



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Aplicação de SIG para Localização e Auxílio ao Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano

Pedro Fernando da Costa Figueiredo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Sistemas de Informação Geográfica
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof.^a Doutora Bertha Maria Batista dos Santos

Covilhã, Outubro de 2010

Agradecimentos

Este espaço é dedicado a todos aqueles que, directa ou indirectamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, em especial:

À Professora Bertha Santos, pela orientação, disponibilidade e debate de ideias.

À EP – Estradas de Portugal, S.A. e à Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária pela colaboração que permitiu reunir as condições necessárias para a realização deste trabalho.

À Teresa, pela compreensão, apoio e incentivo ao longo de todo o percurso.

Resumo

Apesar das medidas e políticas em matéria de segurança rodoviária, os acidentes continuam a representar um grave problema da actualidade, quer na perspectiva económica devido aos avultados custos e recursos envolvidos, quer na perspectiva social, tendo em conta o número de vidas humanas perdidas a cada ano. Os custos tangíveis e intangíveis em causa são, de facto, inaceitáveis em qualquer sociedade moderna. Por essa razão, o tema da segurança rodoviária tem hoje um estatuto importante e prioritário, não só para as diversas entidades competentes, como também para o simples utente das estradas. A urgência económica e social desta problemática justifica o desenvolvimento de novas abordagens e intervenções técnicas especializadas com vista à redução da sinistralidade rodoviária.

No presente trabalho é realizada uma georreferenciação dos acidentes rodoviários, através da aplicação de um sistema de informação geográfica (SIG), com base em *routes* criadas a partir da rede viária interurbana do distrito da Guarda e da identificação da estrada e do ponto quilométrico da ocorrência dos acidentes.

Ainda recorrendo à aplicação de SIG, são realizadas várias análises a partir da informação obtida na georreferenciação, identificando os locais de ocorrência de acidentes, nomeadamente pontos negros e zonas de acumulação de acidentes, zonas de sinistralidade frequente e zonas cinzentas.

Os resultados das análises realizadas são posteriormente usados para a produção de conteúdos cartográficos com o intuito de permitir a fácil identificação e interpretação dos locais de ocorrência de acidentes.

Palavras-Chave: sinistralidade rodoviária, georreferenciação, base de dados, routes, SIG

Abstract

In spite of increased safety measures and policies, road accidents are still a serious problem, both economically—due to high cost and resources involved, and socially—taking into account the number of lives that are lost every year. The tangible and intangible costs involved are unacceptable in any modern society. Thus, road safety continues to be an area of intense concern, not only to the authorities and various non-governmental entities, but to drivers, passengers, and pedestrians. The economic and social urgency of this issue fully justifies the development of new approaches and specialized technical interventions focused on reducing traffic accidents.

This paper addresses the practice of geo-referencing of traffic accidents through the use of a geographic information system (GIS), based on routes created from the interurban road network in the district of Guarda, as well as the identification of both the street and the kilometer at which the accident occurred.

The information derived from the geo-referencing using the GIS application was analyzed so as to identify accident locales, namely dark points, and areas of accident accumulation, areas of frequent traffic accidents and grey areas.

The results of the analyses were employed to produce cartographic data in order to allow an easy visualization and interpretation of accident locales.

Key words: traffic accidents, geo-referencing, database, routes, GIS

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice.....	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Índice de Gráficos.....	xiii
Acrónimos e Siglas.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Introdução e Objectivo do Trabalho	1
1.2. Organização do Documento.....	1
2. Sinistralidade Rodoviária e Políticas de Segurança.....	3
2.1. A Segurança Rodoviária.....	3
2.2. Europa	5
2.3. Portugal	7
2.3.1. Plano Nacional de Prevenção Rodoviária.....	8
2.3.2. Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária.....	11
2.3.3. ENSR vs PNPR	15
2.4. Distrito da Guarda	19
3. Aplicação de SIG para Localização e Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano - Metodologia Empregue.....	23
4. Desenvolvimento e Implementação do SIG – O Caso da Rede Rodoviária Interurbana do Distrito da Guarda.....	27
4.1. Distrito da Guarda	27
4.2. Rede Viária	27

4.3. Tratamento de Dados.....	28
4.3.1. Dados Vectoriais.....	28
4.3.2. Calibração das Estradas.....	30
4.3.3. Dados Alfanuméricos	32
4.3.4. Validação dos dados.....	35
4.3.5. Estradas beneficiadas.....	38
4.4. Análise da Sinistralidade.....	39
4.4.1. Pontos negros.....	39
4.4.2. Zonas de acumulação de acidentes.....	42
4.4.3. Zonas de sinistralidade frequente.....	53
4.4.4. Zonas Cinzentas.....	60
4.4.5. Cartografia temática.....	61
5. Conclusões	63
6. Referências Bibliográficas	67
7. Anexos.....	69

Índice de Figuras

Figura 1 – Factores associados às causas de acidentes rodoviários	4
Figura 2 – Níveis de actuação do PNPR.....	10
Figura 3 – Grupos e factores de risco no contexto da sinistralidade rodoviária.....	13
Figura 4 – Objectivos estratégicos	14
Figura 5 – Erros de levantamento (GPS)	29
Figura 6 – Simplificação no processo de levantamento ou digitalização.....	29
Figura 7 – Beneficiação de estrada	29
Figura 8 – Exemplo de uma análise <i>Strip</i>	40
Figura 9 – Exemplo de uma análise <i>Sliding Scale</i>	40
Figura 10 – Zona de acumulação de acidentes – A25	45
Figura 11 – Zona de acumulação de acidentes – EN102.....	47
Figura 12 – Zona de acumulação de acidentes – EN226.....	49
Figura 13 – Zona de acumulação de acidentes – EN233.....	51
Figura 14 – Buffers de 250 metros efectuados aos acidentes rodoviários.....	54
Figura 15 – Intersecção dos buffers efectuados aos acidentes	55
Figura 16 – Operação de <i>clip</i> efectuada à estrada com a área de intersecção.....	55
Figura 17 – Buffer efectuado ao troço de estrada obtido pela operação de <i>clip</i>	57
Figura 18 – Identificação de secções de sinistralidade frequente com a função <i>Locate Features Along Routes</i>	57
Figura 19 – Zona de acidentes frequentes.....	58
Figura 20 – Natureza e factores condicionantes dos acidentes.....	62

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Previsão e distribuição da população portuguesa.....	16
Tabela 2 – Vítimas mortais por milhão de habitantes (CARE/INE)	18
Tabela 3 – Descrição dos campos dos registos	34
Tabela 4 – Registo de acidente	35
Tabela 5 - Registo de acidente	37
Tabela 6 – Estradas beneficiadas	38
Tabela 7 – Zonas de acumulação de acidentes com 5 ou mais acidentes	43
Tabela 8 – Zonas de acumulação de acidentes – A25.....	45
Tabela 9 – Zonas de acumulação de acidentes – EN102.....	47
Tabela 10 – Zonas de acumulação de acidentes – EN226	49
Tabela 11 – Zonas de acumulação de acidentes – EN233	51
Tabela 12 – Zonas de acumulação de acidentes excluindo feridos ligeiros.....	53
Tabela 13 – Zonas de sinistralidade frequente (2005-2008)	58
Tabela 14 – Zonas de sinistralidade frequente (2006-2008)	59
Tabela 15 – Zonas cinzentas.....	60

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Variação percentual do número de vítimas mortais por milhão de habitantes na UE (2001-2008).....	6
Gráfico 2 – Evolução do número de vítimas mortais por milhão de habitantes em Portugal e média europeia.....	7
Gráfico 3 – Evolução das vítimas mortais e medidas de segurança rodoviária	8
Gráfico 4 – Evolução do número de vítimas mortais em Portugal	10
Gráfico 5 – Evolução do número de feridos graves em Portugal.....	11
Gráfico 6 – PNPR vs ENSR – Valores da sinistralidade portuguesa e objectivos a atingir.....	17
Gráfico 7 – Vítimas mortais e feridos graves por distrito (2009).....	19
Gráfico 8 – Evolução do número de vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda (1999-2009).....	20
Gráfico 9 – Vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda / local de ocorrência dos sinistros (2009)	20
Gráfico 10 – Vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda em função do tipo de estrada (2009).....	21
Gráfico 11 – Vítimas mortais e feridos graves por concelhos do distrito da Guarda (2009).....	21

Acrónimos e Siglas

ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
BEAV	Boletim Estatístico de Acidentes de Viação
CARE	Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários
DVG	Direcção Geral de Viação
EN	Estrada Nacional
ENSR	Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária
EP	EP - Estradas de Portugal, S.A.
Eurostat	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
GIS	Geographic Information System
GPS	Sistema de Posicionamento Global
INE	Instituto Nacional de Estatística
IP	Itinerário Principal
PNPR	Plano Nacional de Prevenção Rodoviária
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UE	União Europeia

1. Introdução

1.1. *Introdução e Objectivo do Trabalho*

O presente trabalho consiste na aplicação de um SIG para localização e auxílio ao diagnóstico da sinistralidade rodoviária em meio interurbano, tendo como caso de aplicação o distrito da Guarda. O objectivo é, assim, identificar e localizar os acidentes rodoviários ocorridos nas estradas interurbanas, mais especificamente em Estradas Nacionais e Auto-Estradas, de forma a criar documentação cartográfica que caracterize a sinistralidade rodoviária, facilite a sua percepção e apoie a tomada de decisão.

Actualmente, a informação que existe relativamente à sinistralidade rodoviária por parte das entidades oficiais competentes baseia-se em bases de dados que reúnem os registos dos acidentes ocorridos. Estes registos têm origem nos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV), documentos que são preenchidos pelas autoridades no local das ocorrências. Neste processo, a ocorrência é apenas localizada em termos da identificação da estrada e do quilómetro, não sendo identificadas as respectivas coordenadas geográficas ou cartográficas. Outro ponto a destacar é que, à data, as entidades oficiais não disponibilizam qualquer representação cartográfica dos acidentes rodoviários.

A percepção da existência destas lacunas e o contributo que a sua colmatação poderá ter no auxílio ao diagnóstico da sinistralidade rodoviária determinaram o ponto de partida para este trabalho. Neste sentido, foram definidos dois objectivos principais: a determinação das coordenadas dos acidentes ocorridos em meio interurbano no distrito da Guarda (georreferenciação); e a análise espacial e temporal da sinistralidade rodoviária.

1.2. *Organização do Documento*

Estruturalmente, o presente documento está dividido em cinco capítulos, sendo realizada neste primeiro capítulo a introdução ao tema do trabalho e a apresentação dos objectivos a atingir com o mesmo. Segue-se uma descrição sumária da estrutura e organização do trabalho.

No segundo capítulo aborda-se a questão da sinistralidade rodoviária e apresentam-se dados estatísticos para enquadramento da situação na Europa, em Portugal e no distrito da Guarda. São ainda revistas as políticas de segurança desenvolvidas, nomeadamente o Plano Nacional de

Prevenção Rodoviária e a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária, referindo-se os objectivos e metas propostas no sentido da prevenção e combate à sinistralidade rodoviária em Portugal.

A metodologia empregue para aplicação do SIG para localização e diagnóstico da sinistralidade rodoviária em meio interurbano é descrita no capítulo três.

O capítulo quatro, por sua vez, apresenta o caso da rede rodoviária interurbana do distrito da Guarda e descreve o processo de desenvolvimento e implementação do SIG. Neste sentido, é apresentada a caracterização e criação da rede viária, seguindo-se a enumeração e explicação das várias etapas seguidas no tratamento dos dados. Posteriormente são descritas as etapas de análise da sinistralidade e da elaboração de conteúdos cartográficos com vista à identificação e visualização de pontos negros, zonas de acumulação de acidentes, zonas de sinistralidade frequente e zonas cinzentas.

Por último, as conclusões gerais do trabalho são expostas no capítulo cinco. Assim, para além de se destacar o papel determinante das aplicações SIG na localização e diagnóstico da sinistralidade rodoviária, são feitas também algumas considerações a respeito das discrepâncias verificadas nos BEAV e da respectiva forma de minimizar o problema. Posteriormente, são apresentados os resultados obtidos no âmbito das análises realizadas, cuja produção cartográfica pode ser consultada nos anexos.

2. Sinistralidade Rodoviária e Políticas de Segurança

É possível afirmar que o aumento da mobilidade, apesar de constituir um aspecto positivo da sociedade actual, tem consequências directas na segurança rodoviária tendo em conta o número de acidentes de viação registados. De facto, é importante que o número de acidentes não surja como consequência da tendência crescente da mobilidade, até porque estes representam custos elevados para a sociedade.

A ideia de que a segurança rodoviária é um problema exclusivo dos governos é errada. De facto, apesar de se tratar de um assunto público, todos os utentes das vias constituem um potencial perigo para os próprios e para os outros. Nesta perspectiva, a segurança rodoviária é um problema que diz respeito a todos os cidadãos e, portanto, todos os utentes das estradas são responsáveis pela segurança rodoviária.

2.1. A Segurança Rodoviária

Segundo o preâmbulo da Carta Europeia da Segurança Rodoviária, "(...) as acções em prol da segurança rodoviária têm um custo extremamente baixo em relação ao custo humano, social e económico da insegurança rodoviária (...)".

Na perspectiva económico-social da sociedade moderna, os números de vítimas e acidentes rodoviários são considerados inaceitáveis. Por essa razão, o tema da segurança rodoviária tem hoje um estatuto importante e prioritário, não só para as diversas entidades competentes, como também para o simples utente das estradas. A urgência social e económica desta problemática justifica a determinação de novas abordagens e intervenções técnicas especializadas com vista à redução da sinistralidade em ambiente rodoviário.

O acidente de viação é definido como uma ruptura no equilíbrio de um sistema no qual o utente tem que continuamente responder positivamente às exigências que lhe são apresentadas pelo ambiente rodoviário através da sua competência e do seu comportamento (Ministério da Administração Interna, 2003, p. 10).

Já segundo a ANSR, um acidente é 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 (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2010, p. 3).

Por outras palavras, a sinistralidade em ambiente rodoviário caracteriza-se como uma realidade complexa dada a existência de inúmeros factores e circunstâncias que, no seu conjunto, provocam o acidente.

As causas dos acidentes e a redução efectiva da sinistralidade rodoviária estão geralmente associadas a três factores: o utente, o ambiente rodoviário e o veículo (Figura 1).

A análise da sinistralidade não pode, assim, desagregar os elementos do sistema Homem, máquina e infra-estrutura. Neste sistema, os utentes (Homem), além de infracções, têm comportamentos inadequados e cometem erros. A via, ou o ambiente rodoviário onde o utente se movimenta (infra-estrutura), desempenha igualmente um papel determinante para a redução da sinistralidade rodoviária, não devendo esta apresentar dificuldades ao utente, mas sim induzir comportamentos adequados. Neste aspecto, são exemplos de contribuição negativa a existência de vias mal concebidas, mal sinalizadas e com manutenção deficiente. Por último, os veículos (máquina) e o aumento dos equipamentos de segurança, para além de desempenharem um papel importante na prevenção do acidente, representam igualmente um papel relevante na redução das suas consequências.

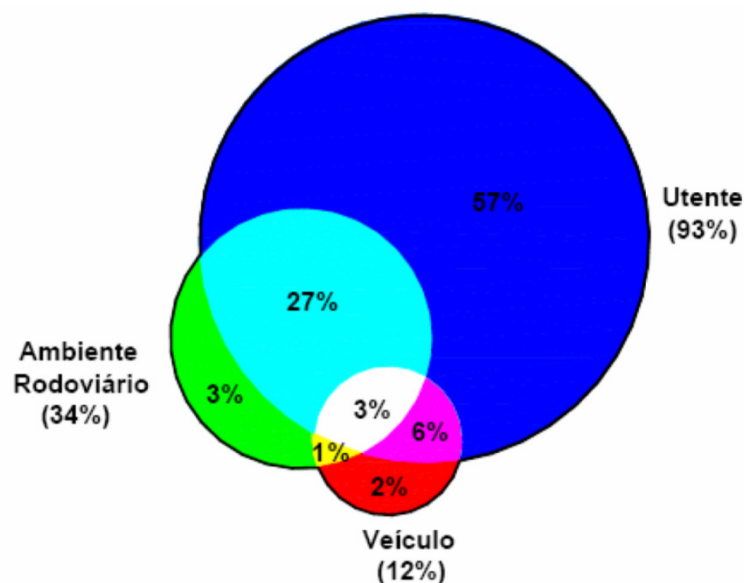


Figura 1 – Factores associados às causas de acidentes rodoviários
(Alves, 2008, p. 2)

O utente assume-se como o vértice mais importante deste sistema, na medida em que é responsável por diversos aspectos no âmbito da sinistralidade rodoviária, nomeadamente: o desrespeito pelas distâncias de segurança; o excesso de velocidade; as ultrapassagens perigosas; a não adequação da velocidade às condições da via, climatéricas, de visibilidade, e de tráfego, entre muitos outros.

Assim, “A sinistralidade rodoviária é o resultado do desempenho dos utentes e do ambiente rodoviário.” (Ministério da Administração Interna, 2003, p. 72).

Efectivamente, o comportamento do condutor é um aspecto incontornável para a redução dos níveis de sinistralidade rodoviária. A eficácia de medidas de combate a este problema dependerá sempre, em grande parte, da conduta de cada cidadão e da forma como a sociedade reage a comportamentos inadequados.

2.2. Europa

A resposta dos membros da União Europeia ao desafio da segurança rodoviária consiste numa estratégia comum, com iniciativas e acções concretas, com vista ao aumento da consciência sobre a necessidade de reduzir os acidentes mortais nas estradas europeias e, também, à adequada avaliação dos resultados obtidos.

“A batalha contra a insegurança rodoviária exige que a União Europeia se dote de um objectivo ambicioso de redução do número de mortos entre 2000 e 2010. A Comissão tenciona federar os esforços em torno do objectivo de reduzir o número de mortos na estrada para metade durante este período. ” (Comissão Europeia, 2001, p. 72)

No que diz respeito aos esforços europeus para melhorar a situação rodoviária europeia, a Comissão Europeia tem assumido um papel essencial.

O Livro Branco sobre Política Europeia de Transportes (Comissão Europeia, 2001) propôs o objectivo ambicioso de todos os anos, até 2010, salvar 25 000 vidas nas estradas europeias. Este objectivo foi posteriormente aprovado pelo Parlamento Europeu e por todos os Estados-Membros que, em conjunto, redigiram em Janeiro de 2004 uma carta denominada *Carta Europeia de Segurança Rodoviária*.

Esta Carta marca uma nova fase no compromisso da União Europeia com a segurança rodoviária. Com o principal objectivo de promover a segurança rodoviária na Europa, esta iniciativa permite que todas as organizações da sociedade civil assumam um compromisso, directo e decisivo, de partilha e implementação de medidas e princípios concretos que, globalmente, contribuam para uma maior visibilidade do problema. Trata-se, portanto, de uma plataforma participativa europeia que permite que empresas, organismos públicos e entidades da sociedade civil partilhem ideias e práticas em toda a Europa, para que todos possam aprender uns com os outros e se inspirem em prol da missão de, até 2010, reduzir para metade o número de mortes nas estradas europeias.

Quanto aos números da sinistralidade na União Europeia, e considerando as metas propostas no Livro Branco sobre Política Europeia de Transportes (reduzir a sinistralidade em 50% até 2010), verifica-se que o objectivo não está a ser atingido. Efectivamente, de acordo com os dados disponibilizados pela Base de Dados Europeia de Acidentes Rodoviários (CARE), entre 2001 e 2008 apenas se reduziu a sinistralidade em 31% (Gráfico 1). Antevêem-se, por conseguinte, grandes dificuldades em atingir a meta proposta, já que isso implicaria uma diminuição de aproximadamente 20% no restante período.

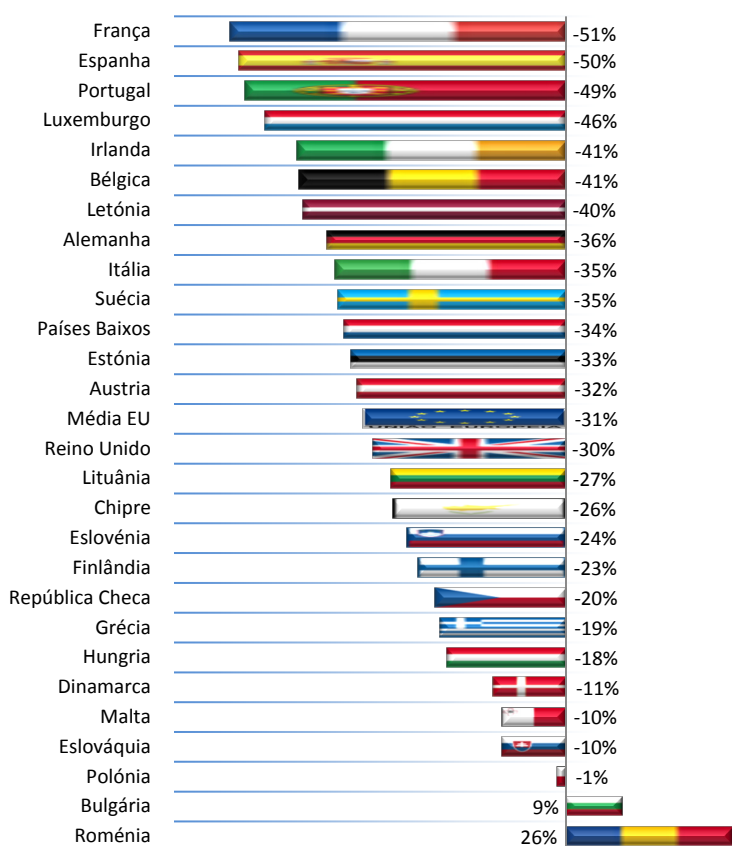


Gráfico 1 – Variação percentual do número de vítimas mortais por milhão de habitantes na UE (2001-2008) (CARE)

Neste gráfico, destaca-se a posição de Portugal, que surge como o terceiro país da União Europeia com a maior diminuição percentual no número de vítimas mortais por milhão de habitantes, no período entre 2001 e 2008.

2.3. Portugal

Segundo os dados disponibilizados pela CARE, ao longo dos últimos anos Portugal tem vindo a aproximar-se da média europeia em termos de vítimas mortais por milhão de habitantes (Gráfico 2). Tendo em conta a tendência verificada, é expectável que Portugal consiga posicionar-se abaixo da média da sinistralidade rodoviária europeia.

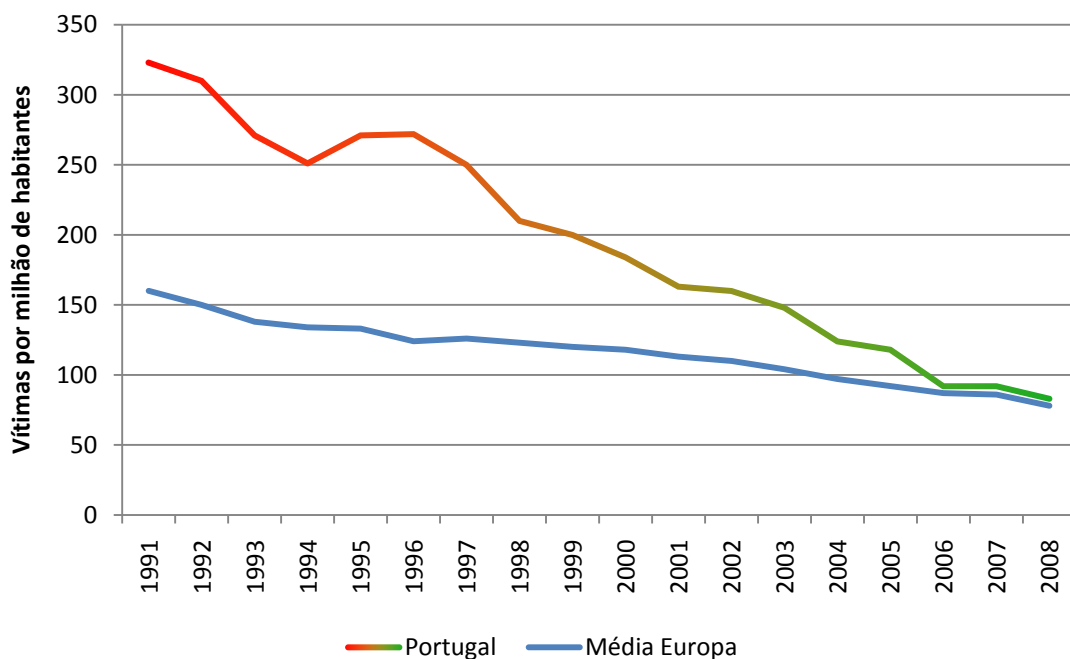


Gráfico 2 – Evolução do número de vítimas mortais por milhão de habitantes em Portugal e média europeia (CARE)

É possível afirmar que Portugal tem apostado em várias iniciativas e políticas de segurança ao longo das últimas décadas, no sentido de combater a sinistralidade rodoviária. O Gráfico 3 evidencia o impacte positivo dessas medidas no número de vítimas mortais.

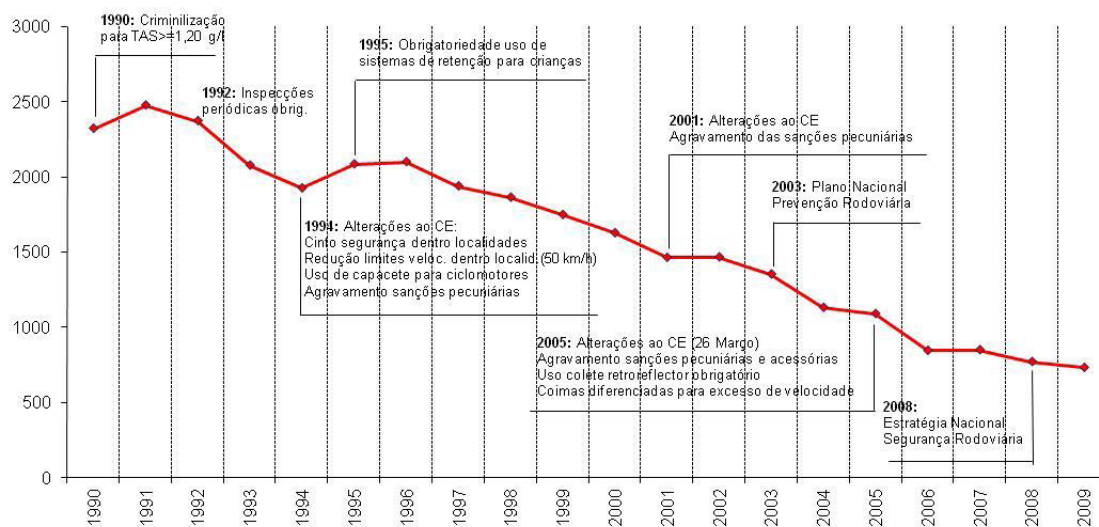


Gráfico 3 – Evolução das vítimas mortais e medidas de segurança rodoviária
(Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2010, p. 6)

2.3.1. Plano Nacional de Prevenção Rodoviária

O Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (PNPR), aprovado em 2003, surgiu como resposta à elevada sinistralidade rodoviária registada em Portugal. À data, morriam em Portugal “(...) em média, por dia, em consequência de acidentes de viação, cerca de quatro pessoas e ficam feridas perto de cento e cinquenta e cinco, das quais 8,5% em estado grave.” (Ministério da Administração Interna, 2003, p. 3).

Perante o grau de complexidade associado à questão da sinistralidade rodoviária e às diversas áreas de actuação envolvidas no seu combate, o Conselho Nacional de Segurança Rodoviária levou a cabo a elaboração de “(...) um plano integrado, técnico e cientificamente fundamentado, com metas quantificadas para horizontes temporais bem definidos, como suporte das acções a empreender.” (Ministério da Administração Interna, 2003, p. 3).

Neste seguimento, é criada uma Comissão Técnica Coordenadora, composta por diversas entidades e organizações ligadas à segurança rodoviária, com o objectivo de criar as bases necessárias para a elaboração do Plano Nacional de Prevenção Rodoviária. Este plano técnico vem apresentar como objectivo a “(...) substancial melhoria da situação do País em termos de segurança rodoviária, visando concretamente uma redução de 50% do número de mortos e feridos graves até ao ano 2010, a partir das mesmas bases propostas pela Comissão Europeia,

ou seja, com referência à média de sinistralidade dos anos de 1998 a 2000.” (Ministério da Administração Interna, 2003, p. 5).

Segundo o PNPR, são identificados vários factores condicionantes da segurança rodoviária em Portugal, nomeadamente:

- Comportamentos inadequados, a vários níveis, por parte dos diferentes utentes da infra-estrutura rodoviária, com frequentes violações do Código da Estrada;
- Falta de educação cívica de uma parte significativa dos condutores, agravada pela sensação de impunidade, resultante da pouca eficácia do circuito fiscalização/notificação/decisão/punição do infractor;
- Deficiente coordenação nas actividades das várias entidades (públicas e privadas) com responsabilidades de intervenção no sistema rodoviário e na respectiva segurança;
- Insuficiente conhecimento das causas da sinistralidade;
- Insuficiente preparação técnica de parte dos intervenientes no sistema em causa;
- Infra-estrutura rodoviária com deficiências de vária ordem nas diferentes fases do respectivo ciclo de vida, nomeadamente no que respeita a inconsistências ao nível do projecto, falta de qualidade na construção, tratamento inadequado da área adjacente à faixa de rodagem e deficiências na conservação, incluindo as referentes à manutenção de equipamentos de segurança. Neste contexto, pode considerar-se grave a situação de obras rodoviárias onde se detecta, com elevada frequência, quer a falta de sinalização e de diversos equipamentos de segurança, quer a sua deficiente instalação;
- Dificuldades no sistema de processamento das contra-ordenações;
- Insuficiente empenhamento do sistema educativo na educação rodoviária das crianças e jovens;
- Sistema de formação e avaliação de condutores inadequado;
- Insuficiente coordenação na promoção de campanhas de informação/sensibilização dos utentes;
- Benevolente sancionamento dos infractores pelas autoridades judiciais.

Enquanto instrumento estratégico para o decréscimo dos níveis de sinistralidade, e de forma a atingir um nível de actuação estrutural e operacional, o PNPR vem definir dois níveis de actuação (Figura 2).

Nível Estrutural	Nível Operacional
<ul style="list-style-type: none">•Educação contínua do utente•Ambiente rodoviário seguro•Quadro legal e sua aplicação	<ul style="list-style-type: none">•Velocidades praticadas mais seguras•Maior segurança para os peões•Maior segurança para os utentes de veículos de duas rodas•Combate à condução sob a influência do álcool e drogas•Combate à fadiga na condução•Mais e melhor utilização de dispositivos de segurança•Menor sinistralidade envolvendo veículos pesados•Infra-estrutura rodoviária mais segura•Melhor socorro às vítimas de acidente

Figura 2 – Níveis de actuação do PNPR

Assim, o objectivo do PNPR de reduzir em 50% o número de mortos e feridos graves até ao ano 2010 foi, na altura, considerado uma meta ambiciosa. Contudo, findo o período de abrangência do plano (final de 2009), verificou-se que o número de vítimas mortais foi inferior em 137 vítimas em relação à meta inicialmente proposta, representando uma variação de -16% em relação à redução do número de vítimas mortais proposta (Gráfico 4).

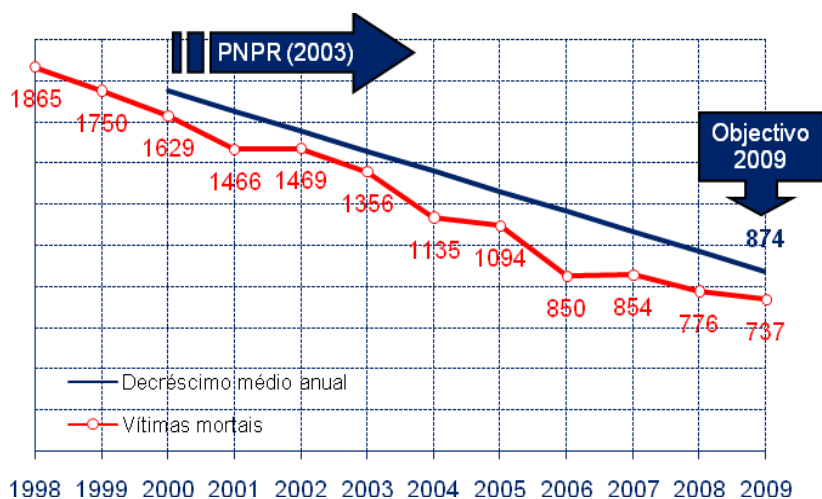


Gráfico 4 – Evolução do número de vítimas mortais em Portugal
(Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2010, p. 4)

A diferença entre as metas propostas e os resultados obtidos foi ainda mais significativa para os valores dos feridos graves que apresentaram uma variação de -31%, correspondente a menos 1175 feridos graves em relação à meta proposta (Gráfico 5).

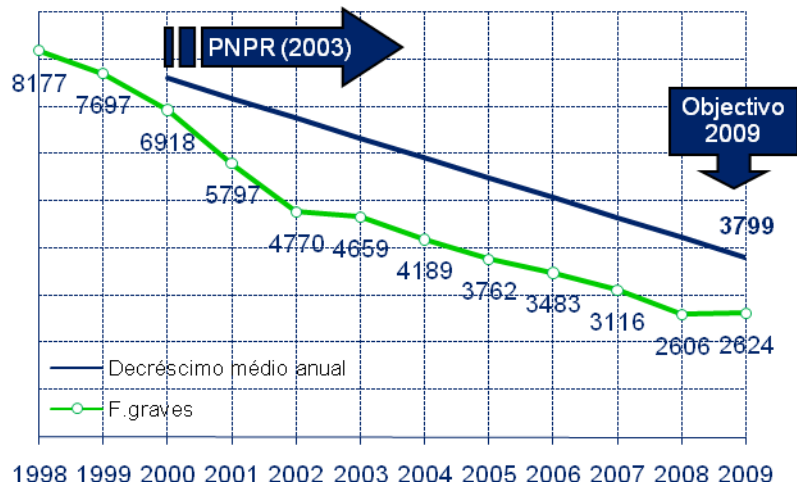


Gráfico 5 – Evolução do número de feridos graves em Portugal
(Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2010, p. 4)

2.3.2. Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária

No âmbito da implementação do Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado, a actividade administrativa relacionada com a segurança rodoviária sofreu uma grande reestruturação. A Direcção-Geral de Viação (DGV) foi extinta e foi criada uma nova entidade com competência nas áreas da prevenção e segurança rodoviária e na aplicação do direito contra-ordenacional rodoviário. Esta foi a origem da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) (Loureiro, s.d.).

A ANSR foi formalmente criada na Lei Orgânica do Ministério da Administração Interna (Decreto-Lei 203/2006, de 27 de Outubro) e surge como um novo organismo, fortemente alicerçado nas novas tecnologias e na utilização de meios informáticos, com a missão de planear e coordenar as políticas nacionais em matéria de segurança rodoviária, assumindo o papel do estado nas questões da circulação e segurança rodoviária. A ANSR vem assim acumular numa única entidade as competências transitadas da extinta DGV e dos extintos Conselho Nacional de Segurança Rodoviária e Comissões Distritais de Segurança Rodoviária, assegurando a coordenação da política de combate à sinistralidade rodoviária.

A actividade da ANSR iniciou-se no dia 1 de Maio de 2007 com o assegurar progressivo das funções das entidades extintas, processo que ficou concluído a 31 de Outubro de 2007 com a extinção da DGV. Desde esta data, a ANSR centraliza a função de concepção e implementação de medidas de prevenção, sensibilização e fiscalização de comportamentos rodoviários responsáveis pela sinistralidade rodoviária.

Nesta linha de actuação, considerando que a meta assumida pelo Plano Nacional de Prevenção Rodoviária (2003) de reduzir em 50% o número de mortos e feridos graves até ao ano 2010 foi atingida antes do fim desse período, e ainda de acordo com as Grandes Opções do Plano para 2008, no âmbito da Segurança Rodoviária (Lei n.º 31/2007 de 10 de Agosto), surge em 2008 a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária (ENSR) para o período de 2008-2015, que considera uma monitorização intermédia dos resultados prevista para 2011. O objectivo desta estratégia é o de reforçar o decréscimo dos números da sinistralidade rodoviária em Portugal que recebeu, a 23 de Junho de 2008, o prémio atribuído pelo European Transport Safety Council por ter sido o segundo país que mais reduziu a mortalidade nas estradas no período compreendido entre 2001 e 2007.

De acordo com a ENSR, o objectivo qualitativo consiste em colocar Portugal entre os dez países da União Europeia com mais baixa sinistralidade rodoviária. Já em termos quantitativos, pretende-se colocar a sinistralidade rodoviária portuguesa, até 2011, em 78 mortos por milhão de habitantes, o que corresponde a uma redução de 14,3% (base 2006), e melhorar esse mesmo indicador para que, já em 2015, se alcancem os 62 mortos por milhão de habitantes, o que equivale a uma redução de 31,9% (base 2006).

Através da realização de um amplo diagnóstico da situação, não só em Portugal como também num conjunto de Países de referência, a ENSR identificou grupos e factores de risco que merecem particular atenção no contexto da sinistralidade rodoviária.

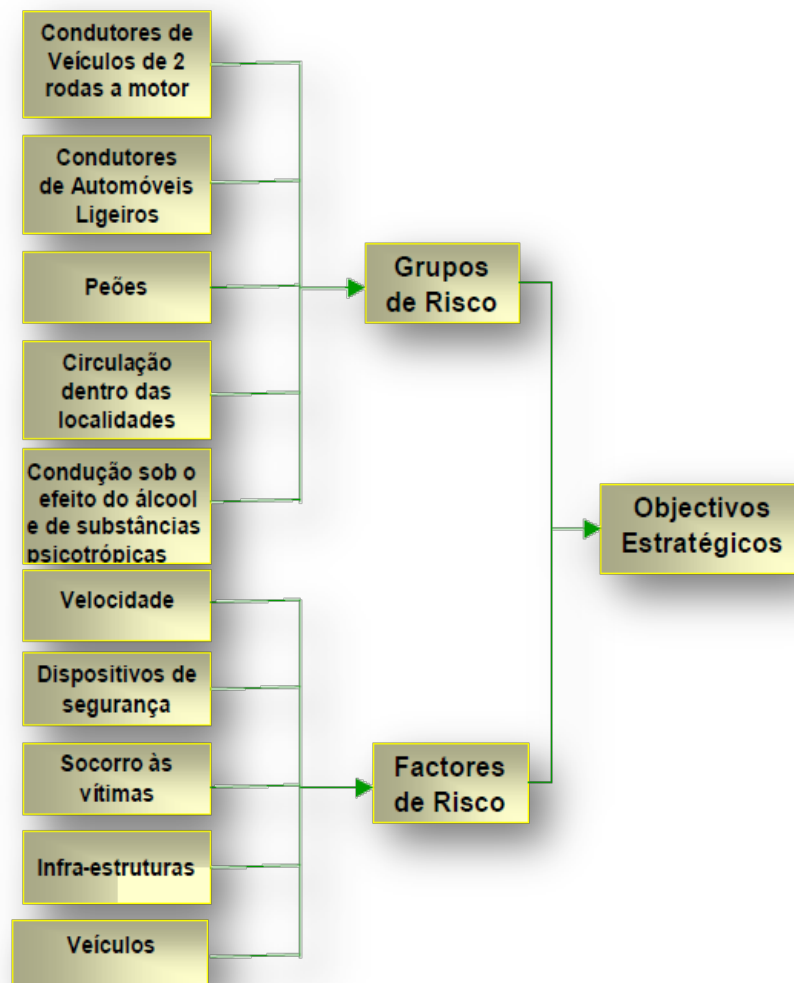


Figura 3 – Grupos e factores de risco no contexto da sinistralidade rodoviária
(Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009)

Assim, são caracterizados como grupos de risco os condutores de veículos de duas rodas a motor, os condutores de automóveis ligeiros, os peões, a circulação dentro das localidades e a condução sob efeito do álcool e substâncias psicotrópicas.

Quanto a factores de risco, são determinados a velocidade, os dispositivos de segurança, o socorro às vítimas, as infra-estruturas e o veículo.

Com base na determinação destes grupos e factores de risco, a ENSR define e estabelece dez Objectivos Estratégicos (Figura 4)

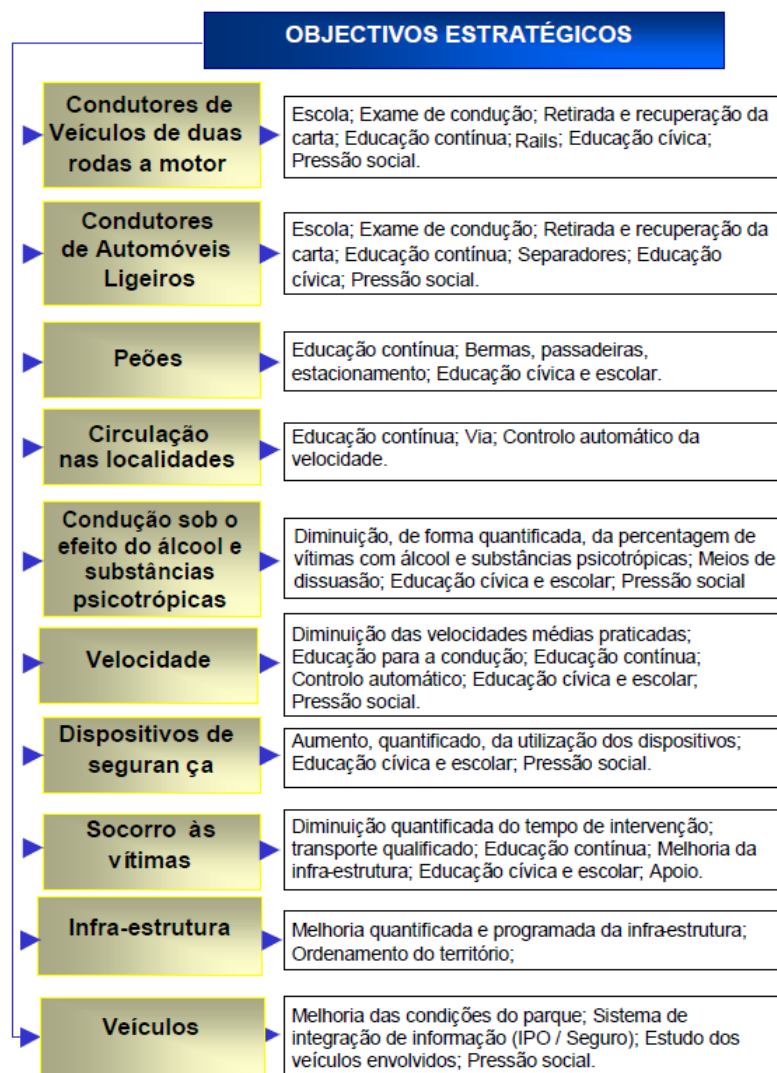


Figura 4 – Objectivos estratégicos
(Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009, p. 38)

Os objectivos estratégicos definidos para os cinco grupos de risco são quantificados sendo que, por exemplo, no que diz respeito aos condutores de automóveis ligeiros, pretende-se diminuir o número de mortos em 32% no período 2008-2015.

No enquadramento dos objectivos estratégicos, são por sua vez definidos objectivos operacionais, em vigor até o primeiro período de implementação (2011), e respectivas Acções-Chave.

No âmbito deste trabalho destaca-se, desde logo, o objectivo estratégico 10 da ENSR (Veículos) que, de forma a aumentar a qualidade, eficiência e eficácia do sistema de informação dos acidentes de viação com vítimas, cria o Objectivo Operacional 23 - Programa de Informação

Estatística sobre Acidentes de Viação com Vítimas, cuja Acção-Chave consiste na implementação de um projecto de georreferenciação da sinistralidade rodoviária.

Em termos de benefícios esperados, para além do claro benefício social trazido pela minimização da perda de vidas humanas que, desde logo, justifica todo o investimento necessário à implementação da ENSR, a ANSR frisa ainda os consequentes benefícios económicos. Tendo como referência os actuais valores de sinistralidade em Portugal, e de acordo com o mesmo organismo, a concretização dos objectivos previstos poupará cerca de 1 350 vidas. Segundo a mesma fonte, e tendo como referência um valor entre 1 milhão e 1,5 milhões de euros por cada vítima mortal, numa óptica de optimização da relação custo/benefício, a rápida e adequada implementação da ENSR é de extrema importância (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009, p. 49).

Em 2015, “(...) Portugal deveria estar no final da vigência da ENSR com indicadores de sinistralidade ao nível da Áustria e do Luxemburgo. Esses países integravam em 1975, connosco e com a Eslovénia, o conjunto daqueles que ultrapassavam os 300 mortos por milhão de habitantes e hoje situam-se abaixo da média europeia, tendo atingido esses patamares de forma mais equilibrada que Portugal.” (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2009, p. 10).

A redução da sinistralidade rodoviária é, por isso, considerada um desafio, uma prioridade e uma urgência nacional.

2.3.3. ENSR vs PNPR

Com a introdução da ENSR, e comparativamente com o PNPR, verifica-se desde logo uma alteração nos valores de referência para as metas propostas para a sinistralidade rodoviária portuguesa. Assim, e seguindo a metodologia já utilizada na Europa, deixa-se de utilizar os dados da sinistralidade em termos absolutos e passam a ser utilizados dados relativos à população.

Por imposição legal trazida pelo Despacho conjunto n.º 27808/2009 da Presidência do Conselho de Ministros e Ministérios da Administração Interna, da Justiça e da Saúde, de 31 de Dezembro, a contabilização do número de vítimas mortais passa também a realizar-se de forma diferente. Assim, para além de se considerar as vítimas de acidente cujo óbito ocorra no local do evento ou no seu percurso até à unidade de saúde, passam também a ser consideradas as vítimas cujo óbito ocorra até 30 dias após o acidente.

De forma a garantir a comparabilidade dos dados de sinistralidade a nível internacional, Portugal começou por aplicar um factor de correcção de 1.30 ao número de vítimas mortais registado nos BEAV's, em conformidade com o critério internacional. Posteriormente, com a criação em 1998 de um grupo de trabalho constituído por representantes de várias entidades ligadas à problemática da segurança rodoviária, o factor de correcção foi revisto e alterado para 1.14, dado considerar-se desajustado à realidade nacional.

Salienta-se, contudo, que o mencionado despacho refere que ambos os métodos de registo de vítimas mortais devem ser mantidos pela ANSR para efeitos de monitorização e avaliação das políticas de segurança rodoviária.

Deste modo, são apresentados no Gráfico 5 os valores da sinistralidade e objectivos da ENSR e do PNPR considerando os diferentes métodos de registo de vítimas mortais. As linhas representam os valores de vítimas mortais em valores absolutos e as barras representam as vítimas mortais a trinta dias, por milhão de habitantes.

Para determinar a linha da previsão da ENSR relativamente ao número de vítimas mortais até 2015 (linha azul no gráfico), e sendo estes números relativos à população (por milhão de habitantes), recorreu-se ao Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) para obter as previsões da população portuguesa. Assim, partindo da população portuguesa em 2008 e considerando a prevista para 2015, efectuou-se uma distribuição linear de forma a obter a previsão da população para o período entre 2009 e 2014 (Tabela 1).

Ano	População (milhões)	Fonte
2008	10,627	INE
2009	10,675	Distribuição linear
2010	10,723	
2011	10,768	
2012	10,813	
2013	10,858	
2014	10,903	
2015	10,947	Eurostat

Tabela 1 – Previsão e distribuição da população portuguesa

Posteriormente, foi aplicado o inverso do factor de conversão de 1.14 para possibilitar a comparação entre as metas previstas pela ENSR e pelo PNPR em termos de número de vítimas mortais a 30 dias e os registos de números de vítimas mortais.

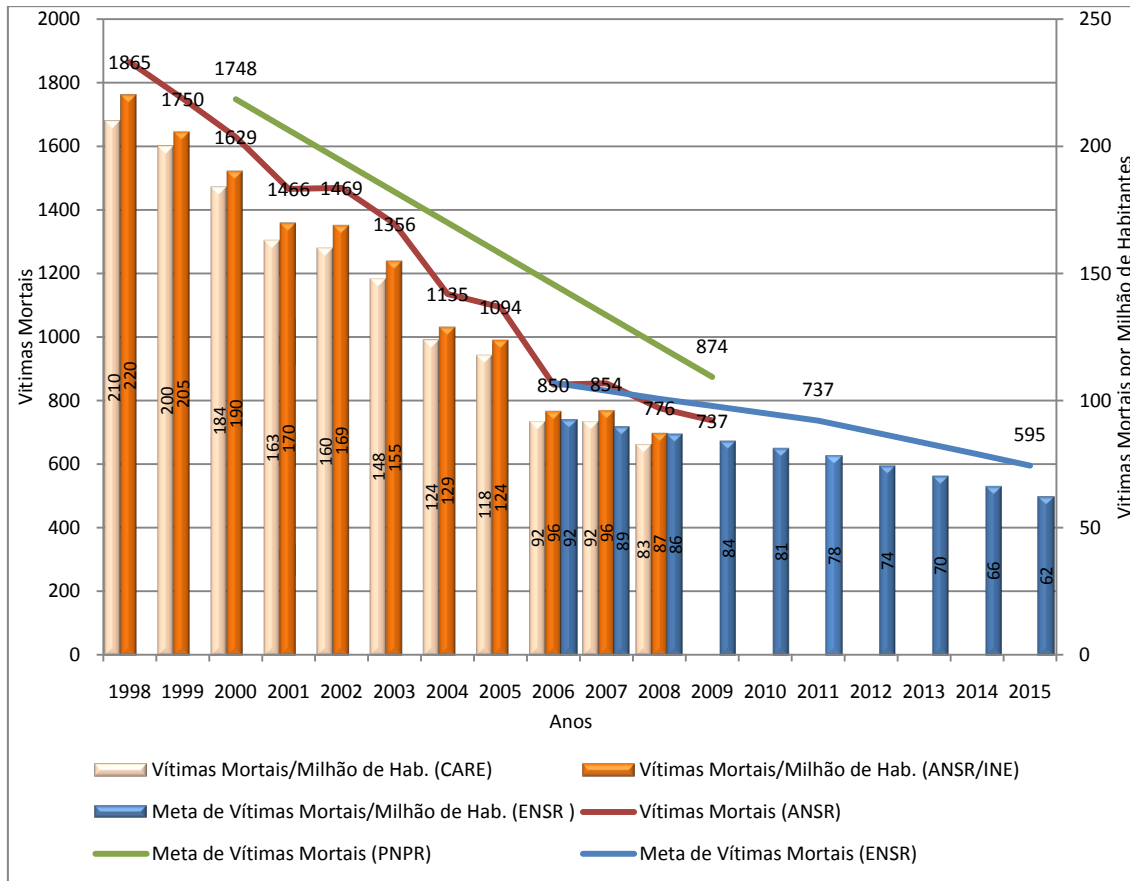


Gráfico 6 – PNPR vs ENSR – Valores da sinistralidade portuguesa e objectivos a atingir

Segundo esta metodologia, conclui-se que a meta apresentada na ENSR para o ano de 2011 é de 737 vítimas mortais e de 595 para o ano de 2015. Por sua vez, considerando esta mesma meta em termos de vítimas mortais a 30 dias, o valor para 2011 ascende a 840 vítimas e a 679 para 2015. Em ambos os casos será necessário salvaguardar possíveis alterações destes valores em função da evolução da população.

O gráfico apresenta também os dados estatísticos disponibilizados pela CARE, até à data, relativamente à sinistralidade rodoviária em Portugal (coluna rosa), sendo estes valores apresentados em termos de vítimas mortais a 30 dias, por milhão de habitantes

Encontram-se ainda apresentados os mesmos dados (colunas laranja), calculados a partir dos números disponibilizados pela ANSR e dos dados da população residente em Portugal Continental divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Neste caso, e de forma a obter as vítimas mortais a 30 dias, recorreu-se uma vez mais ao factor de conversão de 1,14, já anteriormente referido. Atendendo ao facto do INE não ter ainda disponibilizado os dados da população para 2009, não são apresentados no gráfico quaisquer valores para o ano em causa.

Ao analisar as colunas da sinistralidade do Gráfico 6 (dados da CARE e da ANSR/INE), constata-se que existe uma diferença entre os valores apresentados, sendo relevante determinar a razão desta divergência. Presumindo-se que a causa estivesse relacionada com a população considerada no cálculo do número de vítimas mortais a 30 dias por milhão de habitantes - população total de Portugal ou população de Portugal Continental - procedeu-se à determinação do respectivo índice, com base nos dados das vítimas mortais a 30 dias divulgados pela CARE e nos dados da população de Portugal disponibilizados pelo INE (Tabela 2).

Anos	Vítimas Mortais/Milhão de Hab. (CARE)	Vítimas Mortais/Milhão de Hab. (CARE/INE - Portugal)
1998	210	209
1999	200	196
2000	184	181
2001	163	162
2002	160	161
2003	148	148
2004	124	123
2005	118	118
2006	92	91
2007	92	92
2008	83	83

Tabela 2 – Vítimas mortais por milhão de habitantes (CARE/INE)

Conclui-se, assim, que os valores são próximos, pelo que é confirmada a hipótese inicial dos dados disponibilizados pela CARE serem referentes à população total de Portugal e não à população de Portugal Continental.

Sendo os dados da sinistralidade rodoviária apresentados pela ANSR respeitantes apenas ao espaço geográfico de Portugal Continental, faz todo o sentido que o cálculo do índice de vítimas mortais a 30 dias por milhão de habitante seja efectuado em função da população desse mesmo espaço geográfico, excluindo assim a população das regiões autónomas da Madeira e dos Açores. Em alternativa, pretendendo recorrer à população total de Portugal, deverão ser considerados igualmente os valores da sinistralidade rodoviária relativos às referidas regiões autónomas.

Considera-se, por isso, importante o ajustamento da metodologia usada pela CARE para o cálculo dos valores disponibilizados, uma vez que a variação média encontrada entre o número de vítimas por milhão de habitante apresentado pela CARE e o número calculado a partir dos dados da ANSR e do INE é de 4% (entre os anos de 1998 e 2008).

Em termos gerais, e apesar de ser recomendável a correcção desta situação, pode-se considerar que os valores são representativos do território nacional.

2.4. Distrito da Guarda

De acordo com os números avançados pela ANSR, em termos absolutos, o distrito da Guarda não representa uma situação de sinistralidade grave em comparação com os restantes distritos de Portugal. De facto, como se verifica no Gráfico 7 e no que diz respeito ao ano de 2009, o distrito da Guarda posiciona-se em quarto lugar, em termos de vítimas mortais, e em terceiro, relativamente aos feridos graves.

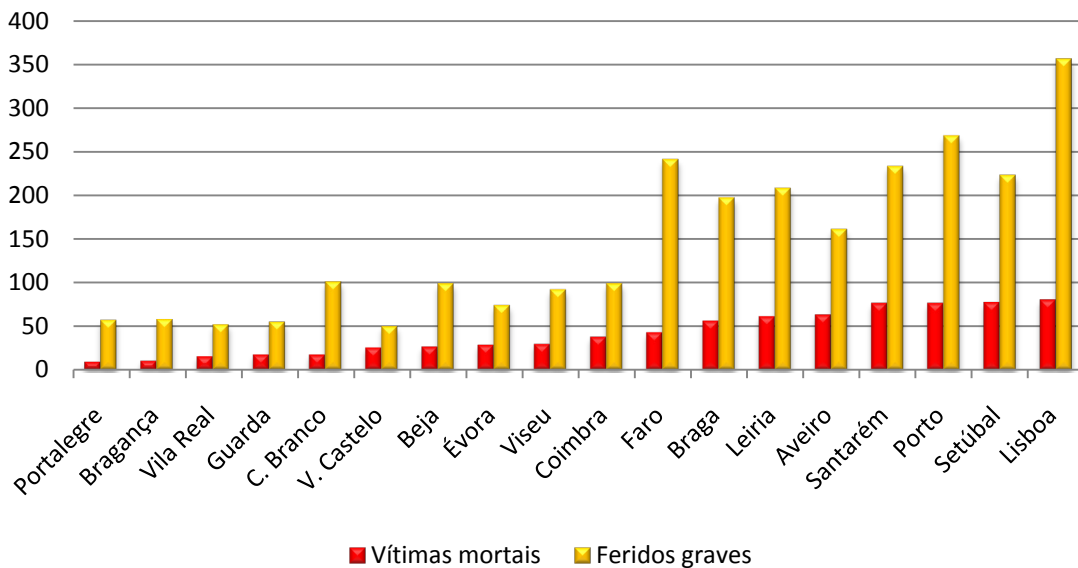


Gráfico 7 – Vítimas mortais e feridos graves por distrito (2009)
(ANSR)

A tendência ao longo dos últimos 10 anos tem sido a diminuição do número de vítimas, evidenciando-se, nos últimos três anos, uma estagnação no que concerne à diminuição de vítimas mortais (Gráfico 8).

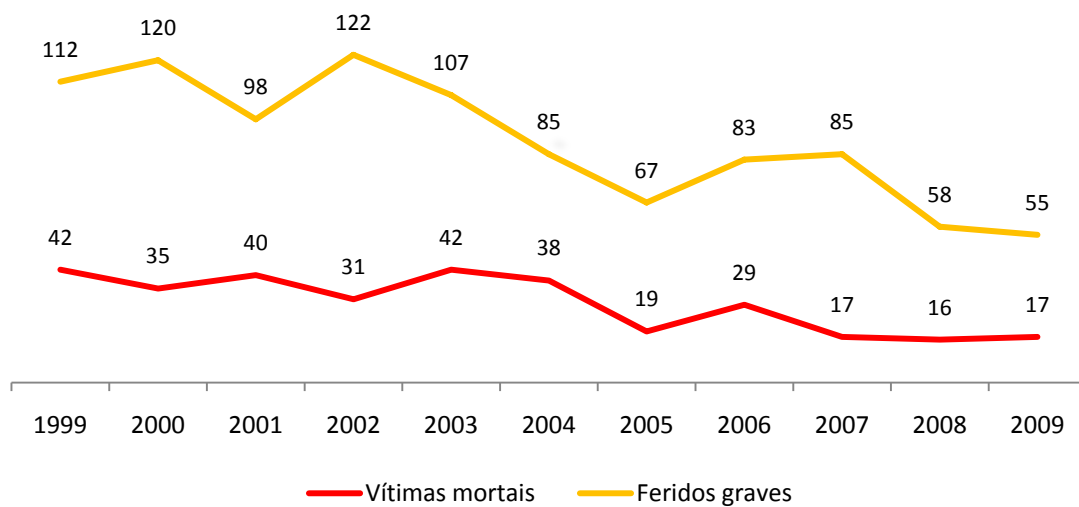


Gráfico 8 – Evolução do número de vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda (1999-2009) (ANSR)

Ainda com referência ao ano de 2009, a análise dos valores das vítimas registados no distrito da Guarda em função do local de ocorrência dos sinistros, isto é, dentro ou fora das localidades, permite verificar que 75% das vítimas mortais resulta de acidentes registados fora das localidades. Já quanto aos feridos graves, a percentagem não é tão elevada, estando próxima dos 60% (Gráfico 9).

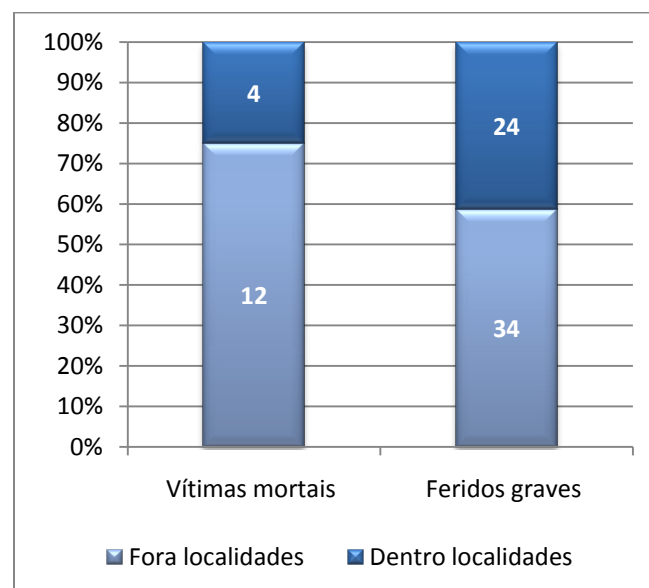


Gráfico 9 – Vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda / local de ocorrência dos sinistros (2009) (ANSR)

Analisando o número de vítimas em função do tipo de estrada em que os acidentes ocorrem, verifica-se que as estradas nacionais registam claramente o número mais elevado de vítimas. De notar que não existem quaisquer vítimas em IP, já que o IP5 no distrito da Guarda foi substituído quase na sua totalidade pela actual A25 (Gráfico 10).

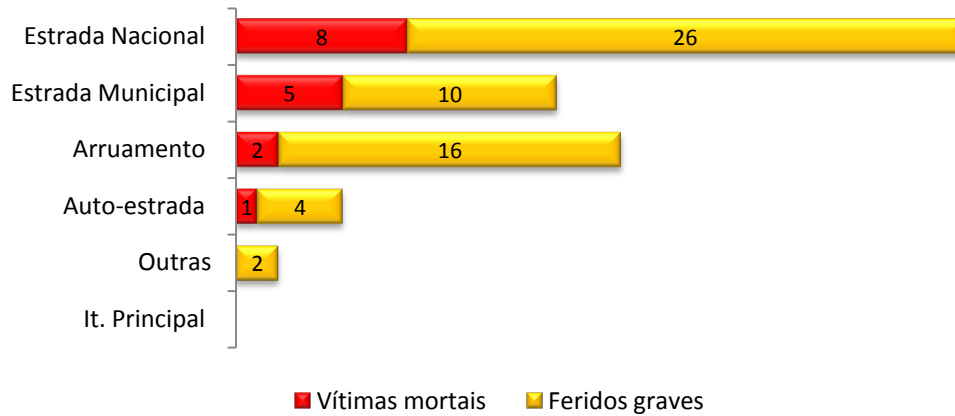


Gráfico 10 – Vítimas mortais e feridos graves no distrito da Guarda em função do tipo de estrada (2009) (ANSR)

Por último, efectuando a análise do número de vítimas por concelhos, salienta-se desde logo que os concelhos de Fornos de Algodres e Manteigas não apresentam quaisquer vítimas de sinistralidade. Em situação contrária, os concelhos de Figueira de Castelo Rodrigo e Pinhel são os que registam o maior número de vítimas (Gráfico 11).

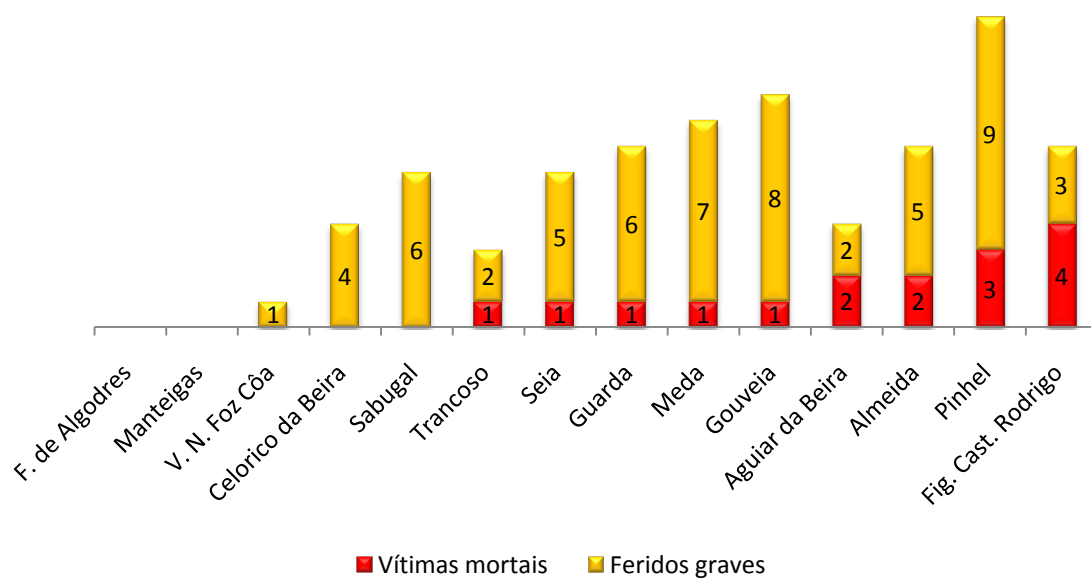


Gráfico 11 – Vítimas mortais e feridos graves por concelhos do distrito da Guarda (2009) (ANSR)

3. Aplicação de SIG para Localização e Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano - Metodologia Empregue

De forma a cumprir os objectivos apresentados no capítulo introdutório, é necessário desde logo definir o período temporal a adoptar no estudo da sinistralidade rodoviária das estradas em meio interurbano. Segundo o Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes (Seco et al, 2008),

“A escolha do período de tempo vai depender dos dados dos acidentes disponíveis. Para uma maior fiabilidade estatística deve-se considerar um período mínimo de dois a três anos. Dado o carácter aleatório da ocorrência de um acidente é provável verificar-se um valor baixo de ocorrências a seguir a um pico alto sem ter havido qualquer espécie de tratamento do local, ou seja, flutuações nos valores acima ou abaixo do valor médio. É o designado fenómeno de “regresso à média”. Por isso, a utilização de apenas um único ano acarreta uma excessiva dependência à variação aleatória do fenómeno da sinistralidade e um período de tempo muito elevado (superior a 5 anos) pode introduzir dados muito antigos sem correspondência com a situação presente.”

Uma vez que, à data da recolha dos dados, não existia ainda informação disponível relativa a 2009 por parte das entidades competentes, optou-se por considerar para este trabalho um espaço temporal de 4 anos, mais concretamente, os anos de 2005, 2006, 2007 e 2008.

Os dados necessários para a realização do trabalho proposto dividem-se em dois grupos: os dados dos acidentes rodoviários constantes nos Boletins Estatísticos de Acidentes de Viação (BEAV) e os dados da rede viária em análise.

Os dados dos acidentes rodoviários foram obtidos junto da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), entidade que concentra as atribuições respeitantes às políticas de prevenção e segurança rodoviária. A rede viária do distrito da Guarda, com indicação dos respectivos pontos quilométricos, foi disponibilizada pela EP - Estradas de Portugal, S.A., entidade concessionária da rede rodoviária nacional.

Os dados recolhidos foram posteriormente tratados e verificados. No que diz respeito à rede viária, foram desde logo excluídas as estradas que atravessam os centros urbanos, sedes de concelho. A razão para este procedimento assenta no facto de, por se tratar de estradas inseridas

em meio urbano, a informação relativa à localização do acidente surgir, grande parte das vezes, com indicação do nome da rua em detrimento da identificação da estrada. Acresce ainda o facto de os acidentes ocorridos em meio urbano apresentarem características distintas relativamente aos acidentes ocorridos em meio interurbano, sendo este último o âmbito de aplicação deste trabalho.

Relativamente aos dados disponibilizados pela ANSR, a base de dados foi trabalhada de forma a incluir apenas os acidentes rodoviários ocorridos em estradas nacionais ou auto-estradas, excluindo assim todas as ocorrências fora do âmbito do estudo.

Após este tratamento e verificação, recorreu-se a um SIG para criar a rede viária do distrito da Guarda, mais propriamente ao software ArcGis da ESRI. A partir desta base, procedeu-se à georreferenciação dos acidentes rodoviários através do desenvolvimento da rede viária e da identificação da estrada e dos pontos quilométricos dos acidentes, com base na informação registada nos BEAV's.

Obtida a localização geográfica dos sinistros rodoviários ocorridos, procedeu-se à sua validação. Assim, e embora a georreferenciação não apresentasse quaisquer anomalias, foram detectadas nesta fase algumas incoerências nos dados disponibilizados pela ANSR. Nas situações em que foi possível identificar o erro procedeu-se à respectiva correcção. Nas restantes situações procedeu-se à eliminação dos dados de forma a evitar desvios nas análises.

Tendo por base o conhecimento próprio da rede viária em estudo, verificou-se ainda que, no período em análise (2005-2008), algumas das estradas foram objecto de beneficiação com correcção da directriz. Uma vez que as alterações no desenvolvimento das estradas beneficiadas originaram a incorrecta georreferenciação dos acidentes ocorridos em data anterior à abertura dos novos troços, os registos correspondentes foram igualmente eliminados, de forma a não provocar deturpações nos resultados.

Findos estes procedimentos, estavam reunidas as condições necessárias para realizar a análise dos dados através do software ArcGis, de forma a identificar as zonas críticas de sinistralidade rodoviária da rede viária em estudo.

Assim, procedeu-se à análise da rede viária em estudo de forma a identificar:

- Pontos negros;
- Zonas de acumulação de acidentes;
- Zonas de sinistralidade frequente;
- Zonas Cinzentas.

No que diz respeito à identificação dos pontos negros, foram seguidos os critérios implícitos na definição de ponto negro que, segundo a ANSR, é 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.”

Já para as restantes análises, houve a necessidade de definir um critério para o comprimento do trecho a considerar. Segundo Seco et al, (2008), “É usual considerar trechos com 50 a 500 metros em estradas de faixa única e com 500 a 1000 metros em estradas de faixa dupla e em auto-estradas.” Entendeu-se, por isso, utilizar o valor de 500 metros como referência, atendendo ao facto do estudo incidir em ambos os tipos de estrada mencionados.

A análise das zonas de acumulação de acidentes tem como objectivo criar uma cartografia identificativa dos troços em função do número de acidentes ocorridos no período em análise.

As zonas de sinistralidade frequente, por sua vez, identificam as zonas onde ocorreram anualmente acidentes rodoviários, ou seja, locais onde se verificou, no mínimo, uma ocorrência em cada um dos anos em análise.

Já a análise das zonas cinzentas pretende identificar as zonas que, pela reincidência de acidentes, número de acidentes e existência de vítimas com um elevado grau de gravidade, se apresentam como potencialmente problemáticas.

Complementarmente a estas análises, realizou-se também cartografia temática através da conversão dos dados em formato vectoriais para dados em formato raster. Este processo permitiu uma identificação simples e imediata da natureza dos acidentes e de algumas das respectivas condicionantes: condições atmosféricas, condições de aderência e luminosidade.

Por último, desenvolveu-se a produção cartográfica das análises efectuadas que, pela extensão da área em estudo, foi dividida em sectores, em função dos limites dos concelhos.

4. Desenvolvimento e Implementação do SIG – O Caso da Rede Rodoviária Interurbana do Distrito da Guarda

4.1. Distrito da Guarda

O distrito da Guarda situa-se, maioritariamente, na região da Beira Interior, sendo excepção os concelhos da Mêda e de Vila Nova de Foz Côa, que estão localizados na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Os 5518 km² que fazem do distrito da Guarda o sétimo maior distrito de Portugal fazem fronteira a Norte com o distrito de Bragança, a Leste com a Espanha, a Sul com o distrito de Castelo Branco e a Oeste com os distritos de Coimbra e Viseu.

O distrito divide-se administrativamente em 14 concelhos, sendo eles: Aguiar da Beira, Almeida, Celorico da Beira, Figueira de Castelo Rodrigo, Fornos de Algodres, Gouveia, Guarda, Manteigas, Mêda, Pinhel, Sabugal, Seia, Trancoso e Vila Nova de Foz Côa. Trata-se de um território montanhoso com elevações e altitudes diversas, destacando-se a Serra da Estrela que atinge uma altura máxima de 1991 metros.

4.2. Rede Viária

O distrito da Guarda é atravessado por dois eixos principais, designadamente, o IP5 e o IP2. O IP5, constituído pela A25, surge no limite Oeste do distrito e percorre as localidades de Fornos de Algodres, Celorico da Beira e Guarda, terminando em Vilar Formoso. O IP2 é actualmente constituído por dois troços: a EN102 e a A23. A EN102 tem início no limite norte do distrito e atravessa as localidades de Vila Nova de Foz Côa, Trancoso e Celorico da Beira, onde termina. Actualmente, encontra-se em construção uma nova estrada no âmbito da concessão do Douro Interior que irá substituir a EN102. Por último, a A23 surge pelo limite sul do distrito da Guarda, próximo da localidade da Benespera, terminando na A25, junto à cidade da Guarda.

No que diz respeito à extensão da rede viária em estudo, esta é de aproximadamente 1105 quilómetros, dos quais cerca de 94 em auto-estrada, 12 em itinerário principal e 999 em estradas nacionais.

A rede está sob a jurisdição de várias entidades, nomeadamente: da EP - Estradas de Portugal, S.A.; Scutvias - Autoestradas da Beira Interior, S.A; ASCENDI e respectivas autarquias.

4.3. Tratamento de Dados

“Por dados entendemos cada um dos elementos de informação a que recorremos durante o desenvolvimento de uma investigação e na base dos quais, convenientemente sintetizados, poderão extrair-se conclusões de relevância em relação ao problema inicial”. (Vilelas, 2009, p. 235).

Assim, para a realização do presente trabalho foram considerados dois tipos de dados:

- Dados vectoriais, relativos à rede viária;
- Dados alfanuméricos, relativos aos acidentes de viação.

4.3.1. Dados Vectoriais

De forma a criar o modelo da rede viária do distrito da Guarda, foi solicitada a colaboração da E.P. - Estradas de Portugal, S.A., tendo esta disponibilizado os elementos e dados necessários para o efeito, bem como o acesso a ortofotomapas do distrito da Guarda.

Com o objectivo de validar os dados obtidos, procedeu-se à sobreposição da rede com os ortofotomapas. Este procedimento permitiu verificar a existência de incoerências na rede viária. Considera-se que estas discrepâncias poderão resultar de três factores principais:

- Erros pontuais no processo de levantamento através de GPS (Figura 5);
- Elevada simplificação no processo de levantamento ou digitalização da rede (Figura 6);
- Execução de uma beneficiação de estrada com alterações da directriz original (Figura 7).



Figura 5 – Erros de levantamento (GPS)



Figura 6 – Simplificação no processo de levantamento ou digitalização

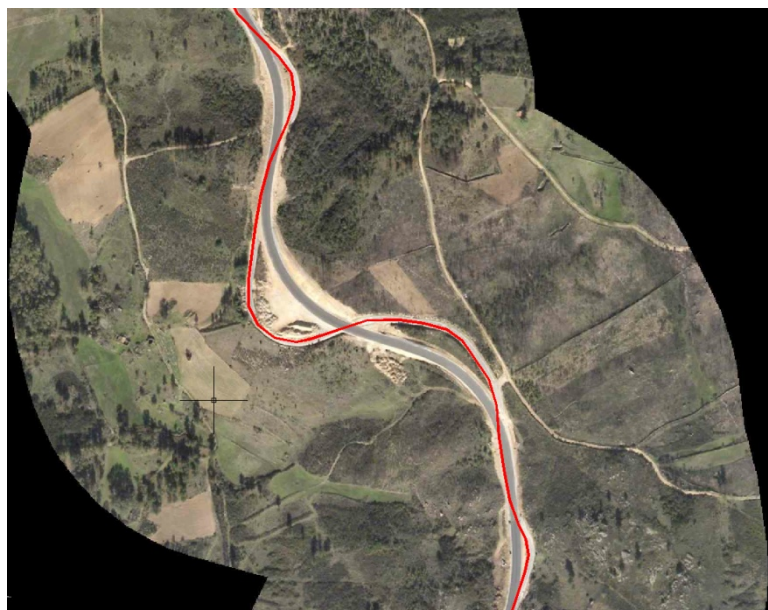


Figura 7 – Beneficiação de estrada

Estas situações originam erros na consideração do desenvolvimento (extensão) das estradas. Uma vez que a georreferenciação de acidentes está directamente relacionada com o desenvolvimento da estrada, ao localizar o acidente através dos quilómetros referidos no BEAV, obtêm-se localizações incorrectas.

Assim, considerou-se essencial proceder à correcção da rede viária através de diferentes métodos, em função da causa do erro.

Nas situações abrangidas no primeiro caso, procedeu-se à correcção dos pontos através do recurso a ortofotomapas, deslocando-os de forma a dar seguimento aos restantes pontos.

Já nas situações identificadas com o segundo factor de erro, foi necessário proceder à digitalização total dos troços das estradas a partir dos ortofotomapas. Destaca-se que esta situação se verificou em mais de metade da rede viária em estudo.

Quanto ao terceiro factor referido, ou seja, aos erros com origem nas recentes beneficiações das estradas, utilizou-se a directriz de projecto para corrigir as incongruências detectadas.

4.3.2. Calibração das Estradas

A calibração das estradas no ArcGis pode ser efectuada em duas fases distintas: aquando da criação das *routes* e após a criação das *routes*.

→ Aquando da criação das *routes*

Segundo Brennan e Harlow (2004), na fase de criação das *routes*, existem três métodos de calibração possíveis:

- Sem indicação de valores, determinando-se o desenvolvimento da *route* em função da extensão da estrada;
- Através da indicação da extensão da estrada, existindo um ajuste do desenvolvimento da *route* em função da extensão considerada; e,
- Através da identificação dos pontos quilométricos inicial e final da estrada, existindo um ajuste do desenvolvimento da *route* em função da diferença dos pontos quilométricos considerados.

O grande inconveniente dos dois primeiros métodos de calibração é a atribuição do valor zero ao ponto quilométrico inicial da *route* sendo que, para a georreferenciação de um acidente, torna-se necessário calcular a distância do local até à origem da estrada.

Quanto ao terceiro método, este não apresenta esta condicionante, uma vez que os pontos quilométricos dos pontos extremos já foram previamente introduzidos e, portanto, é apenas necessário indicar o quilómetro do acidente para a sua georreferenciação.

A colocação dos marcos dos pontos quilométricos nas estradas nem sempre é rigorosa, pelo que, geralmente, verificam-se diferenças entre a distância indicada nos referidos marcos e o desenvolvimento real da estrada. Os segundo e terceiro métodos apresentados podem ser usados para corrigir estes erros, já que a extensão da estrada é indicada em ambos os casos: no segundo, através da introdução directa do valor, e no terceiro, através do cálculo da diferença entre os pontos quilométricos iniciais e finais.

Face ao exposto, e considerando as vantagens descritas, optou-se por utilizar o terceiro método para criação de *routes*.

→ **Após a criação das routes**

Considerando que o erro entre a indicação dos marcos dos pontos quilométricos e o desenvolvimento real da estrada não é uniforme em toda a sua extensão, a correcção anteriormente referida não é totalmente precisa, dada a distribuição uniforme do erro.

Para a realização do presente trabalho, o valor do erro não é significativo, tendo em conta a pouca precisão por parte das autoridades na referenciação dos locais de acidente. Contudo, é possível contornar este erro com a calibração das *routes* através da indicação do local exacto dos marcos dos pontos quilométricos.

Neste sentido, foi ainda solicitada à Estradas de Portugal, S.A. a disponibilização de elementos com a localização exacta dos marcos dos pontos quilométricos. Porém, após alguma análise e posterior confirmação, concluiu-se que grande parte dos dados foi obtida por meio de interpolação e apenas uma baixa percentagem através de levantamento por GPS.

Por esta razão, optou-se por não efectuar a calibração das *routes* com estes dados, na medida em que qualquer tentativa de correcção a partir dos mesmos poderia originar um agravamento do erro.

4.3.3. Dados Alfanuméricos

O estudo da sinistralidade rodoviária é essencial para a percepção das zonas de acumulação de acidentes. Os acidentes rodoviários são momentos resultantes de um conjunto múltiplo de factores e variáveis interligadas e determinados pela razão da teoria ou pela experiência da observação. As possibilidades são inúmeras e complexas. Assim, tendo em conta o número de variáveis implícitas, torna-se necessário proceder ao seu respectivo agrupamento para obtenção da melhor descrição possível dos acidentes rodoviários (Brito, 2008).

Neste sentido, foi solicitada a colaboração da ANSR, que disponibilizou os dados relativos à sinistralidade rodoviária de todo o distrito da Guarda. Numa primeira análise aos dados, constatou-se que apenas existem registos de acidentes com vítimas, mais especificamente, feridos ligeiros, feridos graves e vítimas mortais. Tal justifica-se pelo facto de apenas ser obrigatória a notificação às autoridades nos casos de existência de vítimas resultantes do acidente. Efectivamente, e segundo Ferreira (2002), “os acidentes só com danos materiais são em muito maior número do que os acidentes com vítimas, mesmo no caso dos registos pelos BEAV, já que estes só são obrigatoriamente preenchidos quando ocorre vítimas.”

Os dados recebidos da ANSR estavam divididos por ano civil e distribuídos, por sua vez, em tabelas, em função do tipo de informação associada ao acidente, ou seja, a respeito da via, dos veículos, dos condutores e dos peões.

Para o adequado tratamento dos dados, procedeu-se inicialmente ao agrupamento da informação de todos os acidentes ocorridos no período entre 2005-2008, numa única tabela. De seguida, considerou-se pertinente separar ou agregar a informação disponibilizada em alguns dos campos da base de dados.

Assim, no que respeita à informação relativa à data e hora do acidente rodoviário, registada na tabela inicial no mesmo campo e no formato “aaaa:mm:dd hh:mm:sss”, não sendo prática a manipulação dos dados neste formato, foram criados, em alternativa, quatro novos campos com a informação isolada da data, hora, ano e dia de semana da ocorrência do acidente.

Em termos da natureza dos acidentes, e atendendo às variações possíveis (por exemplo, no caso das colisões existem situações de colisão frontal, colisão com fuga, colisão traseira com veículo em movimento, entre outras), procedeu-se à criação de um campo específico (NaturezaRe) com o objectivo de agrupar a natureza dos acidentes em três grupos principais: despiste, colisão e

atropelamento. No entanto, os registos originais foram preservados, de forma a complementar a informação em futuras análises.

Relativamente à informação sobre os veículos, esta foi igualmente agrupada em seis grupos distintos: ligeiros, pesados, motociclos, ciclomotores, velocípedes e outros tipos de veículos. Foi ainda criado um campo para indicação do número de veículos envolvidos para cada um dos grupos.

Os dados foram assim distribuídos por um total de quarenta e um campos, conforme apresentados e descritos na Tabela 3.

Sendo a informação disponibilizada relativa à globalidade dos acidentes, e uma vez que a análise a realizar irá incidir apenas nos acidentes rodoviários ocorridos nas estradas nacionais e auto-estradas do distrito da Guarda, foi ainda necessário proceder à selecção dos registos excluindo as ocorrências em zonas urbanas e estradas municipais.

Campo	Descrição
IdAcidente	Número de identificação do acidente (atribuído pela ANSR)
Data	Data em que ocorreu o acidente
Hora	Hora em que ocorreu o acidente
Ano	Ano em que ocorreu o acidente
DiaSemana	Dia da semana em que ocorreu o acidente
VM	Número de vítimas mortais
FG	Número de feridos graves
FL	Número de feridos ligeiros
IG	Indicador de gravidade
Estrada	Denominação da estrada
PK	Quilómetro onde ocorreu o acidente
Concelho	Concelho onde ocorreu o acidente
Freguesia	Freguesia onde ocorreu o acidente
Povoacao	Povoação mais próxima do local do acidente
Localizacao	Localização do acidente (dentro ou fora da localidades)
Natureza	Natureza do acidente
NaturezaRe	Natureza do acidente por grupo (despiste, colisão, atropelamento)
Luminosida	Condições de luminosidade
FactoresAt	Factores atmosféricos
CondAderen	Condições de aderência da estrada
TipoVia	Tipo de estrada
ViaLocaliz	Localização do acidente na via (plena via, berma, passeio)
ViaTransit	Via em que ocorreu o acidente
Sentidos	Sentido do acidente em relação à quilometragem da estrada
GeomPlanta	Geometria do traçado em planta (recta, curva)
GeomPerfil	Geometria do traçado em perfil (patamar, inclinado)
TipoBerma	Tipo de berma
Intersecca	Tipo de intersecção
EstadoCons	Estado de conservação da estrada
MarcaVia	Tipo de marcas longitudinais existentes na estrada
Sinais	Sinalização existente
Obstaculos	Existência de obstáculos
NumVeiculos	Número total de veículos envolvidos no acidente
Ligeiro	Número de veículos ligeiros envolvidos no acidente
Pesado	Número de veículos pesados envolvidos no acidente
Motociclo	Número de motociclos envolvidos no acidente
Ciclomotor	Número de ciclomotores envolvidos no acidente
Velocipede	Número de velocípedes envolvidos no acidente
Outro	Número de outro tipo de veículos envolvidos no acidente
NumPeoes	Número de peões atropelados
AccoesPeao	Comportamento dos peões na altura do acidente

Tabela 3 – Descrição dos campos dos registos

4.3.4. Validação dos dados

A validação dos dados representa uma fase importante a ter em conta, na medida em que permite a identificação de registos não coerentes.

Assim, foi efectuada uma validação dos dados segundo dois critérios:

- Dados de acidentes não georreferenciados;
- Comparação entre a localização existente nos dados do registo do acidente e a respectiva localização obtida pela georreferenciação, determinada pela estrada e o respectivo quilómetro.

Grande parte das situações abrangidas no primeiro critério de validação dos dados corresponde aos casos em que, pelo facto do estudo não abranger acidentes ocorridos em zonas urbanas, a informação vectorial relativa ao desenvolvimento das estradas nacionais que atravessam centros urbanos, respeitantes ao local de ocorrência do acidente, não foi criada. Logo, os dados relativos a acidentes dentro das localidades não foram georreferenciados.

Foram também identificadas situações em que, apesar de constar no registo que o acidente ocorreu no distrito da Guarda, a informação relativa ao quilómetro e a designação da estrada apontavam para a localização num distrito confinante e, portanto, fora da área em estudo.

Nos restantes casos, a não georreferenciação dos registos resulta na incongruência entre os registos das estradas e dos pontos quilométricos, já que os mesmos estão indicados fora dos limites da respectiva estrada. Esta incongruência pode resultar de erros na indicação da estrada, do ponto quilométrico ou de ambos.

Já quando o erro é proveniente da identificação da estrada, é possível efectuar a sua correcção tendo em conta o quilómetro e a localização da estrada. A tabela que se segue exemplifica uma das situações corrigidas (Tabela 4)

IDAcidente	Estrada	PK	Concelho	Povoação
2008340806	EN18	0+900	Guarda	Vale de Estrela

Tabela 4 – Registo de acidente

Porque o limite da zona urbana da Guarda foi identificado no ponto quilométrico 2+102 da EN18, depreende-se que o ponto quilométrico 0+900 dessa estrada se situa dentro da zona urbana da Guarda. Logo, o registo não foi georreferenciado. Contudo, se considerarmos a povoação indicada

no registo do acidente, Vale de Estrela, verifica-se que é atravessada pela EN18-1. Igualmente, constata-se que o ponto quilométrico 0+900 da EN18-1 é próximo da povoação em questão. Neste seguimento, não ficam dúvidas relativamente à existência de um erro na indicação da estrada, pelo que se procedeu à alteração da identificação da estrada de EN18 para EN18-1.

Outra situação detectada diz respeito a registos de acidentes associados ao IP5. Em 2005 a extensão da A25 que se desenvolve no distrito da Guarda já se encontrava em serviço em praticamente toda a sua extensão, substituindo assim o IP5, com excepção de dois troços: um entre Celorico da Beira e Guarda e outro junto a Vilar Formoso. Por outro lado, os quilómetros indicados em alguns registos de acidentes que inicialmente não foram georreferenciados situam-se fora destes mesmos troços. Assim, considerando que à data do registo não existia o IP5 nos quilómetros indicados, mas sim a A25, e por o tipo de via constante em alguns registos ser o de auto-estrada, depreende-se que nestes casos existiu uma troca de identificação entre as estradas IP5 e A25.

Tendo em conta o descrito, procedeu-se à alteração da identificação da estrada nos registos de IP5 para A25. Esta discordância poderá justificar-se pelo hábito das autoridades designarem os referidos troços como IP5. Nas situações em que os quilómetros são coerentes com os troços, optou-se por manter a identificação da estrada, permanecendo, ainda assim, a possibilidade de se referirem à A25.

Por último, os erros derivados da identificação incorrecta dos pontos quilométricos do acidente não permitem qualquer rectificação, pelo que esses registos foram excluídos da base de dados.

Relativamente às situações enquadradas no segundo critério para validação dos dados, foi realizada uma comparação entre o concelho identificado pela georreferenciação dos acidentes ocorridos e os dados constantes no campo “concelho” da própria base de dados. Este procedimento permitiu, desde logo, seleccionar os registos com diferenças na identificação do concelho e assinalar os locais de sinistro incorrectos a nível da localização.

A maioria destes erros localiza-se na proximidade do limite dos concelhos, casos eventualmente justificados pela falta de informação, no local, sobre onde começa e acaba um determinado concelho. Nestas situações, optou-se por não efectuar qualquer alteração aos registos.

Tal como aconteceu no primeiro critério, também aqui é possível proceder a correcções da identificação da estrada em função do registo do local da ocorrência. Como exemplo, o registo do

acidente que se segue foi georreferenciado, de acordo com a estrada e o ponto quilométrico indicado, no concelho de Gouveia. Estes dados não são, contudo, coerentes com a localização encontrada no campo “concelho” do próprio registo (Tabela 5).

IDAcidente	Estrada	PK	Concelho	Povoação
2006258203	EN232	43+600	Almeida	Almeida

Tabela 5 - Registo de acidente

Analisando a cartografia, constata-se que a EN232 não tem qualquer relação com Almeida. Em contrapartida, verifica-se a existência da EN332 na zona envolvente de Almeida. Por outro lado, verificou-se também que o ponto quilométrico indicado é próximo de Almeida. Tendo em conta estes aspectos, considerou-se plausível alterar o registo da identificação da estrada em questão de EN232 para EN332.

Nas situações onde não foi possível identificar a natureza do erro e, portanto, não foi possível efectuar qualquer correcção, os registos foram eliminados, de forma a não provocar distorções nos resultados.

Terminados os procedimentos de validação de dados anteriormente descritos, verificou-se que foram corrigidos 7 registos e eliminados 68. As eliminações representam 0,06% do total dos dados em estudo.

Para além das incoerências mencionadas anteriormente (erro na identificação das estradas e identificação incorrecta do quilómetro onde ocorreu o acidente), verificaram-se ainda outras discrepâncias que, apesar de não determinantes para a georreferenciação dos acidentes, não devem deixar de ser salientadas:

- Registos de acidentes ocorridos fora das localidades, mas com indicação de ocorridos dentro das localidades;
- Registos de acidentes ocorridos dentro das localidades, mas com indicação de ocorridos fora das localidades;
- Registos de acidentes ocorridos no mesmo quilómetro, mas com dados contrários relativos às características da via;
- Registos que apresentam não conformidade entre condições atmosféricas e condições de aderência.

4.3.5. Estradas beneficiadas

Ao longo do período em análise (2005-2008), algumas estradas foram objecto de beneficiação com correcção da directriz. A tabela seguinte apresenta os troços das estradas beneficiadas no período de análise deste estudo:

Estrada	Abertura	PK Inicial	PK Final
EN330	30-06-2006	0+000	28+800
EN102	07-07-2006	78+577	127+358
EN221	15-12-2006	160+335	183+600
EN226	15-12-2006	99+700	114+773
EN332	22-02-2008	10+200	26+954
EN221	14-02-2009	157+000	160+335

Tabela 6 – Estradas beneficiadas

Em consequência destas obras de beneficiação, as estradas sofreram alterações da directriz levando à alteração do seu desenvolvimento. Esta situação tem desde logo como consequência directa a incorrecta georreferenciação de acidentes ocorridos em data anterior à abertura da estrada. Por essa razão, os registos correspondentes foram excluídos, de forma a não prejudicar o rigor da análise.

Mesmo existindo troços coincidentes entre a fase pré e pós beneficiação e sendo conhecida a localização geográfica dos acidentes, considera-se que não seria coerente incluir esses registos na análise por dois motivos: porque o acidente, apesar de em localização idêntica, ocorreu numa estrada de características diferentes resultantes das obras de beneficiação (por exemplo: de pavimento, largura de via ou sinalização); e porque alguns dos acidentes registados poderiam ter ocorrido devido às próprias obras de beneficiação.

Assim, e de acordo com estes fundamentos, foram identificados e excluídos um total de 68 registos.

No anexo 2 é possível verificar a localização dos acidentes após o processo de georreferenciação.

4.4. Análise da Sinistralidade

A localização e auxílio do diagnóstico da sinistralidade rodoviária são facilitados e enriquecidos pela capacidade dos Sistemas de Informação Geográfica integrarem informações de carácter espacial e temporal no mesmo plano de análise. Neste sentido, procedeu-se à análise da sinistralidade em termos de pontos negros, zonas de acumulação de acidentes, zonas de sinistralidade frequente, zonas cinzentas e cartografia temática.

Dada a vasta área em estudo, a produção cartográfica das análises foi dividida em quatro sectores criados em função dos limites dos concelhos (anexo1):

- Sector 1: concelhos de Seia, Gouveia e Manteigas;
- Sector 2: concelhos de Guarda, Celorico da Beira, Fornos de Algodres, Trancoso e Aguiar da Beira;
- Sector 3: concelhos de Pinhel, Figueira de Castelo Rodrigo, Vila Nova de Foz Côa e Mêda;
- Sector 4: concelhos de Almeida e Sabugal.

4.4.1. Pontos negros

De acordo com a ANSR, e como introduzido anteriormente, ponto negro é 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.”

Para identificar estes troços na rede viária em análise, e porque o ArcGis não dispõe de um recurso próprio para o efeito, utilizou-se a ferramenta Crash Analysis Tools (SANDUSKY, 2010), desenvolvida para análise de acidentes de viação. Esta ferramenta permite efectuar análises através de dois métodos: *Strip* e a *Sliding Scale*.

Na análise *Strip*, as zonas de acumulação de acidentes são definidas de acordo com a extensão da secção e do número de acidentes definidos. Este método efectua a análise por secções isoladas, ou seja, o ponto inicial da secção seguinte é coincidente com o ponto final da secção anterior. Por exemplo, e no caso em concreto, definiu-se uma extensão de 200 metros, sendo que a primeira secção vai dos 0-200 metros, a segunda dos 200 aos 400 metros e assim sucessivamente.

Este método pode, no entanto, não identificar correctamente as zonas pretendidas, sendo essa possibilidade exemplificada através da Figura 8.

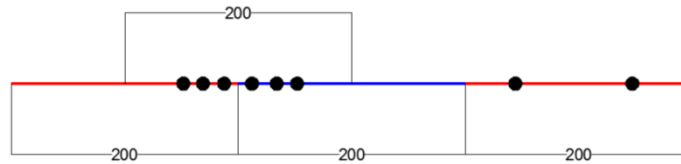


Figura 8 – Exemplo de uma análise *Strip*

Ou seja, verificando-se a existência de mais de cinco acidentes a menos de 200 metros entre si mas, por sua vez, divididos em secções diferentes, a zona não é identificada pelo método *Strip* como zona de acumulação de acidentes. Tal acontece porque os acidentes, apesar de próximos, estão localizados em secções distintas e, portanto, cada secção indica apenas os respectivos acidentes.

Este problema é, contudo, ultrapassado através da análise pelo método *Sliding Scale*. Esta ferramenta, apesar de idêntica à anterior, permite definir um valor de incremento para determinar o início de uma nova secção. Logo, enquanto no método anterior o incremento era o valor da própria extensão, no *Sliding Scale* o incremento pode assumir qualquer valor. Por conseguinte, as secções que cumprem os critérios definidos são sobrepostas. No final da análise, o resultado é uma única secção com extensão superior à indicada inicialmente. Esta situação de sobreposição não se verificará nos casos em que a distância entre os acidentes seja igual à extensão das secções.

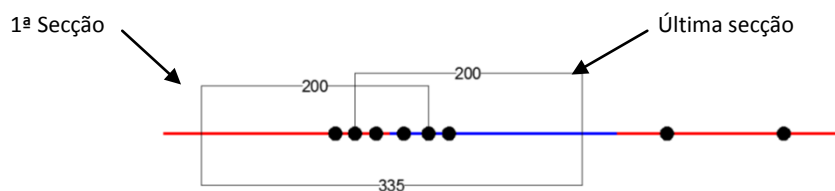


Figura 9 – Exemplo de uma análise *Sliding Scale*

De acordo com critérios anteriores, e definindo 1 metro como valor de incremento para o início de uma nova secção, obtém-se para o exemplo apresentado um troço de estrada com 335 metros (Figura 9). Este troço é resultante da junção de vários troços de 200 metros, mais concretamente de 135, com pelo menos 5 ocorrências, constituindo, assim, uma única zona de acumulação de acidentes.

Optou-se, então, por efectuar a análise dos pontos negros através do método *Sliding Scale*, já que é o que permite a melhor identificação das zonas pretendidas.

Nestes termos, para a identificação dos pontos negros foram definidos os seguintes critérios:

- Secções com 200 metros de extensão;
- Valor de incremento para início de uma nova secção de 1 metro;
- Número mínimo de 5 acidentes.

Uma vez que a identificação do quilómetro do acidente na base de dados disponibilizada pela ANSR é feita em metros (valores inteiros), subentende-se que a distância mínima entre dois acidentes seja de 1 metro. Logo, de forma a não excluir quaisquer acidentes na identificação das secções, utilizou-se incrementos de 1 metro para o início de novas secções.

Esta análise foi efectuada para cada um dos anos em estudo (2005, 2006, 2007 e 2008), não tendo sido, contudo, identificada qualquer zona com estas características. Conclui-se por isso que, com base nos critérios definidos, não existem pontos negros na rede viária em análise.

Considerando os relatórios anuais divulgados pela ANSR, a inexistência de pontos negros na zona em estudo era o resultado já esperado. Efectivamente, estes documentos apenas identificam, para o ano de 2006, um ponto negro na rede viária objecto de análise, localizado na EN102, entre os quilómetros 126+900 e 127+100. Este ponto negro não foi identificado no presente trabalho, já que a estrada foi alvo de beneficiação e por isso, como referido no ponto 4.3.5 - Estradas beneficiadas, foram apenas considerados os dados de sinistralidade rodoviária posteriores à data da conclusão dessas mesmas obras (7 de Julho de 2006).

4.4.2. Zonas de acumulação de acidentes

Com base nos factores definidos pela ANSR, não foram identificados quaisquer pontos negros na rede viária em análise no ponto anterior. Contudo, considera-se relevante fazer uma análise mais abrangente relativamente às zonas de acumulação de acidentes, ou seja, identificar as zonas que, apesar de não cumprirem a exigência dos critérios anteriormente referidos para identificação dos pontos negros, registaram um ou mais acidentes. O objectivo é, deste modo, criar uma cartografia identificativa dos troços em função do número de acidentes ocorridos no período 2005-2008.

Assim, recorrendo à aplicação atrás mencionada e de acordo com a metodologia adoptada, efectuou-se, em troços de 500 metros, duas análises distintas: uma primeira abordagem, considerando a totalidade das ocorrências e, uma segunda, considerando apenas as ocorrências com feridos graves ou vítimas mortais, excluindo, portanto, os feridos ligeiros.

Para a primeira análise, em função do número de acidentes, foram criadas cinco classes distintas - 1 acidente, 2 acidentes, 3 acidentes, 4 acidentes e 5 ou mais acidentes, cuja cartografia pode ser consultada no anexo 3.

Em termos de resultados, e para a classe específica de 5 ou mais acidentes, foram identificadas 25 zonas de acumulação de acidentes (Tabela 5), algumas das quais com extensão superior a 500 metros, dada a existência de sobreposição de troços.

Das zonas identificadas destacam-se quatro situações que registam 10 ou mais acidentes e que, pela sua relevância, são apresentadas em pormenor as respectivas localizações (Figura 10 a Figura 13 e Tabela 8 a Tabela 11).

Estrada	PK Inicial	PK Final	Extensão	Acidentes
A25	147+999	148+700	0+701	5
A25	162+000	163+401	1+401	12
A25	164+000	164+501	0+501	5
A25	190+099	190+775	0+676	6
EN102	126+599	128+671	0+801	5
EN102	130+399	130+944	0+545	5
EN102	131+619	132+400	0+781	5
EN102	133+299	134+400	1+101	13
EN17	82+550	83+101	0+551	6
EN17	91+300	91+901	0+601	5
EN17	94+500	95+001	0+501	5
EN17	101+550	102+101	0+551	5
EN17	115+146	115+651	0+505	5
EN221	160+173	161+152	0+979	6
EN226	82+999	83+620	0+621	5
EN226	88+100	88+904	0+804	10
EN229	42+879	43+500	0+621	7
EN229	44+639	45+440	0+801	7
EN229	56+300	56+959	0+659	5
EN231	34+699	35+320	0+621	7
EN231	38+699	39+300	0+601	5
EN233	10+599	11+500	0+901	5
EN233	23+599	24+200	0+601	6
EN233	24+459	25+900	1+441	13
IP5	156+899	157+450	0+551	5

Tabela 7 – Zonas de acumulação de acidentes com 5 ou mais acidentes



Figura 10 – Zona de acumulação de acidentes – A25

ID Acidente	Data	Hora	Dia de Semana	VM	FG	FL	IG	PK	Natureza	Luminosidade	Fatores Atmosféricos	Condições de Aderência	Veículos
2006241749	17-03-2006	19:00:00	Sexta-feira	0	0	1	3	162+000	Colisão	Noite, sem iluminação	Chuva	Seco e limpo	2
2007292348	01-08-2007	14:50:00	Quarta-feira	0	0	3	9	162+000	Colisão	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2005209090	05-08-2005	17:00:00	Sexta-feira	0	0	2	6	162+200	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2006225899	14-01-2006	00:05:00	Sábado	0	1	0	10	162+300	Atropelamento	Noite, sem iluminação	Chuva	Seco e limpo	1
2007273943	14-02-2007	07:40:00	Quarta-feira	0	0	2	6	162+500	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Seco e limpo	2
2006260369	17-09-2006	07:25:00	Domingo	0	1	0	10	162+500	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2007299627	22-10-2007	07:00:00	Segunda-feira	0	0	1	3	162+700	Despiste	Noite, com iluminação	Bom tempo	Molhado	1
2007294666	21-09-2007	09:00:00	Sexta-feira	0	0	1	3	162+900	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	2
2006226966	04-01-2006	18:45:00	Quarta-feira	0	0	1	3	162+900	Colisão	Aurora ou crepúsculo	Bom tempo	Seco e limpo	1
2007295120	13-09-2007	09:00:00	Quinta-feira	0	0	1	3	163+000	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2006242550	27-04-2006	00:20:00	Quinta-feira	0	0	1	3	163+000	Colisão	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Molhado	2
2005221012	19-11-2005	09:00:00	Sábado	0	0	1	3	163+000	Atropelamento	Em pleno dia	Chuva	Molhado	1

Tabela 8 – Zonas de acumulação de acidentes – A25

Aplicação de SIG para Localização e Auxílio ao Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano
Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica



Figura 11 – Zona de acumulação de acidentes – EN102

ID Acidente	Data	Hora	Dia de Semana	VM	FG	FL	IG	PK	Natureza	Luminosidade	Factores Atmosféricos	Condições de Aderência	Veículos
2005219001	17-10-2005	06:10:00	Segunda-feira	0	0	1	3	133+700	Despiste	Noite, sem iluminação	Chuva	Molhado	2
2007277495	04-03-2007	19:30:00	Domingo	0	0	2	6	133+737	Colisão	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Não definido	1
2005211299	16-09-2005	14:00:00	Sexta-feira	0	0	5	15	133+800	Colisão	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2008301738	21-11-2007	16:30:00	Quarta-feira	0	1	0	10	133+800	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Seco e limpo	1
2008340679	05-09-2008	18:40:00	Sexta-feira	0	0	1	3	133+800	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Molhado	1
2006258183	16-08-2006	14:00:00	Quarta-feira	0	0	2	6	133+833	Colisão	Em pleno dia	Chuva	Seco e limpo	2
2006260383	25-09-2006	08:15:00	Segunda-feira	1	1	1	113	133+870	Colisão	Em pleno dia	Chuva	Seco e limpo	2
2007275782	22-02-2007	16:00:00	Quinta-feira	0	0	1	3	133+900	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Seco e limpo	2
2008343868	07-10-2008	08:30:00	Terça-feira	0	0	1	3	133+900	Colisão	Em pleno dia	Chuva	Molhado	1
2006250541	22-06-2006	10:40:00	Quinta-feira	0	0	1	3	133+900	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2007298464	01-10-2007	20:20:00	Segunda-feira	0	0	2	6	133+950	Colisão	Noite, sem iluminação	Chuva	Seco e limpo	2
2006254722	31-07-2006	00:48:00	Segunda-feira	0	0	1	3	134+000	Despiste	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Molhado	2
2007266604	24-11-2006	08:30:00	Sexta-feira	0	0	1	3	134+100	Colisão	Em pleno dia	Chuva	Húmido	2

Tabela 9 – Zonas de acumulação de acidentes – EN102

Aplicação de SIG para Localização e Auxílio ao Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano
Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

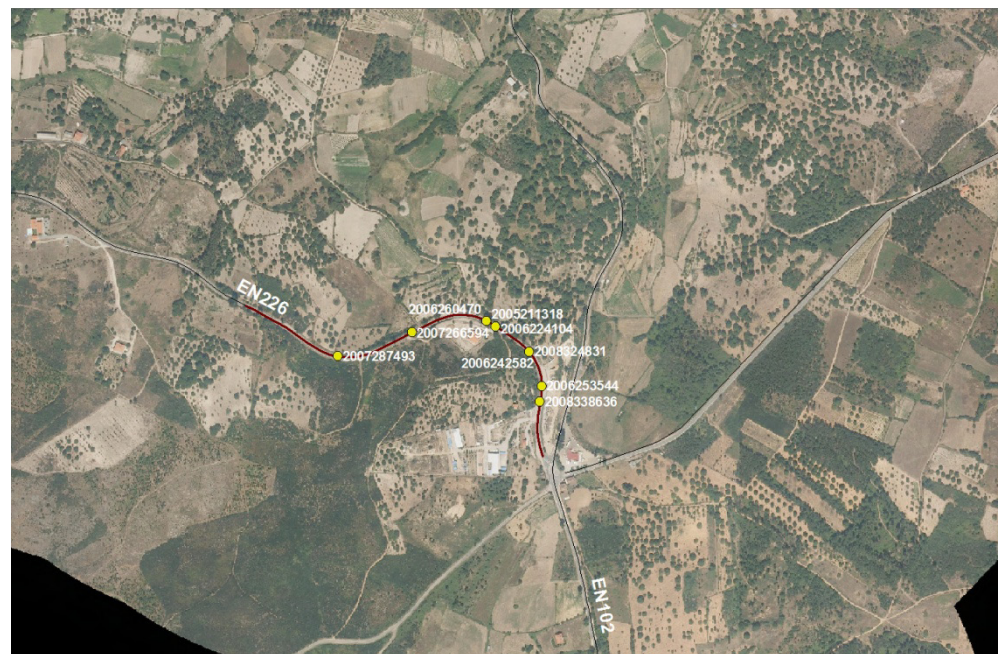


Figura 12 – Zona de acumulação de acidentes – EN226

ID Acidente	Data	Hora	Dia de Semana	V M	FG	FL	IG	PK	Natureza	Luminosidade	Factores Atmosféricos	Condições de Aderência	Veículos
2007287493	09-06-2007	18:10:00	Sábado	0	0	1	3	88+300	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2007266594	19-11-2006	19:40:00	Domingo	0	0	1	3	88+450	Despiste	Noite, sem iluminação	Chuva	Seco e limpo	2
2008324829	07-04-2008	13:10:00	Segunda-feira	0	0	1	3	88+600	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Molhado	1
2006260470	24-09-2006	11:50:00	Domingo	0	0	1	3	88+600	Despiste	Em pleno dia	Não definido	Seco e limpo	2
2005211318	23-09-2005	15:50:00	Sexta-feira	0	0	2	6	88+600	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2006224104	21-12-2005	18:10:00	Quarta-feira	0	0	1	3	88+620	Despiste	Noite, com iluminação	Bom tempo	Com gelo, geada ou neve	1
2006242582	15-04-2006	20:45:00	Sábado	0	0	1	3	88+700	Despiste	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Molhado	1
2008324831	04-04-2008	14:30:00	Sexta-feira	0	0	2	6	88+700	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2006253544	12-07-2006	18:45:00	Quarta-feira	0	0	1	3	88+770	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Não definido	2
2008338636	22-08-2008	01:10:00	Sexta-feira	0	0	2	6	88+800	Colisão	Noite, com iluminação	Bom tempo	Seco e limpo	2

Tabela 10 – Zonas de acumulação de acidentes – EN226

Aplicação de SIG para Localização e Auxílio ao Diagnóstico da Sinistralidade Rodoviária em Meio Interurbano
Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

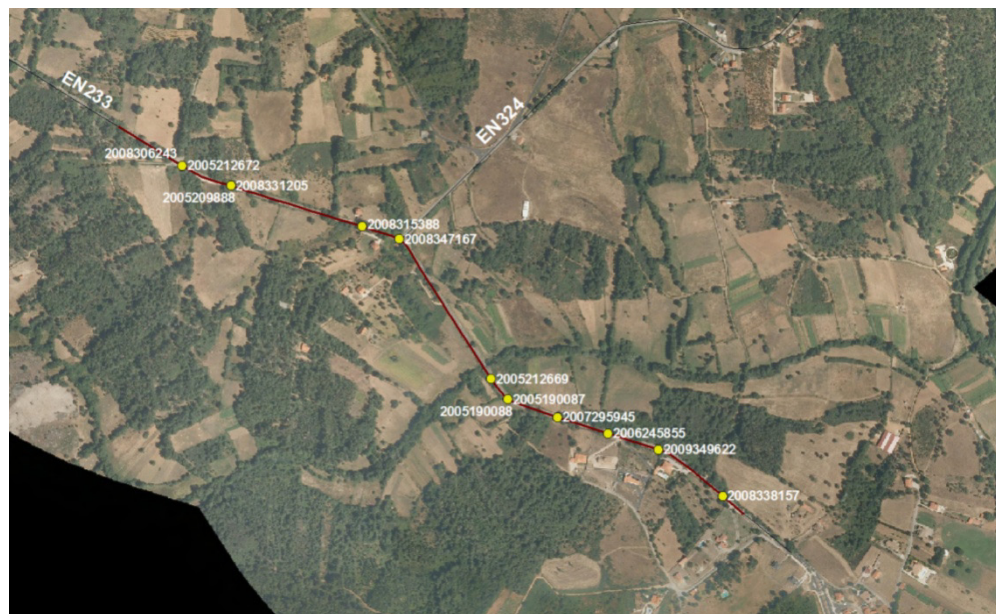


Figura 13 – Zona de acumulação de acidentes – EN233

ID Acidente	Data	Hora	Dia de Semana	VM	FG	FL	IG	PK	Natureza	Luminosidade	Fatores Atmosféricos	Condições de Aderência	Veículos
2008306243	28-12-2007	14:00:00	sexta-feira	0	0	2	6	24+600	Colisão	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	2
2005212672	14-09-2005	18:00:00	quarta-feira	0	0	1	3	24+600	Colisão	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2005209888	11-08-2005	23:20:00	quinta-feira	0	0	1	3	24+700	Despiste	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Seco e limpo	2
2008331205	27-06-2008	06:45:00	sexta-feira	0	0	2	6	24+700	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2008315388	27-02-2008	12:30:00	quarta-feira	0	0	1	3	24+960	Despiste	Em pleno dia	Chuva	Molhado	1
2008347167	12-10-2008	21:05:00	domingo	0	1	9	37	25+034	Colisão	Noite, sem iluminação	Chuva	Molhado	1
2005212669	12-09-2005	15:00:00	segunda-feira	0	0	4	12	25+350	Colisão	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	1
2005190088	17-01-2005	07:05:00	segunda-feira	0	0	1	3	25+400	Despiste	Noite, sem iluminação	Nevoeiro	Com gelo, geada ou neve	5
2005190087	17-01-2005	07:05:00	segunda-feira	0	0	1	3	25+400	Despiste	Noite, sem iluminação	Nevoeiro	Com gelo, geada ou neve	1
2007295945	22-09-2007	00:00:00	sábado	1	2	0	120	25+500	Despiste	Noite, sem iluminação	Bom tempo	Seco e limpo	1
2006245855	11-05-2006	23:40:00	quinta-feira	1	1	0	110	25+600	Despiste	Noite, com iluminação	Bom tempo	Com gravilha ou areia	1
2009349622	21-11-2008	14:50:00	sexta-feira	0	0	1	3	25+700	Despiste	Em pleno dia	Bom tempo	Seco e limpo	2
2008338157	19-08-2008	03:10:00	terça-feira	0	0	1	3	25+850	Despiste	Noite, com iluminação	Bom tempo	Seco e limpo	2

Tabela 11 – Zonas de acumulação de acidentes – EN233

Quanto à segunda análise realizada, ou seja, considerando apenas as ocorrências com feridos graves ou vítimas mortais e excluindo os feridos ligeiros, foram criadas apenas duas classes, com 1 acidente e com 2 acidentes, já que não se verificaram troços com mais de 2 acidentes.

Dos resultados obtidos, foram identificadas 14 zonas com registo de 2 ocorrências com feridos graves ou vítimas mortais (Tabela 12), podendo a respectiva cartografia ser consultada no anexo 4.

Estrada	PK Inicial	PK Final	Extensão
A25	147+899	148+700	0+801
A25	162+000	162+801	0+801
A25	163+900	164+501	0+601
A25	176+000	176+601	0+601
EN102	107+852	108+500	0+648
EN102	126+399	127+000	0+601
EN102	133+369	134+300	0+931
EN17	94+500	95+401	0+901
EN231	34+699	35+700	1+001
EN231	39+299	39+892	0+593
EN233	24+999	25+534	0+535
EN233-3	4+309	5+000	0+691
EN324	42+000	42+829	0+829
EN332	41300	41892	0+592

Tabela 12 – Zonas de acumulação de acidentes excluindo feridos ligeiros

4.4.3. Zonas de sinistralidade frequente

Neste ponto pretende-se identificar as zonas onde ocorrem anualmente acidentes rodoviários, ou seja, locais onde se verifica, no mínimo, uma ocorrência em cada um dos anos em análise.

Conforme referido no capítulo da Metodologia, a análise da sinistralidade rodoviária é realizada em troços de 500 metros. Logo, para cada ano em análise, foram efectuados buffers de 250 metros aos locais dos acidentes, de forma a encontrar as intersecções entre os buffers efectuados. Os acidentes que contribuem para as intersecções identificadas estão, entre si, a menos de 500 metros e, portanto, localizados em troços com a extensão pretendida para análise.

Com o objectivo de ilustrar os procedimentos efectuados ao longo desta análise, recorrer-se-á ao exemplo de uma das zonas de sinistralidade frequente identificadas, mais especificamente, na EN226, junto ao cruzamento com a EN102 (Figura 14, 15, 16, 17, 18 e 19).

Os pontos amarelos na Figura 14 representam os locais dos acidentes rodoviários. As cores caracterizam os buffers efectuados para cada um dos anos em análise: o azul escuro para 2005, o verde para 2006, o laranja para 2007 e o azul claro para 2008. Em locais pontuais com acidentes ocorridos em mais do que um ano é apenas visível o buffer de um desses anos.

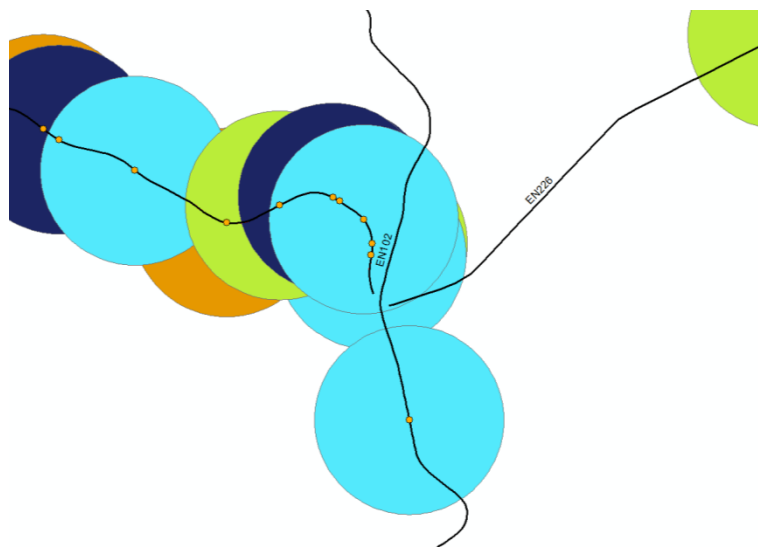


Figura 14 – Buffers de 250 metros efectuados aos acidentes rodoviários

Em seguida, efectuaram-se as intersecções dos diferentes buffers. Desta operação, para o caso específico apresentado, resultou a zona assinalada a vermelho na Figura 15, representando a intersecção pretendida.

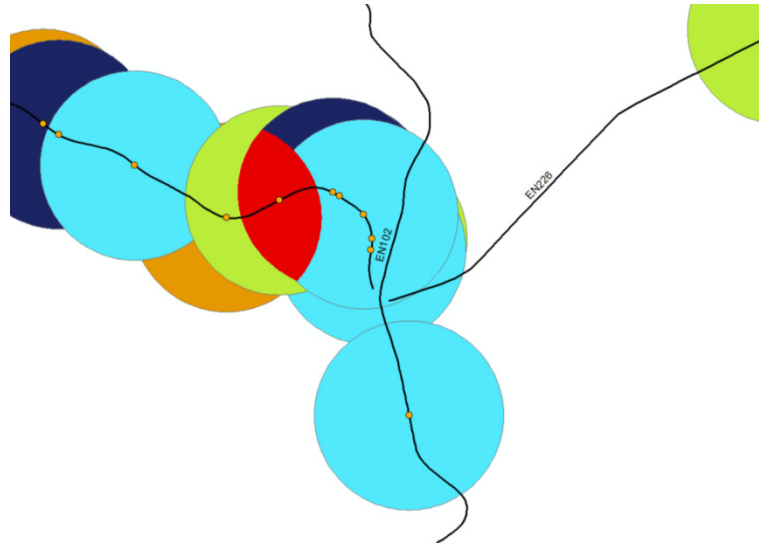


Figura 15 – Intersecção dos buffers efectuados aos acidentes

Para continuar a análise da zona de sinistralidade frequente, interessa obter um troço de estrada representativo da zona de sinistralidade frequente. Uma vez que o resultado da intersecção é uma área, efectuou-se um *clip* da estrada com a área resultante dessa mesma intersecção, obtendo-se assim o troço de estrada. Neste caso, e como resultado desta operação, o troço obtido encontra-se assinalado a verde na Figura 16.

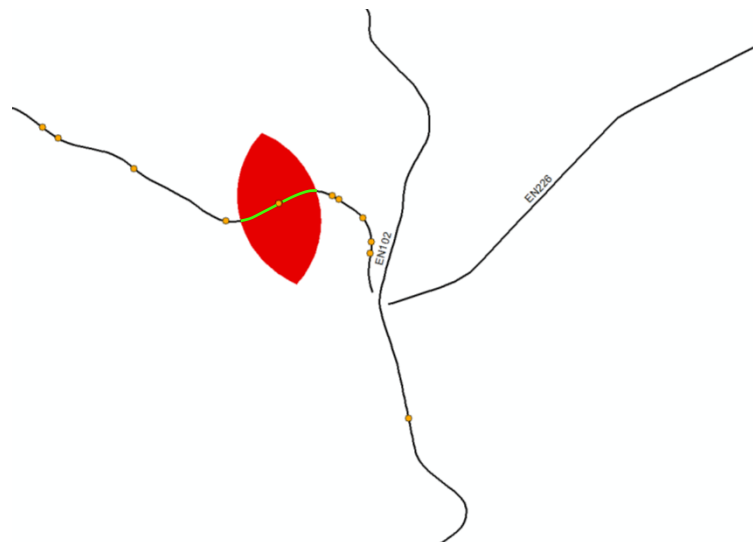


Figura 16 – Operação de *clip* efectuada à estrada com a área de intersecção

Após este processo, verificou-se a existência de duas situações distintas:

- Os acidentes ocorridos localizam-se dentro dos troços obtidos;
- Os acidentes ocorridos localizam-se fora dos troços obtidos.

O factor que determina estas duas situações é a distância dos acidentes entre si. Quando os acidentes estão localizados a mais de 250 metros entre si, vão surgir fora dos troços obtidos. Por outro lado, os acidentes que distem menos de 250 metros entre si, localizam-se dentro dos troços obtidos.

No exemplo escolhido, é possível observar ambas as situações através da Figura 16. Um dos locais de acidente (pontos amarelos) situa-se dentro da intersecção (zona vermelha), significando que este está a menos de 250 metros em relação aos restantes locais de acidentes. Estes últimos, por sua vez, por se encontrarem a mais de 250 metros entre si, não surgem dentro da intersecção. Logo, para garantir que todos os locais de sinistros surjam dentro dos troços identificados, torna-se necessário efectuar ao troço obtido um novo buffer de 250 metros (área a cinzento na Figura 17).

Nas situações em que exista desde logo uma correcta identificação de um troço, esta operação poderá resultar no aumento excessivo do troço de estrada. Apesar desta consequência, considera-se essencial este processo, já que só assim é garantida a inclusão de todos os acidentes nos troços a identificar como zonas frequentes de acidentes.

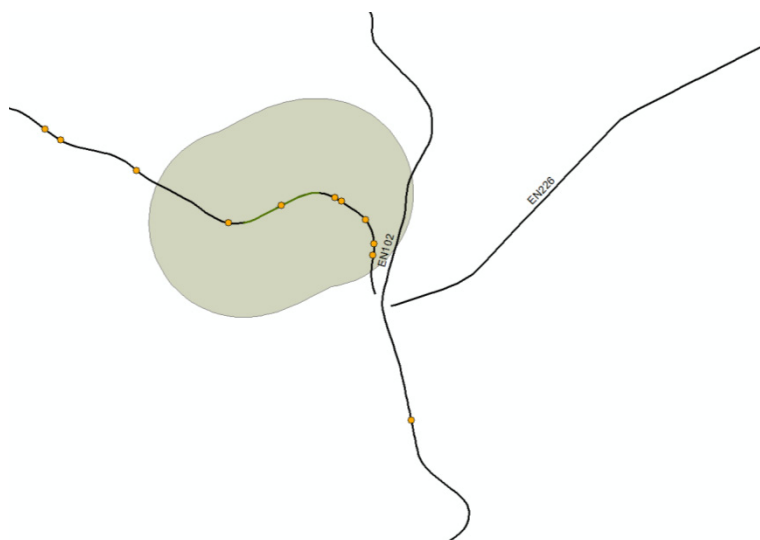


Figura 17 – Buffer efectuado ao troço de estrada obtido pela operação de *clip*

Mais uma vez, interessa para a análise obter um troço de estrada. Tendo nesta fase do trabalho uma área definida, optou-se por não utilizar o procedimento anterior recorrendo a um *clip*, mas efectuar uma localização das áreas ao longo das *routes* através da função *Locate Features Along Routes*. Esta função permite a obtenção dos pontos quilométricos iniciais e finais das zonas de sinistralidade frequentes.

No exemplo prático, e após este processo, os troços identificados estão assinalados a azul na Figura 18.

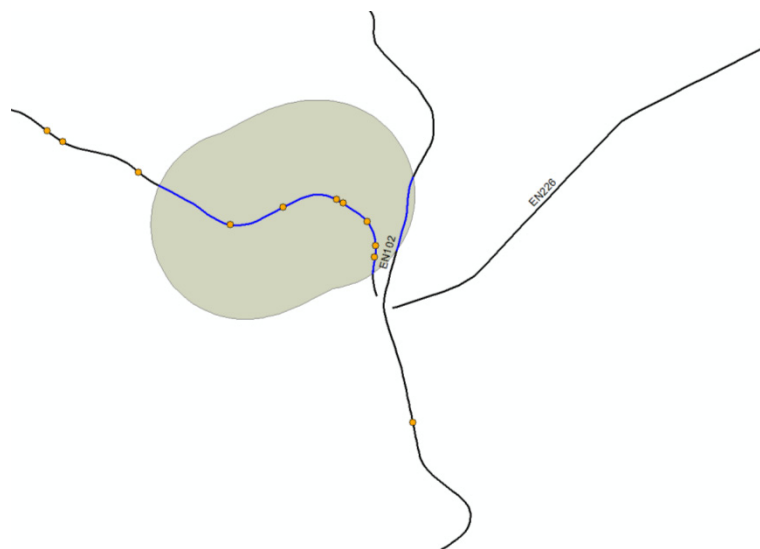


Figura 18 – Identificação de secções de sinistralidade frequente com a função *Locate Features Along Routes*

Finda esta etapa, foi realizada uma validação dos resultados obtidos, tendo-se verificado situações de erro resultantes de dois factores:

- A existência de um outro troço de outra estrada a menos de 250 metros do troço identificado como zona de sinistralidade frequente, ficando este dentro da área derivada dos buffers efectuados (ver Figura 18);
- A existência de troços de diferentes estradas próximas (intersecções e estradas paralelas), a menos de 250 metros do troço identificado como zona de sinistralidade frequente que, apesar de não apresentarem isoladamente acidentes em cada um dos anos em análise, foram identificados pela abrangência do buffer.

Estas situações foram eliminadas de forma a corrigir os resultados obtidos.

Observando estas circunstâncias no exemplo apresentado, a Figura 18 mostra que foram identificados dois troços de sinistralidade frequente: um na EN226 e outro na EN102. Facilmente se percebe que o troço da EN102 não está relacionado com os acidentes rodoviários na base de todo o processo de identificação da zona de frequência de acidentes. Assim, procedeu-se à exclusão desse troço obtendo-se o resultado final ilustrado na Figura 19.



Figura 19 – Zona de acidentes frequentes

Como referido anteriormente, a operação da localização das áreas ao longo das *routes* permitiu a obtenção dos pontos quilométricos iniciais e finais das zonas de sinistralidade frequente no período entre 2005 e 2008 (Tabela 13). Assim, foram identificadas dez zonas distribuídas por sete estradas diferentes.

Estrada	PK Inicial	PK Final	Extensão	Acidentes
A25	135+998	136+502	0+504	4
A25	190+100	190+775	0+675	6
EN102	73+795	74+404	0+609	4
EN102	133+327	134+309	0+982	13
EN17	101+740	102+463	0+723	5
EN226	88+084	88+843	0+759	10
EN229	56+088	56+959	0+871	5
EN231	34+843	35+608	0+765	5
EN231	36+098	36+701	0+603	4
EN233	25+192	25+903	0+711	7

Tabela 13 – Zonas de sinistralidade frequente (2005-2008)

Tendo por base o padrão temporal de pelo menos 3 anos, desenvolveram-se também todos os procedimentos anteriormente descritos para identificação das zonas frequentes de acidentes mas, desta vez, com base nos dados relativos aos anos de 2006, 2007 e 2008. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 14, tendo sido identificadas 22 zonas frequentes de acidentes, localizadas em 12 estradas diferentes, evidenciando-se a A25 com 5 troços.

Estrada	PK Inicial	PK Final	Extensão	Acidentes
A25	131+697	132+406	0+709	3
A25	135+998	136+602	0+604	4
A25	141+698	142+302	0+604	3
A25	188+799	189+702	0+902	3
A25	190+100	190+775	0+675	6
EN102	73+795	74+404	0+609	4
EN102	97+550	98+100	0+551	3
EN102	133+327	135+107	1+780	17
EN16	168+655	169+700	1+044	4
EN17	101+740	102+463	0+723	5
EN18-3	17+827	18+456	0+629	3
EN221	124+734	125+468	0+733	3
EN226	82+900	83+620	0+720	5
EN226	87+922	88+843	0+921	11
EN229	42+877	43+435	0+558	6
EN229	56+043	56+959	0+916	5
EN231	33+880	35+608	1+728	12
EN231	36+098	36+701	0+603	4
EN233	9+092	9+609	0+517	4
EN233	25+192	26+001	0+809	7
EN324	41+974	42+908	0+934	4
EN332	43+499	44+103	0+603	3

Tabela 14 – Zonas de sinistralidade frequente (2006-2008)

A cartografia relativa às zonas de sinistralidade frequente para os períodos de 3 e 4 anos pode ser consultada no anexo 5

4.4.4. Zonas Cinzentas

Nos pontos anteriores procedeu-se a várias análises da sinistralidade no distrito da Guarda, designadamente, zonas de acumulação de acidentes, zonas de acumulação de acidentes com vítimas mortais ou feridos graves e zonas de sinistralidade frequente.

Considera-se agora relevante proceder a uma análise global que conjugue e intersekte os dados das análises anteriores, de forma a identificar as zonas que, quer pela reincidência de acidentes, pelo número de acidentes ou pela existência de vítimas com um elevado grau de gravidade, são potencialmente problemáticas. Assim, entendeu-se denominar estas zonas como “Zonas Cinzentas” já que, não existindo intervenção sobre as mesmas, poderão converter-se em futuros pontos negros.

Assim, e relembrando os critérios usados nas análises anteriores, as zonas cinzentas serão identificadas de acordo com as seguintes condições:

- Troço com 5 acidentes localizados, entre si, a menos de 500 metros;
- Troço com acidentes nos quatro anos consecutivos, localizados, entre si, a menos de 500 metros;
- Troço de 500 metros com 1 acidentes do qual resulte, pelo menos, um ferido grave ou uma vítima mortal.

Os resultados evidenciam 5 zonas cinzentas, consequência de vários troços com as características referidas que, sobrepostos, revelam 4 zonas cinzentas em Estradas Nacionais e 1 em Auto-Estrada (Tabela 15).

Estrada	PK Inicial	PK Final	Extensão
A25	190+100	190+775	0+675
EN102	133+327	134+309	0+982
EN17	101+740	102+106	0+366
EN231	34+843	35+325	0+482
EN233	25+192	25+903	0+711

Tabela 15 – Zonas cinzentas

Os resultados desta análise podem ser consultados na cartografia no anexo 6.

4.4.5. Cartografia temática

Para identificar de forma simples e imediata os aspectos relacionados com a ocorrência de acidentes, optou-se por efectuar uma cartografia temática a partir dos dados disponibilizados pela ANSR. Assim, para além da natureza dos acidentes, foram seleccionados para análise alguns factores tidos como relevantes na ocorrência de acidentes, tais como as condições atmosféricas, as condições de aderência e a luminosidade. Esta cartografia temática poderá, contudo, ser aplicada para qualquer outro factor registado na base de dados da ANSR.

Assim, os dados em formato vectorial obtidos a partir da georreferenciação dos acidentes foram convertidos para o formato *raster* de forma a elaborar a cartografia pretendida. Para efectuar a conversão de vectorial para *raster*, torna-se necessário definir, em primeiro lugar, o tamanho da célula e, em segundo, o valor a atribuir à célula. No que diz respeito ao tamanho da célula, e aplicando o critério adoptado ao longo deste trabalho, foram definidas células de 500×500 metros. Para o valor a atribuir à célula no que respeita ao factor em análise, optou-se pelo valor mais comum, ou seja, a situação que mais vezes ocorre na área definida.

De acordo com o referido anteriormente, a natureza dos acidentes e os factores condicionantes seleccionados foram agrupados conforme ilustrado na Figura 20.

A cartografia temática produzida com base no método descrito pode ser consultada no Anexo 7, para a natureza do acidente, no Anexo 8 para as condições atmosféricas, no Anexo 9, para as condições de aderência e, por último, no Anexo 10, para as condições de luminosidade.



Figura 20 – Natureza e factores condicionantes dos acidentes

5. Conclusões

Um dos aspectos essenciais para o combate e redução da sinistralidade rodoviária é o conhecimento das causas dos acidentes. Efectivamente, só conhecendo e avaliando as causas que condicionam a segurança rodoviária é que poderão ser implementadas medidas concretas e adequadas para a diminuição destas ocorrências.

O acidente rodoviário envolve vários factores que tornam difícil a sua compreensão. Uma das questões relevantes para a determinação das causas é a localização da ocorrência. É neste contexto que as aplicações SIG podem desempenhar um papel determinante. A possibilidade de realizar múltiplas análises espaciais proporciona novas perspectivas para questões não respondidas através da estatística. A distribuição espacial dos acidentes constitui indubitavelmente uma mais-valia para a interpretação e análise da sinistralidade rodoviária.

As aplicações SIG facilitam e enriquecem a localização e auxílio do diagnóstico da sinistralidade rodoviária, através da capacidade de integrar e relacionar informações de carácter espacial e temporal no mesmo plano de análise.

Uma vez que em Portugal a localização do acidente não é efectuada através de coordenadas, o processo de georreferenciação constitui, desde logo, uma ferramenta chave. Os diagnósticos e análises através da manipulação de dados georreferenciados permitem a produção de informações determinantes para o melhor entendimento dos problemas e para suporte ao processo de tomada de decisões. Outro ponto de realce do SIG é a facilidade de integração de novos dados, o que permite a actualização das análises efectuadas, bem como da respectiva cartografia.

O presente trabalho teve como suporte principal as informações constantes nos BEAV, que constituem, actualmente, a melhor fonte de informação sobre sinistralidade rodoviária em Portugal. O PNPR (2003, p. 72) salienta, todavia, a necessidade do aperfeiçoamento destes boletins e a sensibilização das entidades fiscalizadoras para um maior rigor e homogeneidade de critérios na recolha dos dados, já que estes constituem a base das análises de sinistralidade rodoviária.

Efectivamente, é importante realçar que a base de dados criada a partir destes boletins apresenta várias incongruências que, por sua vez, podem levar a uma incorrecta interpretação e localização espacial dos acidentes. Neste sentido, a questão da georreferenciação poderá ser desde logo contornada através da disponibilização de aparelhos de GPS, com vista à obtenção das coordenadas da ocorrência por parte das autoridades envolvidas no processo de recolha e registo da informação dos acidentes.

O conhecimento das coordenadas de localização dos acidentes através de GPS apresenta ainda a possibilidade de, conjuntamente com o recurso a um SIG, reduzir outras discrepâncias nos BEAV associadas às características da rede viária e encontradas no desenrolar do presente trabalho. Ou seja, informações como a identificação e o tipo da via, o quilómetro, a localidade, a consideração da ocorrência dentro ou fora das localidades, a proximidade de um entroncamento ou cruzamento, entre outros, podem ser obtidas directamente do SIG, eliminando assim a subjectividade associada ao factor humano no processo de preenchimento dos boletins.

Conclui-se, então, que qualquer análise com base nos actuais dados de sinistralidade rodoviária deve ser realizada tendo em conta a possibilidade de existência de alguns erros que, embora em termos percentuais não sejam significativos, não devem ser negligenciados.

Já no que diz respeito ao estudo da sinistralidade rodoviária em meio interurbano aplicado ao distrito da Guarda, este permitiu constatar que em termos gerais a rede não apresenta graves problemas de sinistralidade, quando comparada com os dados de sinistralidade das redes dos restantes distritos de Portugal. De facto, as análises realizadas não revelaram a existência de pontos negros na rede em análise. Relativamente a zonas de acumulação de acidentes, foram identificadas 25 troços, com 5 ou mais acidentes, dos quais se destacam 4 com registo de 10 ou mais acidentes (A23, EN102, EN226, EN233). Quanto a zonas de sinistralidade frequente, foram assinaladas 10 zonas na análise para quatro anos (2005-2008) e 22 para o período de três anos (2006-2008). Por último, registaram-se 5 troços como zonas cinzentas, 4 localizados em estradas nacionais (EN17, EN102, EN231 e EN233) e 1 em auto-estrada (A25).

Apesar dos resultados apresentados não constituírem, por si só, indicadores preocupantes, observaram-se alguns troços que, pelo número de acidentes ocorridos, pela sua frequência ou gravidade, justificam desde logo uma análise da causalidade dos sinistros e das possíveis formas de prevenção e minimização do risco de acidentes rodoviários.

Finalmente, ressalva-se o papel preponderante que a aplicação SIG desempenhou na realização das análises espaciais constantes neste trabalho prático. De facto, a possibilidade de integrar e relacionar informações espaciais e temporais num único plano de análise, neste caso específico relativamente à sinistralidade rodoviária do distrito da Guarda, vem validar e comprovar a importância e mais-valia do SIG na localização e auxílio ao diagnóstico da sinistralidade rodoviária.

6. Referências Bibliográficas

Alves, C. (2008). “Medidas Mitigadoras para a Diminuição da Influência da Infra-estrutura nos Acidentes Rodoviários em Meio Urbano”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, Coimbra.

Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2009). “Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária 2008-2015”, Lisboa.

Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2010). “Relatório Anual 2009”, Lisboa.

Brito, B. (2008). “Estudo da Sinistralidade Rodoviária Grave Ocorrida na Zona de Acção da Brigada de Trânsito em 2005 - Para uma Optimização do Registo”. Dissertação de Mestrado, Departamento de Sociologia do Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2008). “Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes”.

Comissão Europeia (2001). “LIVRO BRANCO — A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções”. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias.

Comissão Europeia (2010). http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/charter/welcome_2_pt.htm. Carta Europeia da Segurança.

ESRI (2010). <http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=16817>.

Eurostats (2010). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tps00002>.

Ferreira, S. (2002). “Caracterização da Sinistralidade Rodoviária em Meio Urbano”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Linear Referencing in ArcGIS (2004). Brennan, P. e Harlow, M. - ESRI, USA.

Loureiro, B. (2010). <http://www.ansr.pt/Default.aspx?tabid=265&language=pt-PT>. “História da ANSR”. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária.

Ministério da Administração Interna (2003). “Plano Nacional de Prevenção Rodoviária”.

Seco, Á., Ferreira, S., Silva, A. e Costa, A. (2008). “Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes”. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.

Vilelas, J. (2009). “Investigação - O Processo de Construção do Conhecimento”. Edições Sílabo, Lisboa

7. Anexos

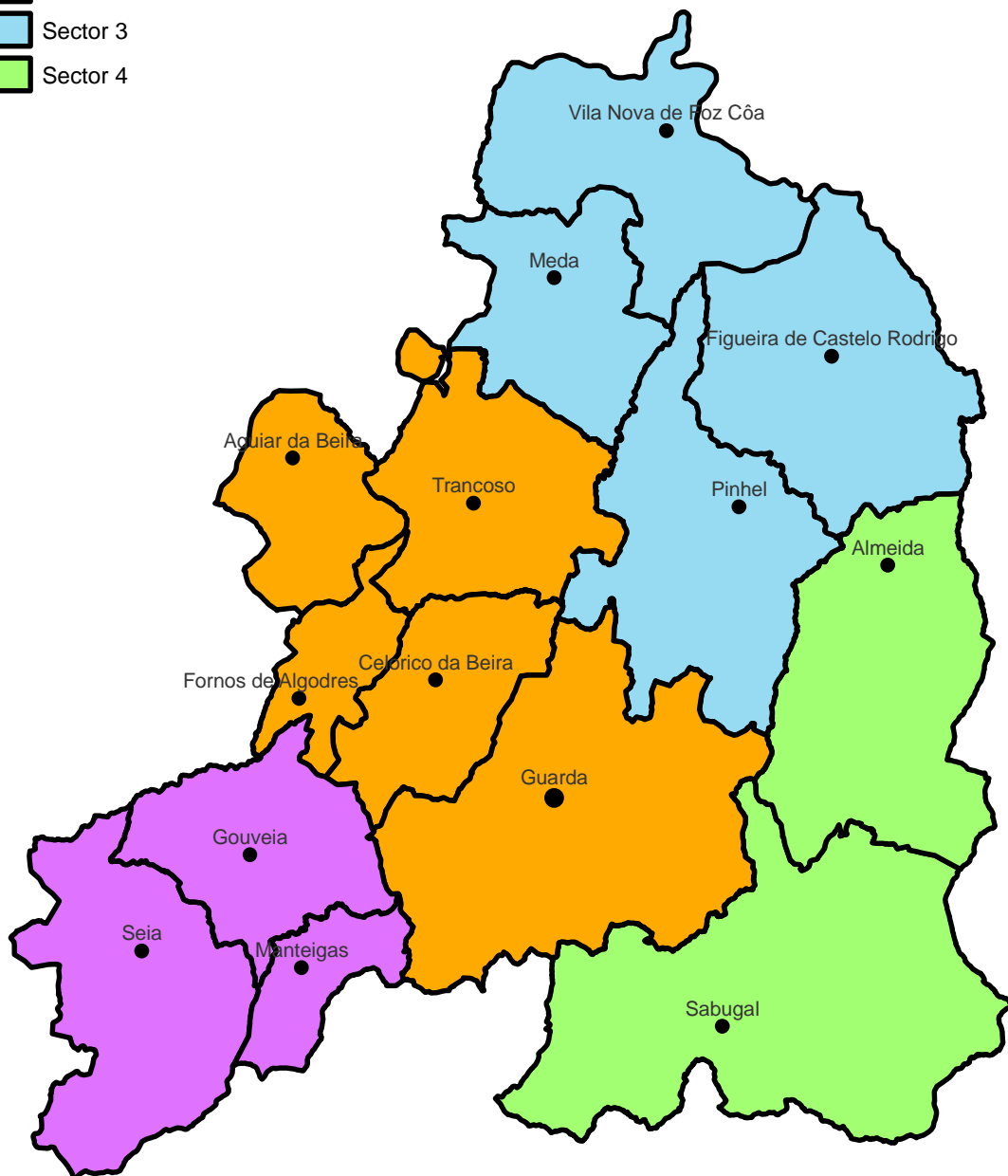
ANEXO 1

DIVISÃO DOS SECTORES

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Sectores

Legenda

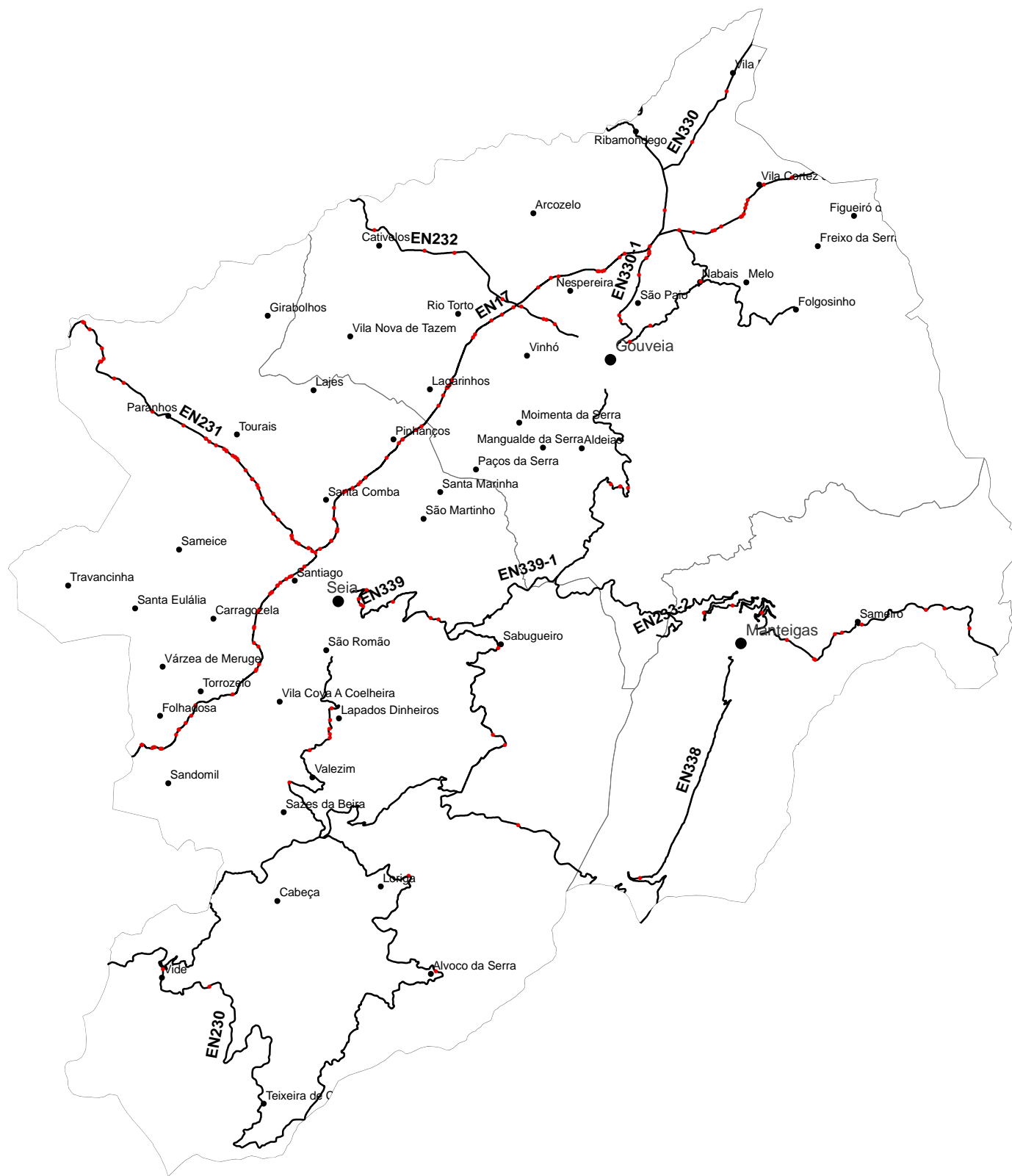
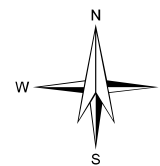
- Sedes de Concelhos
- Sede do Distrito
- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3
- Sector 4



ANEXO 2

LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Localização dos Acidentes



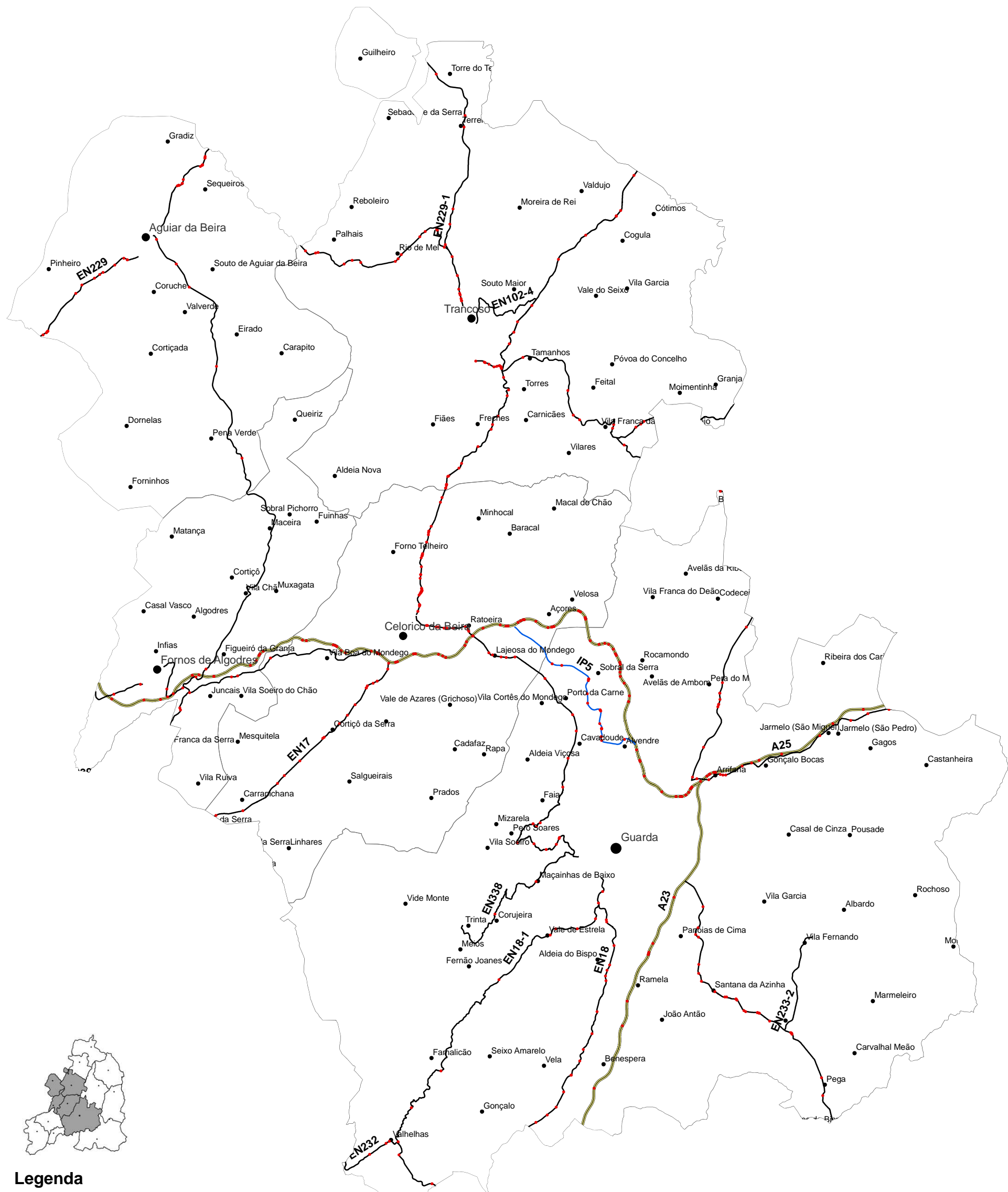
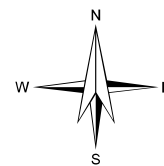
Legenda

- Acidentes
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



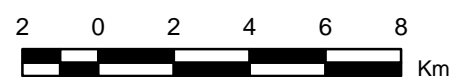
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Localização dos Acidentes



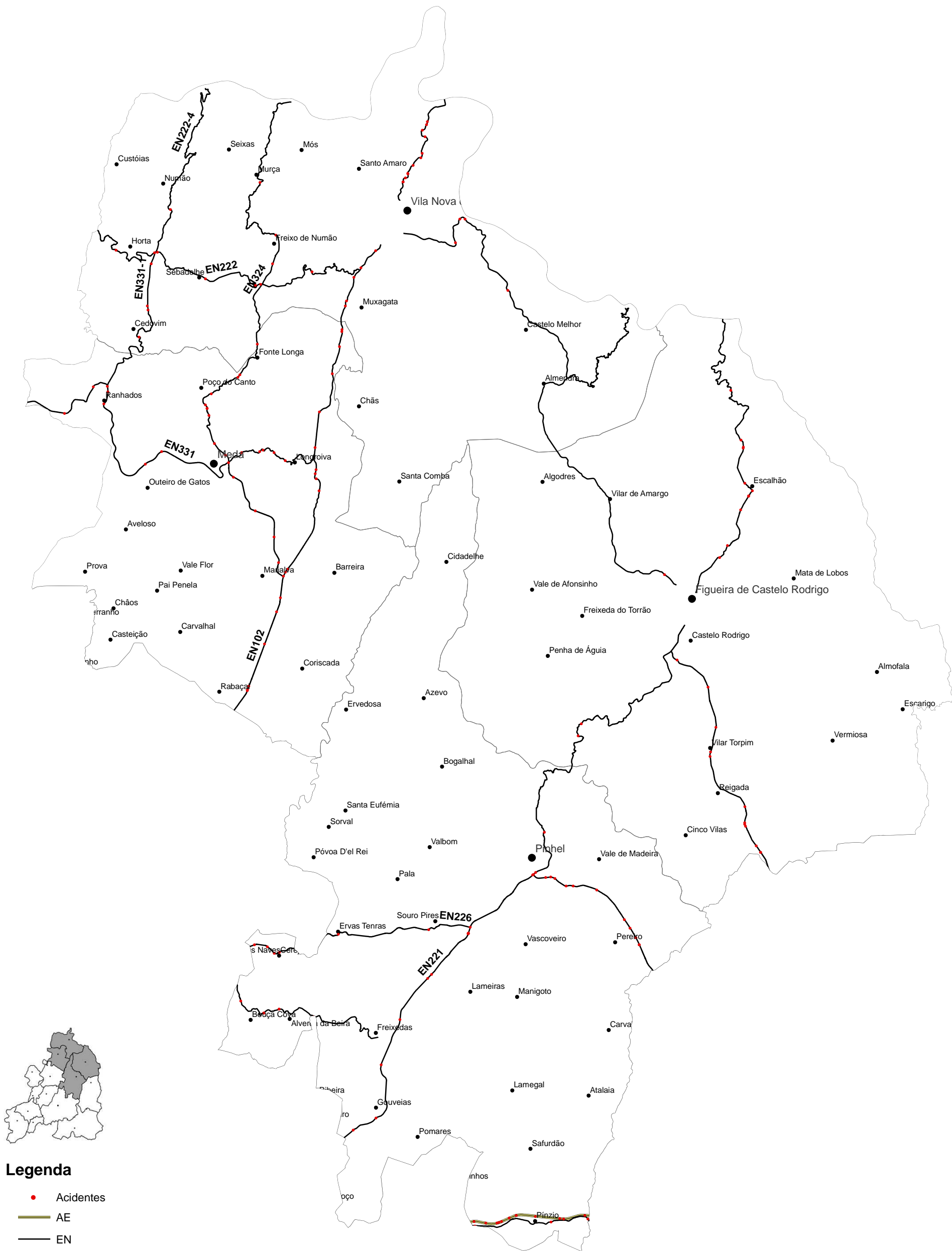
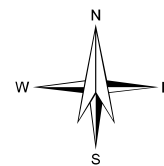
Legenda

- Acidentes
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Localização dos Acidentes



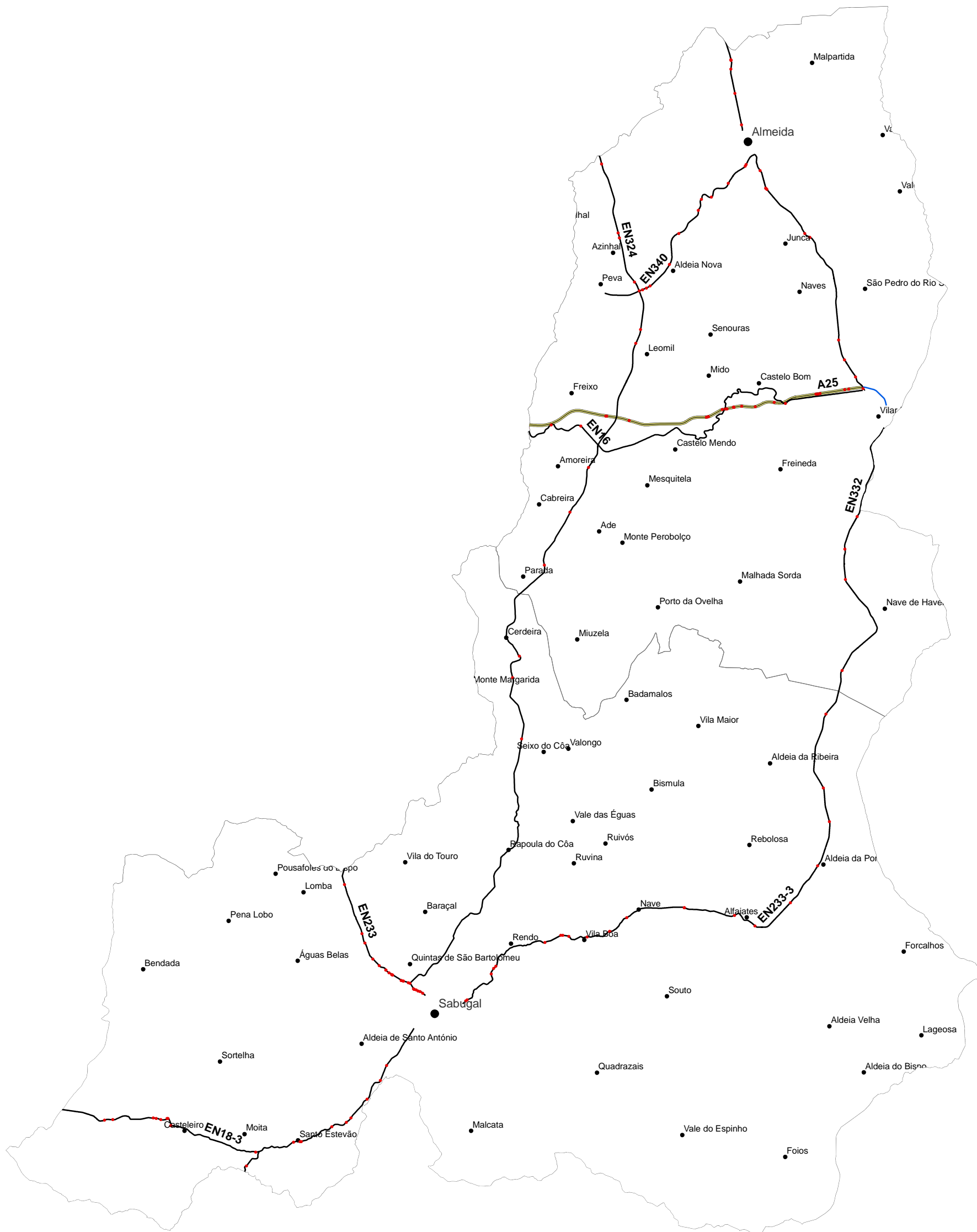
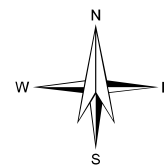
Legenda

- Acidentes
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Localização dos Acidentes



Legenda

- Acidentes
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

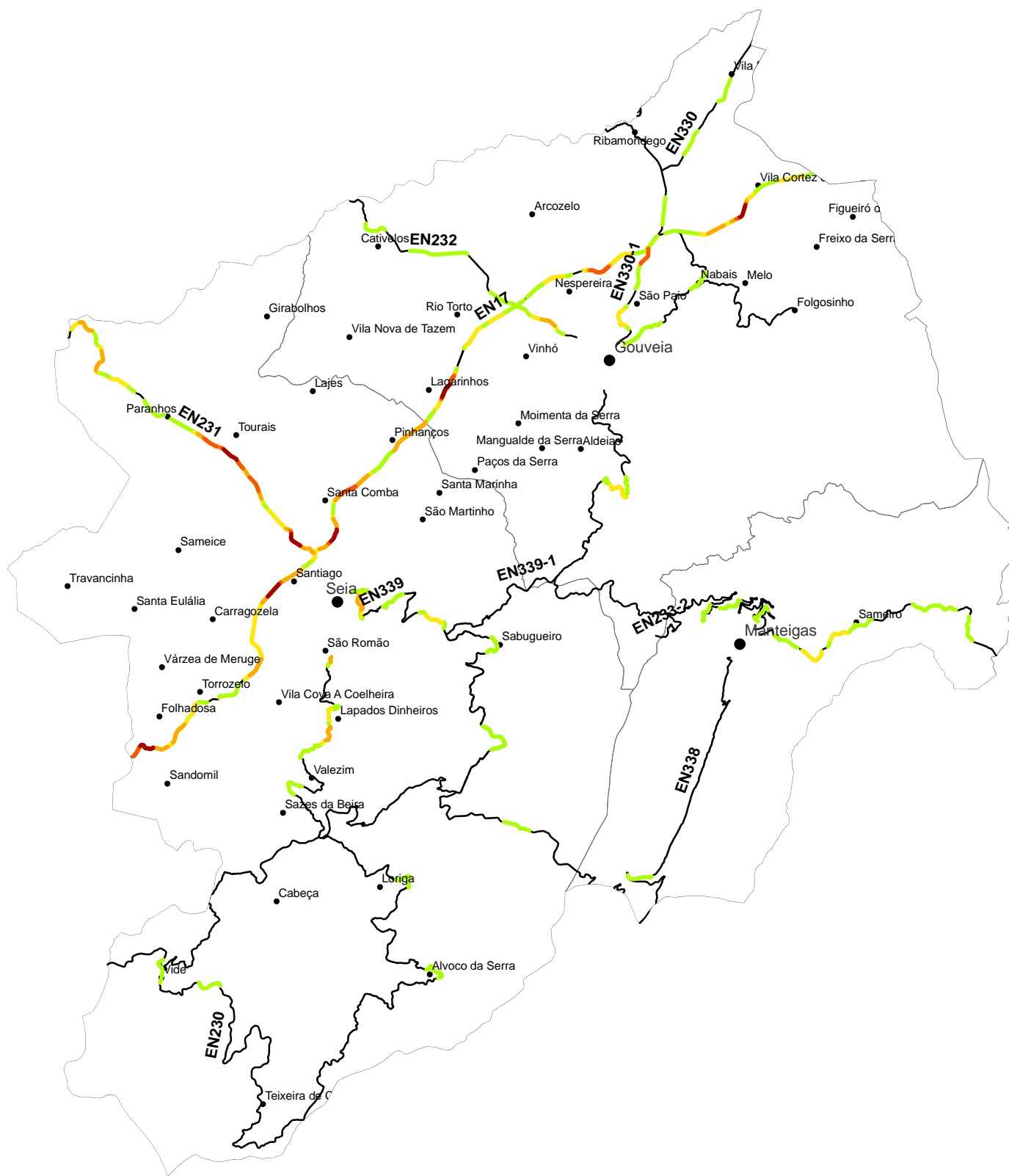
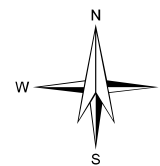


1:200.000

ANEXO 3

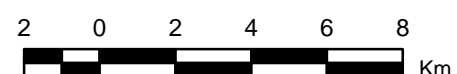
ZONAS DE ACUMULAÇÃO DE ACIDENTES

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes



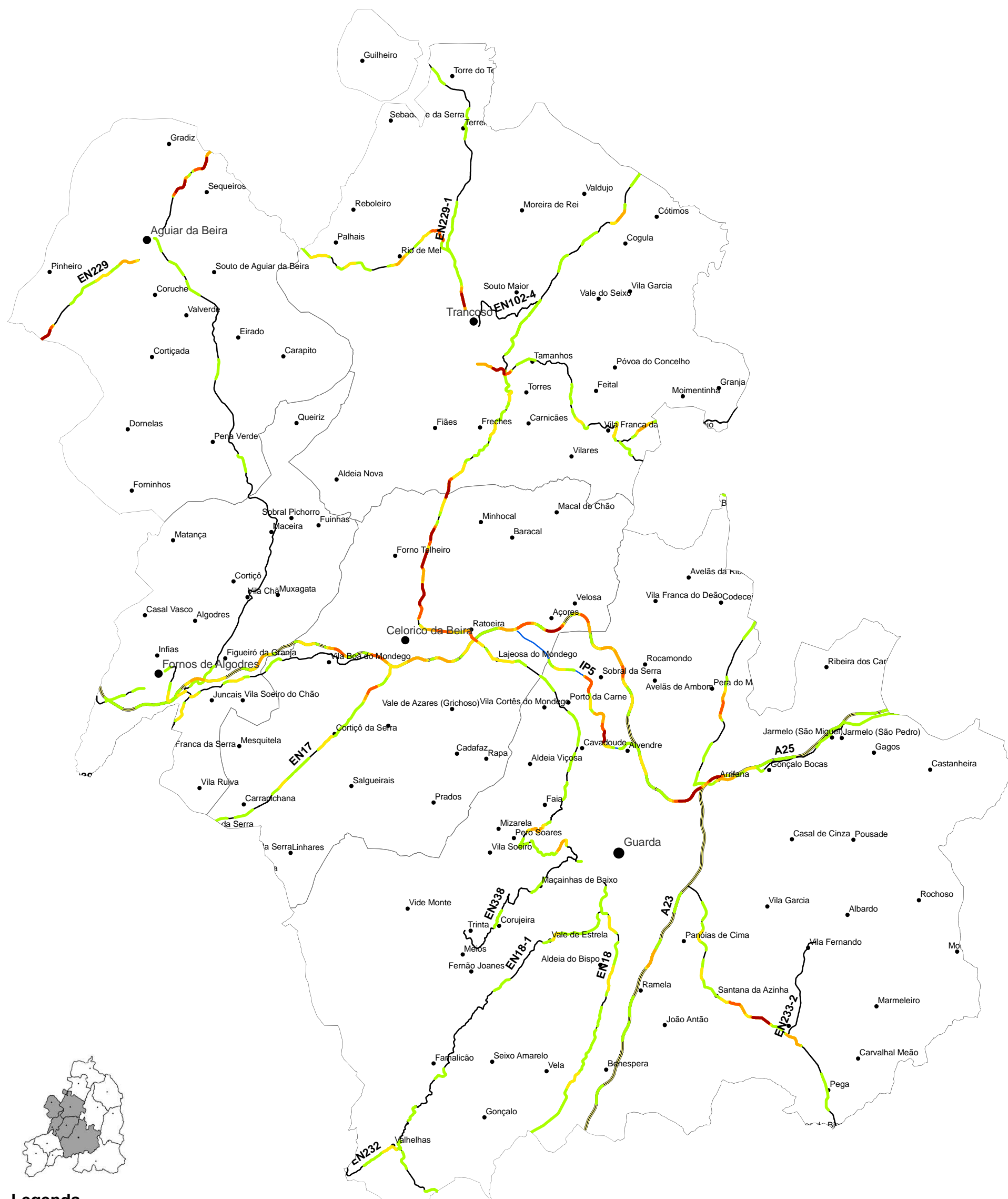
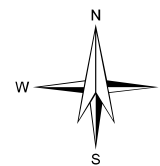
Legenda

- >= 5 Acidentes
- 4 Acidentes
- 3 Acidentes
- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



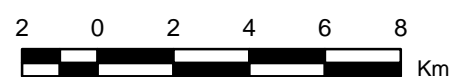
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes



Legenda

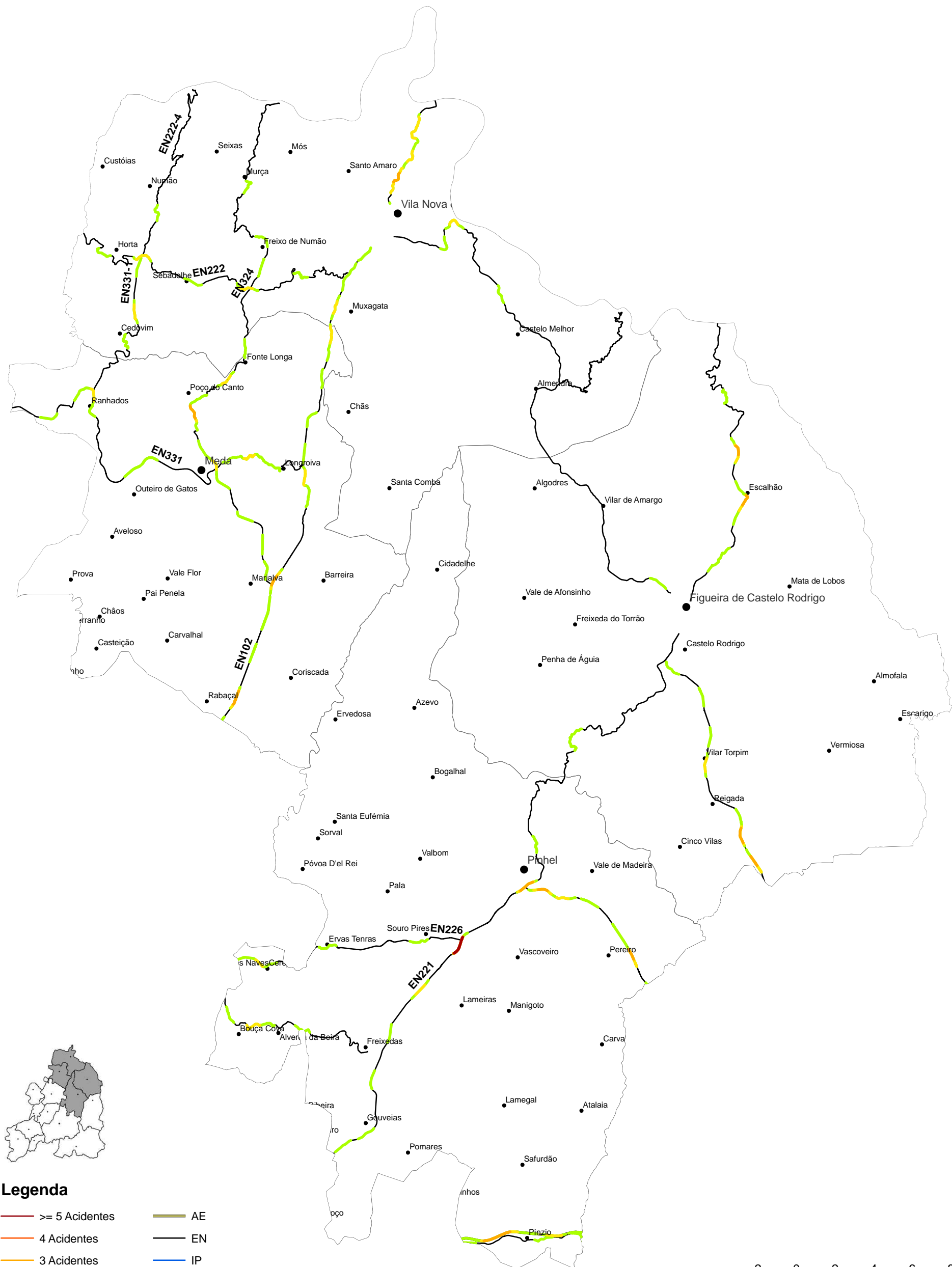
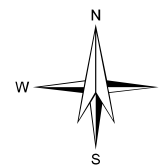
- >= 5 Acidentes
- 4 Acidentes
- 3 Acidentes
- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



1:200.000

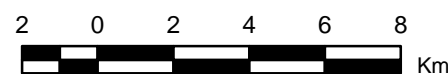


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes



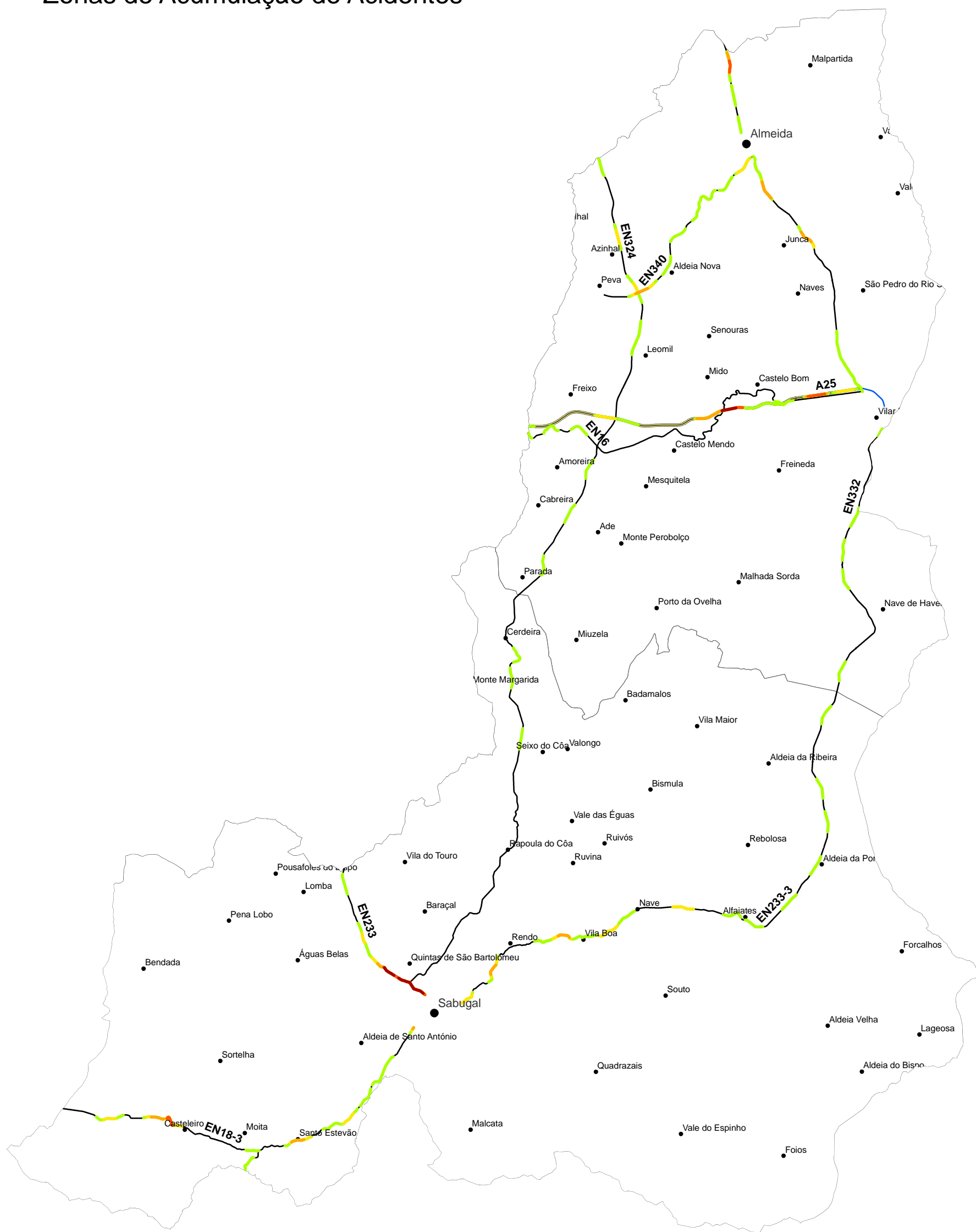
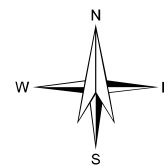
Legenda

- >= 5 Acidentes
- 4 Acidentes
- 3 Acidentes
- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes



Legenda

- >= 5 Acidentes
- 4 Acidentes
- 3 Acidentes
- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

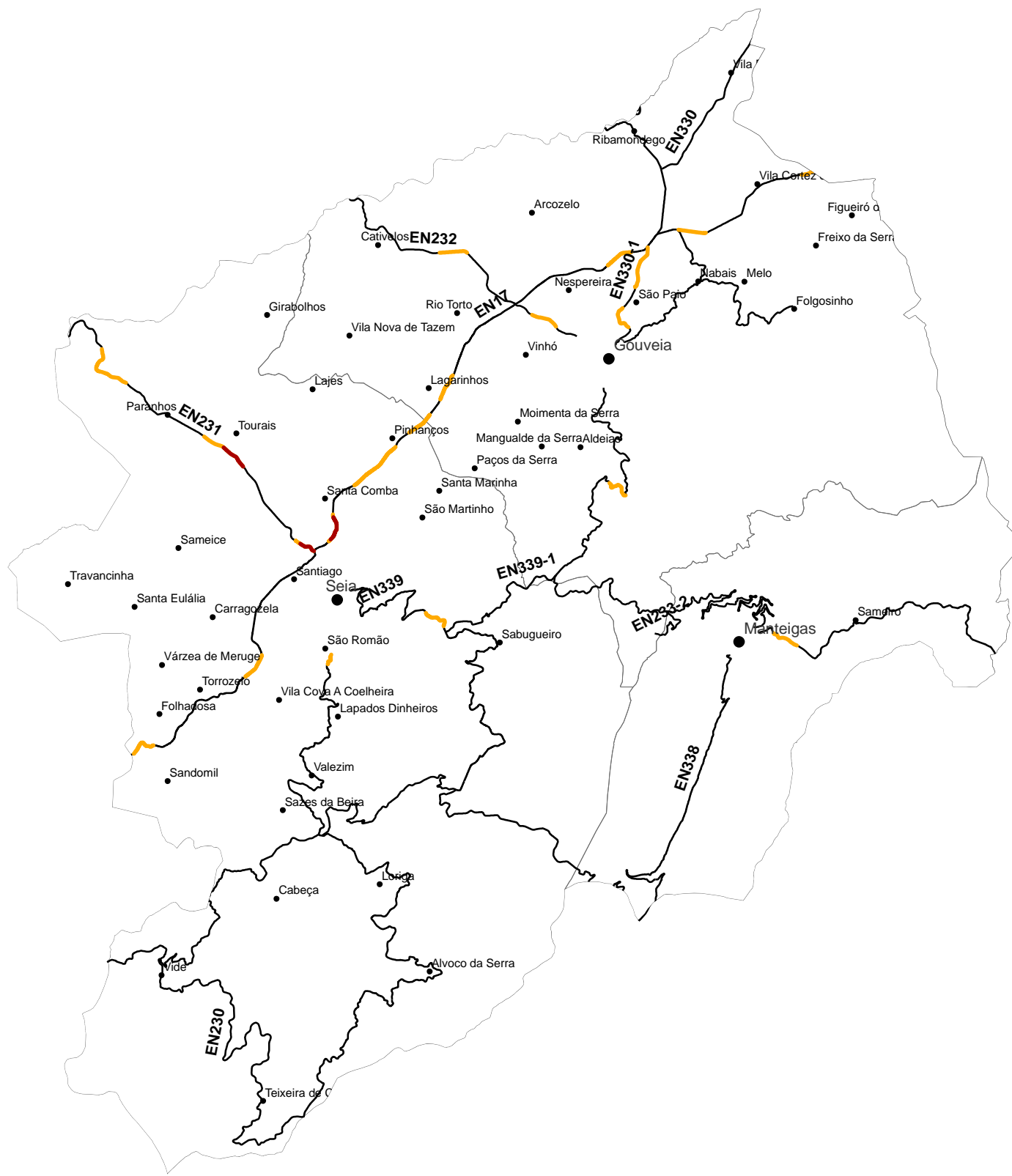
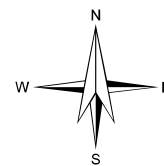


1:200.000

ANEXO 4

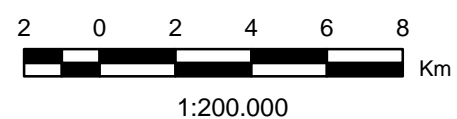
ZONAS DE ACUMULAÇÃO DE ACIDENTES EXCLUINDO FERIDOS LIGEIOS

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes (Excluindo Feridos Ligeiros)

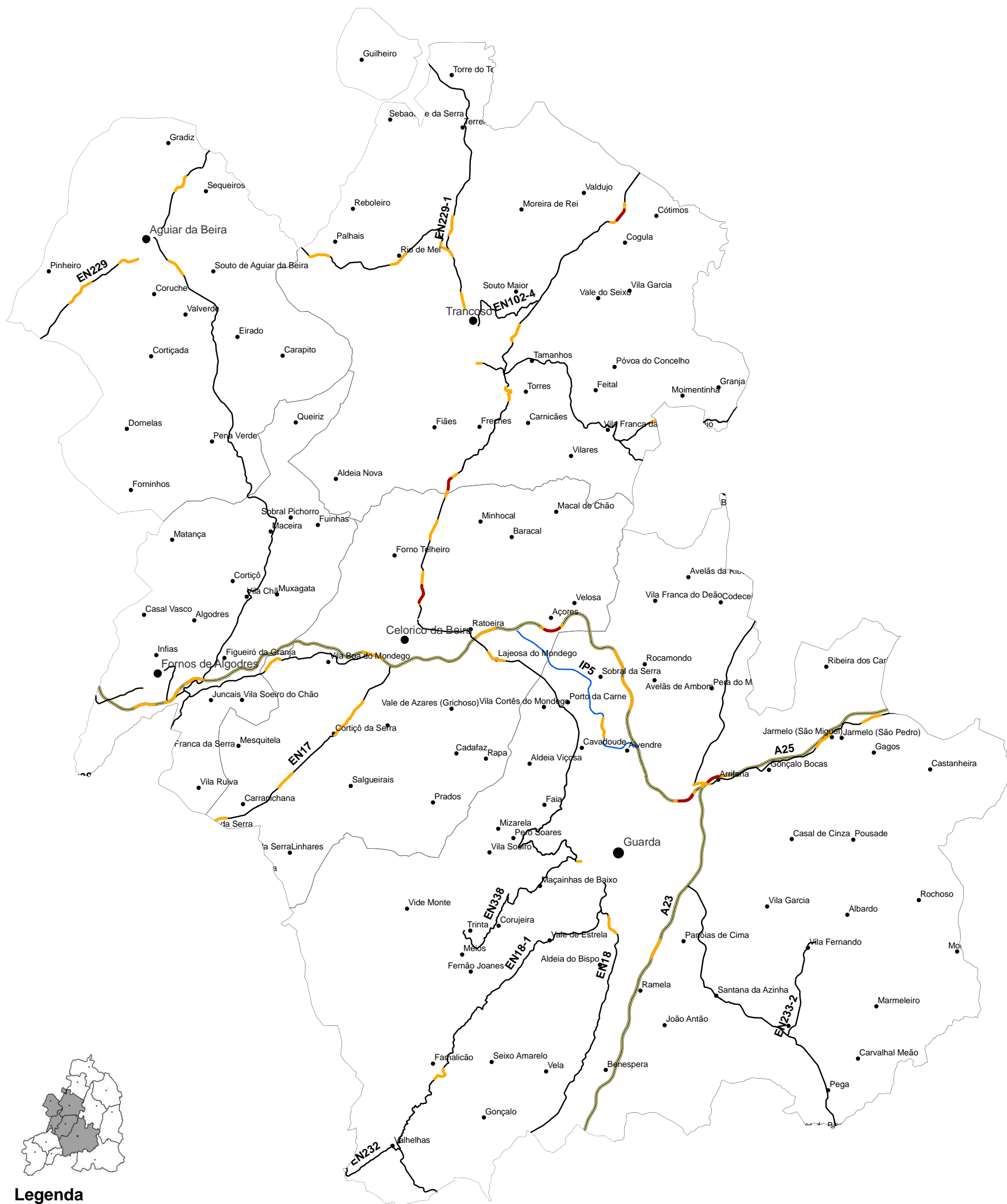
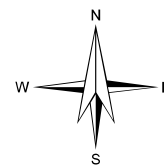


Legenda

- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes (Excluindo Feridos Ligeiros)



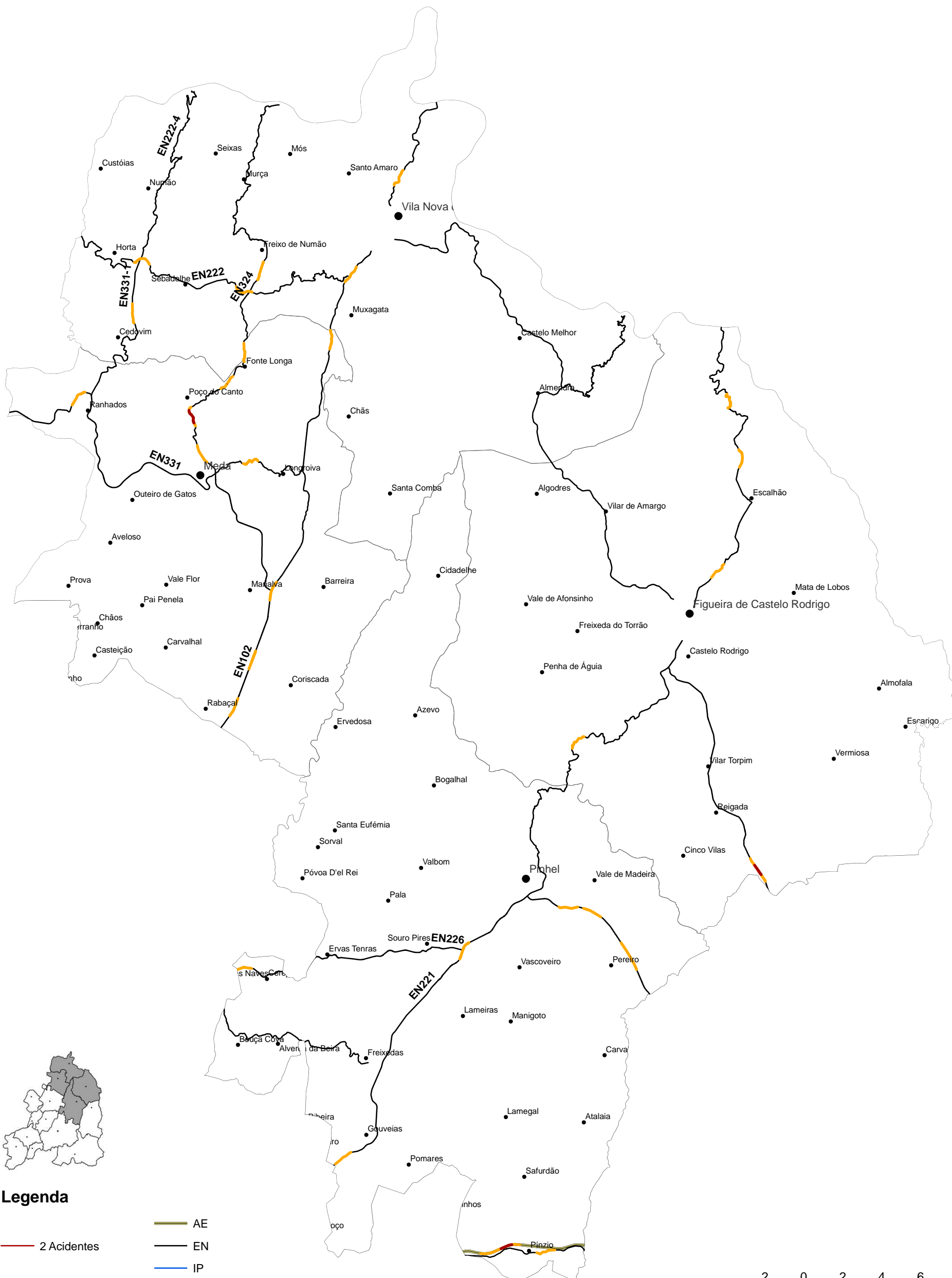
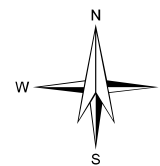
Legenda

- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



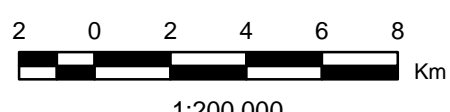
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes (Excluindo Feridos Ligeiros)

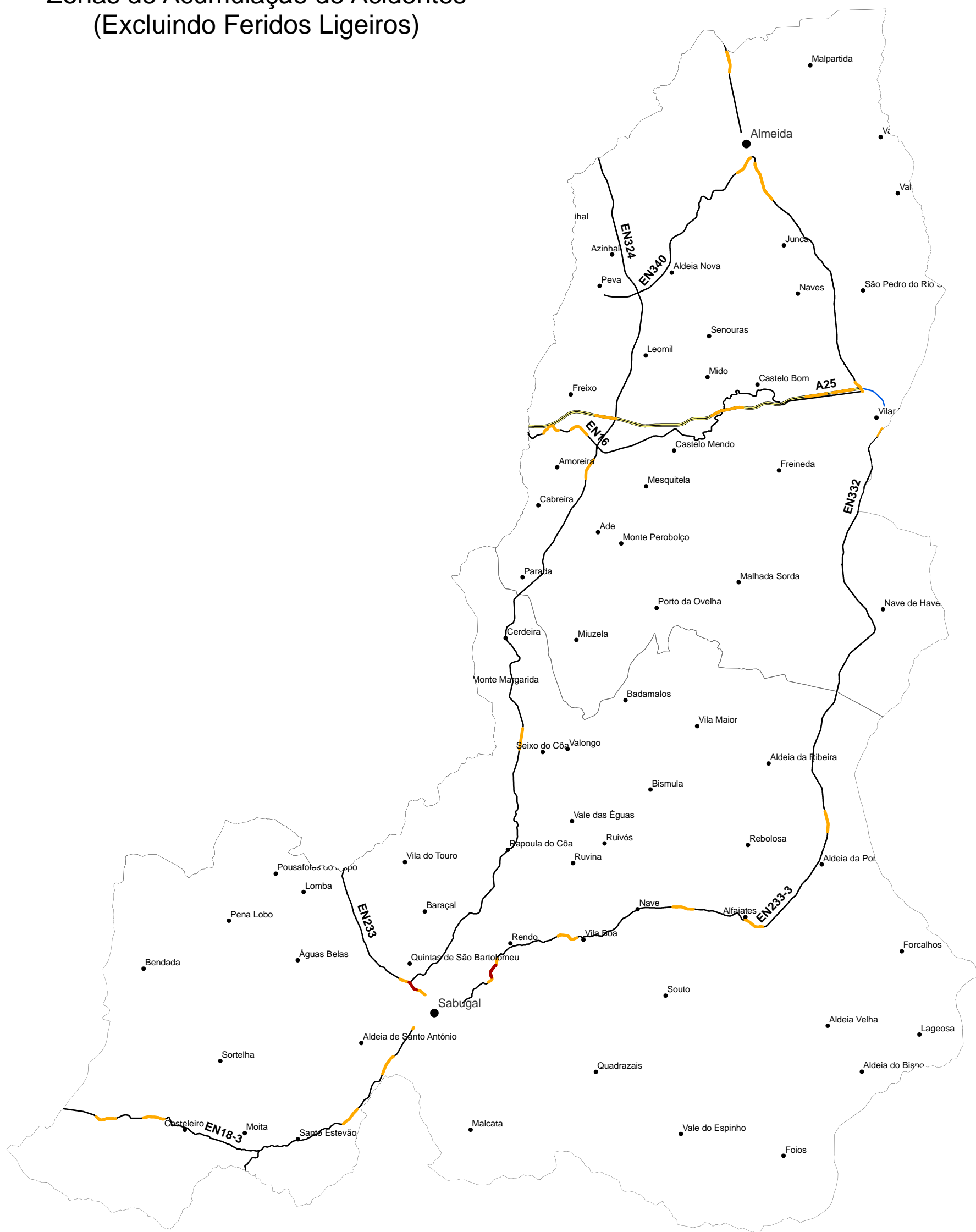
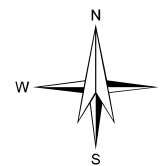


Legenda

- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acumulação de Acidentes (Excluindo Feridos Ligeiros)



Legenda

- 2 Acidentes
- 1 Acidente
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

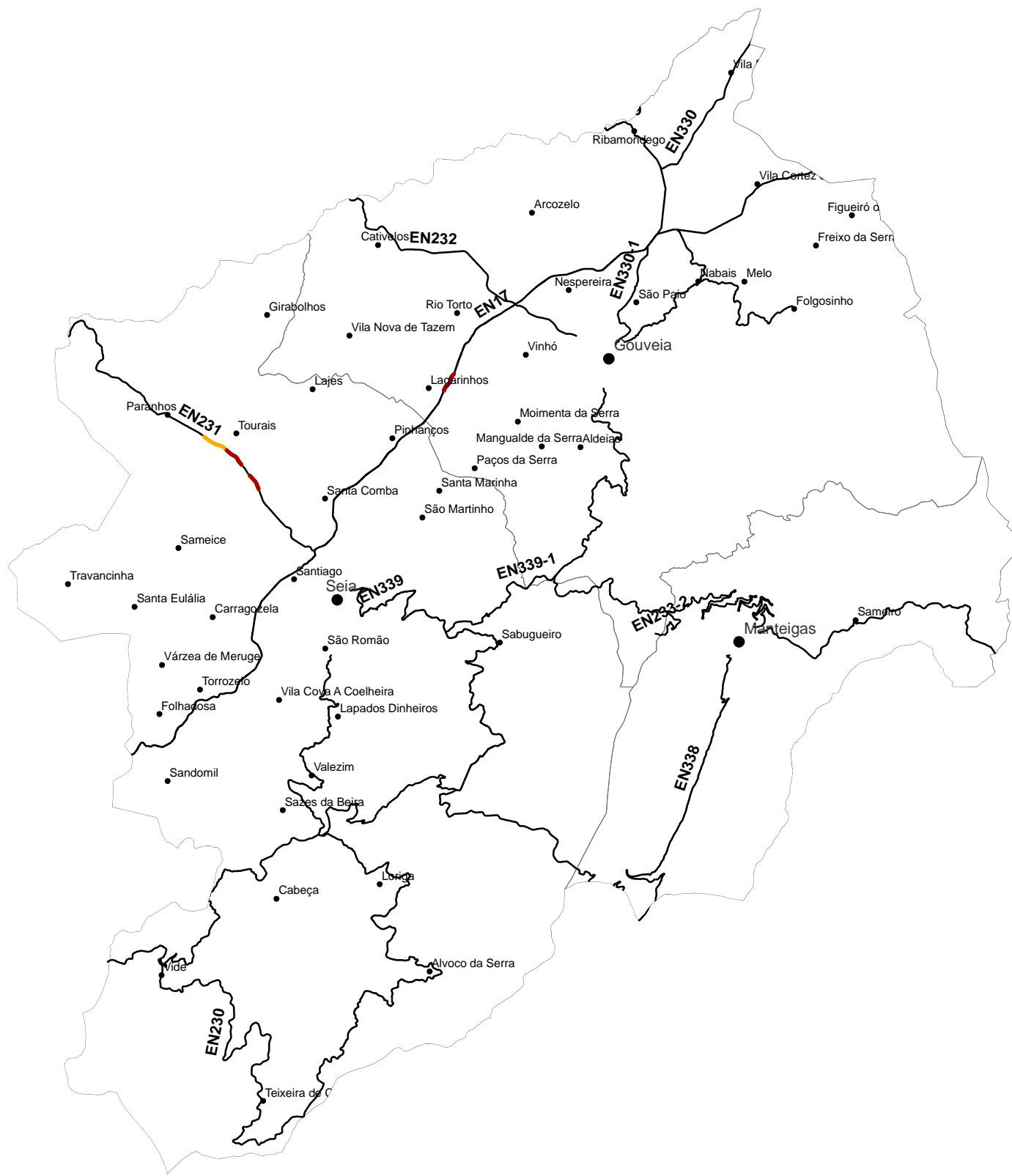
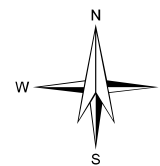


1:200.000

ANEXO 5

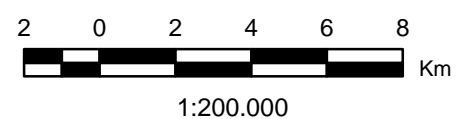
ZONAS DE SINISTRALIDADE FREQUENTE

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acidentes Frequentes

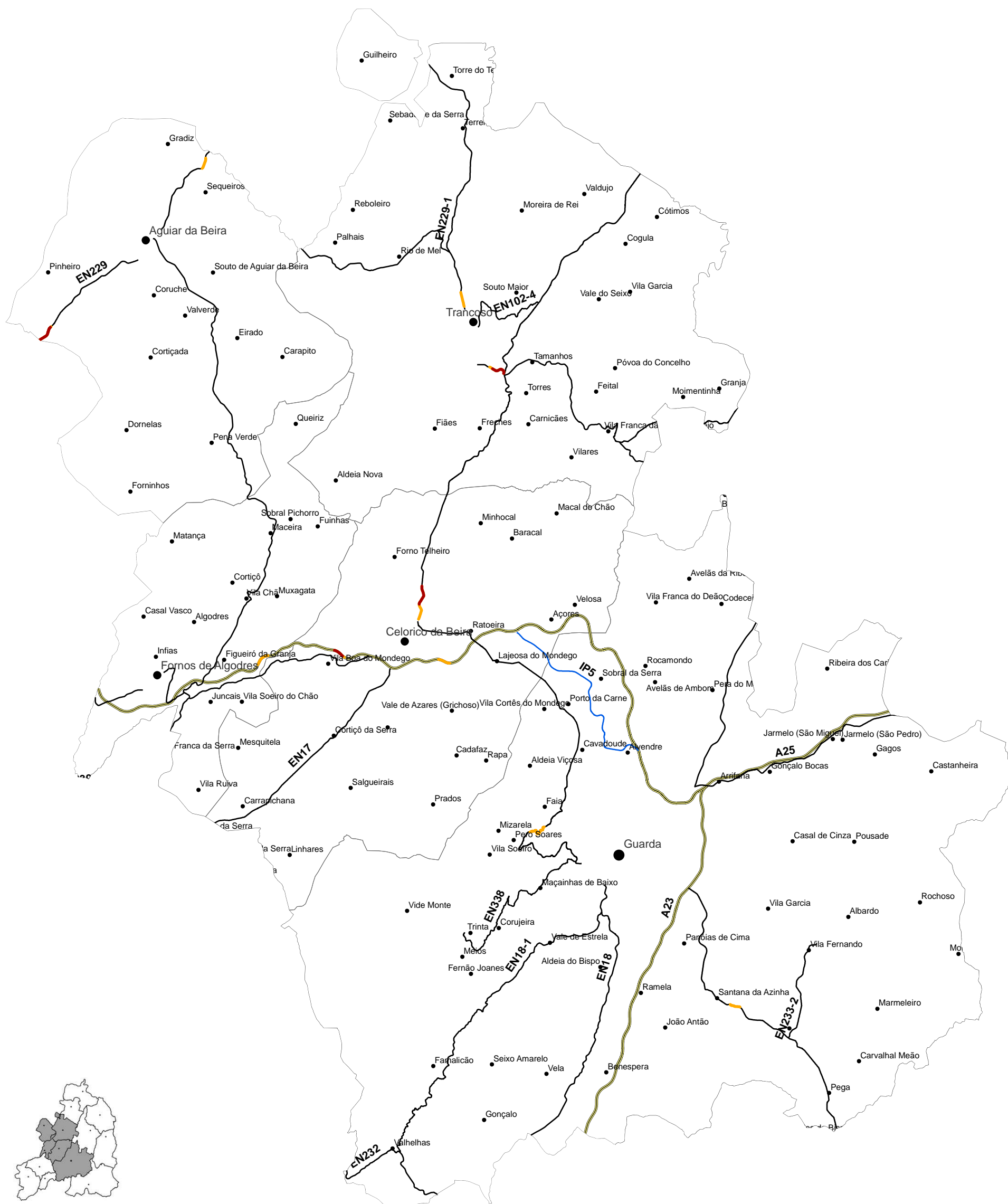
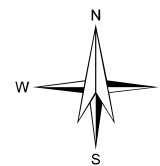


Legenda

- 4 Anos (2005-2008)
- 3 Anos (2006-2008)
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

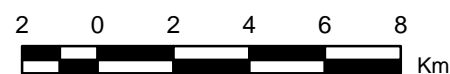


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acidentes Frequentes



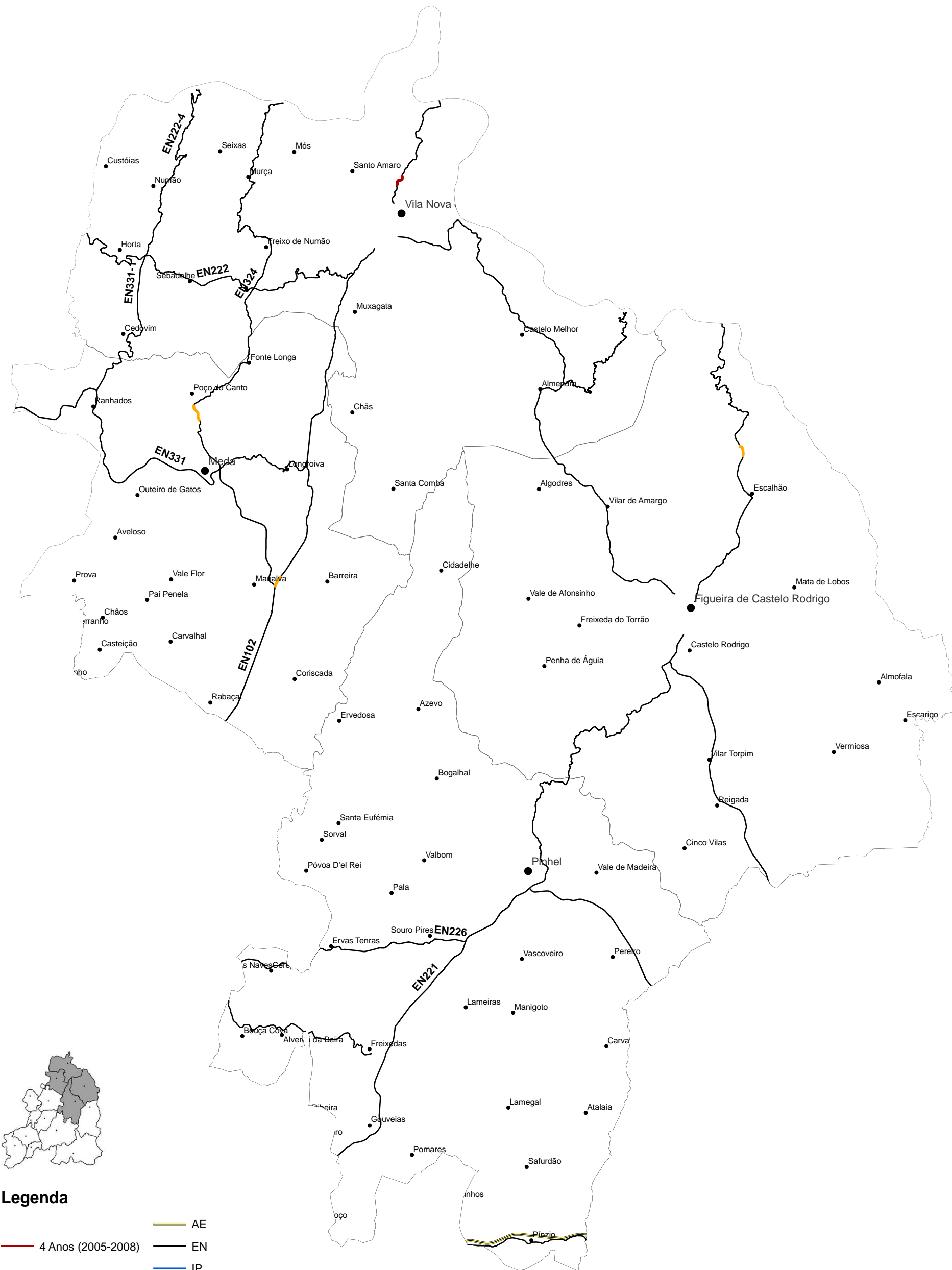
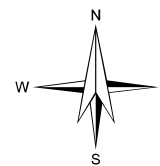
Legenda

- 4 Anos (2005-2008)
- 3 Anos (2006-2008)
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



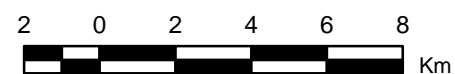
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acidentes Frequentes



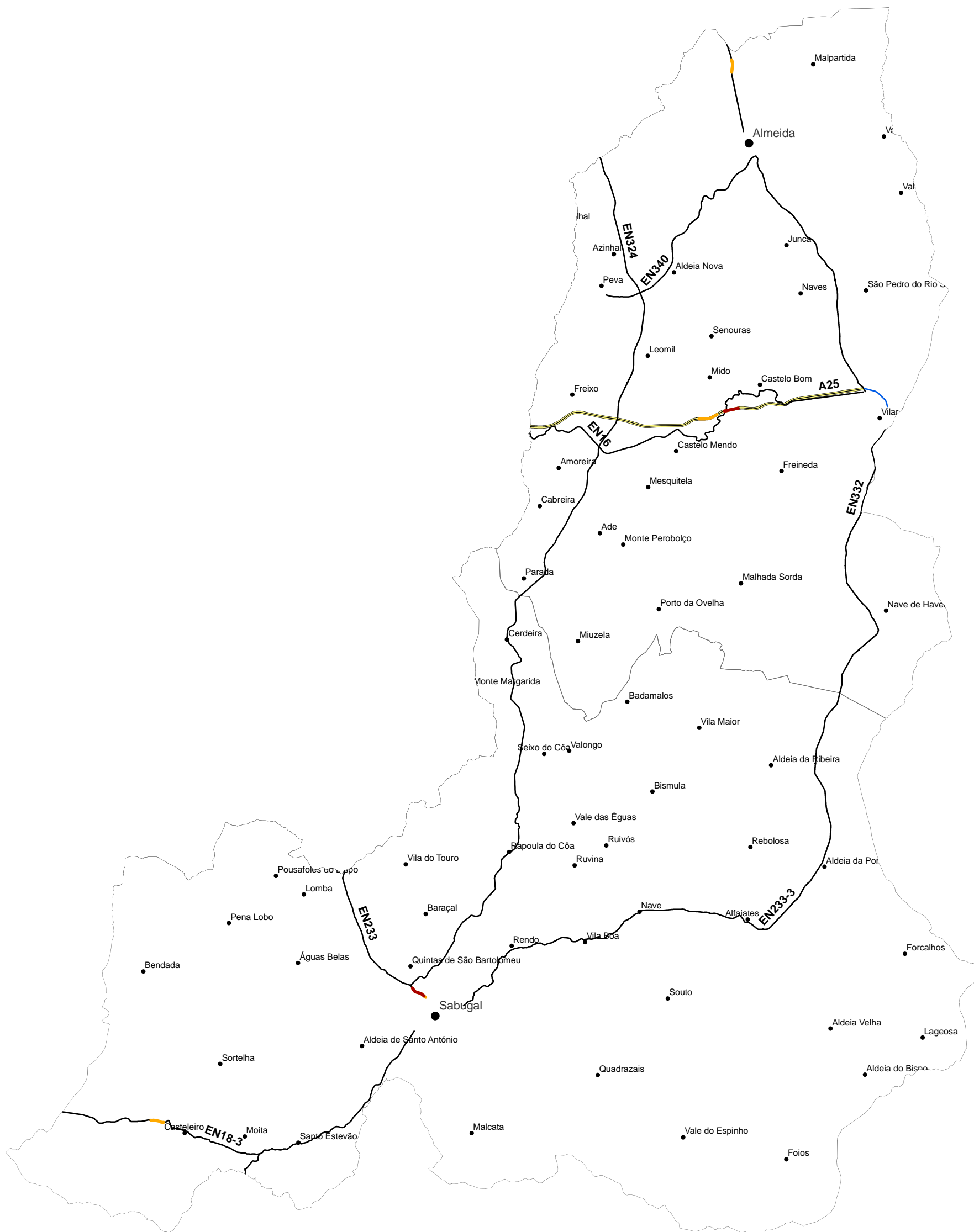
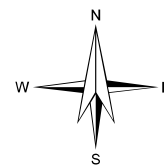
Legenda

- AE
- 4 Anos (2005-2008)
- IP
- 3 Anos (2006-2008)
- Localidades
- Concelhos



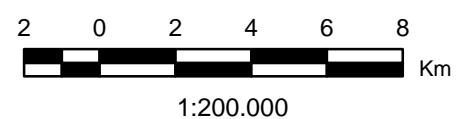
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Acidentes Frequentes



Legenda

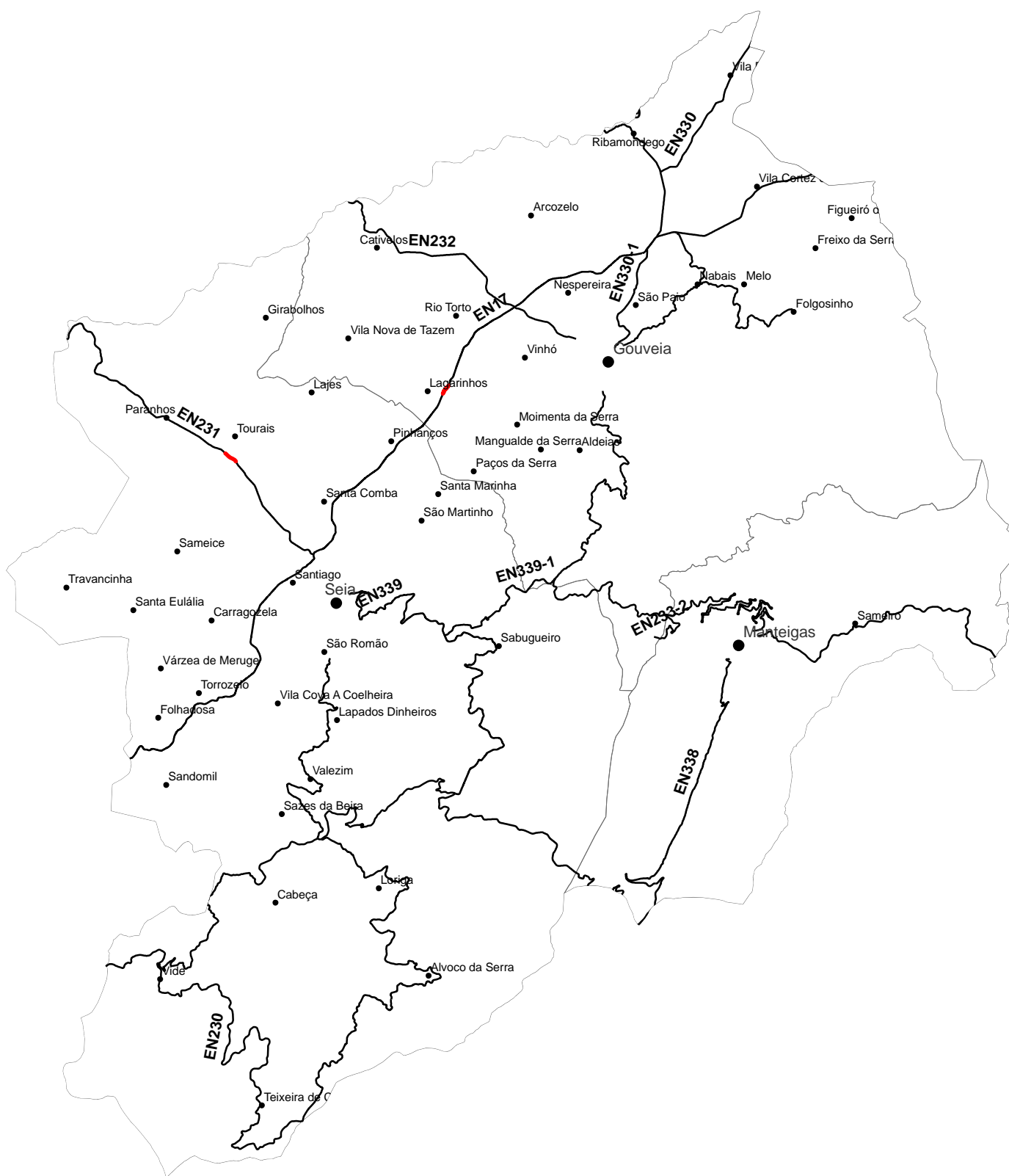
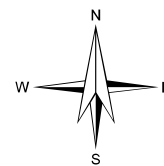
- 4 Anos (2005-2008)
- 3 Anos (2006-2008)
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



ANEXO 6


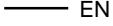

ZONAS CINZENTAS

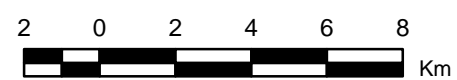
Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Cinzentas



Legenda

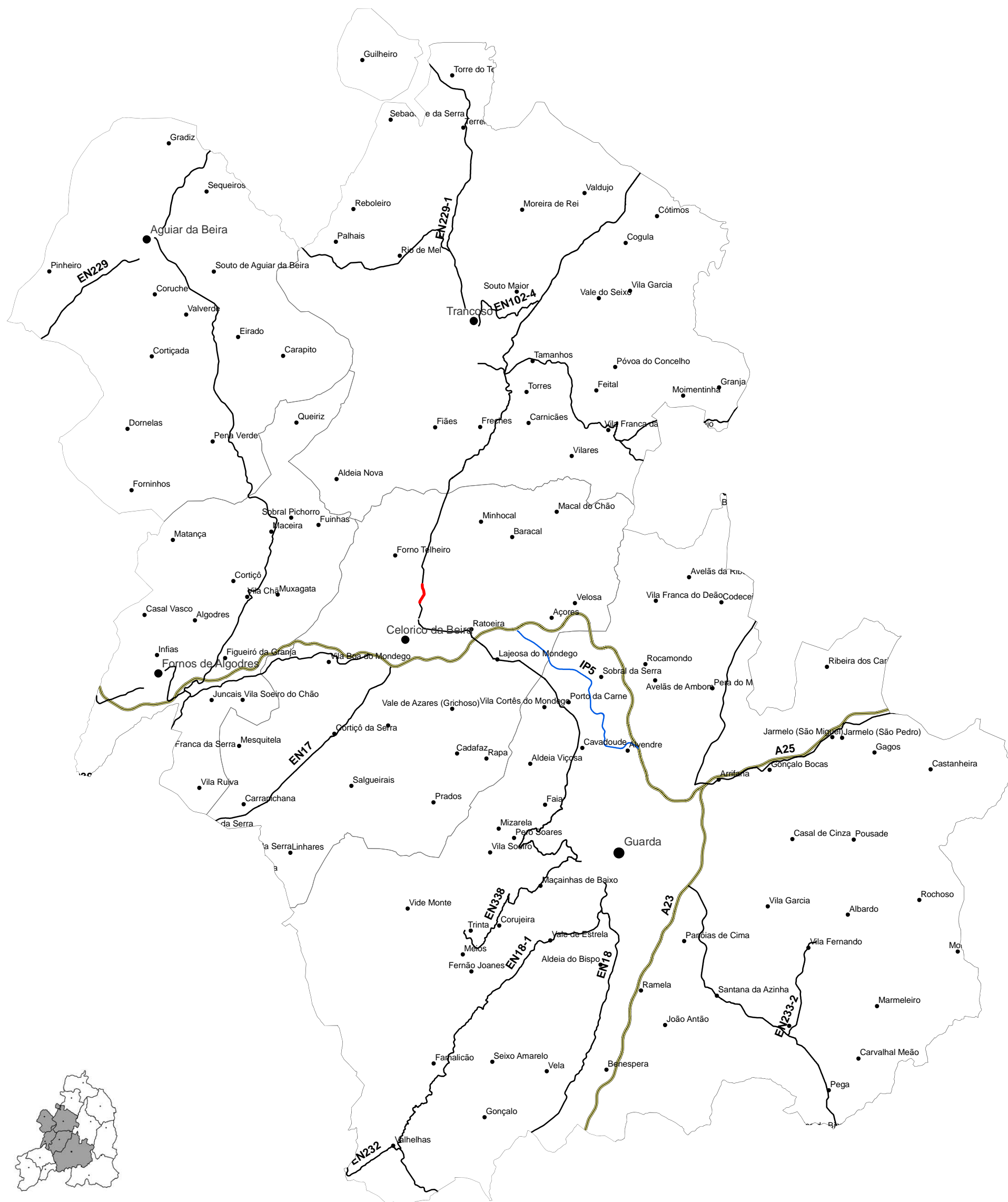
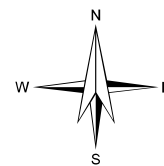
Zonas Cinzentas

-  AE
-  EN
-  IP
-  Localidades
-  Concelhos



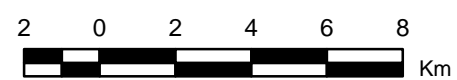
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Cinzentas



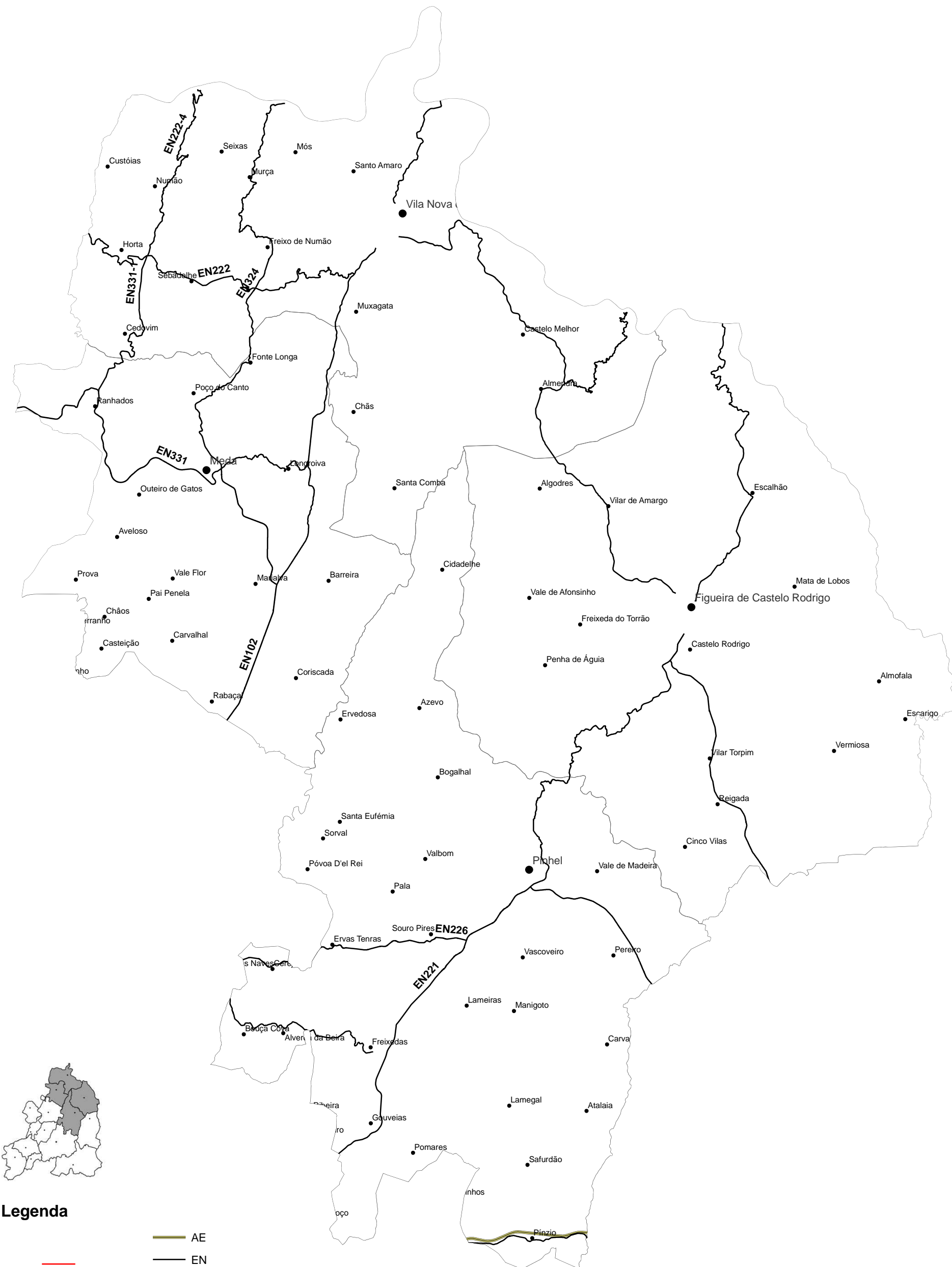
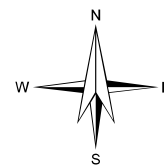
Legenda

- Zonas Cinzentas
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



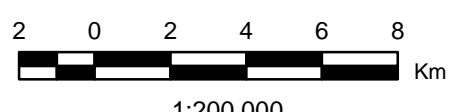
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Cinzentas

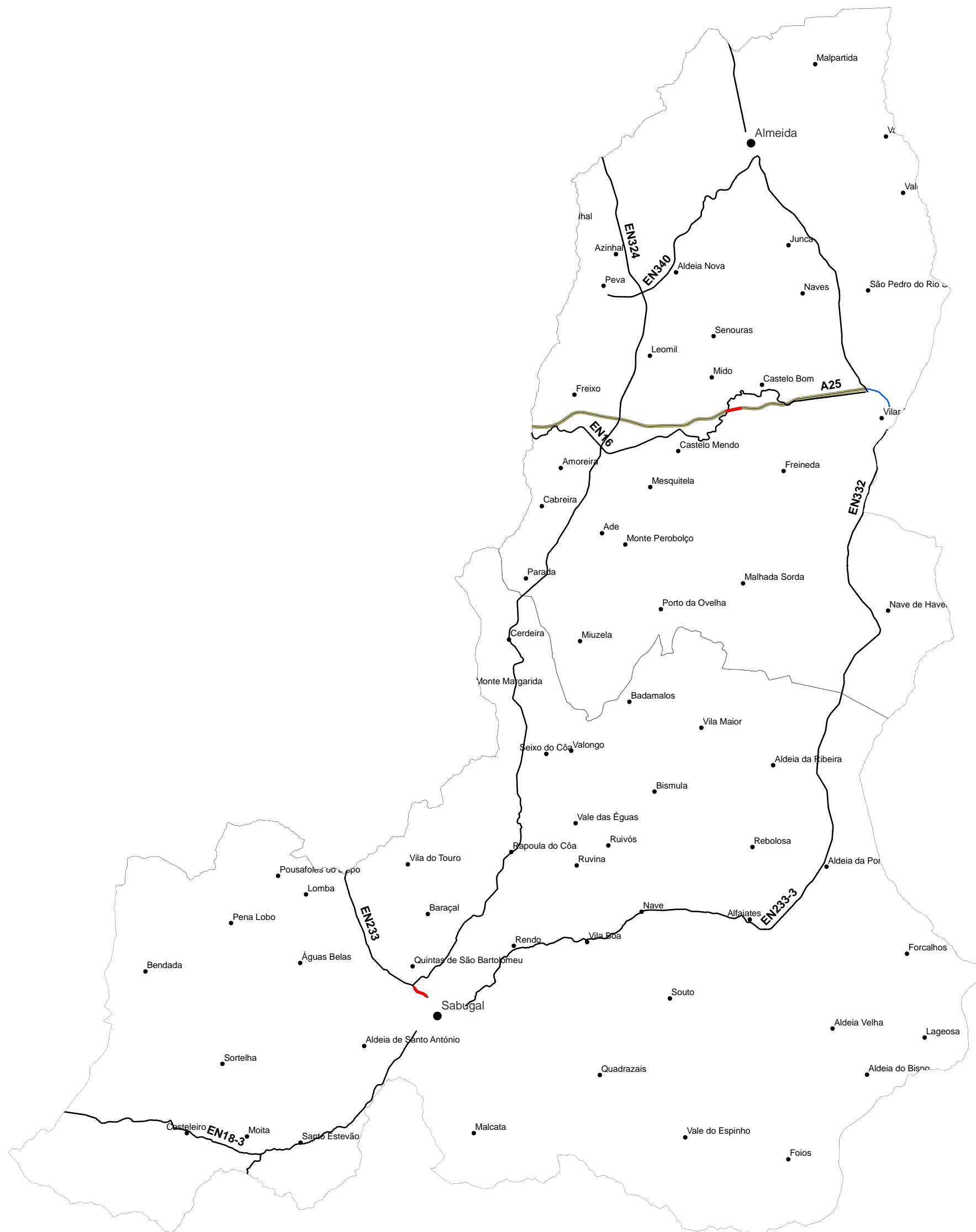
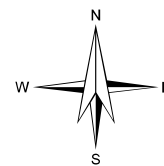


Legenda

- Zonas Cinzentas
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos








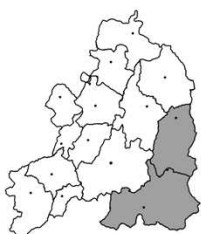
Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Zonas de Cinzentas



Legenda

Zonas Cinzentas

-  AE
-  EN
-  IP
-  Localidades
-  Concelhos

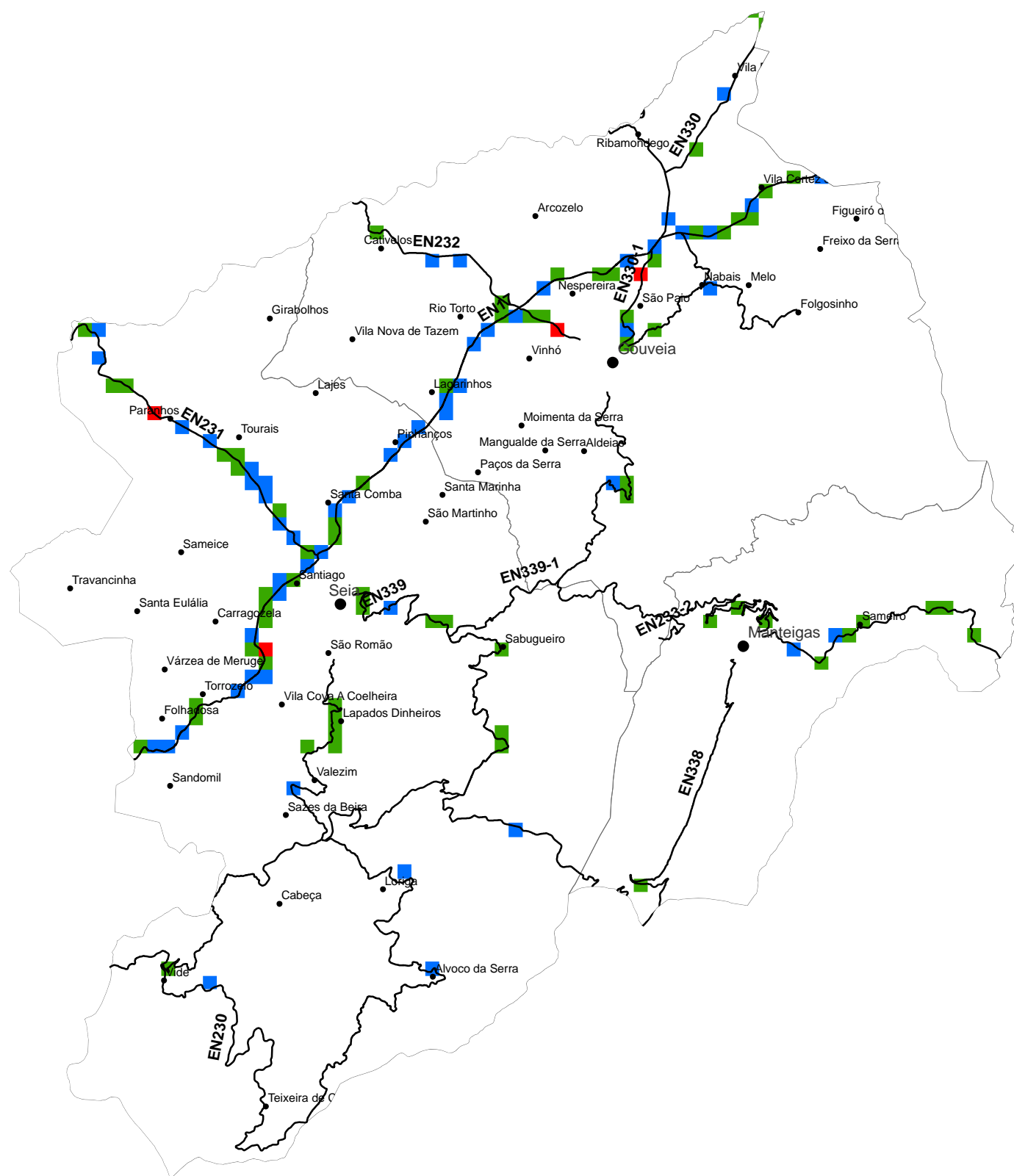
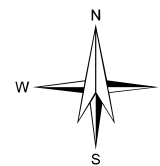


1:200.000

ANEXO 7

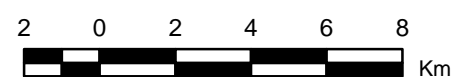
NATUREZA DOS ACIDENTES

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Natureza dos Acidentes



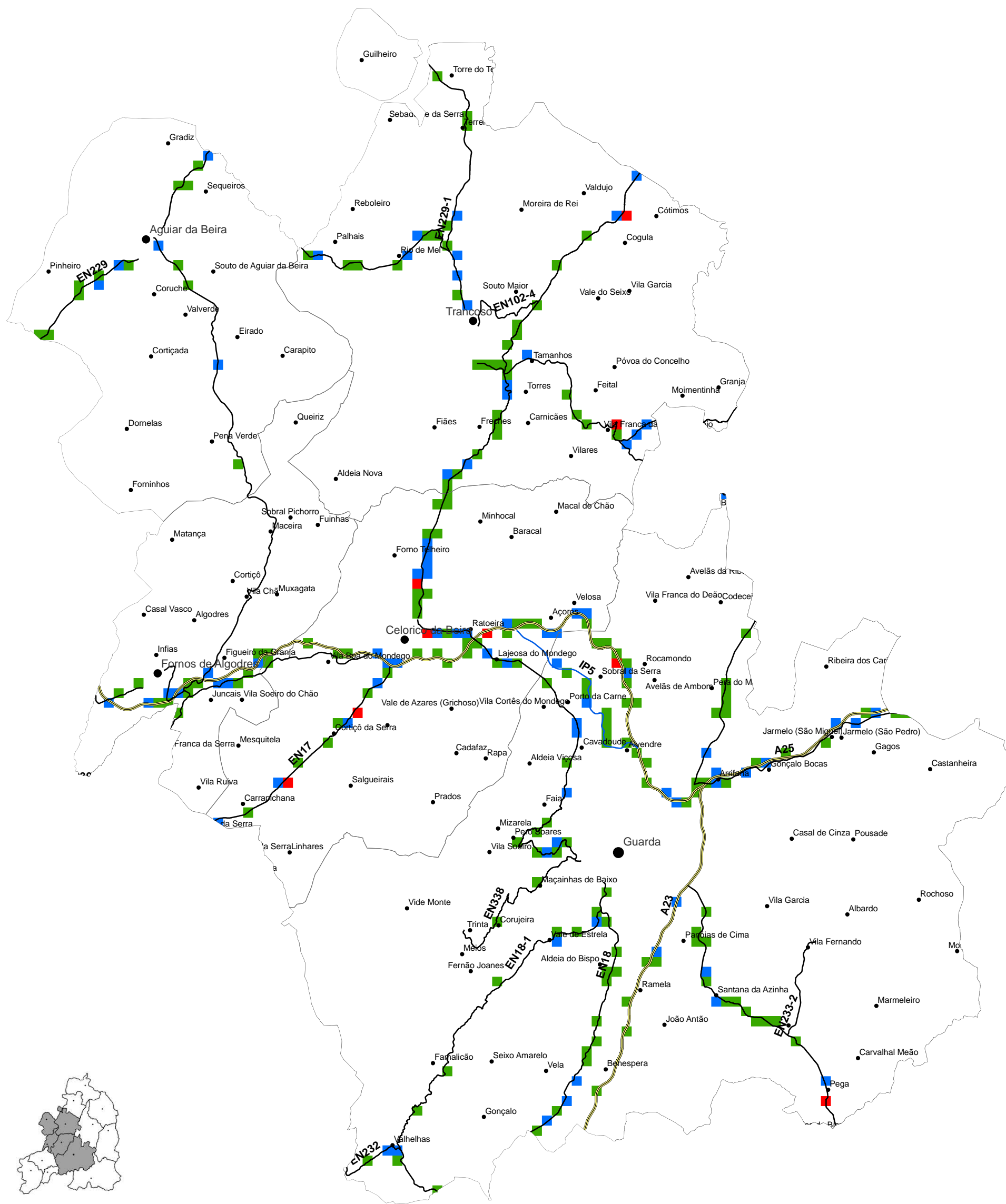
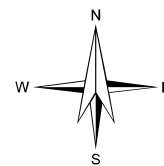
Legenda

- Atropelamento
- Colisão
- Despiste
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Natureza dos Acidentes



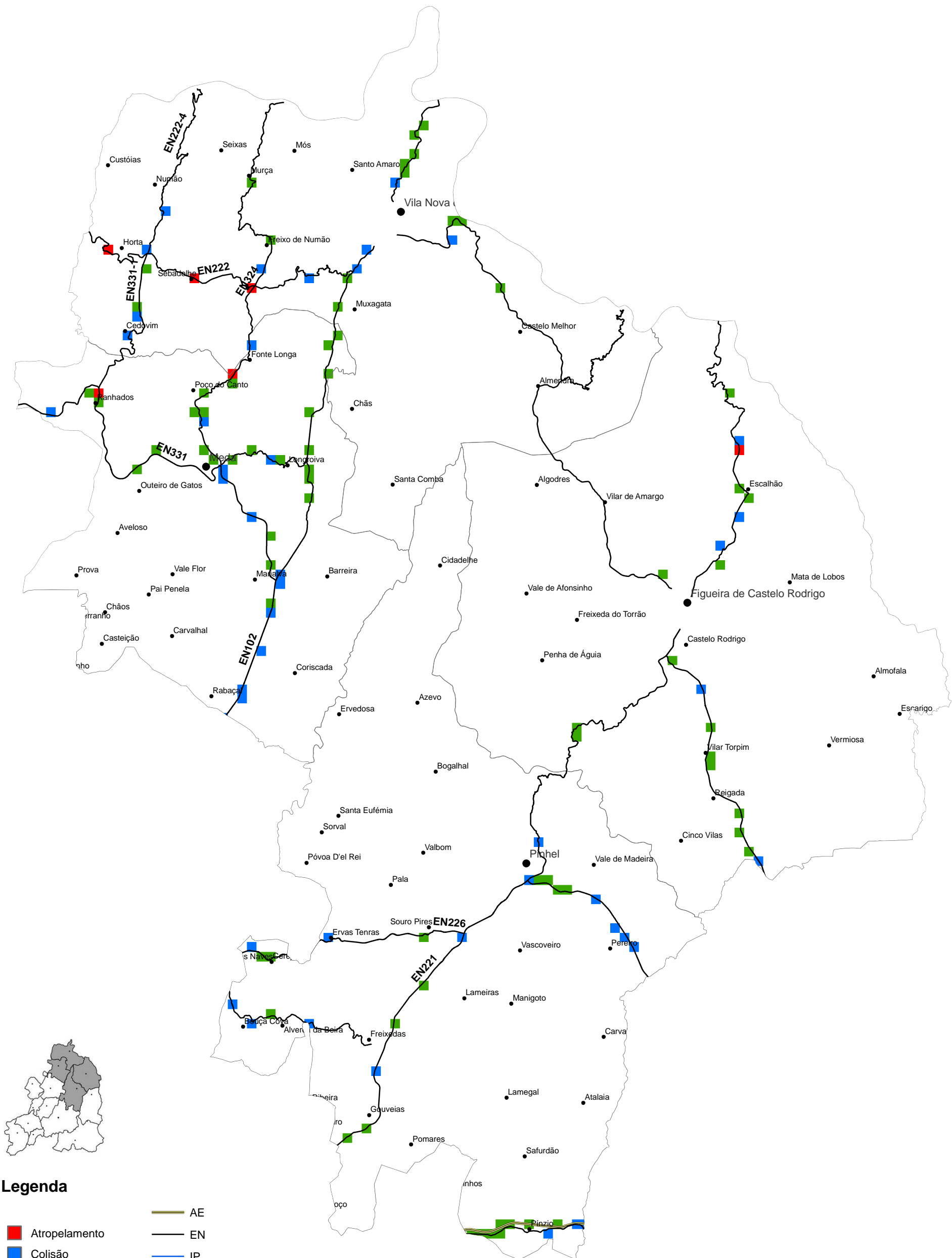
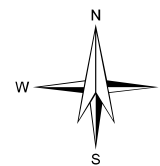
Legenda

- Atropelamento
- Colisão
- Despiste
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



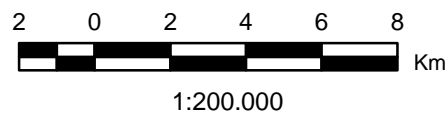
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Natureza dos Acidentes

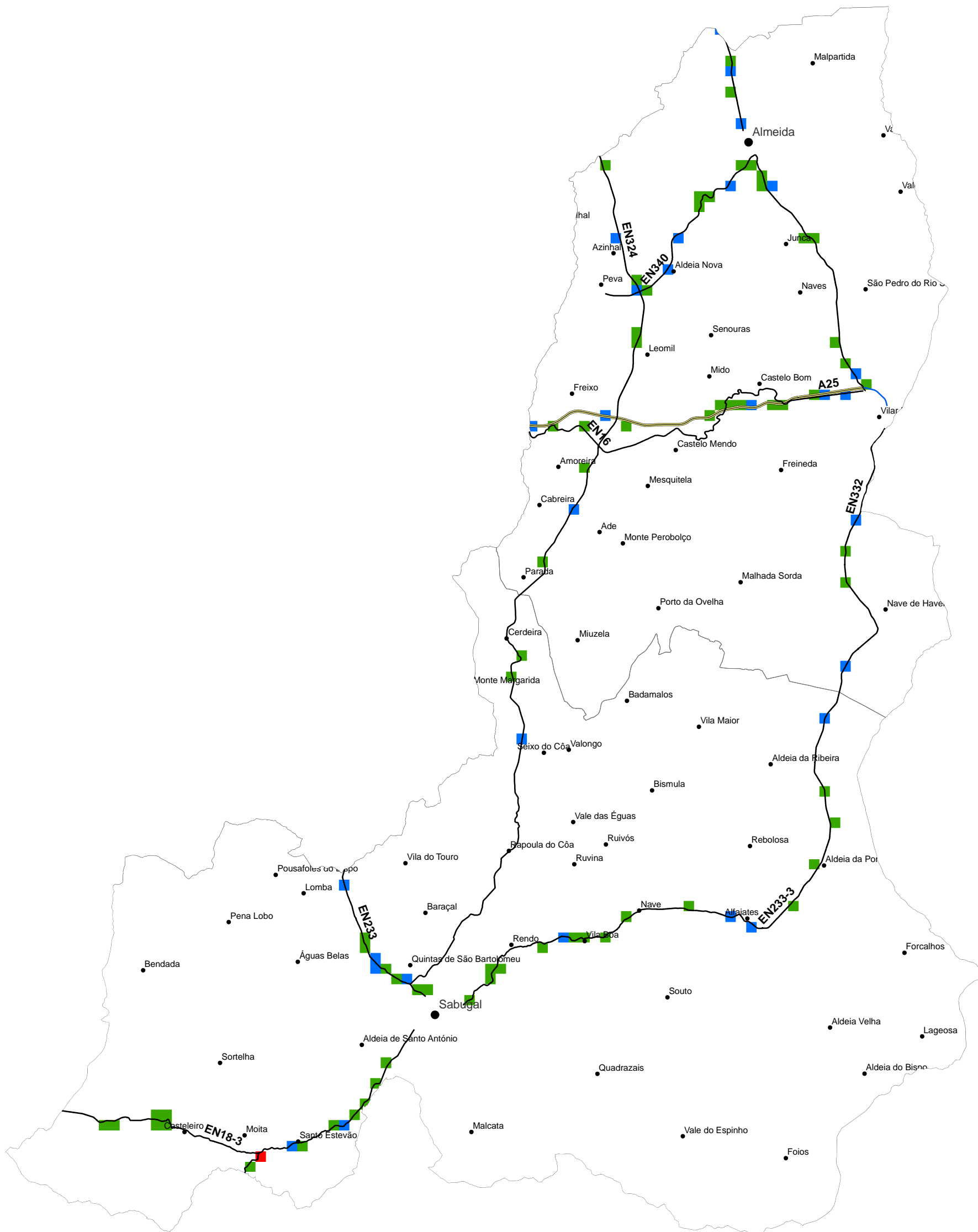
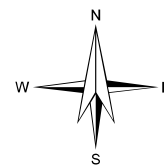


Legenda

- Atropelamento
- Colisão
- Despiste
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

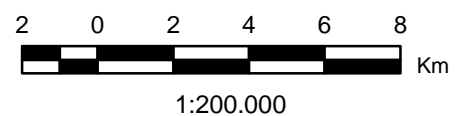


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Natureza dos Acidentes



Legenda

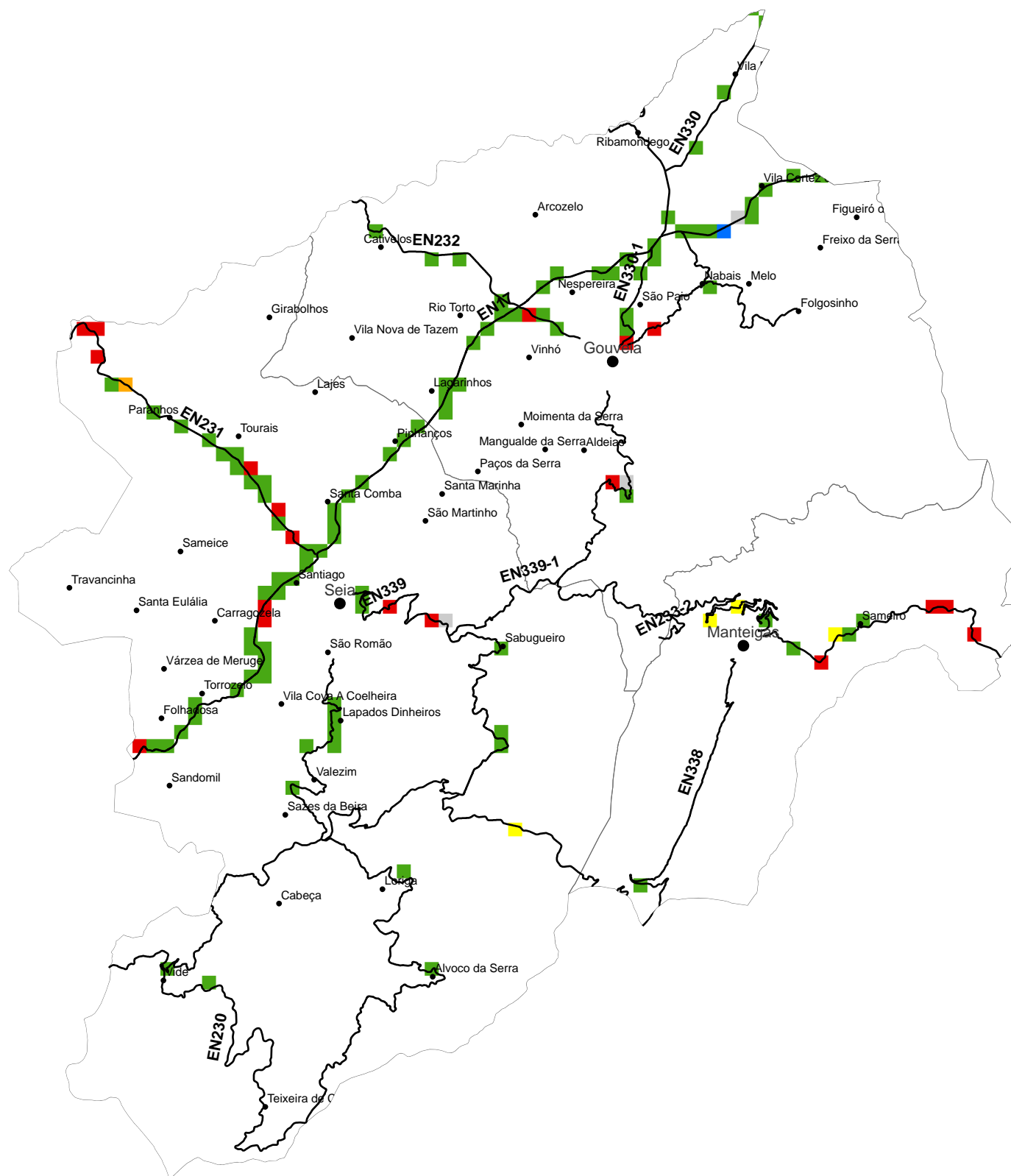
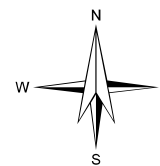
- Atropelamento
- Colisão
- Despiste
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



ANEXO 8

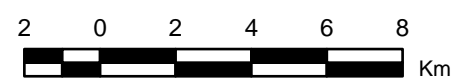
FACTORES ATMOSFÉRICOS

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Factores Atmosféricos



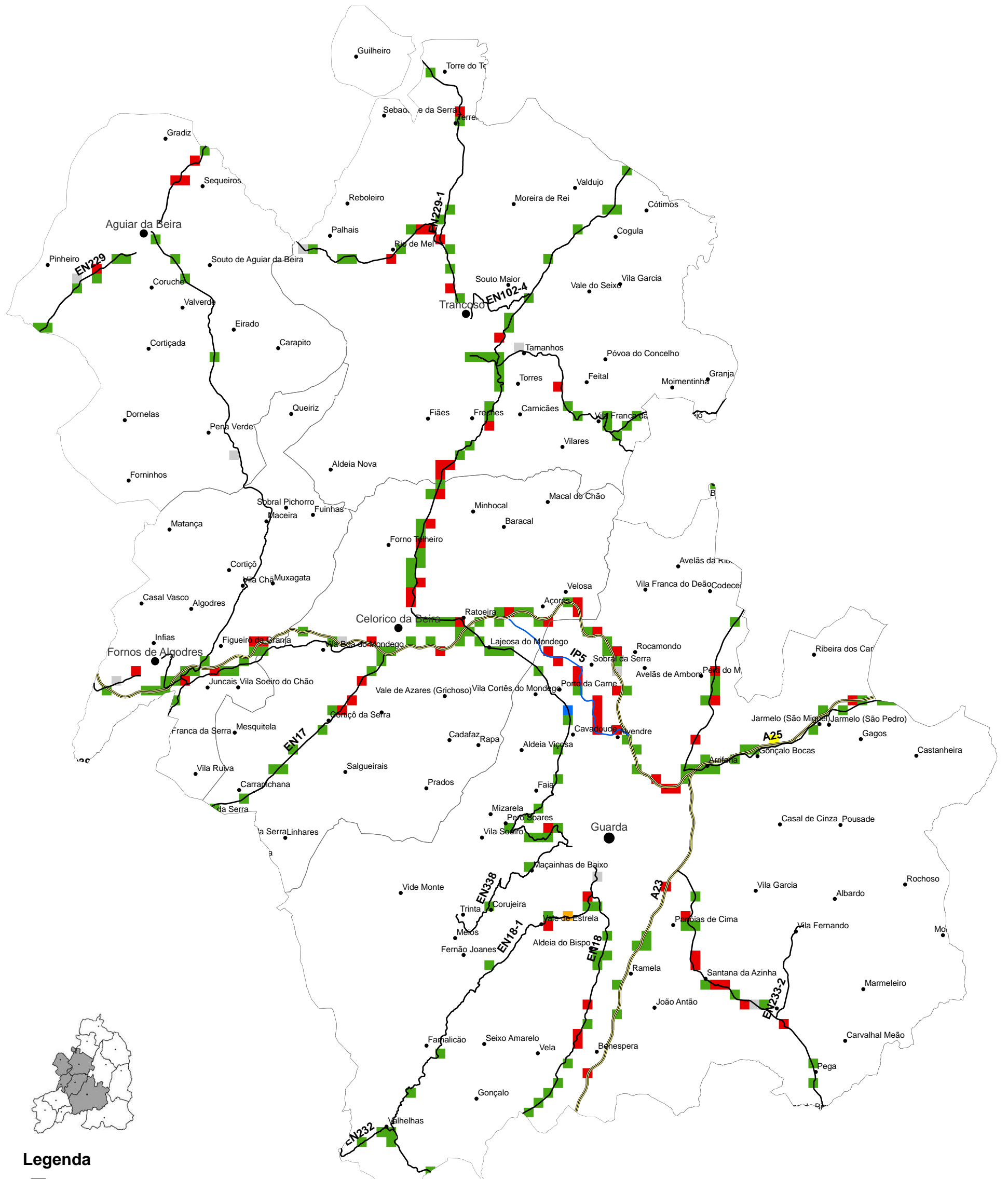
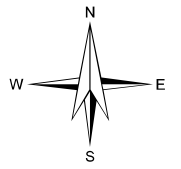
Legenda

- | | |
|---|---|
| ■ Bom tempo | — AE |
| ■ Chuva | — EN |
| ■ Granizo | — IP |
| ■ Neve | ● Localidades |
| ■ Nevoeiro | □ Concelhos |
| ■ Vento Forte | |



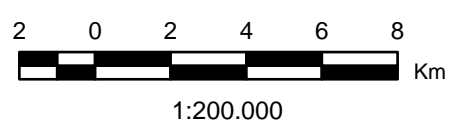
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Factores Atmosféricos

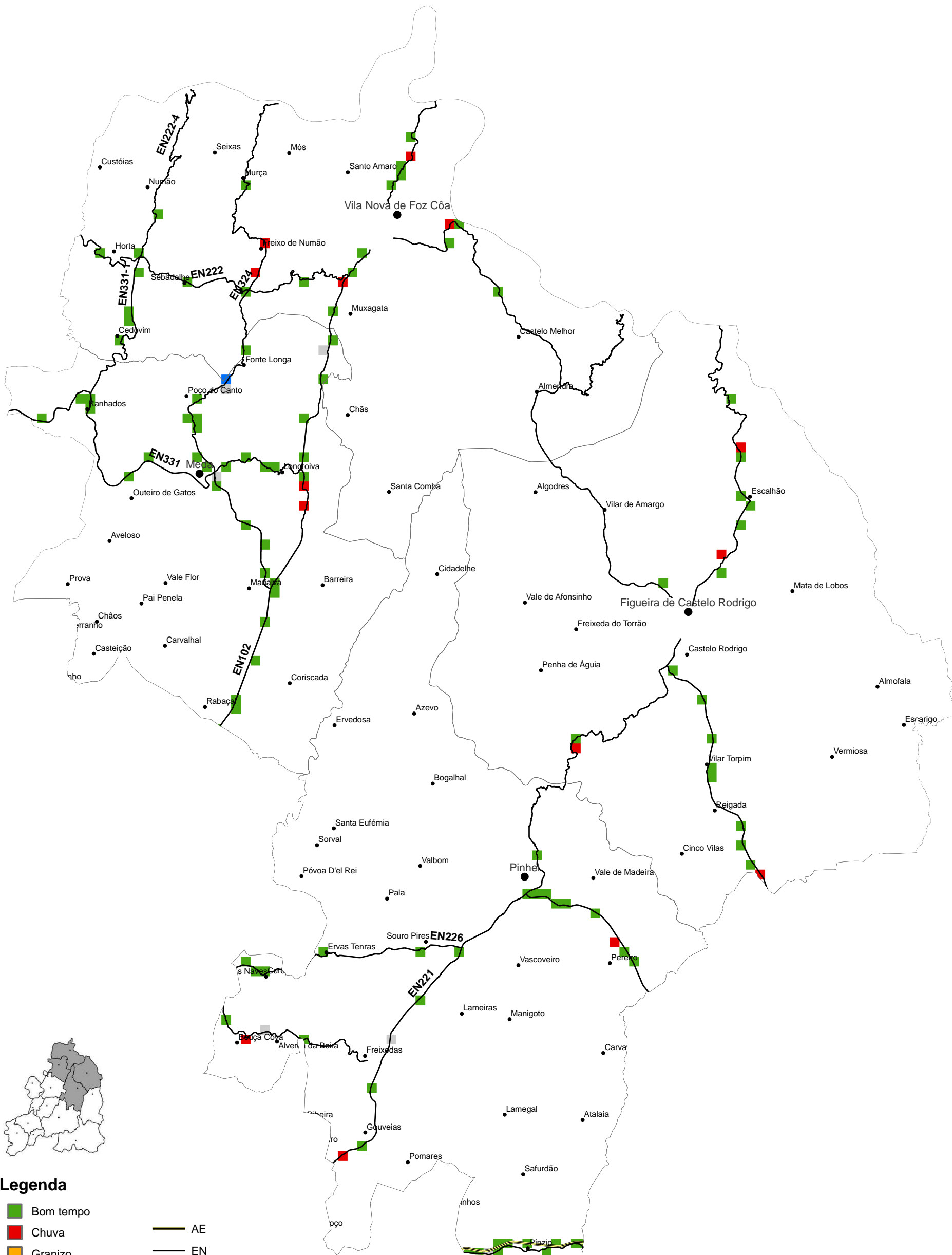
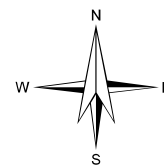


Legenda

- Bom tempo
- Chuva
- Granizo
- Neve
- Nevoeiro
- Vento Forte
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

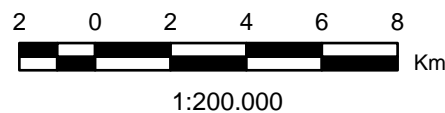


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Factores Atmosféricos

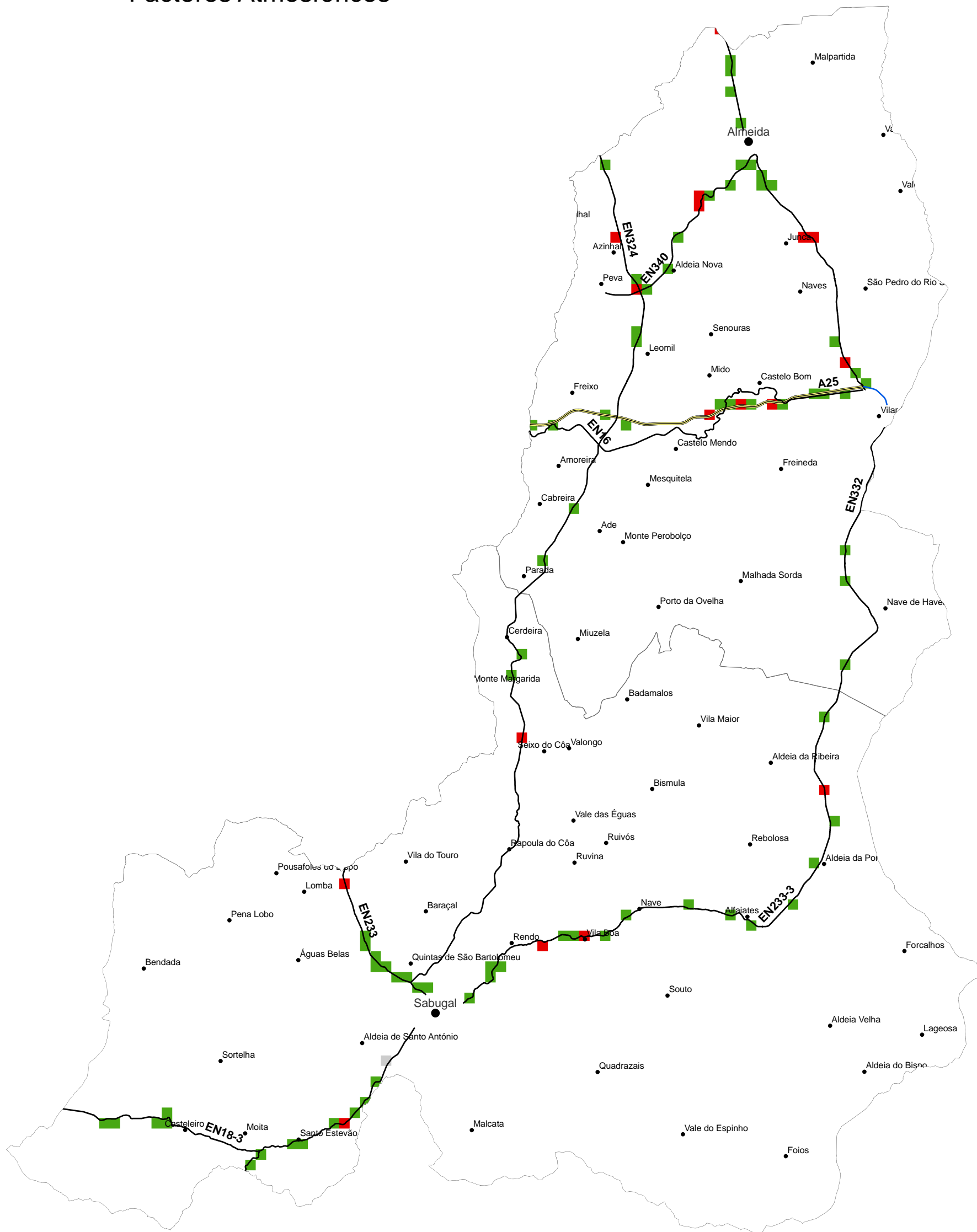
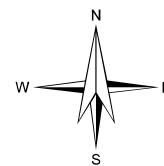


Legenda

- Bom tempo
- Chuva
- Granizo
- Neve
- Nevoeiro
- Vento Forte
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Factores Atmosféricos



Legenda

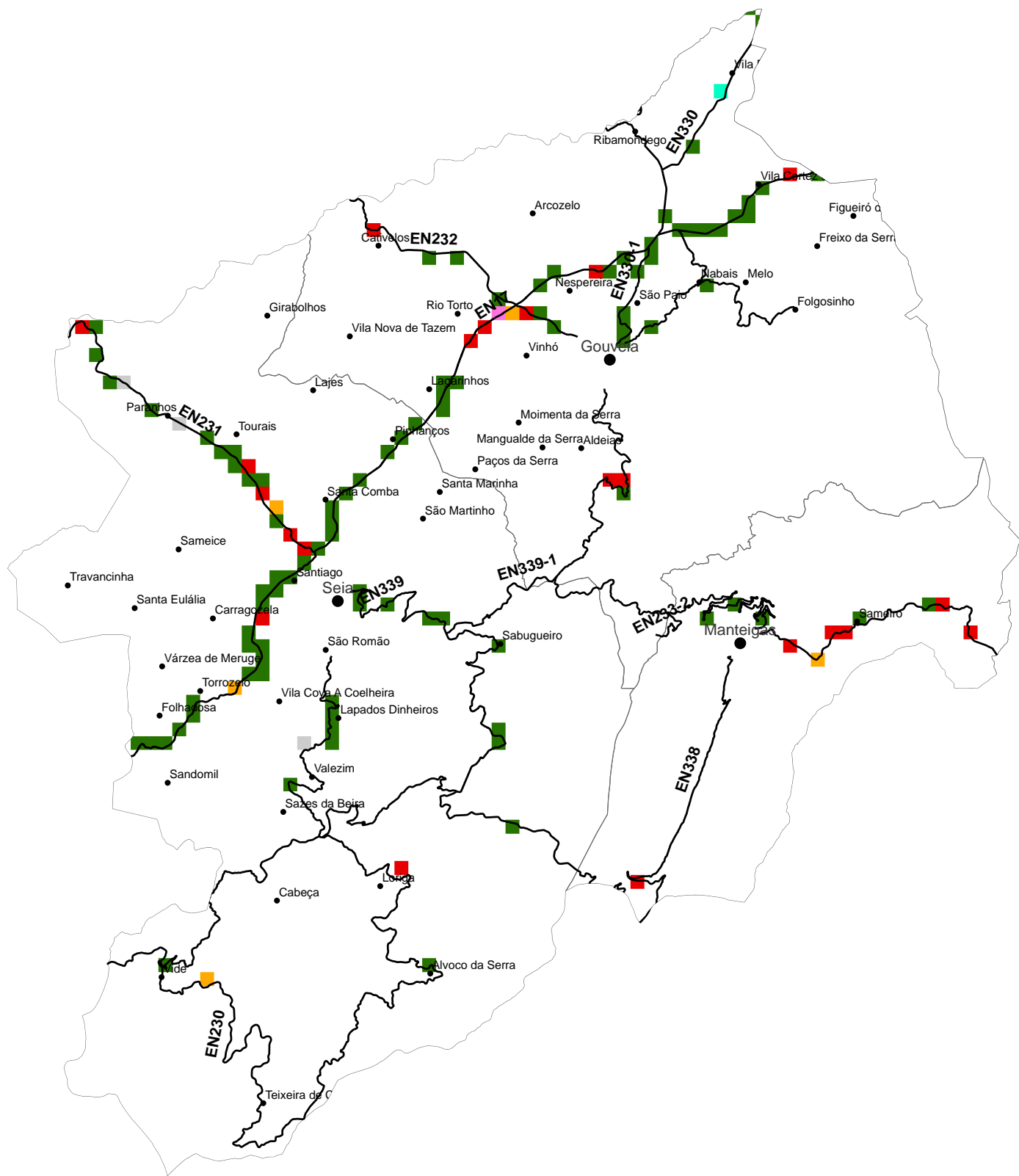
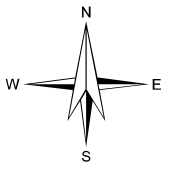
- Bom tempo
- Chuva
- Granizo
- Neve
- Nevoeiro
- Vento Forte
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



ANEXO 9

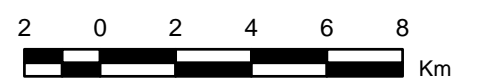
CONDIÇÕES DE ADERÊNCIA

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Aderência



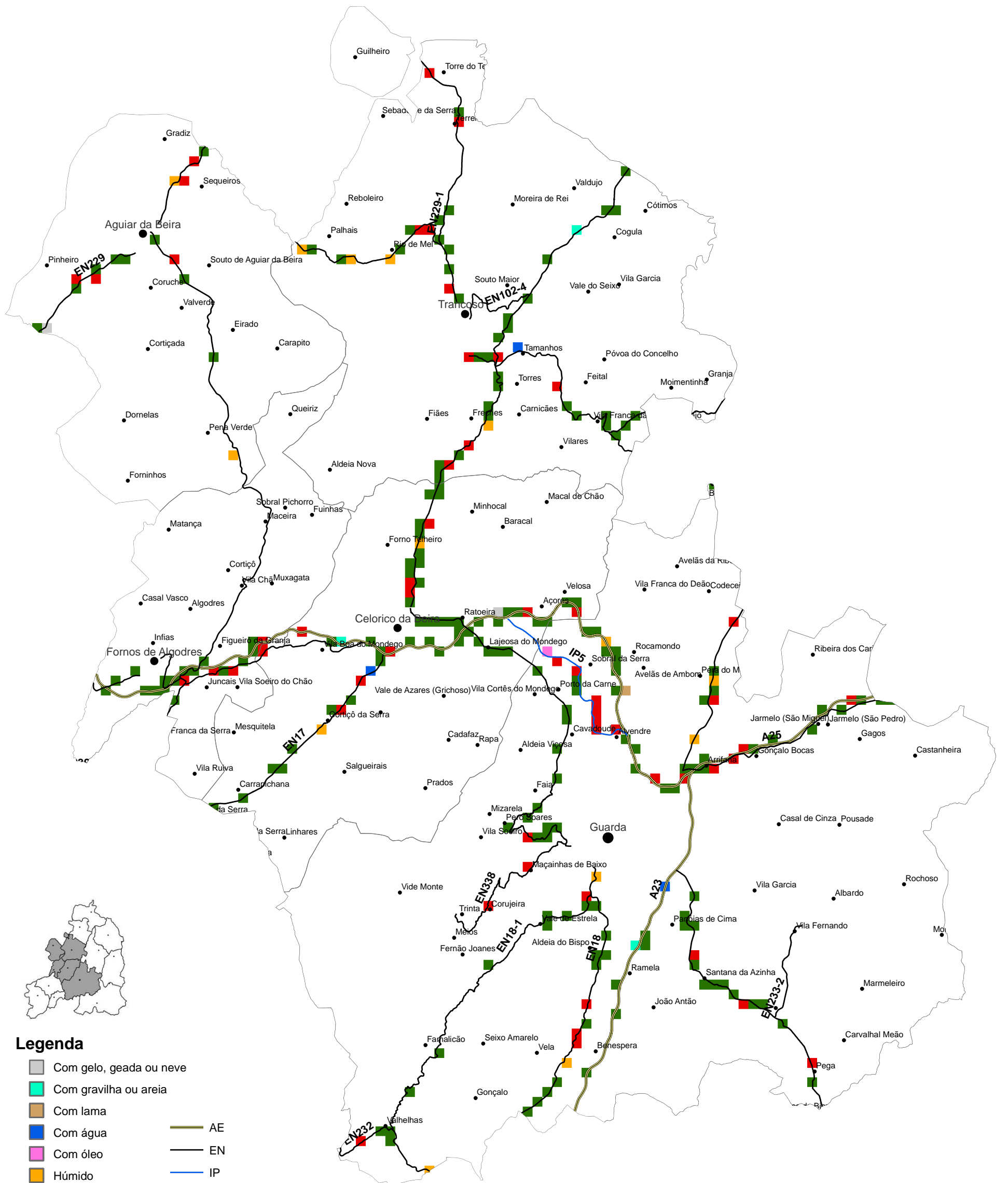
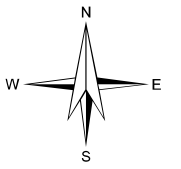
Legenda

- | | |
|-------------------------|-------------|
| Com gelo, geada ou neve | AE |
| Com gravilha ou areia | EN |
| Com lama | IP |
| Com água | Localidades |
| Com óleo | Concelhos |
| Húmido | |
| Molhado | |
| Seco e limpo | |



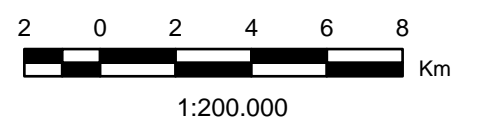
1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Aderência

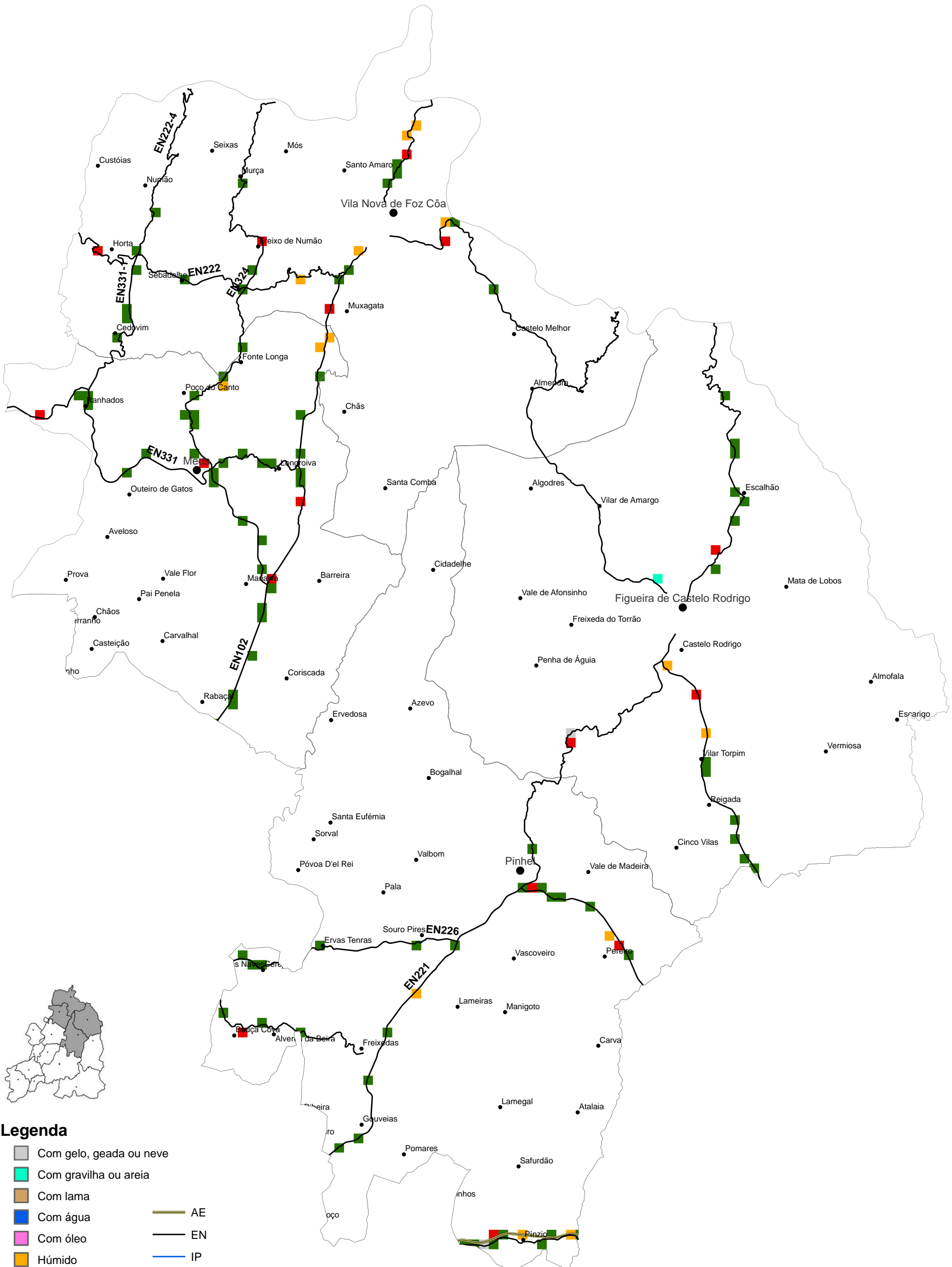
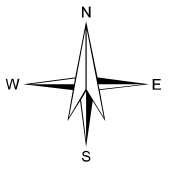


Legenda

- Com gelo, geada ou neve
- Com gravilha ou areia
- Com lama
- Com água
- Com óleo
- Húmido
- Molhado
- Seco e limpo
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

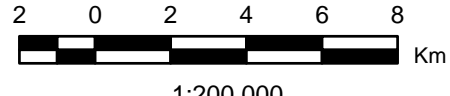


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Aderência

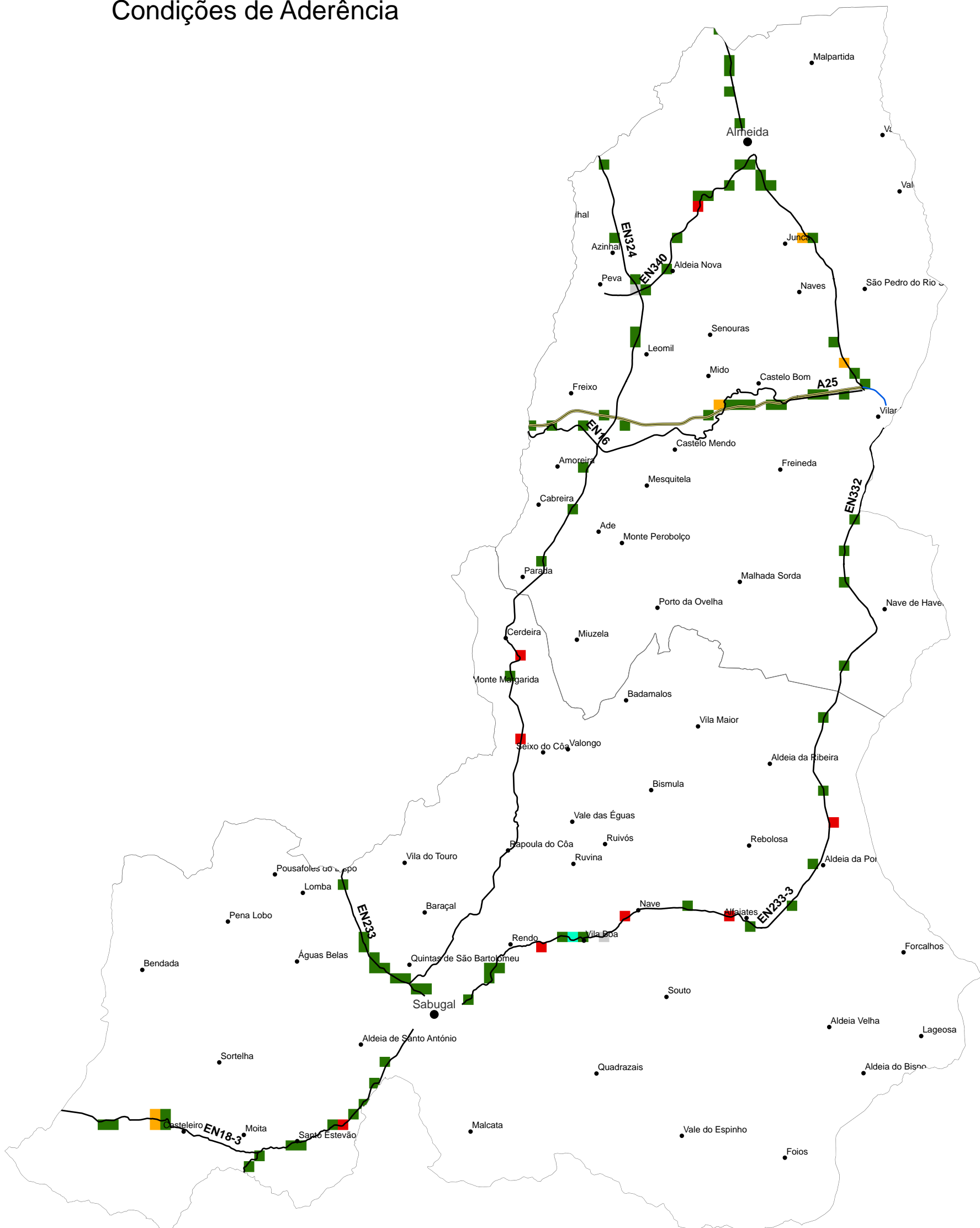
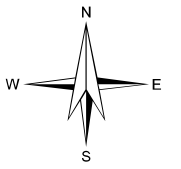


Legenda

- Com gelo, geada ou neve
- Com gravilha ou areia
- Com lama
- Com água
- Com óleo
- Húmido
- Molhado
- Seco e limpo
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

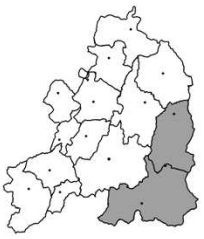


Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Aderência



Legenda

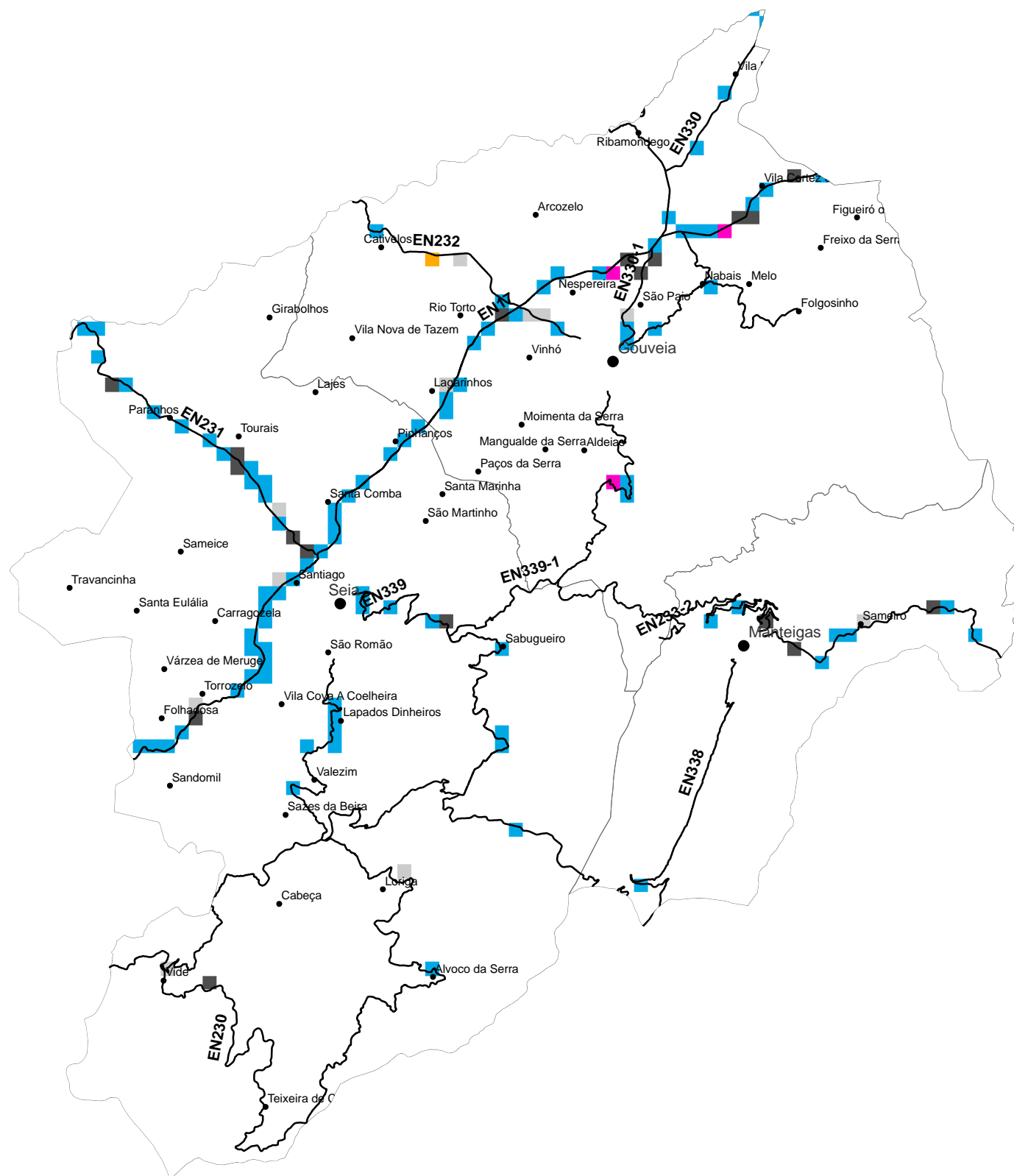
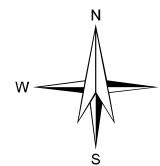
- Com gelo, geada ou neve
- Com gravilha ou areia
- Com lama
- Com água
- Com óleo
- Húmido
- Molhado
- Seco e limpo
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos



ANEXO 10

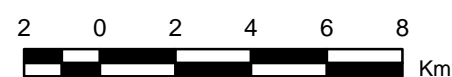
CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Luminosidade



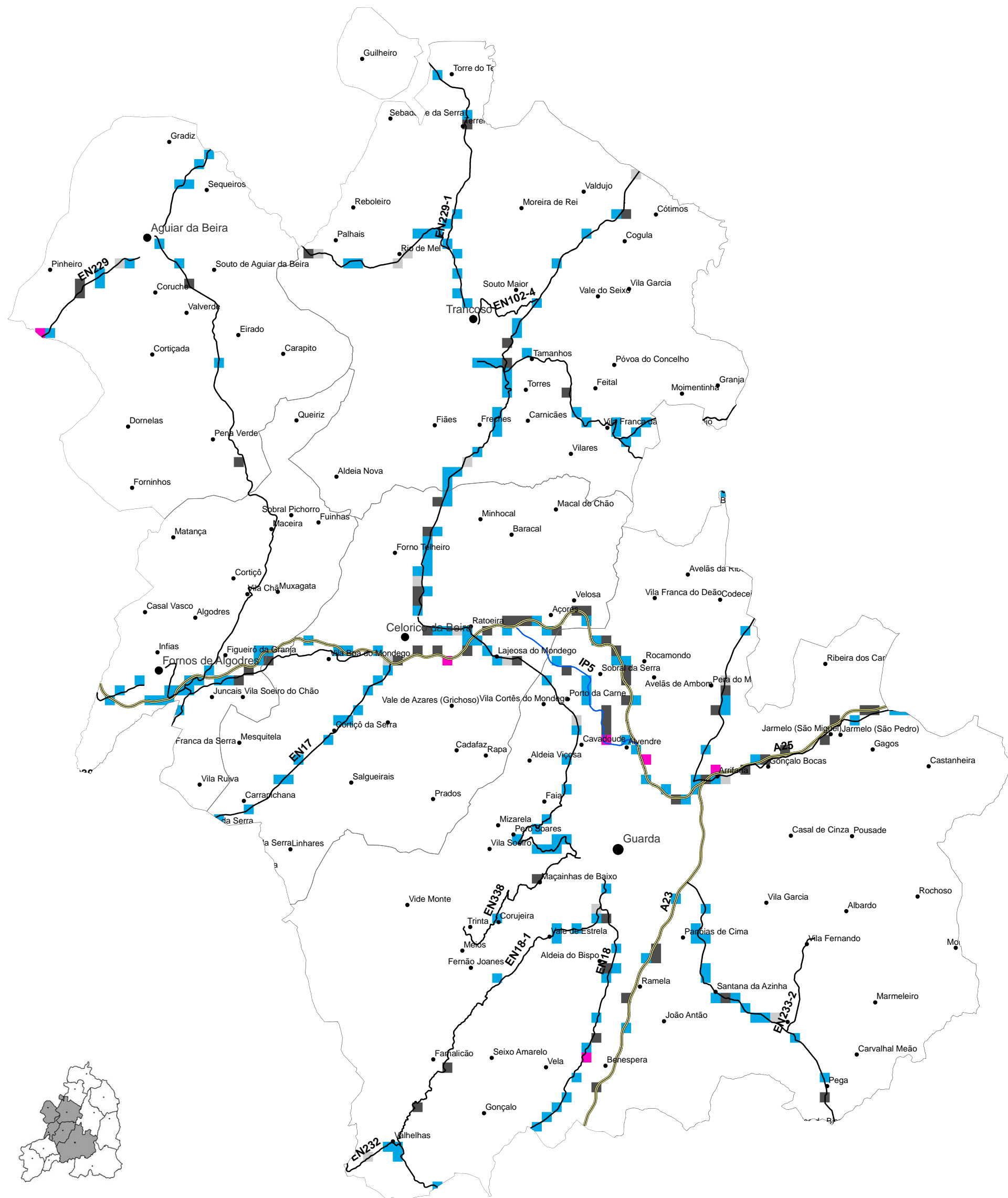
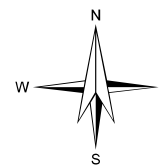
Legenda

- | | |
|---|--|
| Aurora ou crepúsculo | AE |
| Em pleno dia | EN |
| Noite, com iluminação | IP |
| Noite, sem iluminação | Localidades |
| Sol escandeante | Concelhos |



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Luminosidade



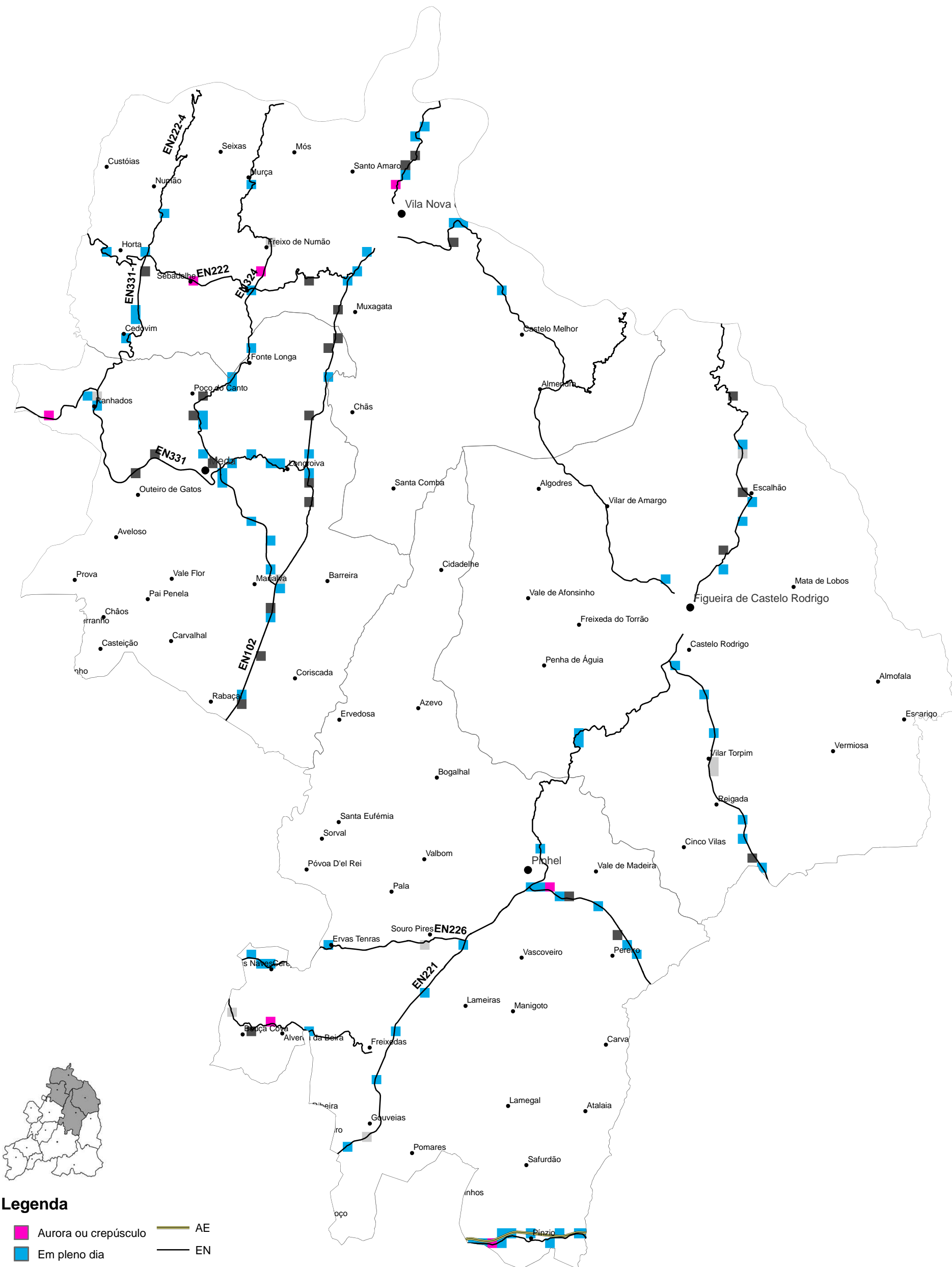
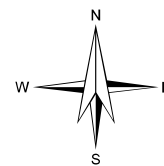
Legenda

- | | |
|---|--|
| ■ Aurora ou crepúsculo | AE |
| ■ Em pleno dia | EN |
| ■ Noite, com iluminação | IP |
| ■ Noite, sem iluminação | Localidades |
| ■ Sol escandeante | Concelhos |



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Luminosidade



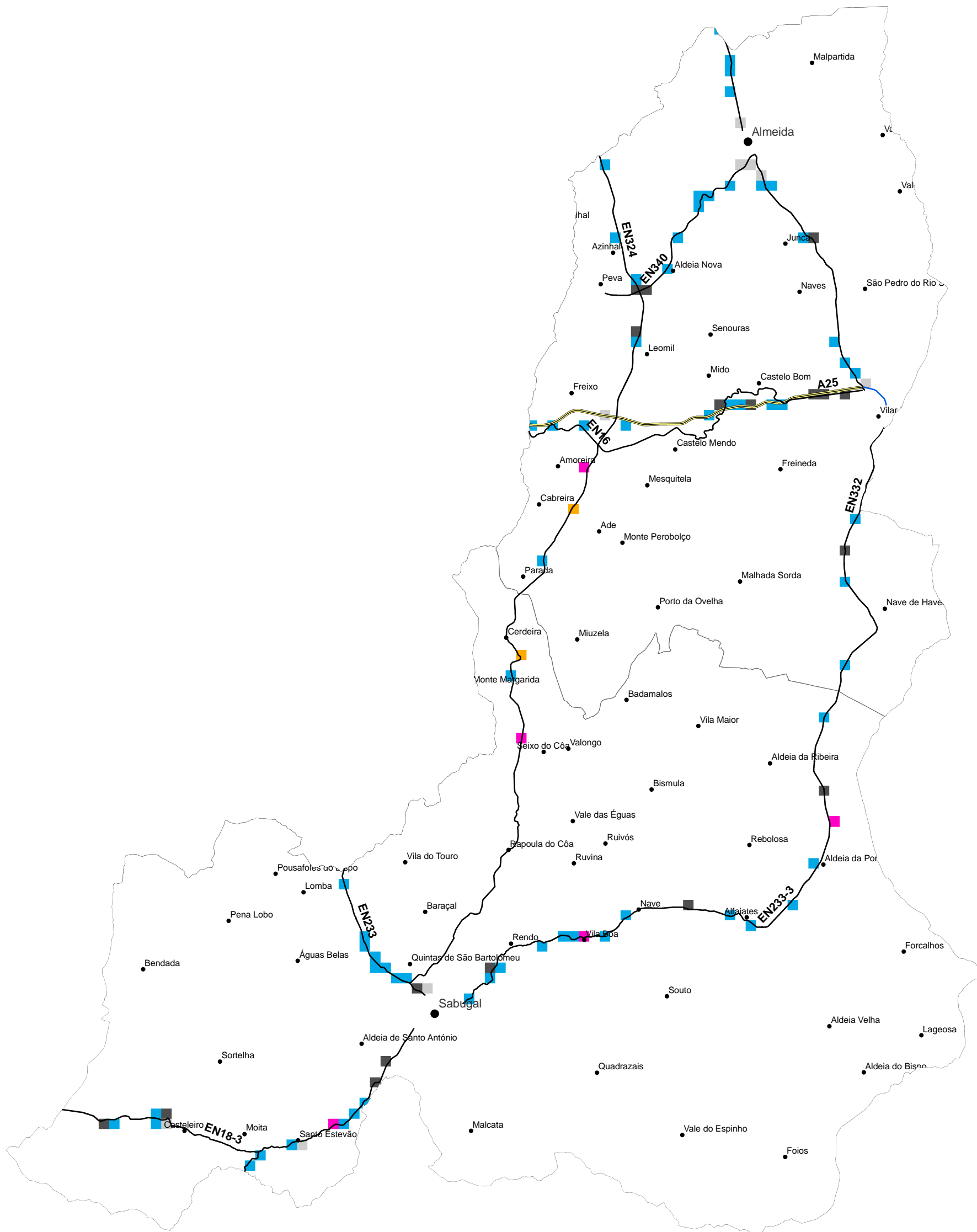
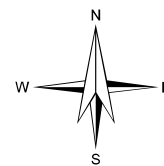
Legenda

- | | |
|--|---|
| ■ Aurora ou crepúsculo | — AE |
| ■ Em pleno dia | — EN |
| ■ Noite, com iluminação | — IP |
| ■ Noite, sem iluminação | ● Localidades |
| ■ Sol escandeante | □ Concelhos |



1:200.000

Acidentes Rodoviários no Distrito da Guarda Meio Interurbano (2005 - 2008) Condições de Luminosidade



Legenda

- Aurora ou crepúsculo
- Em pleno dia
- Noite, com iluminação
- Noite, sem iluminação
- Sol escandeante
- AE
- EN
- IP
- Localidades
- Concelhos

