18210	98.300	0,1852
SI	Eslovénia	11620	6.421	1,8097
SK	Eslováquia	7990	17.828	0,4482
UK	Reino Unido	187120	174.942	1,0696

Média (2006)	0,8317
Desvio-Padrão (2006)	0,7616
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,5933
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,0701



	Ano 2006	Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{Vítimas}) / km
AT	Áustria	39880	35.762	1,1152
BG	Bulgária	8220	7.384	1,1132
CY	Chipre	1560	4.617	0,3379
CZ	República Checa	22120	55.585	0,3979
DE	Alemanha	327980	231.359	1,4176
DK	Dinamarca	5400	11.356	0,4755
EE	Estónia	2590	16.479	0,1572
ES	Espanha	99780	166.339	0,5999
FI	Finlândia	6740	41.717	0,1616
FR	França	80310	398.265	0,2016
EL	Grécia	16020	42.109	0,3804
HU	Hungria	20980	31.058	0,6755
IE	Irlanda	6020	17.072	0,3526
IT	Itália	238120	175.442	1,3573
LT	Lituânia	6590	21.634	0,3046
LU	Luxemburgo	760	2.894	0,2626
LV	Letónia	4300	20.167	0,2132
PL	Polónia	46880	38.323	1,2233
RO	Roménia	6640	79.952	0,0830
SE	Suécia	18210	98.300	0,1852
SK	Eslováquia	7990	17.828	0,4482
UK	Reino Unido	187120	174.942	1,0696

Média (2006)	0,5697
Desvio-Padrão (2006)	0,4342
" $\bar{x} + \sigma$ "	1,0039
" $\bar{x} - \sigma$ "	0,1355

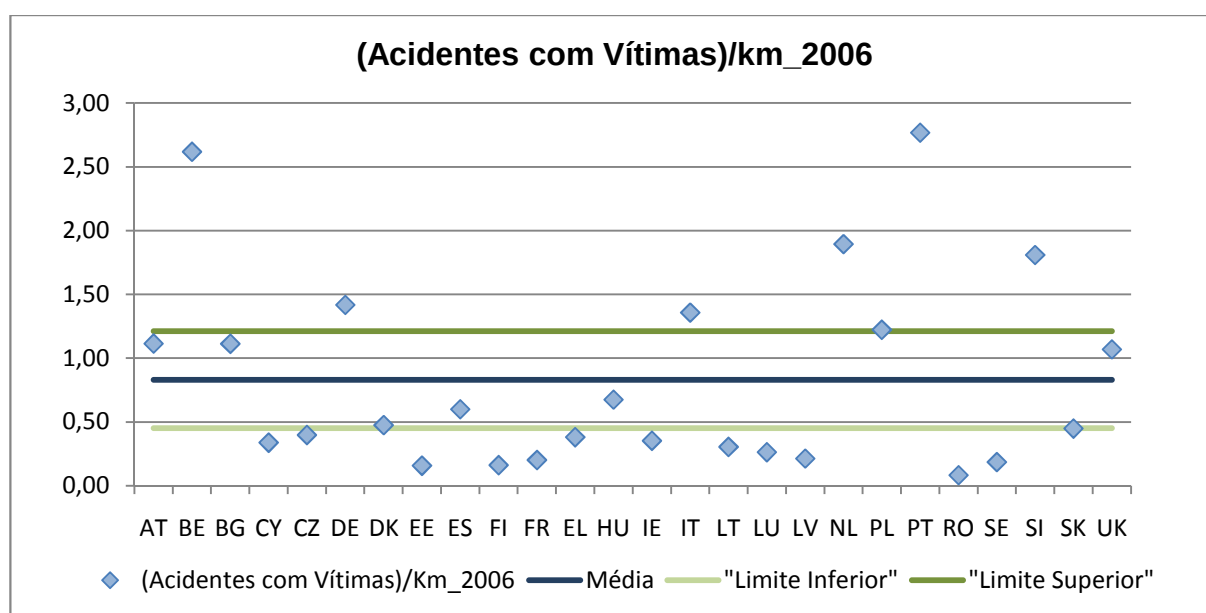


PROPOSTA COMPLEMENTAR

Ano 2006		Acidentes com Vítimas (Nº)	Extensão Total da Rede (km)	(A _{vítimas}) / km
AT	Áustria	39880	35.762	1,1152
BE	Bélgica	41110	15.697	2,6190
BG	Bulgária	8220	7.384	1,1132
CY	Chipre	1560	4.617	0,3379
CZ	República	22120	55.585	0,3979
DE	Alemanha	327980	231.359	1,4176
DK	Dinamarca	5400	11.356	0,4755
EE	Estónia	2590	16.479	0,1572
ES	Espanha	99780	166.339	0,5999
FI	Finlândia	6740	41.717	0,1616
FR	França	80310	398.265	0,2016
EL	Grécia	16020	42.109	0,3804
HU	Hungria	20980	31.058	0,6755
IE	Irlanda	6020	17.072	0,3526
IT	Itália	238120	175.442	1,3573
LT	Lituânia	6590	21.634	0,3046
LU	Luxemburgo	760	2.894	0,2626

LV	Letónia	4300	20.167	0,2132
MT	Malta	890	849	1,0483
NL	Holanda	24530	12.949	1,8944
PL	Polónia	46880	38.323	1,2233
PT	Portugal	35680	12.890	2,7680
RO	Roménia	6640	79.952	0,0830
SE	Suécia	18210	98.300	0,1852
SI	Eslovénia	11620	6.421	1,8097
SK	Eslováquia	7990	17.828	0,4482
UK	Reino Unido	187120	174.942	1,0696

Média	0,8317
Desvio-Padrão (2006)	0,7646
" $\bar{x} + 0,5 \cdot \sigma$ "	1,2140
" $\bar{x} - 0,5 \cdot \sigma$ "	0,4494



ANEXO L – FORMULAÇÃO ALTERNATIVA POSSÍVEL

VÍTIMAS MORTAIS POR QUILOMETRO

País (UE - 27)		Melhor valor	Ano correspondente
AT	Áustria	0,0204	2006
BE	Bélgica	0,0681	2006
BG	Bulgária	0,1309	2005
CY	Chipre	0,0186	2006
CZ	República Checa	0,0191	2006
DE	Alemanha	0,0220	2006
DK	Dinamarca	0,0269	2006
EE	Estónia	0,0103	2005
ES	Espanha	0,0247	2006
FI	Finlândia	0,0081	2006
FR	França	0,0118	2006
EL	Grécia	0,0394	2006
HU	Hungria	0,0417	2005
IE	Irlanda	0,0198	2003
IT	Itália	0,0323	2006
LT	Lituânia	0,0301	2000
LU	Luxemburgo	0,0124	2006
LV	Letónia	0,0202	2006
MT	Malta	Excluída da Análise	
NL	Holanda	0,0564	2006
PL	Polónia	0,1153	2005
PT	Portugal	0,0752	2006
RO	Roménia	0,0308	2005
SE	Suécia	0,0044	2005
SI	Eslovénia	0,0382	2003
SK	Eslováquia	0,0314	2005
UK	Reino Unido	0,0189	2006

País (UE - 27)		(Vítimas Mortais)/km
AT	Áustria	0,0204
CY	Chipre	0,0186
CZ	República Checa	0,0191
DE	Alemanha	0,0220
DK	Dinamarca	0,0269
EE	Estónia	0,0103
ES	Espanha	0,0247
FI	Finlândia	0,0081
FR	França	0,0118
EL	Grécia	0,0394
HU	Hungria	0,0417
IE	Irlanda	0,0198
IT	Itália	0,0323
LT	Lituânia	0,0301
LU	Luxemburgo	0,0124
LV	Letónia	0,0202
NL	Holanda	0,0564
RO	Roménia	0,0308
SI	Eslovénia	0,0382
SK	Eslováquia	0,0314
UK	Reino Unido	0,0189

Limites de Tolerância para Análise de Risco em Colisões Rodoviárias - Indicador: Vítimas Mortais por Quilómetro	
Inferior	0,0135 Vítimas Mortais/km
Superior	0,0373 Vítimas Mortais/km
Média	0,0357 Vítimas Mortais/km

ACIDENTES COM VÍTIMAS POR QUILOMETRO

País (UE - 27)		Melhor valor	Ano correspondente
AT	Áustria	1,1152	2006
BE	Bélgica	2,5745	2005
BG	Bulgária	0,9580	2003
CY	Chipre	0,3029	2005
CZ	República Checa	0,3979	2006
DE	Alemanha	1,4176	2006
DK	Dinamarca	0,4755	2006
EE	Estónia	0,0915	2000
ES	Espanha	0,5505	2005
FI	Finlândia	0,1562	2000
FR	França	0,2016	2006
EL	Grécia	0,3804	2006
HU	Hungria	0,3266	2000
IE	Irlanda	0,3277	2005
IT	Itália	1,3103	2003
LT	Lituânia	0,2724	2000
LU	Luxemburgo	0,2470	2005
LV	Letónia	0,2132	2006
MT	Malta	Excluída da Análise	
NL	Holanda	1,8944	2006
PL	Polónia	1,0188	2005
PT	Portugal	2,4553	2003
RO	Roménia	0,0830	2005
SE	Suécia	0,1581	2000
SI	Eslovénia	1,6437	2005
SK	Eslováquia	0,4431	2005
UK	Reino Unido	1,0696	2006

País (UE - 27)		(Acidentes com Vítimas)/km
AT	Áustria	1,1152
BG	Bulgária	0,9580
CY	Chipre	0,3029
CZ	República Checa	0,3979
DE	Alemanha	1,4176
DK	Dinamarca	0,4755
EE	Estónia	0,0915
ES	Espanha	0,5505
FI	Finlândia	0,1562
FR	França	0,2016
EL	Grécia	0,3804
HU	Hungria	0,3266
IE	Irlanda	0,3277
IT	Itália	1,3103
LT	Lituânia	0,2724
LU	Luxemburgo	0,2470
LV	Letónia	0,2132
PL	Polónia	1,0188
RO	Roménia	0,0830
SE	Suécia	0,1581
SK	Eslováquia	0,4431
UK	Reino Unido	1,0696

Alternativa	Limites de Tolerância para Análise de Risco em Colisões Rodoviárias - Indicador: Acidentes com Vítimas por Quilómetro
Inferior	0,1060 (Acidentes com Vítimas)/km
Superior	0,9410 (Acidentes com Vítimas)/km
Média	0,7725 (Acidentes com Vítimas)/km

ANEXO M – VÍTIMAS MORTAIS POR VEÍCULO - QUILOMETRO (ANOS 2000 E 2003)

Ano 2000		Vítimas Mortais (Nº)	Veículo- Quilómetro (10 ⁸)	(Vítimas Mortais)/(VKm)
BE	Bélgica	1470	910,40	1,6147
BG	Bulgária	1012	639,00	1,5837
CZ	República Checa	1486	404,90	3,6700
DE	Alemanha	7503	6633,02	1,1312
DK	Dinamarca	498	463,84	1,0737
EE	Estónia	204	64,41	3,1675
ES	Espanha	5777	1049,93	5,5023
FI	Finlândia	396	467,10	0,8478
FR	França	8079	5257,87	1,5366
IE	Irlanda	418	305,79	1,3670
LV	Letónia	635	75,78	8,3795
NL	Holanda	1082	1266,60	0,8543
PL	Polónia	6294	385,48	16,3277
SE	Suécia	591	696,68	0,8483
SI	Eslovénia	313	92,90	3,3692
SK	Eslováquia	628	16,10	39,0062
UK	Reino Unido	3580	4783,76	0,7484

Ano 2003		Vítimas Mortais (Nº)	Veículo- Quilómetro (10 ⁸)	(Vítimas Mortais)/(VKm)
BE	Bélgica	1214	930,80	1,3043
BG	Bulgária	960	896,00	1,0714
CZ	República Checa	1447	456,86	3,1673
DE	Alemanha	6613	6821,61	0,9694
DK	Dinamarca	432	447,03	0,9664
EE	Estónia	164	74,17	2,2113
ES	Espanha	5400	1108,26	4,8725
FI	Finlândia	379	497,90	0,7612
FR	França	6058	5569,00	1,0878
HU	Hungria	1326	349,39	3,7952
LT	Lituânia	709	114,30	6,2030
LV	Letónia	532	86,66	6,1387
NL	Holanda	1028	1799,00	0,5714
PL	Polónia	5640	507,16	11,1208
SE	Suécia	529	714,17	0,7407
SI	Eslovénia	242	103,07	2,3479
SK	Eslováquia	645	15,69	41,1090
UK	Reino Unido	3658	5033,18	0,7268

ANEXO N – AUXILIARES DA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DAS CURVAS F-N**DADOS DA SINISTRALIDADE PARA A EXTENSÃO TOTAL DA REDE**

	Acidentes com Mortos			Extensão Rede Nacional	(Acidentes com Mortos) / km	(Vítimas Mortais) / km
		A 30 dias	%*			
1999	1582	1803	-3,9	11991	0,1504	0,1664
2000	1450	1653	-8,3	11837	0,1396	0,1569
2001	1316	1500	-9,2	12010	0,1249	0,1392
2002	1323	1508	0,5	12399	0,1216	0,1351
2003	1222	1393	-7,6	12589	0,1107	0,1228
2004	1024	1167	-16,2	12689	0,0920	0,1020
2005	988	1126	-3,5	12661	0,0890	0,0985
2006	786	896	-20,4	12890	0,0695	0,0752
2007	765	872	-2,7	12902	0,0676	0,0755
2008	721	822	-5,8	12902	0,0637	0,0601

DETERMINAÇÃO DE K E δ PARA A EXTENSÃO TOTAL DA REDE ANO A ANO

Ano	Valores de "k"	δ	Ve*
1999	2,4160	0,3777	0,4405
2000	2,4040	0,3837	0,4089
2001	2,4106	0,3804	0,3658
2002	2,4131	0,3792	0,3562
2003	2,4143	0,3788	0,3242
2004	2,5979	0,3784	0,2695
2005	2,4161	0,3778	0,2607
2006	2,4338	0,3692	0,2036
2007	2,4089	0,3811	0,1980
2008	2,5429	0,3223	0,1866
Média		0,3729	

DETERMINAÇÃO CONSTANTE “A” PARA AUTO-ESTRADA; ESTRADA NACIONAL E CONTEXTO DA UNIÃO EUROPEIA

		Ve	δ	Ve*	A
Auto-Estrada	Inferior	0,0177	0,3729	0,0475	0,0162
	Superior	0,0824	0,3729	0,2210	0,0755
Estrada Nacional	Inferior	0,0302	0,3729	0,0810	0,0277
	Superior	0,1407	0,3729	0,3773	0,1288
União Europeia	Inferior	0,0116	0,3729	0,0311	0,0106
	Superior	0,0541	0,3729	0,1451	0,0495