Resumo

O presente trabalho aborda o tema dos fenómenos extremos de vento, mais precisamente as rajadas de vento forte e os tornados, que atingem Portugal.

O propósito de estudar este tema prende-se com o facto da ocorrência destes fenómenos ser bastante frequente, no caso das rajadas de vento forte, provocando avultados danos no território português. Por outro lado embora os tornados sejam relativamente raros, torna-se pertinente o seu estudo, pelo facto de a sua ocorrência resultar em danos graves nas regiões por onde passa. É também de ressaltar que o registo histórico de tornados em Portugal, embora existente, não apresenta muita informação.

O estudo dos tornados em Portugal carece de maior investigação, em várias vertentes, nomeadamente na sua génese, no seu registo histórico, no seu comportamento e na detecção e prevenção.

Apresenta-se neste trabalho um inventário dos episódios de vento forte (rajadas de vento forte e tornados) para o período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2014, no qual se procede à caracterização desses fenómenos meteorológicos em Portugal continental.

De seguida analisa-se qual o contexto atmosférico dos tornados em Portugal, associado a situações sinópticas especificas.

Como caso de estudo realiza-se a análise ao tornado de Lagoa/Silves a 16 de Novembro de 2012, o qual contem a descrição do evento, o contexto atmosférico, qual a intensidade, consequências, trajecto e qual o impacto do tornado nas populações afectadas.

A gestão deste tipo de desastre natural e prevenção também são temas abordados neste trabalho.

Com recurso à recolha de informação na imprensa nacional, assim como no European Severe Weather Database foi elaborado um inventário dos Episódios de Vento Forte. Os dados recolhidos foram tratados em formato de mapas a partir do *software* de sistema de informação geográfica ArcGis e também de gráficos através do Excel.

Foram analisadas cartas sinópticas diárias para caracterizar o contexto atmosférico. E realizaram-se entrevistas e inquéritos às autoridades e populações afectadas pelo tornado de 16/11/2012.

Pode-se concluir que os tornados são fenómenos meteorológicos extremos raros em Portugal, sendo as rajadas de vento forte mais frequentes. As situações sinópticas registadas são muitas vezes associadas a mesociclones, com origem em estruturas supercelulares.

O tornado em Lagoa/Silves de 16/11/2012 teve bastante impacto nas populações, afectando as infra-estruturas da área atingida, assim como o quotidiano e a saúde das pessoas directa e indirectamente atingidas.

A gestão de desastres naturais como os tornados ainda é muito recente em Portugal, neste caso aplica-se normas internacionais relacionadas com este tipo de evento. É na prevenção que se tem apostado, nos últimos anos, sobretudo na sensibilização aos mais novos nas escolas.

Palavras-chave: Episódios de vento forte; Tornado; Supercélula; Impacto nas populações; gestão de desastres.

ABSTRACT

This paper addresses the issue of wind extreme events, more precisely the strong wind gusts and tornadoes that hit Portugal.

The purpose of studying this issue relates to the fact that the occurrence of these phenomena is quite common in the case of strong gusts of wind, causing widespread damage in Portuguese territory. Furthermore although the tornadoes are relatively rare, it is pertinent to this study, because its occurrence result in serious damage in the regions through which it passes. It is also noteworthy that the historical record of tornadoes in Portugal, although existing, does not have much information.

The study of tornadoes in Portugal needs further research in various areas, particularly in its genesis, its historical record, in their behavior and in the detection and prevention.

In this work is presented an inventory of strong wind episodes (strong gusts of wind and tornadoes) for the period from January 2007 to December 2014. This is preceded by the characterization of these meteorological phenomena in Portugal mainland.

Then is analyzed which the atmospheric backdrop of tornadoes in Portugal, associated with specific synoptic situations.

A case study was carried analyzing the Lagoa/Silves tornado that occurred on November 16, 2012. This study contains the description of the event, the atmospheric context, degree of intensity, consequences, route and the impact of the tornado on the affected population.

The management of this kind of natural disaster and prevention is also discussed in this study.

An inventory of strong wind episodes was created using information from the national media as well as in the European Severe Weather Database. The collected date was analyzed on the map format from the Arcgis geographic information system and also using Excel graphics.

Daily synoptic charts were analyzed to study the atmospheric context. Interviews and inquiries were conducted with the authorities and people affected by the November 16 tornado.

It can be concluded that tornados are extremely rare weather events in Portugal. Strong gusts of wind are more frequent events.

Registered synoptic situations are often associated with mesocyclones originated in super cell structures.

The Lagoa/Silves tornado of November 16th, 2012 had a major impact upon the local population, damaging the infrastructure of the area as well as affecting the daily life, health and well-being of the people directly and indirectly affected.

The natural disaster management as tornadoes activity is still very recent in Portugal, in this case international standards related to this type of event are applied. Investment in prevention has been made in recent years, especially in creating awareness amongst the young in schools.

Keywords: Strong wind episodes; Tornado; Super Cell; Impact on populations; Disaster management.

Agradecimentos

Ao orientador, Professor Doutor Lúcio Cunha, pela valiosa orientação e pelo conhecimento transmitido ao longo de todo o Mestrado, assim como pelo apoio e demonstração de grande disponibilidade para com todas as minhas dúvidas e dificuldades durante a execução do trabalho.

A José Reis, do Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves, pela simpatia e precioso esclarecimento face aos acontecimentos e procedimentos durante o evento estudado.

Ao comandante de Bombeiros Voluntários de Silves, Luís Simões, pela atenção prestada durante a entrevista e pela informação disponibilizada.

Á população de Lagoa e Silves que se prestou a responder aos inquéritos da melhor forma que podiam, mesmo relembrando um momento menos positivo e doloroso.

Ao Professor Doutor Marcelo Fragoso da Universidade de Lisboa, que me leccionou em variadas disciplinas durante a minha licenciatura, e que me transmitiu o gosto pelos Riscos Climáticos.

Á família Pimpão Severino pela hospitalidade, paciência e apoio durante a minha estadia em Coimbra.

Agradeço aos meus pais e avô pelo inestimável apoio e motivação em todo este processo. Sem eles não seria possível estar aqui.

Á minha irmã que sempre acreditou em mim e nas minhas capacidades, sem a sua motivação não estaria aqui passados estes 4 anos.

Por fim, mas não menos importante, à minha sobrinha reguila, cuja alegria e sorriso contagiante me deram forças para caminhar neste desafio.

Índice Geral

Índice Geral i
Índice de Quadros iv
Índice de Figuras vi
Lista de siglas e abreviaturas ix
Capítulo 1 1
Introdução 1
1.1 Questões de Partida 2
1.2 Conceitos 3
Capítulo 2 4
Objectivos 4
Capítulo 3 5
Metodologia 5
3.1 Recolha de informação na imprensa escrita nacional diária 5
3.2 Recolha de informação no European Severe Weather Database (ESWD) e no Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) 5
3.3 Tratamento dos dados recolhidos em tabelas e software de SIG 5
3.4 Análise de Cartas Sinópticas Diárias para os episódios de tornados em Portugal 6
3.5 Trabalho de Campo 6
Capítulo 4 7
Caracterização da Área de Estudo 7
4.1 Enquadramento Biofísico 8
4.1.1 Biótipos 8
4.1.2 Relevo 9
4.1.3 Caracterização Climática 9
4.1.4 Regime de Ventos 11
4.3 Sector Turismo 14
Capítulo 5 16
Enquadramento Teórico 16
5.1 Importância dos riscos climáticos 16
5.2 Escalas de análise associadas aos sistemas atmosféricos em que se produzem tornados 18
5.3 Génese dos tornados 19
5.3.1 Tornados de origem em supercélula 19
5.3.2 Tornados não supercelulares 21
5.4 Escala de Intensidade Fujita 22

5.5 Tornados na Europa 24
Capítulo 6 28
Inventário dos episódios de vento forte - Análise de Resultados 28
6.1 Tipologia dos Episódios de Vento Forte (EVF) 28
6.2 Distribuição espacial dos Episódios de Vento Forte 28
6.3 Distribuição Espacial dos Tornados 30
6.4 Distribuição temporal da Rajadas de Vento Forte 32
6.5 Distribuição temporal dos Tornados 33
6.6 Intensidade Tornados 34
6.7 Consequências humanas dos Episódios de Vento Forte 36
6.8 Distribuição espacial dos EVF a nível de consequências humanas 37
6.9 Distribuição espacial das consequências humanas de tornados 39
6.10 Danos provocados pelos Episódios de Vento Forte (EVF) 41
6.11 Danos provocados pelos Tornados 42
6.12 Distribuição Espacial dos Danos 43
6.13 Consequências Económicas dos EVF 44
Análise de Situações Sinópticas para os episódios de tornados em Portugal 46
7.1 Análise sinóptica dos episódios mais críticos de tornados em Portugal 49
7.1.1 Tornado distrito de Santarém 9 de Abril de 2008 49
7.1.2 Tornado de Tomar 7 de Dezembro de 2010 51
Capítulo 8 55
Análise do tornado de 16 de Novembro de 2012 em Lagoa/Silves 55
8.1 Contexto Atmosférico 56
8.2 Intensidade do tornado 59
8.3 Consequências 60
8.4 Relatos 63
8.5 Trajecto do tornado 65
8.5.1 Trajecto e ocupação do solo 66
8.5.2 Trajecto do tornado e relevo 69
Capítulo 9 72
Percepção do Risco- Inquéritos - Análise de Resultados 72
9.1 Caracterização da Amostra 73
9.1.1 Sexo 73
9.1.2 Idade 73
9.1.3 Estado Civil 77
9.1.4 Nacionalidade 78

9.1.5 Habilitações Literárias 79
9.1.6 Situação Profissional 80
9.1.7 Profissão 81
9.1.8 Agregado familiar 82
9.1.9 Local de Residência 85
9.2 Análise Inferencial 86
9.2.1 Relações entre variáveis quantitativas 86
9.2.1.1 Danos em habitações 87
9.2.1.2 Danos em veículos 88
9.2.1.3 Danos em infra-estruturas 89
9.2.1.4 Acidentes pessoais 89
9.2.1.5 Impacto no turismo 90
9.2.1.6 Possibilidade de ser atingido 90
9.2.2 Relações entre variáveis qualitativas 91
9.2.2.1 Relação entre variáveis com significância estatística 92
9.2.2.1.1 Relação entre a idade e o conhecimento sobre o tornado 94
9.2.2.1.2 Relação entre idade e o modo como teve conhecimento 94
9.2.2.1.3 Relação entre idade e o ter sido atingido ou não pelo tornado 95
9.2.2.1.4 Relação entre idade e ajuda monetária recebida 95
9.2.2.1.5 Relação entre idade e se sabe os procedimentos 96
9.2.2.1.6 Relação entre idade e se sabe quais os procedimentos 97
9.2.2.1.7 Relação entre estado civil e se foi atingido 98
9.2.2.1.8 Relação entre estado civil e ajuda monetária 98
9.2.2.1.9 Relação entre situação profissional e se foi atingido 99
9.2.2.1.10 Relação entre situação profissional e ajuda monetária 100
9.2.2.1.11 Relação entre profissão e se foi atingido 100
9.2.2.1.12 Relação entre profissão e ajuda monetária 101
9.2.2.1.13 Relação entre profissão e se sabe quais os procedimentos 102
9.2.2.1.14 Relação entre agregado familiar e se teve conhecimento 103
9.2.2.1.15 Relação entre local de residência e se teve conhecimento 103
9.2.2.1.16 Relação entre local de residência e o modo como teve conhecimento 104
9.2.2.1.17 Relação entre local de residência e se foi atingido 105
9.2.2.1.18 Relação entre residência e ajuda monetária recebida 105
9.2.2.1.19 Relação entre sexo dos inquiridos e tipos de equipamento 106
Capítulo 10 108
Gestão de desastres naturais e prevenção sobre tornados 108

Capítulo 11 110
Conclusão 110
Referências Bibliográficas 113
ANEXOS 116

Índice de Quadros

Quadro 1- Edifícios, segundo a época de construção, Fonte: INE 2011 13
Quadro 2- Alojamentos familiares segundo o tipo de alojamento e alojamento colectivos 15
Quadro 3- Consequências das tempestades à escala global, Fonte: EM-DAT 17
Quadro 4- Nº total de mortes, Portugal, EM-DAT 17
Quadro 5- Nº total de afectados, Portugal, EM-DAT 17
Quadro 6- Nº total de prejuízos relacionados com tempestades em Portugal, EM-DAT 18
Quadro 7- Características de diferentes sistemas celulares 20
Quadro 8 - Escala de Fujita original. Fonte: (Graf 2010) 22
Quadro 9- Escala de intensidade Enhanced Fujita (EF) 23
Quadro 10- Escala de intensidade Torro 24
Quadro 11- Intensidade do tornado na escala de Fujita 59
Quadro 12- Intensidade do tornado na escala de Torro 60
Quadro 13- Medidas de tendência central Idade 75
Quadro 14- Medidas de tendência central Agregado familiar 83
Quadro 15- Correlação entre variáveis 87
Quadro 16- Teste do qui-quadrado e de Fisher 92
Quadro 17- Teste do qui-quadrado e de Fisher 93
Quadro 18- Teste do qui-quadrado e de Fisher 93

Índice de Figuras

Figura 1- Notícia sobre o tornado do dia 7/12/2010 que afectou a região de Tomar 5
Figura 2- Biótipos nos concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente 8
Figura 3- Altimetria concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente 9
Figura 4- Normais climatológicas, Faro, Fonte:IPMA 10
Figura 5- Precipitação nos concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente 10
Figura 6- Velocidade média do vento (km/h), Fonte: ICN, POPNRF 11
Figura 7- Densidade populacional, Fonte: INE, 2011 12
Figura 8- População residente em lugares com 2000 ou mais habitantes, Fonte: INE,2011 12
Figura 9- Índice de envelhecimento dos edifícios, Fonte: INE, 2011 13
Figura 10- Percentagem de edifícios muito degradados, 2011 Fonte: INE 13
Figura 11- Recursos turísticos no concelho de Silves, Fonte: Atlas do Ambiente 14
Figura 12- Recursos turísticos no concelho de Lagoa, Fonte: Atlas do Ambiente 14
Figura 13- Alojamento de residência secundária, 2011 Fonte: INE,2011 15
Figura 14- Escalas espaciais e temporais associadas a fenómeno atmosférico. Fonte: (Correia 2012) 18
Figura 15- Escalas dos movimentos atmosféricos 19
Figura 16- Estrutura de um vórtice destrutivo. Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration; Weather Underground; San Francisco State University 19
Figura 17- Estrutura da nuvem cumulonimbo Fonte: (Bartoni 2013) 20
Figura 18- Descrição do desenvolvimento de um tornado. Fonte: (Bartoni 2013) 21
Figura 19- Desenvolvimento de um tornado não supercelular. Fonte: Graf (2010) 22
Figura 20- Distribuição espacial de tornados e respectiva escala de intensidade no continente europeu em 2005 e 2006 Fonte: (Graf 2010) 25
Figura 21- Tornado de Ivanovo Rússia 1984, Fonte: www.extremeplanet.me 25
Figura 22- Distribuição espacial de tornados em Portugal Continental, de 1927 a 2009 26
Figura 23- Distribuição espacial de tornados em Portugal Continental, de 1936 a 2002 Fonte: (Leitão 2003) 26
Figura 24- Efeitos do tornado de Castelo Branco Portugal 1954, Fonte: http://www.meteopt.com/ 27
Figura 25- Diferentes tipologias dos EVF 28
Figura 26- Distribuição dos EVF por NUTII 29
Figura 27- Distribuição por NUTIII dos EVF 30
Figura 28- Distribuição espacial dos Tornados por NUTIII 31
Figura 29- Distribuição espacial dos Tornados por NUTII 31
Figura 30- Distribuição estacional dos ventos fortes 32
Figura 31- Distribuição mensal dos ventos fortes 32
Figura 32- Distribuição estacional dos tornados 33
Figura 33- Distribuição mensal dos tornados 33
Figura 34- Distribuição anual de tornados 34
Figura 35- Intensidade dos tornados 35
Figura 36- Intensidade de Tornados por NUTIII 36
Figura 37- Consequências Humanas dos EVF 36
Figura 38- Número de mortos pelos EVF 37
Figura 39- Número de feridos pelos EVF 37
Figura 40- Número de desalojados pelo EVF 38
Figura 41- Número de Afectados pelos EVF 38
Figura 42- Distribuição mensal dos mortos/feridos/desalojados resultantes dos EVF 39
Figura 43- Número de feridos por tornados 40
Figura 44- Número de desalojados por tornados 40

Figura 45- Distribuição de Afectados por Tornados, NUTIII 41
Figura 46- Danos resultantes dos EVF 42
Figura 47- Danos resultantes dos Tornados 42
Figura 48- Distribuição por NUTIII de danos provocados pelos EVF 43
Figura 49- Distribuição por NUTIII de danos provocados pelos Tornados 44
Figura 50- Total de custos económicos dos EVF 44
Figura 51- Distribuição por NUTIII dos custos económicos dos Tornados 45
Figura 52- Circulação em altitude no período de 2007 a 2014 46
Figura 53- Circulação em superfície no período de 2007 a 2014 47
Figura 54- Perturbação da Frente Polar 48
Figura 55- Passagem de tornado na freguesia de Amiais de Baixo 49
Figura 56- Circulação em altitude no dia 9 de Abril de 2008, às 06UTC 50
Figura 57- Circulação em altitude no dia 9 de Abril de 2008, às 12UTC 50
Figura 58- Circulação em superfície no dia 9 de Abril de 2008, ás 06 UTC 51
Figura 59- Circulação em superfície no dia 9 de Abril de 2008, ás 12 UTC 51
Figura 60- Passagem do tornado em Tomar 51
Figura 61- Colapso total do telhado do Jardim Escola S. João de Deus, Tomar 52
Figura 62- Circulação em altitude no dia 7 de Dezembro 2010, às 12 UTC 53
Figura 63- Circulação em altitude no dia 7 de Dezembro 2010, às 18 UTC 53
Figura 64 - Circulação em superfície no dia 7 de Dezembro de 2010, ás 12 UTC 53
Figura 65- Circulação em superfície no dia 7 de Dezembro de 2010, ás 18 UTC 54
Figura 66- Imagem pouco nítida da passagem do tornado pelo estádio de futebol Dr. Francisco Vieira em Silves 56
Figura 67- Circulação em altitude a 16 de Novembro de 2012 às 12 UTC 57
Figura 68- Circulação em altitude a 16 de Novembro de 2012 às 18 UTC 58
Figura 69- Circulação em superfície a 16 de Novembro de 2012 às 12 UTC 58
Figura 70- Circulação em superfície a 16 de Novembro de 2012 às 18 UTC 58
Figura 71- Danos no complexo de piscinas 61
Figura 72- Danos no parque de caravanismo 61
Figura 73- Telhas removidas e vedação arrancada pelos suportes 61
Figura 74- Carros deslocados e danificados pela força do tornado 62
Figura 75- Arvore caída com força do tornado 62
Figura 76- Estádio de Futebol Dr. Francisco Vieira em Silves 62
Figura 77- Parte lateral do estádio parcialmente destruida 63
Figura 78- Linha ferroviária do Sul. A ligação entre Sta.Clara de Sabóia e São Marcos da Serra foi cortada, devido a queda de árvores. (assinaldo com seta) 63
Figura 79- Foto tirada no dia 18-12-2015, Vedação parcialmente arrancada 64
Figura 80- Foto tirada no dia 18-12-2015, Vedação retorcida pela força do tornado 65
Figura 81- Trajecto de destruição do tornado de Silves 66
Figura 82- Trajecto do tornado e uso do solo 67
Figura 83- Trajecto do tornado e uso do solo/Intensidade 68
Figura 84- Trajecto do tornado e altimetria 69
Figura 85- Interacção intensidade/relevo no trajecto do tornado 70
Figura 86- Interacção intensidade/relevo no trajecto do tornado, imagem Google earth IPMA 71
Figura 87- Sexo dos inquiridos 73
Figura 88- Nº de inquiridos por classes de idade 73
Figura 89- Nº de inquiridos *online* por classes de idade 74
Figura 90- Nº de inquiridos no local por classes de idade 74

Figura 91- Histograma das idades 75
Figura 92- Estado civil dos inquiridos 77
Figura 93- Estado civil dos inquiridos no local 77
Figura 94- Estado civil dos inquiridos *online* 78
Figura 95- Nacionalidade dos inquiridos 78
Figura 96- Habilitações literárias dos inquiridos 79
Figura 97- Situação profissional dos inquiridos 80
Figura 98- Situação profissional dos inquiridos no local 80
Figura 99- Situação profissional dos inquiridos *online* 81
Figura 100- Profissão dos inquiridos 81
Figura 101- Agregado familiar dos inquiridos 82
Figura 102- Agregado familiar dos inquiridos no local 82
Figura 103- Agregado familiar dos inquiridos *online* 83
Figura 104- Histograma do agregado familiar 84
Figura 105- Local de residência, por concelhos, dos inquiridos 85
Figura 106- Local de residência, por freguesia, dos inquiridos 85
Figura 107- Danos em habitações 87
Figura 108- Danos em veículos 88
Figura 109- Danos em infra-estruturas 89
Figura 110- Acidentes pessoais 89
Figura 111- Impacto no turismo 90
Figura 112- Possibilidade de ser atingido por um tornado 90
Figura 113- Associação estatística entre idade e conhecimento 94
Figura 114- Associação estatística entre idade e modo como teve conhecimento do tornado 94
Figura 115- Associação estatística entre idade e se foi atingido 95
Figura 116- Associação estatística entre idade e ajuda monetária 95
Figura 117- Associação estatística entre idade e se sabe os procedimentos 96
Figura 118- Associação estatística entre idade e sabe quais os equipamentos 97
Figura 119- Associação estatística entre estado civil e o facto de ter sido atingido pelo tornado 98
Figura 120- Associação estatística entre estado civil e ajuda monetária 98
Figura 121- Associação estatística entre situação profissional e se foi atingido 99
Figura 122- Associação estatística entre situação profissional e ajuda monetária 100
Figura 123- Associação estatística entre profissão e se foi atingido 100
Figura 124- Associação estatística entre profissão e ajuda monetária 101
Figura 125- Associação estatística entre profissão e se sabe procedimentos 102
Figura 126- Associação estatística entre agregado familiar e se teve conhecimento 103
Figura 127- Associação estatística entre local de residência e o conhecimento do tornado 103
Figura 128- Associação estatística entre o local de residência e o modo como teve conhecimento do tornado 104
Figura 129- Associação estatística entre local residência e se foi atingido 105
Figura 130- Associação estatística entre local residência e a ajuda monetária recebida 105
Figura 131- Tipo de equipamento 106
Figura 132- Associação estatística entre sexo e tipo de equipamento 106

Lista de siglas e abreviaturas

ANPC- Autoridade Nacional de Protecção Civil

CDOS- Comando Distrital de Operações de Socorro

CV- Coeficiente de variação

EF- Escala de intensidade Enhanced Fujita

ESWD- European Severe Weather Database

EVF- Episódios de Vento Forte

F- Escala de intensidade Fujita

IPMA- Instituto Português do Mar e da Atmosfera

NUT- Nomenclatura unidades territoriais

SC- Supercélula

SMPCS- Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves

Capítulo 1

Introdução

As condições climáticas estão na origem de muitos eventos perigosos que, por sua vez têm um grande impacto sobre a mortalidade da população e sobre os prejuízos económicos derivados dos bens afectados. No clima mediterrânico são muitas as situações de risco climático, tais como as secas, tempestades, ondas de calor e frio, geadas, queda de neve (Cunha, 2012).

À nossa latitude, as situações meteorológicas adversas, particularmente chuvas intensas e rajadas de vento forte estão, em regra, relacionadas com a passagem sucessiva de perturbações frontais associadas em altitude a uma circulação zonal de oeste.

Nesta dissertação irei abordar os fenómenos extremos de vento, mais precisamente os tornados, os quais têm grande impacto socioeconómico, sendo causa de desastres naturais. O tornado é uma coluna de ar giratória em forma de funil cuja circulação toca o solo e que se forma a partir da base de uma nuvem de tempestade (cumulonimbo), os ventos giratórios dentro da coluna de ar podem atingir os 480 km/h, (Bartoni 2013). Estes representam uma ameaça potencial para actividades importantes como, a agricultura, a distribuição de energia eléctrica, o funcionamento de infra-estruturas.

Em Portugal o estudo de fenómenos extremos de vento como os tornados é relativamente recente, acreditava-se, mesmo, que estes processos eram raros ou mesmo inexistentes no país. A maior parte dos registos existentes provêm de relatos de pessoas, descrições nos jornais e algumas fotos. Mais recentemente, meteorologistas e investigadores como Paula Leitão (2003) e Paulo Pinto (2009) têm-se debruçado sobre o estudo de tornados em Portugal,

No caso de Paula Leitão (2003) o estudo incide, sobretudo, numa recolha de registos de ocorrências de tornados e construção de uma base de dados, assim como da sua análise a nível de distribuição espacial, temporal e contexto atmosférico. Paulo Pinto (2009) tem abordado o tema a nível da detecção e prevenção destes fenómenos.

Em Portugal os tornados não ocorrem com tanta frequência, nem causam tanto impacto como noutros países do Mundo e da própria Europa. No entanto registaram-se ao longo da história vários tornados, por vezes mortíferos e com grande impacto socioeconómico. Tem-se verificado, nos últimos anos, uma maior atenção por parte dos organismos responsáveis assim como da comunicação social face a estes processos potencialmente perigosos.

Deste modo, faz todo o sentido a realização de um inventário com o registo de tornados e também de rajadas de vento forte para um período recente, mais precisamente de 2007 a 2014 e criar uma base de dados fácil de consultar com toda essa informação que permita avaliar a distribuição espacial, a sazonalidade, a intensidade e frequência destes processos.

Com esta dissertação é importante também preencher a lacuna de informação e estudos em Portugal face a fenómenos como os tornados.

Para a criação de uma base de dados consideram-se como episódios de vento forte, os tornados e as fortes rajadas de vento que provocaram algum tipo de danos materiais e/ou consequências humanas.

Para a sua construção primeiro foi necessário conhecer alguns critérios utilizados em bases de dados de referência internacionais, nacionais e regionais. Das muitas consultadas, duas merecem especial referência por me terem inspirado na realização da base de dados que apresento. A EM-DAT (The International Disaster Database) constitui a base de dados sobre desastres naturais de referência internacional e a Network for Social Studies on Disaster Prevention in Latin América (LA Red) que começou a desenvolver a metodologia DesInventar, de nível regional. Para cada elemento da base de dados é fornecida uma pequena definição do critério utilizado para determinado campo, o que me ajudou a definir os meus próprios critérios ajustados ao tipo de dados e de informação que irei tratar.

Os critérios considerados foram os seguintes, o número de mortos, feridos (ligeiros e graves), desalojados, afectados (por exemplo pessoas sem acesso a energia eléctrica), danos materiais (por exemplo estradas afectadas) e prejuízos económicos.

1.1 Questões de Partida

As questões de partida correspondem a vários aspectos deste trabalho aos quais pretendo dar resposta. Dentro das questões investigativas gerais, em primeiro lugar pretendo saber qual o impacto dos episódios de vento forte/tornados em Portugal, nomeadamente em termos de consequências socioeconómicas; em segundo lugar, pretendo saber quais as condições atmosféricas associadas aos tornados em Portugal.

Nas questões relacionadas directamente com o estudo de caso a questão que se coloca como a mais pertinente para a dissertação, é tentar saber como é que o tornado de 16 de Novembro de 2012 em Lagoa/Silves afectou a população.

Por último são abordados dois temas igualmente importantes para os quais se pretendem também respostas, mais concretamente se é possível prever e prevenir os tornados em Portugal e como é que a ANPC faz a gestão do risco de tornados, nomeadamente no campo da informação ao público e da prevenção.

1.2 Conceitos

Numa tentativa de fixar os conceitos utilizados ao longo deste trabalho, apresentam-se alguns conceitos-chave. Estes vão ser mais profundamente analisados no decorrer da dissertação, uma vez que neste subcapítulo apenas se expõe a definição genérica destes mesmos conceitos.

• **Risco Climático**- Probabilidade (espacial e temporal) de ocorrência de condições climáticas (e meteorológicas) extremas responsáveis por prejuízos graves sobre a sociedade, os seus bens e ecossistemas. Isso implica a presença de um evento extremo natural, mas absolutamente imprevisível, e uma actividade humana susceptível a ser afectada por tal evento. Os eventos climáticos mais prejudiciais no mundo são: os ciclones tropicais, as secas, inundações por chuvas de monção, tempestades tropicais ou ciclónicas, ondas de frio e geadas, ondas de calor, tempestades de vento, tornados e granizo.

• **Vento tempestuoso -** vento com rajadas superiores a 100 km/h que provocam prejuízos humanos e materiais.

• **Super-célula** - é uma célula convectiva que exibe um mesociclone persistente e profundo, que pode dar origem a tornados ou não.

• **Escala subsinóptica -** Dimensão espacial horizontal entre 1 a 20 km (grande escala)

• **Tornado -** violenta e estreita coluna de ar que se estende desde a base de um cumulonimbo até ao solo.

• **Cumulonimbo -** Nuvem de grande desenvolvimento vertical que pode dar origem a eventos meteorológicos extremos.

• **Wind-shear -** Rápida variação da direcção e/ou velocidade do vento ao longo de uma certa distancia.

Capítulo 2

Objectivos

Com esta dissertação pretendo, numa primeira fase, efectuar um inventário dos episódios de vento forte (tornados e rajadas de vento forte) ocorridos em Portugal Continental, no período compreendido entre Janeiro de 2007 e Dezembro de 2014.

Construída esta "ferramenta" de trabalho, pretende-se, de seguida:

• Avaliar a frequência e a intensidade dos episódios de vento forte (EVF)

• Avaliar a incidência espacial dos EVF no território português a dois níveis:

- Âmbito regional (NUT II); Âmbito intermunicipal (NUT III)

• Avaliar a distribuição temporal dos EVF, incidência estacional e mensal

• Avaliar as consequências socioeconómicas dos EVF

Depois desta primeira fase pretende-se analisar o contexto atmosférico através da caracterização dos episódios de tornados em Portugal. Para tal vai se proceder a uma classificação de situações atmosféricas à escala sinóptica. Serão descarregadas e analisadas várias cartas sinópticas diárias de altitude e de superfície que pretendem demonstrar os processos atmosféricos e a génese dos tornados em Portugal.

De seguida tenho como objectivo a análise do tornado de 16 de Novembro de 2012 que afectou Carvoeiro/Lagoa/Silves. Para tal irei proceder à caracterização da área de estudo, caracterização física, ocupação humana e ocupação do uso do solo, depois analisar o contexto atmosférico associado e, por fim, qual o impacto socioeconómico.

No final do trabalho irei abordar a questão da gestão sobre os tornados em Portugal, nomeadamente nas áreas da informação ao público, prevenção, alerta, socorro e mitigação. Para tal será fundamental a análise da percepção das entidades oficiais, através de entrevistas com Bombeiros e Protecção Civil, que irei realizar como trabalho de campo.

Capítulo 3

Metodologia

3.1 Recolha de informação na imprensa escrita nacional diária

O primeiro passo para concretizar os objectivos propostos foi a recolha de informação na imprensa escrita nacional diária de um jornal de referência nacional, o Jornal de Notícias, no período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2014. Esta recolha foi feita on-line através do site do JN, http://www.jn.pt e foram consultadas mais de 5000 noticias. A pesquisa sistemática de notícias foi um processo moroso, que exigiu muitas horas diárias no arquivo do jornal referido.

País > Santarém > Tomar

Pelo menos 12 crianças feridas à passagem de um tornado por Tomar

AUGUSTO CORREIA E ALEXANDRA SERÔDIO | 07/12/2010

O tecto de um infantário em Tomar desabou na sequência de um tornado que afectou a região. Há também a registar 39 feridos, 20 adultos e 19 crianças, que foram assistidas no Hospital de Tomar, em consequência das chuvas torrenciais e dos ventos fortes provocaram estragos diversos em casas e viaturas.

Figura 1- Notícia sobre o tornado do dia 7/12/2010 que afectou a região de Tomar

3.2 Recolha de informação no European Severe Weather Database (ESWD) e no Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA)

De forma a preencher a base de dados recorri ao European Severe Weather Database. Esta é uma base de dados que contém relatos de tempo severo por toda a Europa, incluindo o registo de ventos fortes e tornados para o período em estudo. Estes relatos são muitas vezes acompanhados pela data/hora, pela intensidade e danos provocados, assim como por imagens e vídeos do evento. A partir do IPMA recolhi também informação dos relatórios técnicos correspondentes a alguns tornados registados.

3.3 Tratamento dos dados recolhidos em tabelas e software de SIG

Para cada situação de Episódio de Vento Forte consultado foi recolhida a seguinte informação: a data da ocorrência do evento (dia/mês/ano); a descrição do evento; a localização; as consequências humanas; as consequências económicas e os danos materiais.

Foi criada, inicialmente, uma tabela em Word com estes campos onde para cada campo se descrevem as situações ocorridas. Como se pretende, com este trabalho, construir um inventário tão completo e

consistente quanto possível, são consideradas todas as ocorrências que tenham tido impacto directo ou indirecto no Ser Humano. Para uma consulta que permita ao observador uma fácil consulta da informação recolhida, será criada uma base de dados em ficheiro Excel onde para cada campo e informação é definida uma "chave" que corresponda a determinada informação.

Os dados recolhidos serão igualmente tratados no formato de mapas a partir do sistema de informação geográfica ArcGis, de forma a avaliar a distribuição espacial dos resultados. Assim como em gráficos elaborados através do Excel.

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
19-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Espozende B Coimbra C Peniche D Tomar, Abrantes E Figueira da Foz F Porto G Lisboa	A 1 ferido ligeiro C 26 famílias desalojadas D 3 pessoas desalojadas	A Queda de chapas de uma obra B Queda de árvore danifica 3 viaturas C casas destruídas D casas danificadas E estádio danificado e painéis publicitários destruídos F Autocarro destruído G 12 voos desviados, queda 11 árvores	
21-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Ovar B Almeirim		A Queda de 100 árvores, estragos em parque de campismo B Destruídas 60 estufas	A + 500 mil euros B + 500 mil euros
22-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Leiria		Queda de árvores, e de postes de electricidade, 20 escolas encerradas	
03-03-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Madeira		2 autóes desviados, estradas cortadas devido a queda de árvores	
08-03-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Açores	153 passageiros afectados	Ligações aéreas canceladas	
09-03-2013	Tornado	Jornal de Notícias	Foz do Douro, Porto		Barco arrastado	

3.4 Análise de Cartas Sinópticas Diárias para os episódios de tornados em Portugal

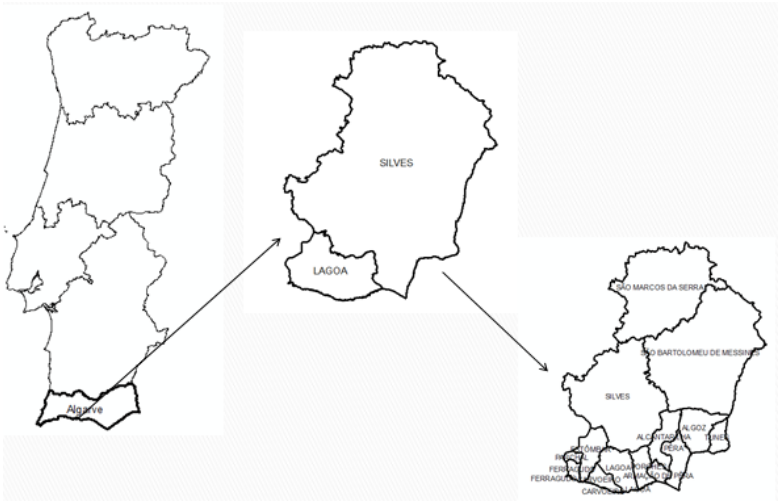
De forma a compreender o contexto atmosférico que envolve os tornados em Portugal irá ser elaborada uma classificação sinóptica diária através da observação e interpretação de cartas sinópticas à superfície e em altitude. As cartas serão descarregadas através dos arquivos de dados disponíveis na Internet, nomeadamente, do Deutscher Wetterdienst Offenbach (DWD).

3.5 Trabalho de Campo

Consistiu na realização de entrevistas, nomeadamente ao Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves e aos Bombeiros Voluntários de Silves, de modo a obter informação sobre o impacto do tornado de 16/11/2012 na região, e de saber qual o procedimento das entidades e gestão face a estes processos potencialmente perigosos. Por último, foi efectuado um inquérito à população de Lagoa/Silves, feito tanto presencialmente, como *online*. Pretende inquerir quais as consequências (danos em habitações, infra-estruturas, acidentes pessoais, turismo) do tornado de 16/11/2012, assim como avaliar qual a percepção do risco e quais os conhecimentos da população face a processos perigosos como este.

Capítulo 4

Caracterização da Área de Estudo



Como aqui já foi citado apesar de em Portugal se verificar uma menor frequência e intensidade de tornados face a outros países, estes também ocorrem e com graves prejuízos socioeconómicos. No período de 1936 a 2002, registaram-se cerca de 30 ocorrências de tornados em Portugal, (Leitão 2003). No dia 7 de Dezembro de 2010 ocorreu um grande tornado, assolando a região Oeste do país: Tomar, Ferreira do Zêzere e Sertã. Provocou 40 feridos e prejuízos de cerca de 16 milhões de euros. Foi classificado como F3 da escala de Fujita, o antepenúltimo nível no grau de destruição provocada.

Contudo embora a região de Santarém tenha sido assolada por alguns tornados nos últimos anos, optei por estudar o tornado que afectou Silves/Lagoa a 16 de Novembro de 2012, pois este é um dos tornados de maior impacto a afectar o país nos últimos anos e tal como o tornado de Tomar em 2010, atingiu a classificação de F3 na escala de Fujita em alguns locais que atingiu. Para além disso, está entre os tornados que provocaram mortos em Portugal o que não acontecia desde o tornado de 6 de Novembro de 1954 em Castelo Branco que registou 5 mortos, (Leitão 2003).

De forma a ter um melhor conhecimento e percepção das características da área de estudo em questão irei de seguida abordar alguns parâmetros, entre os quais a ocupação humana, o sector do turismo e o enquadramento biofísico dos concelhos de Silves e Lagoa.

4.1 Enquadramento Biofísico

4.1.1 Biótipos

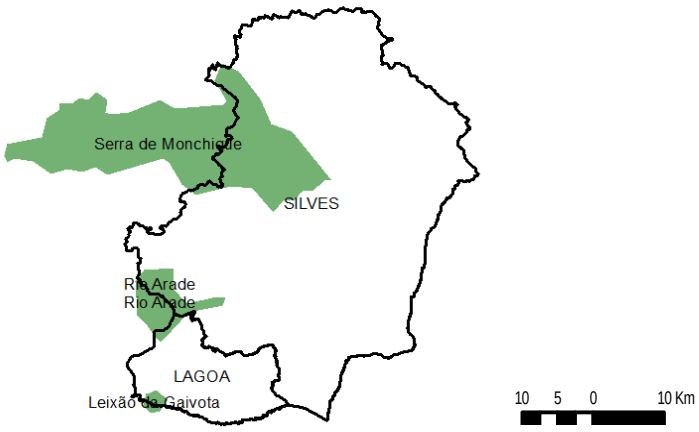


Figura 2- Biótipos nos concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente

O Biótopo é uma área geográfica de superfície e volume variáveis, submetida a condições cujas dominantes são homogéneas. É uma extensão de área física mais ou menos bem delimitada contendo recursos suficientes para poder assegurar a conservação da vida. A noção de Biocenose é inseparável da noção de Biótopo; dá-se esse nome ao espaço físico ocupado pela Biocenose. A Biocenose e seu Biótopo constituem, portanto dois elementos inseparáveis que reagem um sobre o outro para produzir um sistema mais ou menos estável, que recebeu o nome de Ecossistema.

Da área em estudo fazem parte três zonas principais que se caracterizam pela existência desses biótipos. Mais precisamente a Serra de Monchique, de que cerca de um 1/3 da serra atravessa o concelho de Silves. Esta é serra tem o ponto mais alto de todo o Algarve com 902m de altitude e apresenta a existência de uma vegetação rica e variada, tal como as adelfeiras *(Rhododendron ponticum)*, os azevinhos *(Ilex aquifolium)*, os medronheiros *(Arbutus unedo)*, os rododendros e diversos tipos de giestas, tojos e urzes, constituem o pano de fundo da vegetação original, que permanece com exuberância. Os castanheiros e os sobreiros, outrora também abundantes, estão contudo a desaparecer, expulsos pela rentabilidade dos pinheiros e dos eucaliptos.

O segundo biótipo pertence ao rio Arade, que nasce na serra do Caldeirão e atravessa Silves, Portimão e por fim Lagoa. Convergem para este rio duas ribeiras que fazem aumentar a região estuarina do Arade e lhe conferem proporções interessantes para um sem número de formas de vida. São estas as ribeiras de Bóina e Odelouca. É local de desova de vários peixes entre eles uma espécie endémica

que dá pelo nome de Escalo-do-arade (*Squalis aradensis*). É possível observar aves como o Colhereiro (*Platalea leucorodia*), o Flamingo (*Phoenicopterus roseus*), o Maçarico-galego (*Numenius phaeopus*), o Maçarico-bastardo (*Tringa glareola*), a Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*), entre outras espécies.

Por último temos o Leixão da Gaivota em Lagoa, que é considerada uma *ZPE* - Zonas de Protecção Especial, devido à sua importância como local de nidificação de ardeídeos (garças).

Fazendo a descrição do sítio pode-se dizer que é um pequeno ilhéu rochoso localizado perto da costa, a cerca de 250 metros a sudeste da ponta de Altar, junto à foz do Rio Arade.

4.1.2 Relevo

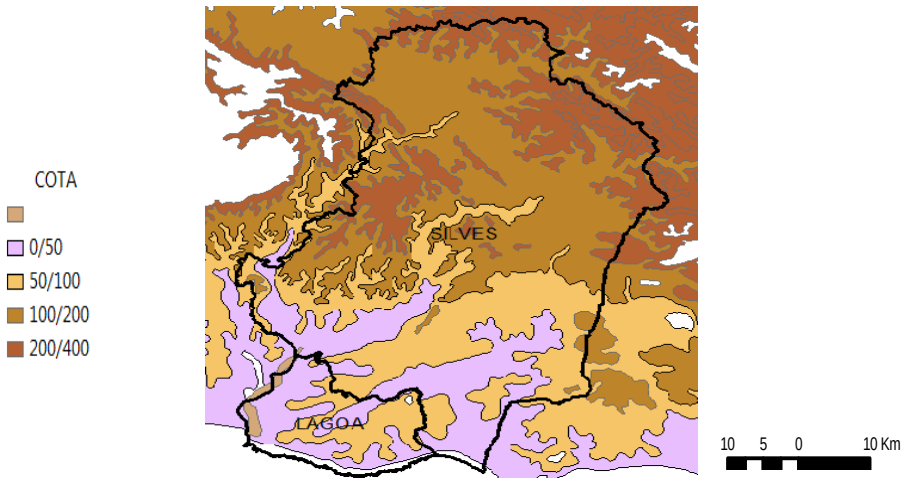


Figura 3- Altimetria concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente

Verifica-se que área de estudo apresenta uma altitude variável. O litoral com algum relevo, regista uma cota na ordem dos 100m de altitude, o que evidencia uma costa de arribas.

No interior o relevo é mais acentuado, atingindo uma altitude de 400m.

4.1.3 Caracterização Climática

A área em estudo situa-se, do ponto de vista climático num domínio tipicamente mediterrâneo, com uma estação seca prolongada em regra com duração de 5 meses. Esta estação seca conjuga-se com a estação mais quente, segundo os dados do INE referentes ao ano de 2009 a estação meteorológica de Faro/Aeroporto apresenta uma temperatura média do mês mais quente (Julho) de 25,2 C.

O Inverno é ameno, a temperatura média do mês mais frio Janeiro é de 11,3 C, e tem precipitação escassa, o mês com precipitação total mais elevada Dezembro regista 239,3 mm.

Segundo os dados das normais climatológicas disponibilizados pela estação de Faro/Aeroporto para os anos entre 1971 a 2000, a média da temperatura média do mês mais quente Agosto atinge os 23,7 C.

O Inverno é ameno, a média da temperatura média do mês mais frio Janeiro é de 11,7 C, e tem precipitação escassa, o mês com média de quantidade de precipitação total mais elevada Dezembro regista 115,6 mm.

A precipitação total anual é de 509,1 mm e a média da temperatura média anual é de 17,3 C, ou seja é uma região onde as amplitudes térmicas são pouco significativas, apresenta um clima ameno ao longo de todo o ano e os totais de precipitação são bastante baixos.

Outra característica importante é a existência de uma grande variabilidade pluviométrica inter-anual o mês com precipitação total mais baixa Julho regista aproximadamente 1,9 mm de quantidade de precipitação e como já vimos o mês mais pluvioso regista cerca de 115 mm.

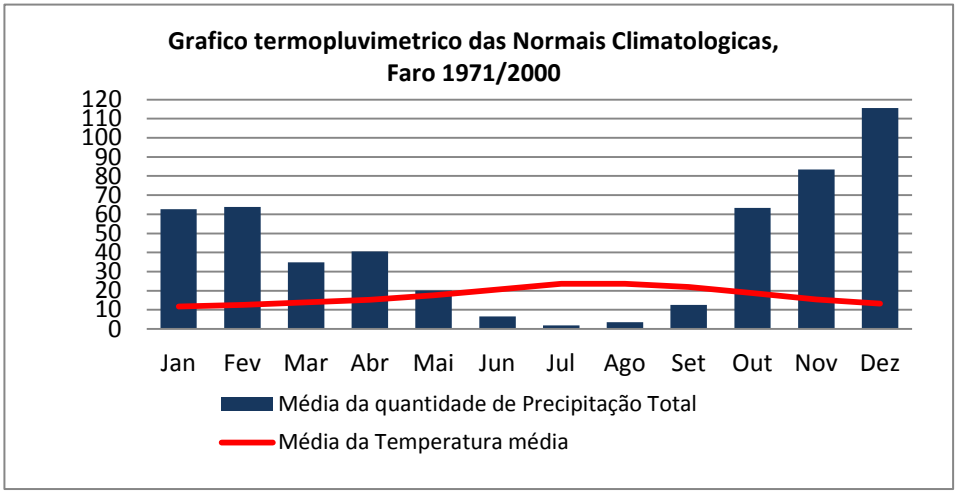


Figura 4- Normais climatológicas, Faro, Fonte:IPMA

.

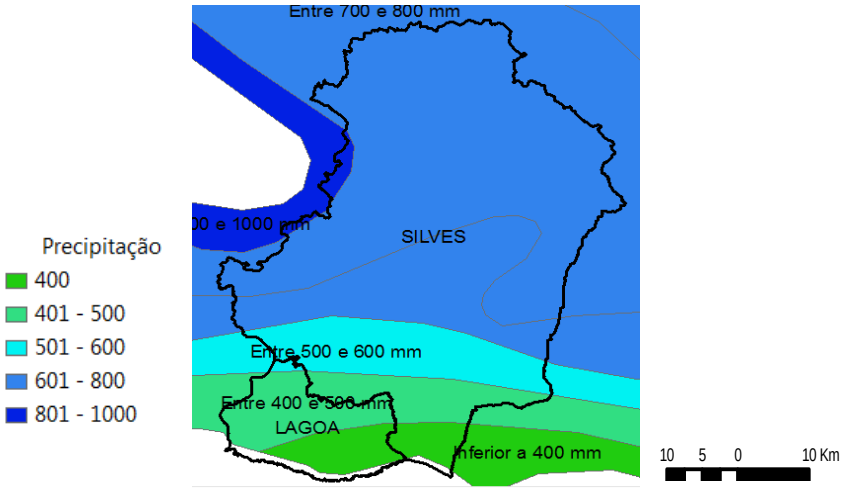


Figura 5- Precipitação nos concelhos de Silves e Lagoa Fonte: Atlas do Ambiente

Observando, com maior pormenor, a área de estudo, verifica-se que a precipitação é bastante variável aumentando de intensidade do litoral para o interior do concelho. Atinge precipitações na ordem dos 800 a 1000 mm na região da serra de Monchique (a azul escuro).

A precipitação, em grande parte da área em estudo, é superior à média de precipitações na região do Algarve, cujo valor médio anual é de cerca de 500 mm.

4.1.4 Regime de Ventos

	Faro/Aeroporto
Janeiro	13,4
Fevereiro	14,6
Março	14
Abril	14,6
Maio	14,6
Junho	13,5
Julho	12,9
Agosto	12,4
Setembro	12,2
Outubro	12,2
Novembro	12,5
Dezembro	13,1

Figura 6- Velocidade média do vento (km/h), Fonte: ICN, POPNRF

A velocidade média do vento não ultrapassa os 14,6 km/h, na estação meteorológica do aeroporto de Faro, o que dá uma ideia do regime de ventos no sotavento algarvio. Os quais apresentam uma direcção que na sua maioria vem de sul e sueste. No entanto no barlavento, onde se situa a área de estudo, a velocidade do vento é superior e tem direcção Norte/Noroeste, nesta zona o regime de vento característico é a Nortada.

4.2 Ocupação Humana

De forma a caracterizar a ocupação humana dos concelhos de Silves e Lagoa, procedeu-se à análise de alguns indicadores demográficos e de sectores de actividade, referentes a dados do Instituto Nacional de Estatística de 2011.

O concelho de Silves encontra-se dividido em 6 freguesias, Alcantarilha e Pera, Algoz e Tunes, Armação de Pera, São Bartolomeu de Messines, São Marcos da Serra e Silves. O concelho de Lagoa está dividido em 4 freguesias Estômbar e Parchal, Ferragudo, Lagoa e Carvoeiro e Porches.

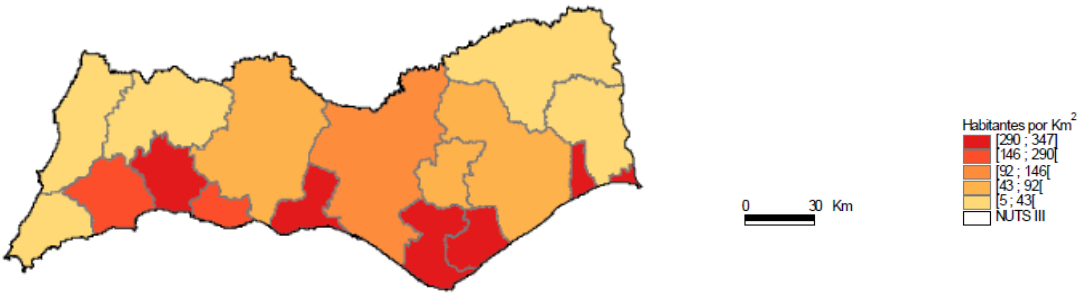


Figura 7- Densidade populacional, Fonte: INE, 2011

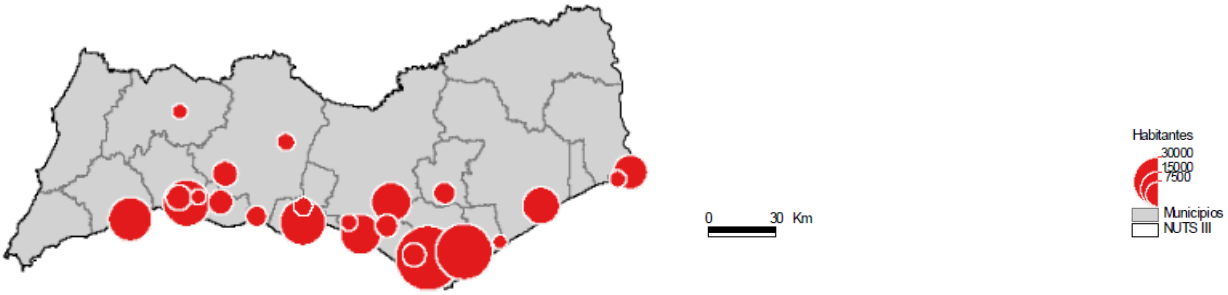


Figura 8- População residente em lugares com 2000 ou mais habitantes, Fonte: INE,2011

Silves regista uma densidade populacional inferior a Lagoa. Em Silves varia entre os 43 e 92 hab/km2, a de Lagoa situa-se entre os 146 e 290 hab/km2.

Silves regista um total de 37.126 habitantes segundo os censos de 2011 e o concelho de Lagoa contabiliza um total de 22.975 habitantes.

A população presente total em Silves é de 36.8887 inferior aos residentes, em Lagoa a população presente total é de 24.202 superior ao número de habitantes, o que é indicativo da maior importância do sector turismo neste concelho relativamente a Silves.

Segundo a mesma fonte Silves tem uma população residente masculina de 18.525 indivíduos e população residente feminina de 18.601.

Quadro 1- Edifícios, segundo a época de construção, Fonte: INE 2011

ZONA GEOGRÁFICA Necessidades de reparação	Época de construção										
	Total	antes de 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2011
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Algarve	198 924	11 109	16 420	17 312	17 507	30 068	34 156	17 158	18 596	21 328	15 270

A região do Algarve apresenta um valor total de edifícios de 198.924 desse valor 34 156, ou seja 17%, correspondem a edifícios construídos entre 1981 e 1990. É nesta década que a construção no Algarve atinge o valor mais elevado. Isto demonstra que os edifícios são relativamente recentes.

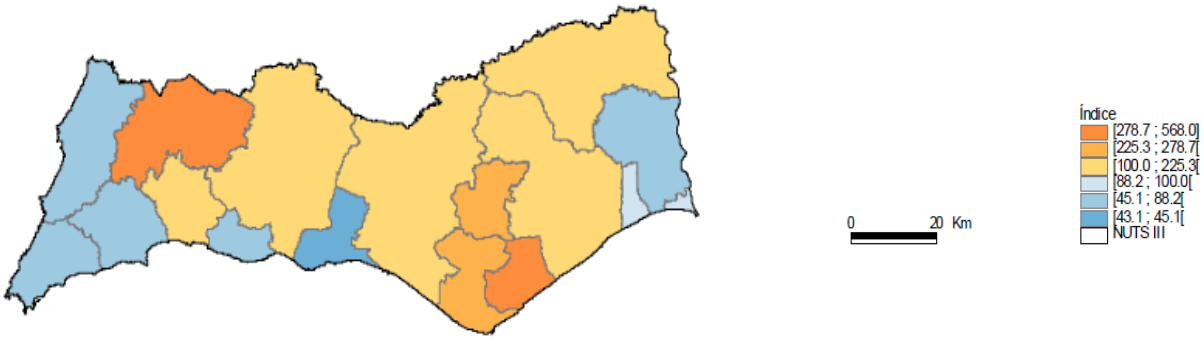


Figura 9- Índice de envelhecimento dos edifícios, Fonte: INE, 2011

A região do Algarve tem edifícios mais recentes em relação ao resto do país. No caso dos concelhos de Silves e Lagoa, verifica-se através da figura que o índice de envelhecimento dos edifícios no concelho de Silves situa-se entre os 100 e os 225 e o concelho de Lagoa tem um indicie mais recente entre os 45 e os 88.

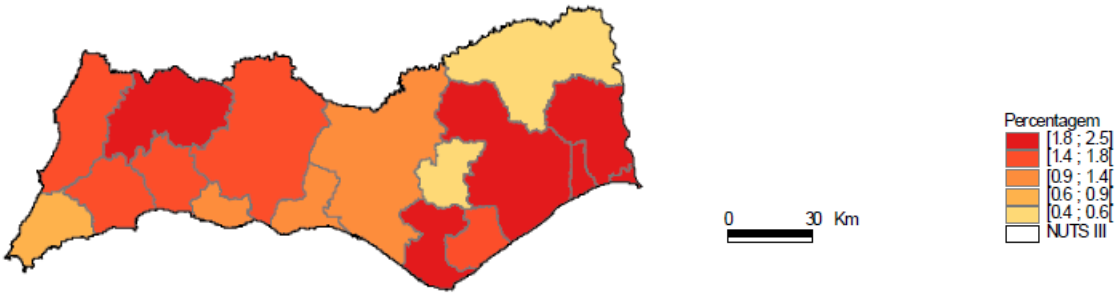


Figura 10- Percentagem de edifícios muito degradados, 2011 Fonte: INE

No que diz respeito aos edifícios muito degradados a percentagem em Silves encontra-se entre os 1,4 e 1,8% o que corresponde a um valor relativamente elevado. Lagoa tem edifícios menos degradados com percentagem entre os 0,9 e 1,4%.

4.3 Sector Turismo

Figura 11- Recursos turísticos no concelho de Silves, Fonte: Atlas do Ambiente

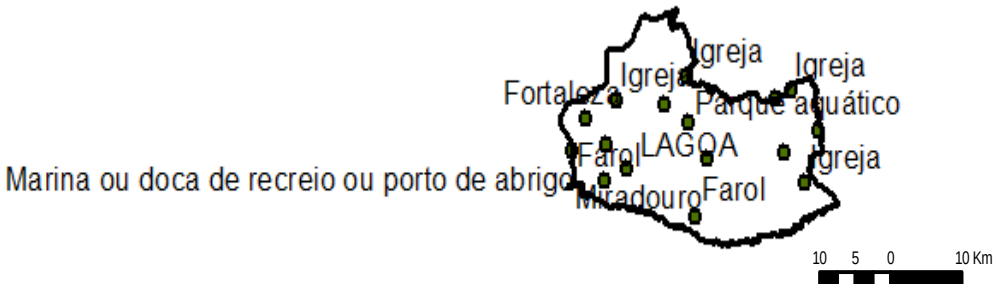


Figura 12- Recursos turísticos no concelho de Lagoa, Fonte: Atlas do Ambiente

Os recursos turísticos nos concelhos de Silves e Lagoa, como se pode ver pelas figuras 5 e 6, são variados, no entanto destacam-se as igrejas e os estabelecimentos hoteleiros.

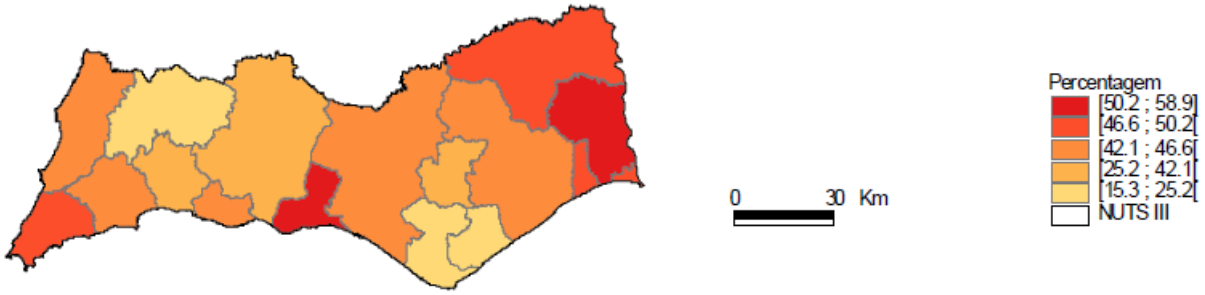


Figura 13- Alojamento de residência secundária, 2011 Fonte: INE,2011

Quanto aos alojamentos de residência secundária, ou seja, alojamento familiar ocupado que é apenas utilizado periodicamente e no qual ninguém tem residência habitual, pode-se observar que o concelho de Lagoa detém a maior percentagem de alojamentos, entre 42 e 46%, relativamente a Silves, entre os 25 e 42%.

Quadro 2- Alojamentos familiares segundo o tipo de alojamento e alojamento colectivos

ZONA GEOGRÁFICA	Total	Alojamentos famíliares segundo o tipo de alojamento											Aloj. coletivos		População sem abrigo
		Total	Alojamentos clássicos segundo a forma de ocupação								Não clássicos		Estabelecimentos hoteleiros ou similares	Alojamentos de convivência	
			Total	Residência habitual					Residência secundária	Vagos	Barracas e casas rudimentares de madeira	Outros			
				Em edifícios principalmente residenciais				Em edifícios, principalmente não residenciais							
				Com 1 alojamento		Com 2 alojamentos	Com 3 ou mais alojamentos								
				Exclusivamente residencial	Parcialmente residencial										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Algarve															
Alojamentos	380 126	378 349	377 619	80 014	3 492	13 451	80 499	1 118	149 141	49 904	243	487	1 561	216	
Famílias Clássicas	182 776	182 602	181 837	81 170	3 557	13 685	82 272	1 153	-	-	247	518	163	11	
Famílias Institucionais	152												10	142	
Pessoas Residentes	451 006	446 159	444 338	199 882	8 955	32 804	199 999	2 698	-	-	760	1 061	500	4 234	113
Pessoas Presentes	462 862	432 555	430 765	191 911	8 659	31 459	189 247	2 610	6 081	798	756	1 034	23 868	6 327	112

[fim]

Do total dos alojamentos 380.126 na região do Algarve, 1.118 correspondem a edifícios não residenciais, 149.141 a residências secundárias e 1.561 a estabelecimentos hoteleiros. Grande parte destes alojamentos pertence a residências secundária. Os alojamentos que podem ser indicativos do sector do turismo, são no total 151.820 o que perfaz uma percentagem de 39% em relação ao total de todo o tipo de alojamentos.

Relativamente à ocupação humana verifica-se que embora Silves tenha um total de população superior a Lagoa, a densidade populacional é maior neste ultimo concelho. Quanto ao edificado pode-se afirmar que é relativamente recente na área em estudo, no entanto o concelho de Silves apresenta edifícios mais envelhecidos e degradados em relação a Lagoa.

No sector do turismo os recursos turísticos são relativamente diversificados. Verifica-se que o Algarve, sendo uma região turística, tem um número bastante significativo de alojamentos direccionados para o turismo. Conclui-se através do concelho de Lagoa, que este atrai um maior número de turistas em relação a Silves, o que também poderá ser explicado pela proximidade ao mar.

Capítulo 5

Enquadramento Teórico

5.1 Importância dos riscos climáticos

Neste capítulo irei responder à questão do porquê de estudar os episódios de vento forte, incluindo os tornados, como risco climático.

Este estudo torna-se relevante uma vez que as condições climáticas estão na origem de muitos eventos potencialmente perigosos. São, segundo Cunha (2012), as condições climáticas que ditam a probabilidade de ocorrência das principais manifestações dos riscos geomorfológicos e hidrológicos, bem como são elas, também, as principais responsáveis pela eclosão e desenvolvimento dos incêndios florestais e de outros riscos ambientais

No clima mediterrânico, no qual se enquadra Portugal continental, são muitas as situações de risco climático directo, tais como, as secas, as tempestades, os ventos fortes, as ondas de calor e de frio, as geadas, queda de neve, entre outros. Os riscos climáticos directos têm grande impacto sobre a mortalidade da população, podendo causar também prejuízos económicos dos bens afectados.

Para avaliar a importância dos ventos fortes à escala global e nacional considerei os dados da International disasters database, mais precisamente as tempestades (Storm) como indicador deste processo perigoso.

Verifica-se através do quadro 3 que as tempestades, para o período de 1900 a 2015, a nível de mortalidade se encontram em 5º lugar no ranking mundial, com um total de 1390345 mortes. Em termos de ocorrências passam para 2º lugar no ranking, com 3853 ocorrências. E surgem em primeiro lugar no que respeita ao custo total de prejuízos.

Quadro 3- Consequências das tempestades à escala global, Fonte: EM-DAT

Disaster type	Occurrence	Total deat...	Injured	Affected	Homeless	Total affected	Total damage ('000 $)
Drought	687	11731306	0	2290420441	20000	2290440441	142498653
Epidemic	1381	9587139	589168	45216392	0	45805560	7
Flood	4564	6949389	1331330	3534457310	90037077	3625825717	700667499
Earthquake	1301	2575415	2674998	165463351	22780526	190918875	775749147
Storm	3853	1390345	1369533	954235532	52968774	1008573839	1047616228.7
Extreme temperature	522	181248	1957028	98084002	255587	100296617	61045343
Volcanic activity	241	96366	11760	6127638	375790	6515188	3930348
Landslide	663	62681	10601	9508247	4249807	13768655	8867998
Mass movement (dry)	57	5143	511	22688	5981	29180	211600
Wildfire	398	3786	6959	6261977	193865	6462801	73627275
Animal accident	1	12	0	5	0	5	0
Insect infestation	86	0	0	2802200	0	2802200	230125

Analisando as tempestades a nível nacional, para o período de 1900 a 2015, pode-se verificar que têm um impacto relativamente significativo. Pode-se observar através dos quadros 4 e 5 que em relação ao número de mortes se encontram posicionadas em 6º lugar com 29 vítimas mortais. O número total de afectados situa-se nos 3967 em 4º lugar. Quanto ao valor dos prejuízos económicos, quadro 6, estes atingiram os 270000 dólares e posicionaram as tempestades em 5º lugar no ranking nacional.

Quadro 4- Nº total de mortes, Portugal, EM-DAT

Disaster No.	Disaster type	Date	Total deaths
2003-0391	Extreme temperature	00-08-2003	2696
1967-0073	Flood	26-11-1967	462
2010-0068	Flood	20-02-2010	43
2006-0383	Extreme temperature	00-07-2006	41
1981-0114	Flood	29-12-1981	30
1997-0271	Storm	30-10-1997	29
1979-0001	Flood	00-01-1979	19
1983-0148	Flood	18-11-1983	19
2005-0367	Wildfire	15-05-2005	15
1986-0071	Wildfire	15-06-1986	15

Quadro 5- Nº total de afectados, Portugal, EM-DAT

Disaster No.	Disaster type	Date	Total affected
2003-0376	Wildfire	00-08-2003	150000
1979-0021	Flood	00-02-1979	25000
1979-0001	Flood	00-01-1979	20220
2013-0155	Storm	18-01-2013	3967
1983-0148	Flood	18-11-1983	2000
1996-0281	Flood	22-12-1996	2000
1967-0073	Flood	26-11-1967	1100
1996-0006	Flood	08-01-1996	1050
1981-0114	Flood	29-12-1981	900
2010-0068	Flood	20-02-2010	618

Quadro 6- Nº total de prejuízos relacionados com tempestades em Portugal, EM-DAT

Disaster No.	Disaster type	Date	Damage ('000
2003-0376	Wildfire	00-08-2003	1730000
2005-0367	Wildfire	15-05-2005	1650000
2010-0068	Flood	20-02-2010	1350000
2004-9704	Drought	00-09-2004	1338136
2010-0088	Storm	27-02-2010	270000
1983-0148	Flood	18-11-1983	95000
1983-9378	Drought	00-04-1983	95000
1985-0267	Wildfire	09-09-1985	95000
1979-0001	Flood	00-01-1979	30000
1997-0271	Storm	30-10-1997	25000

5.2 Escalas de análise associadas aos sistemas atmosféricos em que se produzem tornados

Apresentamos, através das figuras 14 e 15, a representação das escalas espaciais e temporais de diferentes fenómenos atmosféricos. Neste caso dos tornados estes situam-se entre a microescala e a meso-escala. A microescala de dimensões espaciais de 1 metro a 1 Km, e duração da ordem de 1 segundo até cerca de 1 hora, inclui fenómenos de turbulência como os *eddies* (turbilhões) e os *dust-devil* (redemoinhos).

Os fenómenos de meso-escala têm dimensões espaciais na ordem de 1 Km até cerca de 100 Km, a duração característica é da ordem de 1 hora a 1 dia. Nesta escala estão incluídos, para além dos tornados, as tempestades isoladas, linhas de instabilidade, conjuntos ou sistemas de nuvens, "ilhas de calor", e também as brisas marítima-terrestre e de vale-montanha.

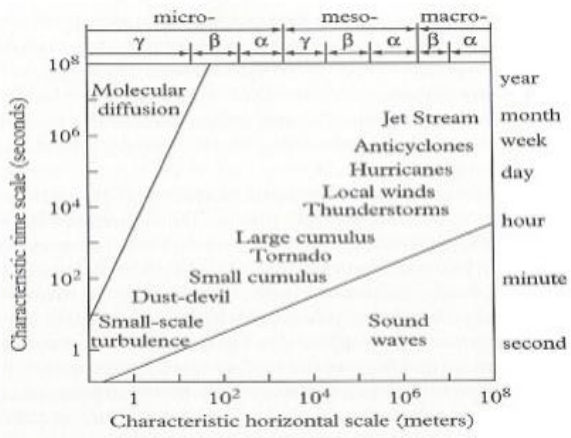


Figura 14- Escalas espaciais e temporais associadas a fenómeno atmosférico.

Fonte: (Correia 2012)

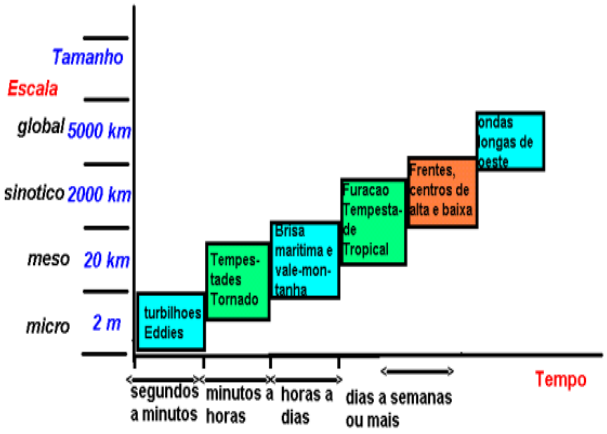


Figura 15- Escalas dos movimentos atmosféricos

5.3 Génese dos tornados

5.3.1 Tornados de origem em supercélula

Segundo (Bartoni 2013) os tornados são representados como uma violenta coluna de ar giratória pendente de uma nuvem cumulonimbo, visualizado como uma nuvem em forma de funil. Mais precisamente, uma coluna de ar giratória na forma de funil cuja circulação toca o solo e que se forma a partir da base uma nuvem de tempestade.

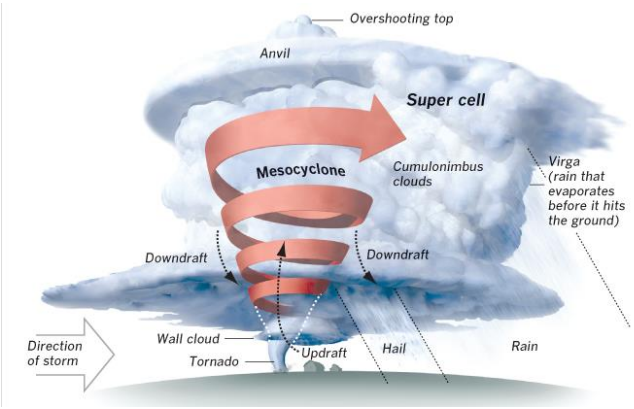


Figura 16- Estrutura de um vórtice destrutivo. Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration; Weather Underground; San Francisco State University

Nos tornados de génese supercelular, há uma circulação de meso-escala (mesociclone), embebida na região mediana da célula convectiva. A circulação pode-se propagar em direcção ao solo durante ou

pouco antes do tornado se desenvolver. Este tipo de tornado é geralmente mais largo, mais forte e de maior duração do que os tornados não supercelulares.

Neste caso o tornado desenvolve-se não directamente debaixo da região de *updraft* da supercélula, mas sim numa zona de alto gradiente horizontal de vorticidade vertical.

Segundo (Fragoso 2008), as supercélulas são o tipo mais perigoso dos sistemas convectivos isolados, sendo responsáveis por produzir ventos muito fortes, trovoadas, precipitação abundante e granizo, e podem originar fenómenos como os tornados.

Observando o quadro 7 é possível verificar que a velocidade dos *updrafts* numa supercélula são significativamente superiores aos registados em células convectivas comuns. Uma supercélula constitui uma só estrutura nebulosa na qual o ar ascende num grande updraft e subside num grande downdraft. Nas supercélulas, os movimentos verticais do ar têm uma componente de rotação, a vorticidade, que assume no fenómeno tornado a sua manifestação mais espectacular.

Quadro 7- Características de diferentes sistemas celulares

	célula convectiva comum (em estado de maturidade)	supercélula (em estado de maturidade)
diâmetro (km)	até 10	20 a 50
velocidade dos updrafts (m/s)	até 10-15	até 30-50
duração de vida (horas)	< ½	≥1

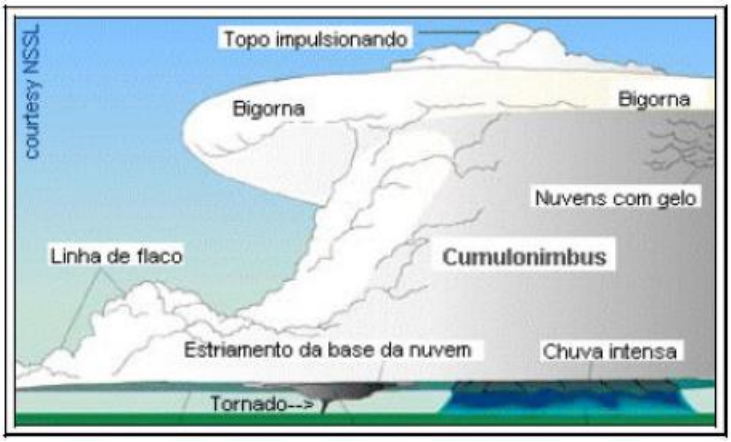


Figura 17- Estrutura da nuvem cumulonimbo Fonte: (Bartoni 2013)

Os tornados estão muitas vezes associados a nuvens do tipo cumuliforme, nomeadamente cumulonimbo, isolados ou organizados em sistemas convectivos de meso-escala, podendo dar origem a trovoada, precipitação intensa (aguaceiros de chuva, granizo, saraiva, neve rolada), vento forte (rajadas) ou em alguns casos tornados.

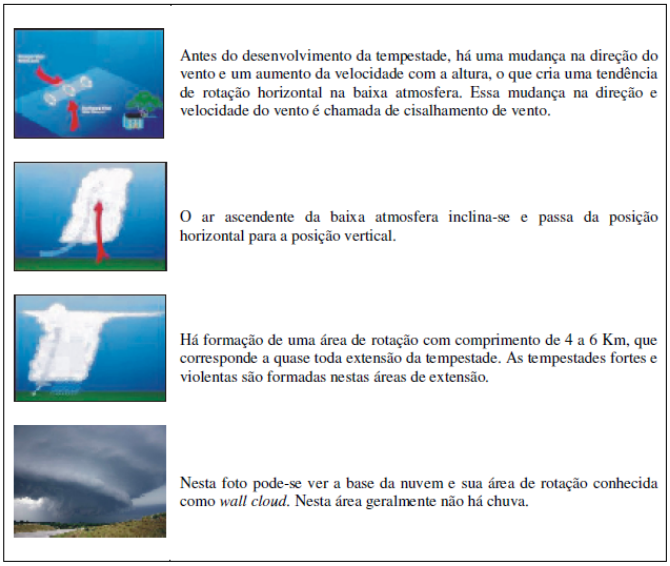


Figura 18- Descrição do desenvolvimento de um tornado. Fonte: (Bartoni 2013)

A fonte que alimenta o tornado não é a nuvem que o constitui, mas sim o ar em movimento. As correntes ascendentes e descendentes da nuvem são capazes de gerar e suportar (em suspensão) granizo e dar origem a rajadas de vento destrutivas próximas ao solo.

5.3.2 Tornados não supercelulares

Os tornados ocorrem sempre em conjunto com células convectivas, o que leva a acepção que os tornados são fenómenos de causa convectiva. Muitas vezes, mas nem sempre, os tornados são acompanhados de tempestades de trovoada. No entanto, as altas velocidades de vento vertical que se produzem no interior da nuvem, que ocorrem tipicamente nas células da tempestade, nem sempre dão origem a tornados.

Sabe-se que os tornados resultam primariamente da concentração da vorticidade pela convergência horizontal. A vorticidade vertical resultante do ambiente convectivo é amplificada pelos valores dentro da faixa do tornado. O estiramento da vorticidade debaixo do *updraft (*correntes ascendentes) de uma célula convectiva, é o principal meio de desenvolvimento de tornados não supercelulares.

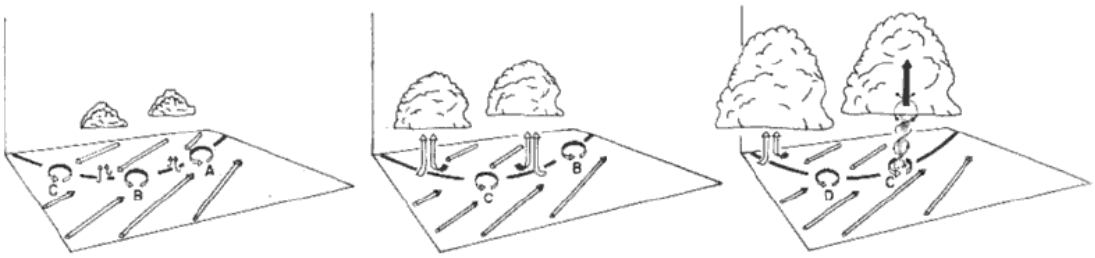


Figura 19- Desenvolvimento de um tornado não supercelular. Fonte: Graf (2010)

Na figura 19 as setas indicam a direcção do vento e a linha mais sólida a zona de cisalhamento. As letras correspondem a zonas de altos valores de vorticidade que podem ser amplificados debaixo de um *updraft* (correntes ascendentes) de uma célula convectiva dando origem a um tornado.

O tipo mais comum de tornado não supercelular são os gustonados. Estes não estão conectados à nuvem de tempestade, mas geram-se na parte frontal da mesma, a sua duração é muito menor e as rajadas de vento não são tão violentas.

5.4 Escala de Intensidade Fujita

Quadro 8 - Escala de Fujita original. Fonte: (Graf 2010)

Damage: f scale		Little Damage	Minor Damage	Roof Gone	Walls Collapse	Blown Down	Blown Away
		f0	f1	f2	f3	f4	f5
Windspeed: F scale		18 m/s F0 65 km/h	33 F1 119	51 F2 184	71 F3 256	93 F4 335	117 F5 421 143 515
	To convert f scale into F scale, add the appropriate number						
Weak Outbuilding	-3	f3	f4	f5	f5	f5	f5
Strong Outbuilding	-2	f2	f3	f4	f5	f5	f5
Weak Framehouse	-1	f1	f2	f3	f4	f5	f5
Strong Framehouse	0	F0	F1	F2	F3	F4	F5
Brick Structure	1	-	f0	f1	f2	f3	f4
Concrete Building	2	-	-	f0	f1	f2	f3

A escala de Fujita foi desenvolvida por Pearson e Fujita em 1973 e é de entre as diversas classificações existentes para determinar a intensidade dos tornados, a mais utilizada internacionalmente. Esta escala mede a intensidade dos tornados pelos estragos por eles provocados, tendo seis categorias de zero a cinco que representam graus crescentes de danos. Considera também os limites estimados de velocidade de vento para cada categoria.

Utiliza-se a seguinte fórmula de forma a calcular as velocidades de vento da escala Fujita:

$VF = 6.30\ (F + 2)$

onde VF corresponde à velocidade de vento da escala F ($m\ s{-}1$)

Para além desta escala existe a escala ENHANCED F, que se baseia num aperfeiçoamento da escala Fujita e que também corresponde a dados estimativos. Tal como na escala de Fujita há seis categorias de tornados, de 0 a 5. As velocidades do vento foram revistas assim como foi acrescentado um maior número de tipo de estruturas e de vegetação e expandiu-se o grau de danos.

Quadro 9- Escala de intensidade Enhanced Fujita (EF)

Enhanced Fujita Scale	
EF–0	65–85 mph winds
EF–1	86–110 mph
EF–2	111–135 mph
EF–3	136–165 mph
EF–4	166–200 mph
EF–5	>200 mph

Para além das duas escalas de intensidade acima descritas existe também a escala de Torro. Esta foi utilizada primeiramente no Reino Unido e depois estendeu-se ao resto da Europa. A escala de Torro divide-se em onze categorias, de TO a T10. Esta é uma escala precisa, adapta-se melhor a métodos mais precisos da velocidade de vento associada a tornados, assim como classifica tornados fracos que muitas vezes passam despercebidos.

Quadro 10- Escala de intensidade Torro

Storm Output Level	Strokes Per 30 Minutes	Time Between Strokes	Brief	Notes
SO 0	0	N/A	Bust	No lightning seen, no thunder heard.
SO 1	1-2	15 - 30 mins	Weak	Very small, usually a thunderstorm that dissapates almost straight away.
SO 2	3-5	6 - 10 mins	Weak	Another small thunderstorm. Typical of the UK, a passing brief thundery shower.
SO 3	6-9	3 - 5 mins	Average	Often found at night in the UK, but usually one of the smallest night-time thunderstorms.
SO 4	10-19	1.5 - 3 mins	Average	A typical UK summertime thunderstorm, and also very common of a UK night-time thunderstorm.
SO 5	20-39	45 - 90 seconds	Average	A better thunderstorm, typical of most of Europe. Not so common (but do occur) in the UK.
SO 6	40-69	26 - 45 seconds	Strong	Another strong European entry, and something of a "typical" thunderstorm in much of the USA.
SO 7	70-99	18 - 26 seconds	Strong	Unlikely in the UK (but has happened) but more likely in Southern Europe or the USA. New thunder starts before old thunder ends.
SO 8	100-199	9 - 18 seconds	Intense	Not so common in Europe as it is in the USA, esp. Florida.
SO 9	200-299	6 - 9 seconds	Intense	Very common in Florida, USA. Rare in Europe.
SO 10	300+	1 - 6 seconds	Extreme	Can be anything up to (and over) 900 strikes per half an hour. Very intense, the sky would stay constantly lit if the strokes were strong.

© SOstorms

5.5 Tornados na Europa

Segundo (Antonescu et al 2015) os relatos de tornados na Europa são, geralmente, inferiores aos dos Estado Unidos. Estima-se que 329 tornados e trombas-de-água são registados todos os anos na Europa e entre 2006 e 2013 o número médio anual de tornados e trombas-de água na Europa foi de 483. Em comparação, nos EUA o número médio anual de tornados entre 2006 e 2013 foi de 1228, um número consideravelmente maior.

A verdadeira magnitude de ameaça de tornados na Europa não é sabida, visto que existe uma falta no conjunto de dados reunidos.

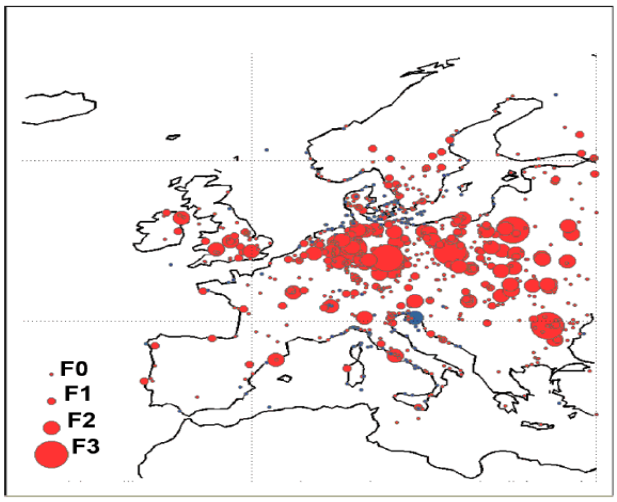


Figura 20- Distribuição espacial de tornados e respectiva escala de intensidade no continente europeu em 2005 e 2006 Fonte: (Graf 2010)

Verifica-se através da figura 20 que a distribuição espacial de tornados pela Europa ocorre com maior frequência e intensidade no centro e leste do continente, com maior número de ocorrência às latitudes entre os 45ºN e 55ºN. Observa-se um decréscimo de frequência de tornados tanto para sul como mais para norte. A média da intensidade máxima de tornados na Europa é de F3 na escala de Fujita.

Figura 21- Tornado de Ivanovo Rússia 1984, Fonte: www.extremeplanet.me

O tornado mais mortífero a afectar a Europa foi o de Ivanovo em Moscovo na Rússia a 9 de Junho de 1984. Este foi responsável por um total de mais de 400 mortos e 213 feridos. Atingiu a intensidade máxima de F5 na escala de Fujita, provocou graves danos destruindo estruturas de cimento e arrastando, a longas distâncias, objectos de muitas toneladas.

5.6 Tornados em Portugal

Figura 22- Distribuição espacial de tornados em Portugal Continental, de 1927 a 2009

Fonte: (Leitão 2003)

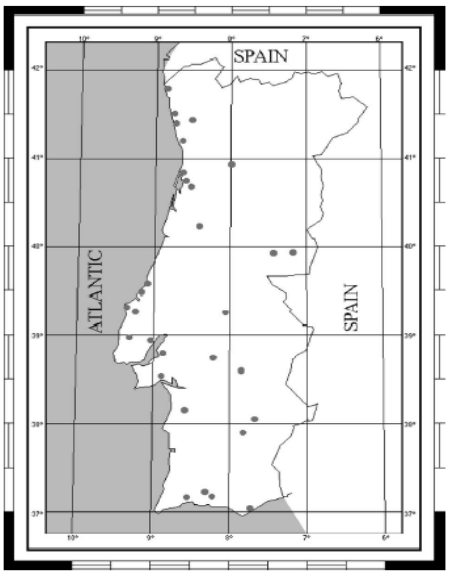


Figura 23- Distribuição espacial de tornados em Portugal Continental, de 1936 a 2002 Fonte: (Leitão 2003)

Tem existido relatos de tornados por todo o país excepto no sistema montanhoso do nordeste de Portugal. Na figura 22 e 23 está representada a distribuição espacial de tornados no país: na figura 22 foram analisados 55 fenómenos entre 1927 e 2009, segundo o estudo de Leitão (2003), na figura 23 para o período de 1936 a 2002 registaram-se 30 tornados. Verificou-se nesse mesmo estudo que 56% das ocorrências registaram-se durante os meses de Outubro, Novembro e Dezembro.

Em ambas as figuras é possível observar-se que os tornados distribuem-se com maior frequência de ocorrência ao longo do litoral do país e pontualmente nas áreas do interior.

Figura 24- Efeitos do tornado de Castelo Branco Portugal 1954, Fonte: http://www.meteopt.com/

Em Portugal o tornado mais intenso, F3 na escala de Fujita, e mais mortífero de todos os tempos foi o de Castelo Branco a 6 de Novembro de 1954 às 12h:50. Provocou 5 mortos, 220 feridos e mais de 40.000 pessoas afectadas. Este tornado, na altura impropriamente designado como “Tufão”, registou vários danos, em veículos e em diversas infra-estruturas como casas, oficinas e postes de electricidade.

Capítulo 6

Inventário dos episódios de vento forte - Análise de Resultados

6.1 Tipologia dos Episódios de Vento Forte (EVF)

Depois de uma exaustiva recolha de dados e do intenso levantamento documental efectuado através das notícias diárias do Jornal de Notícias, registaram-se 101 EVF, distribuídos pelos meses de Janeiro a Dezembro entre 2007 e 2014.

Na recolha realizada consideraram-se os EVF com carácter danoso para as populações.

Como se pode observar pelo gráfico 1 o episódio que se repete com maior frequência são as rajadas de vento forte com 84 eventos, que por sua vez tiveram um maior impacto nas populações, e os tornados a registar 16 ocorrências, para o período em estudo.

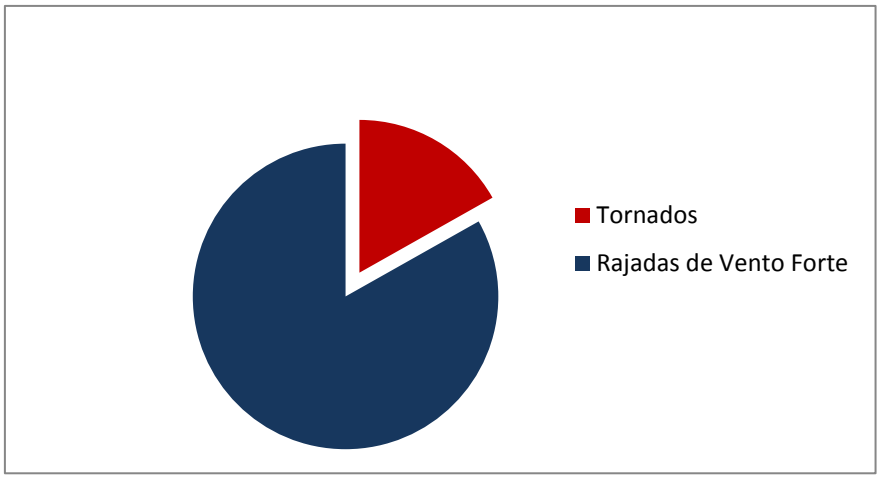


Figura 25- Diferentes tipologias dos EVF

6.2 Distribuição espacial dos Episódios de Vento Forte

As figuras 26 e 27 ilustram a distribuição espacial a nível regional (NUTII) e intermunicipal (NUTIII) dos EVF.

Analisando essa incidência, primeiro, ao nível regional, verifica-se que é a região Norte que regista um maior número de episódios. É seguida pela região Centro e a registar um menor número de casos

temos o Algarve. Existe uma diferenciação bastante clara na ocorrência de EVF entre o Norte e Sul do país. É notório no mapa 1 que os EVF aumentam de sul para norte.

No caso da distribuição espacial por NUTIII (figura 27) verifica-se que são a áreas metropolitanas do Porto, com 18 ocorrências, e Lisboa, 15 ocorrências, as mais atingidas pelos EVF. Isto poderá dever-se ao facto de serem as regiões do país de maior densidade populacional e logo com maior incidência de EVF que afectam a população.

As regiões de Lisboa e Porto são logo seguidas pela Lezíria do Tejo que regista 11 ocorrências.

Dez das regiões incluídas na NUT III não registam qualquer ocorrência de EVF para o período em estudo.

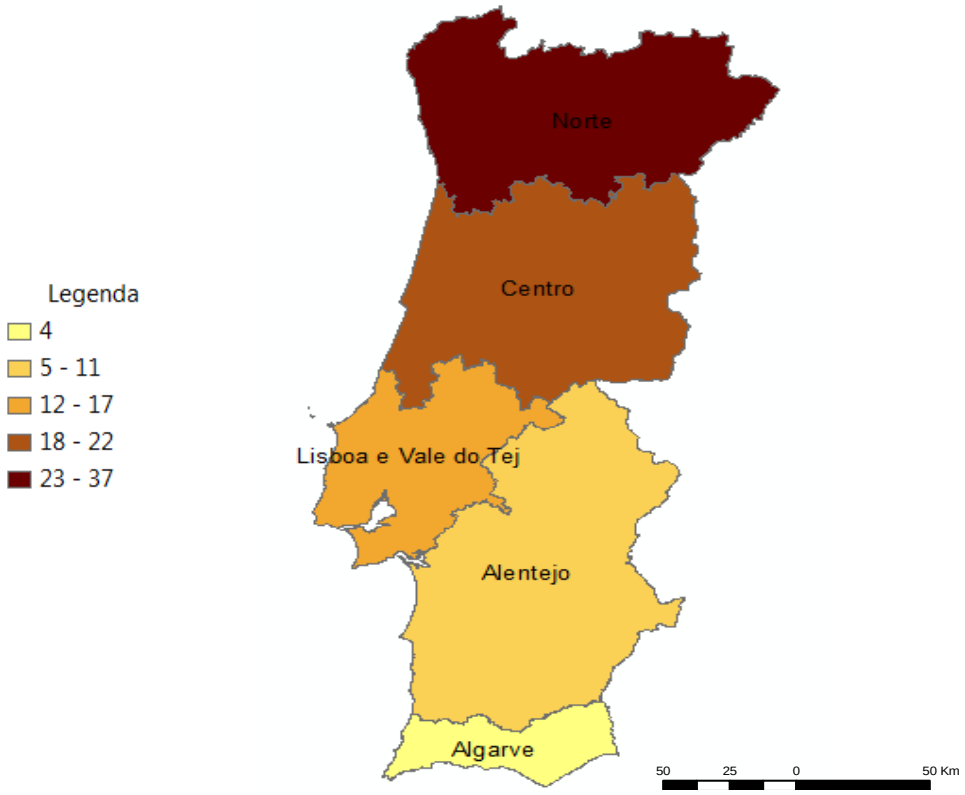


Figura 26- Distribuição dos EVF por NUTII

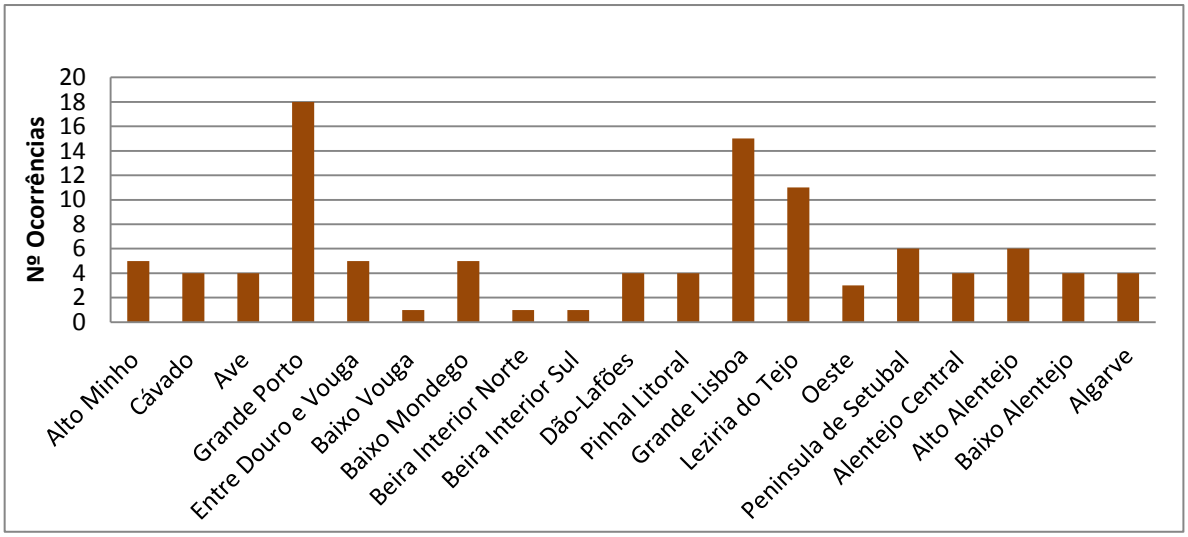


Figura 27- Distribuição por NUTIII dos EVF

6.3 Distribuição Espacial dos Tornados

Registou-se um número total de 16 ocorrências de tornados em Portugal Continental, para o período em estudo. Analisando a figura 28 verifica-se que os tornados distribuem-se de forma aleatória pelas diversas regiões do país.

Nesta distribuição intermunicipal (NUTIII), observa-se que é a região da Lezíria do Tejo a apresentar um maior número de ocorrências de tornados, destacando-se das outras regiões do país. Isto é explicado pela forte incidência de tornados no distrito de Santarém. O Grande Porto é região que se segue, regista a ocorrência de um total de quatro tornados. Poucas são as regiões a apresentar ocorrência de tornados e as que registaram este tipo de fenómeno, nomeadamente o Baixo Vouga, o Alto Alentejo, a Península de Setúbal, o Baixo Alentejo e o Algarve, foi em pouca quantidade. É importante salientar, como é possível de observar, que a maior parte das regiões afectadas pelos tornados se encontra a sul do território de Portugal Continental.

Ao observar a figura 29 é de referir a importância da Lezíria do Tejo na maior ocorrência de tornados na região de Lisboa e Vale do Tejo. A região Centro regista apenas a ocorrência de um tornado (Baixo Vouga).

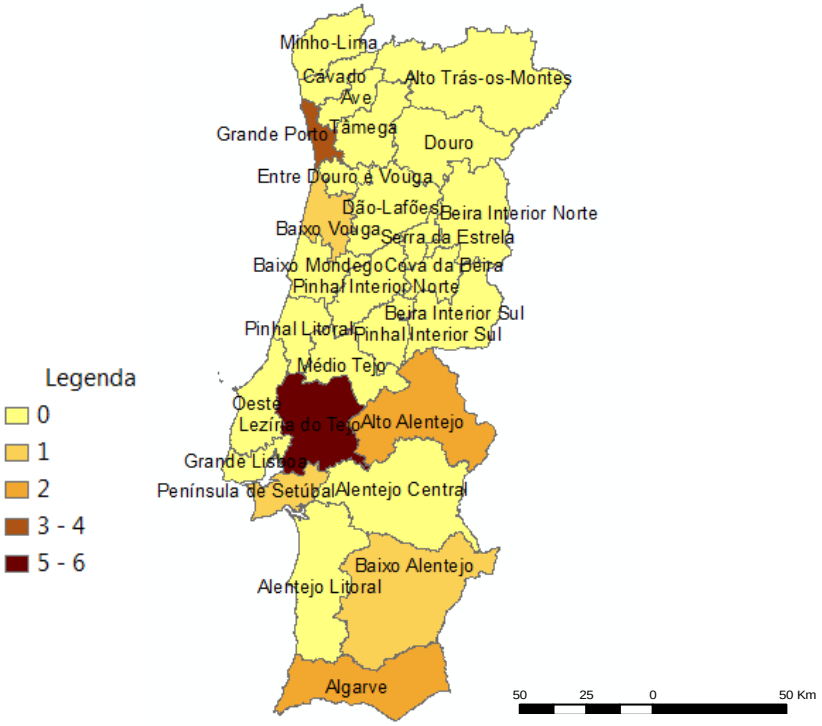


Figura 28- Distribuição espacial dos Tornados por NUTIII

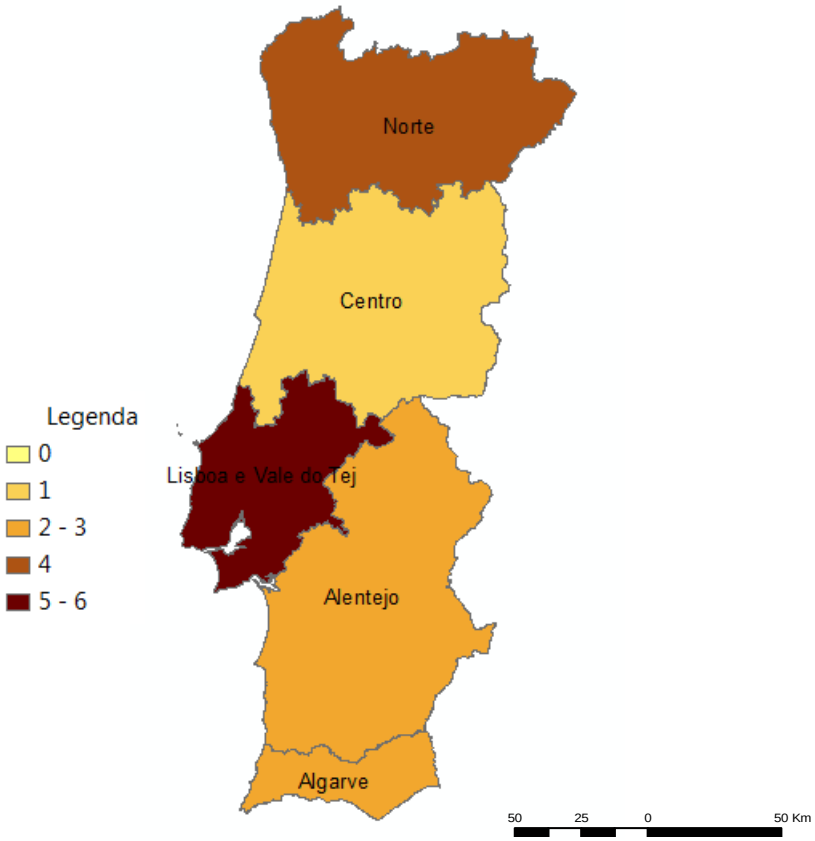


Figura 29- Distribuição espacial dos Tornados por NUTII

6.4 Distribuição temporal da Rajadas de Vento Forte

Registou-se um número total de 83 ocorrências de rajadas de vento forte em Portugal Continental, para o período em estudo.

As figuras 30 e 31 ilustram a distribuição estacional e mensal das rajadas de vento forte, observa-se que é nos meses de Inverno e Outono, que ocorrem a maior parte dos eventos, com especial destaque para os meses de Inverno, mais precisamente Fevereiro que regista um total de 16 ocorrências. No extremo opostos encontram-se os meses de Verão (6 ocorrências), nomeadamente o mês de Julho a registar apenas uma ocorrência.

Esta distribuição explica-se pela circulação geral da atmosfera, mais precisamente pelas perturbações da frente polar que atingem o país durante os meses de Outono/Inverno e que são responsáveis pelas situações de mau tempo, nomeadamente chuvas intensas e ventos fortes, entre outros.

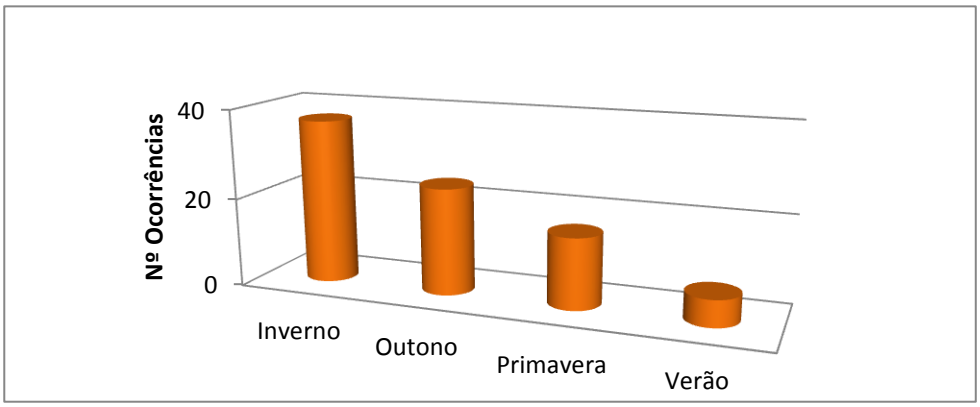


Figura 30- Distribuição estacional dos ventos fortes

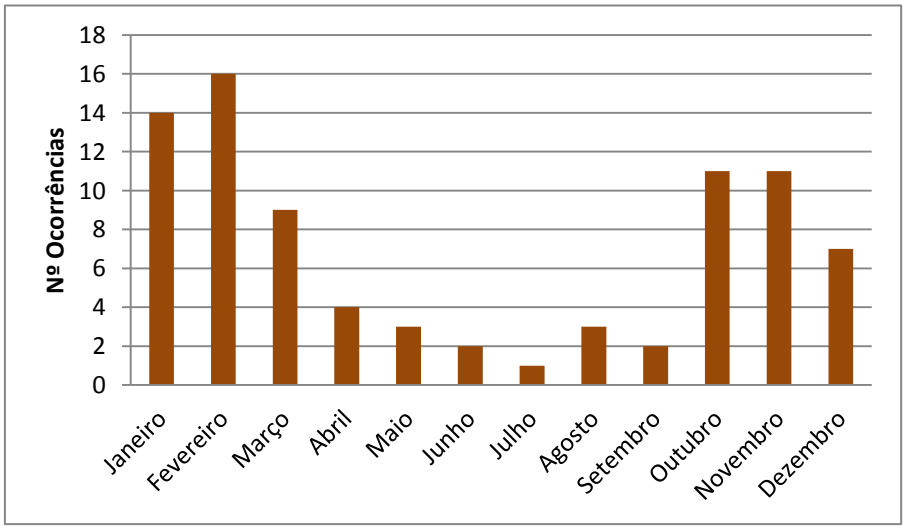


Figura 31- Distribuição mensal dos ventos fortes

6.5 Distribuição temporal dos Tornados

Verifica-se através das figuras 32 e 33 a distribuição estacional e mensal dos tornados em Portugal Continental. Tal como as rajadas de vento forte os meses de Outono e Inverno registam um maior número de ocorrências, no entanto é de ressaltar o facto de os meses de Primavera se encontrarem bastante próximos com apenas uma ocorrência a menos. São os meses de Outubro e Novembro, ou seja no Outono, a registar o maior número de fenómenos.

É importante referir que, segundo Graf (2010), ao contrário da maior parte dos países europeus, onde o Verão é a estação que tem maior número ocorrências de tornados, em Portugal é no Verão que se verifica a inexistência de ocorrências de tornados.

Isto deve-se, segundo Graf (2010), ao facto de nos meses de Verão estarem incluídos muitos tornados considerados como fracos sem quaisquer prejuízos, no entanto neste trabalho foram considerados tornados que embora fracos (F0), tiveram algum impacto nas populações.

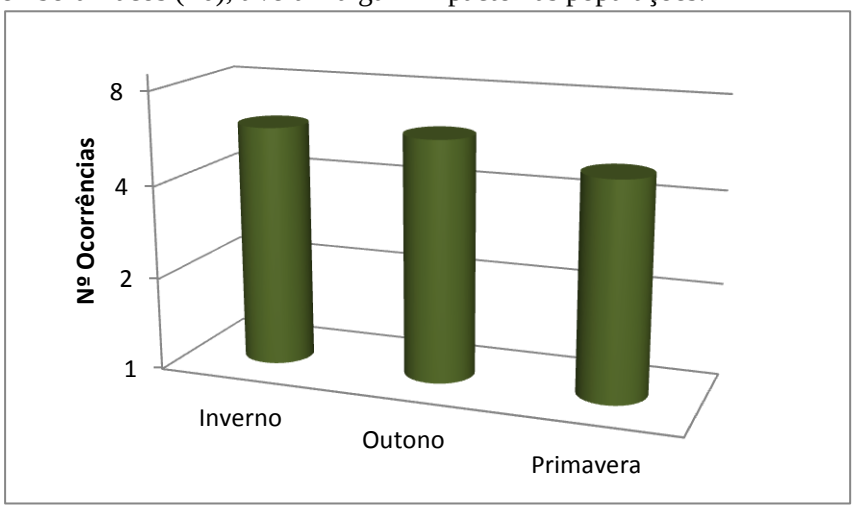


Figura 32- Distribuição estacional dos tornados

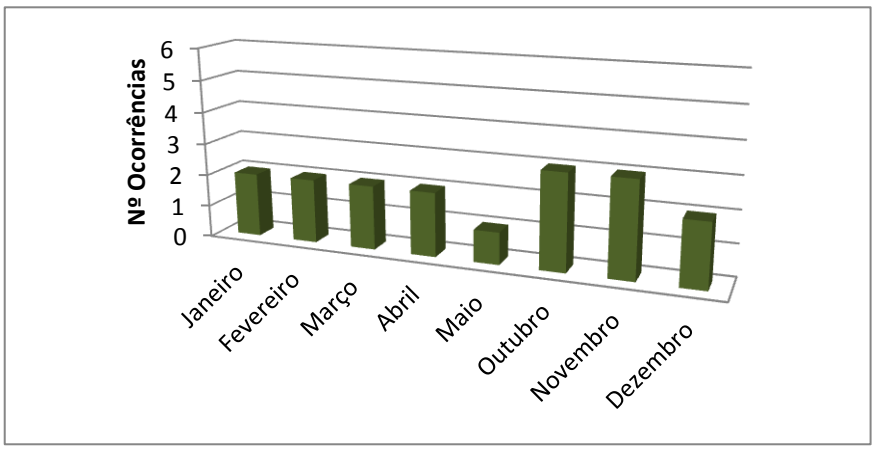


Figura 33- Distribuição mensal dos tornados

Observando a figura 34, verifica-se que há uma maior incidência de tornados (3 ocorrências) em três anos distintos, mais precisamente 2010, 2012 e 2013. Aos anos de maior incidência correspondem também os anos de tornados de maior intensidade, na escala F3. Pelos outros anos os tornados distribuem-se mais ou menos de forma igualitária e o ano de 2011 é o único a não registar qualquer ocorrência.

De forma a melhor compreender a distribuição temporal dos tornados será feita mais adiante nesta dissertação a análise sinóptica dos fenómenos.

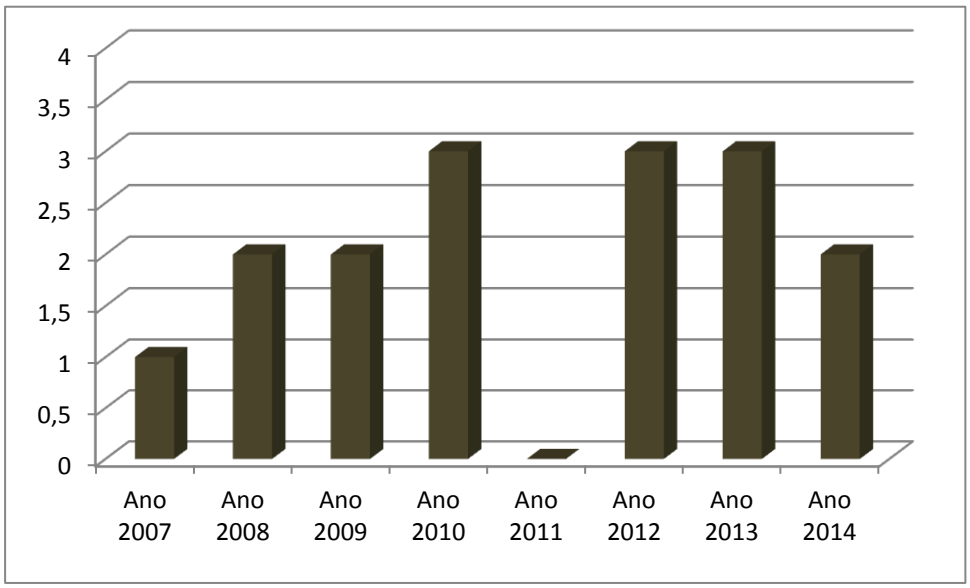


Figura 34- Distribuição anual de tornados

6.6 Intensidade Tornados

De forma a classificar os tornados quanto à sua intensidade foi utilizada a escala de Fujita, que se encontra subdividida em 6 categorias, F0 a F6, que aumentam segundo o impacto dos tornados nas populações. É possível observar na figura 35, que grande parte dos tornados que ocorreram em Portugal no período em estudo, tiveram uma intensidade fraca, F0 na escala de Fujita.

Apesar de a intensidade ter sido a mais baixa da escala de Fujita, estes tornados registaram alguns danos pessoais e materiais.

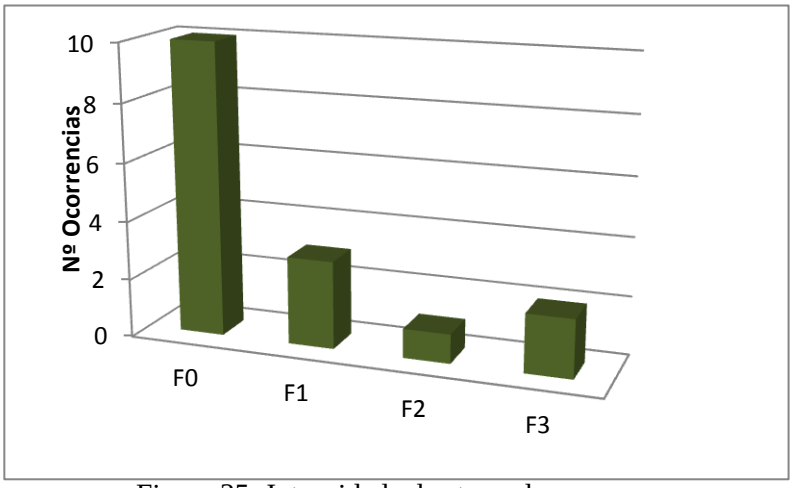


Figura 35- Intensidade dos tornados

Ao analisar a figura 36, pode-se observar, que a região da Lezíria do Tejo é onde existe uma maior variedade de escalas de intensidade, isto deve-se ao facto de ser a região a apresentar o maior número de ocorrência de tornados. Verifica-se nesta região uma ocorrência cada de tornados na escala F2 e F3 e quatro ocorrências na escala F0.

Registam-se tornados de intensidade F1 nas regiões do Baixo Vouga a 22/02/2010, assim como no Alto Alentejo a 10/04/2008 e no Algarve a 23/02/2010. Nos três casos houve prejuízos consideráveis e até a ocorrência de feridos.

O único tornado a registar uma intensidade na escala F2, foi um tornado em Santarém a 9/4/2008 com graves prejuízos para as populações. Este foi responsável por 7 feridos e 7 desalojados e mais de 50 afectados directamente. Os prejuízos foram avaliados nos 7 milhões de euros.

Com a máxima intensidade registada, F3 na escala de Fujita, ocorreu um tornado que atingiu a região do Algarve, a 16/11/2016 e que será discutido nesta dissertação, e um tornado a atingir a região da Lezíria do Tejo a 7/12/2010.

Este último percorreu o distrito de Santarém provocando o caos pela região, mais precisamente 42 feridos, dezenas de desalojados, destruição em varias habitações, viaturas, unidades fabris, queda de postes de alta tensão e de árvores, assim como o desabamento de um tecto de infantário. No total foram contabilizados 18 milhões de euros em prejuízos.

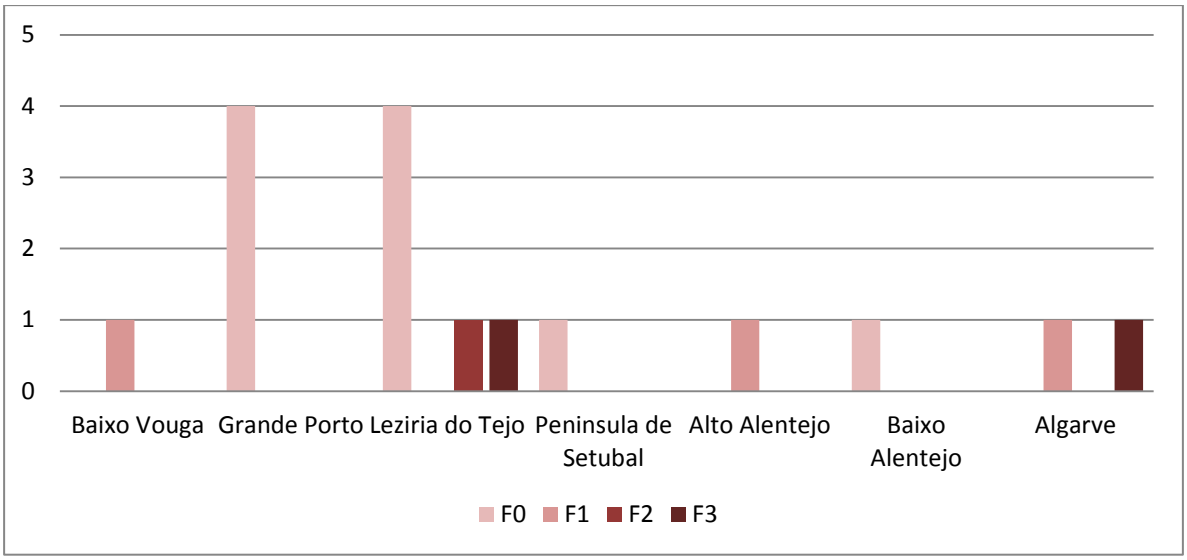


Figura 36- Intensidade de Tornados por NUTIII

6.7 Consequências humanas dos Episódios de Vento Forte

Considerei como consequências humanas o número de mortos, feridos, desalojados e afectados, sendo que os afectados correspondem a perturbação do quotidiano das pessoas - deficiente prestação de serviços públicos, como por exemplo cortes no abastecimento de energia, cortes nas vias de comunicação, entre outros.

Analisando a figura 37 é possível observar que o número de indivíduos na categoria afectados é bastante elevado e obviamente se destaca em relação aos outros. Existe um número considerável de desalojados, 360 indivíduos, e também de feridos. Há a lamentar um total de 4 mortos, resultado do conjunto dos EVF.

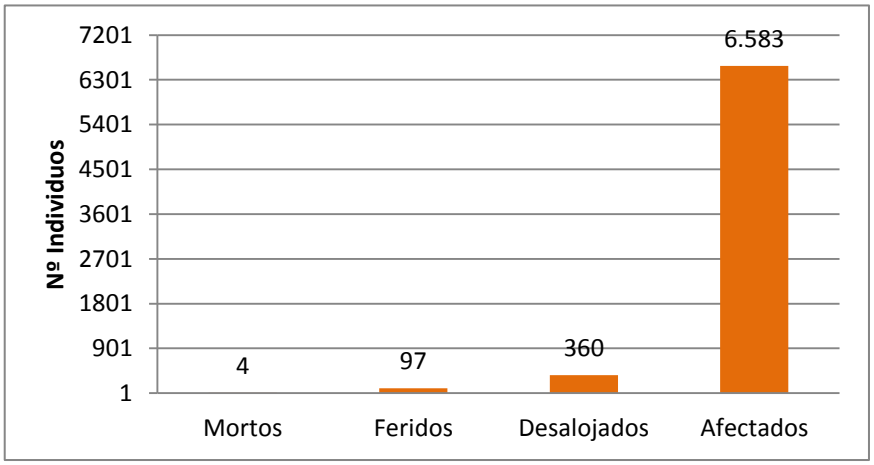


Figura 37- Consequências Humanas dos EVF

6.8 Distribuição espacial dos EVF a nível de consequências humanas

As figuras 38,39,40 e 41 representam a distribuição espacial por NUTIII a nível de mortes, feridos, desalojados e afectados provocados pelos EVF. Como se verifica pela figura 38 o número de mortos distribui-se igualmente por quatro regiões, mais precisamente Ave, Grande Porto, Alto Trás-os-Montes e Algarve. As vítimas registadas quer, na região de Alto Trás-os-Montes, quer no Grande Porto, correspondem a queda de árvores provocadas por fortes rajadas de ventos. No caso de Ave registou-se a ocorrência de um morto devido a rajadas de vento que arrancaram um palco das suas fundações. A quarta vítima ocorreu no Algarve, mais precisamente em Silves, tendo sido provocada pela passagem do tornado de 16/11/2012.

Quanto aos feridos, figura 39, o maior registo de ocorrências foi devido a tornados, nomeadamente na região da Lezíria do Tejo, com 42 vitimas provocadas pelo tornado de 7/12/2010 no distrito de Santarém. É no Algarve que se regista o segundo maior número de feridos, a maior parte provocados, novamente, pelo tornado que afectou Lagoa/Silves a 16/11/2012.

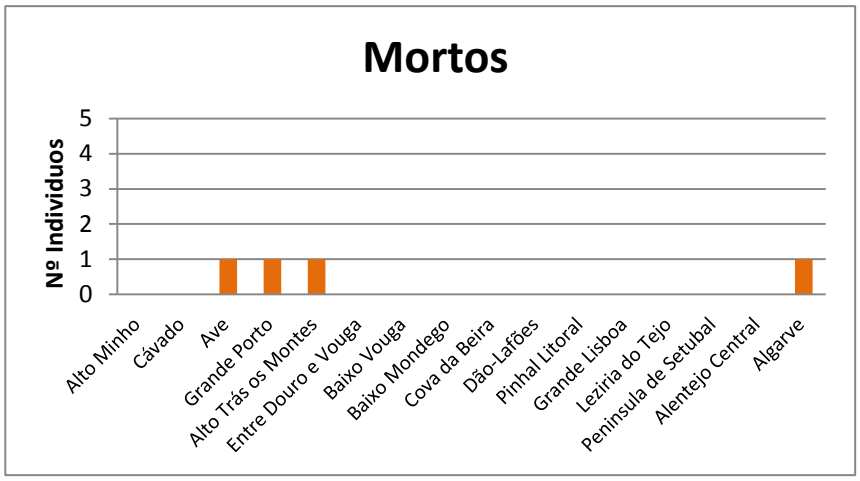


Figura 38- Número de mortos pelos EVF

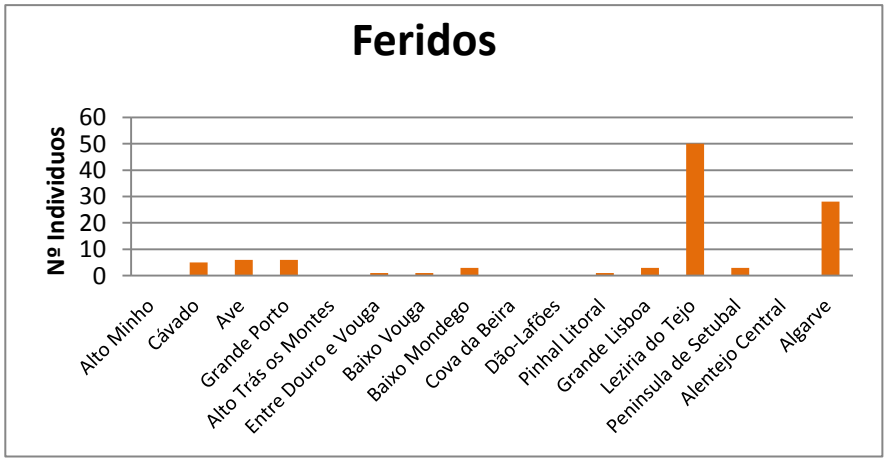


Figura 39- Número de feridos pelos EVF

Verifica-se relativamente aos desalojados, figura 40, que as regiões da Lezíria do Tejo e do Algarve apresentam o mesmo número, nomeadamente 132 desalojados. Este valor deve-se aos 120 desalojados que resultaram das rajadas de vento forte que assolaram a região do Algarve, destruindo um acampamento. Em Tomar, rajadas de vento desalojaram 26 famílias, o que deu origem ao elevado número de desalojados na região da Lezíria do Tejo.

Quanto ao número de afectados, figura 41, existe uma grande discrepância entre a região do Algarve e as outras regiões. Isto explica-se pela ocorrência do tornado de Silves, já que este foi responsável por 4.600 pessoas sem energia eléctrica. O Grande Porto aparece em segundo lugar com o valor mais elevado de afectados, 506 indivíduos, seguido pela região da Grande Lisboa, 279 pessoas. Isto mais uma vez é explicado pela grande densidade populacional destas duas áreas metropolitanas, logo têm uma maior vulnerabilidade.

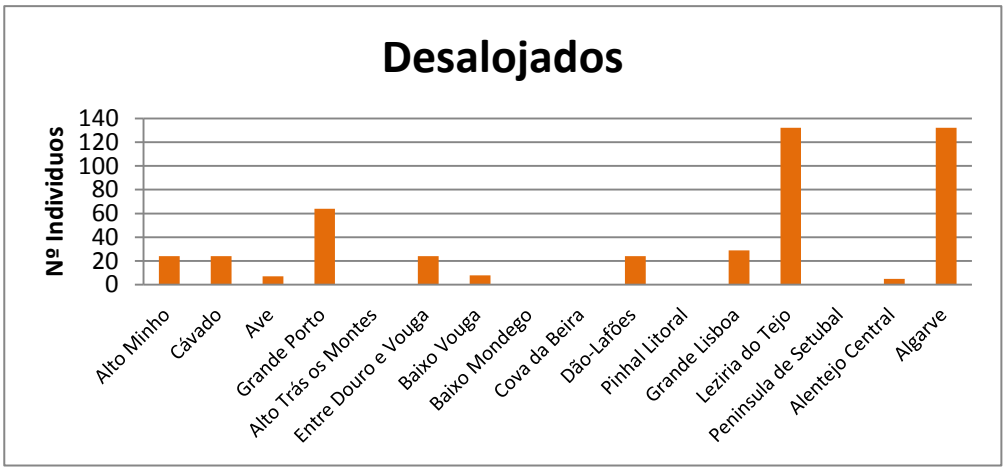


Figura 40- Número de desalojados pelo EVF

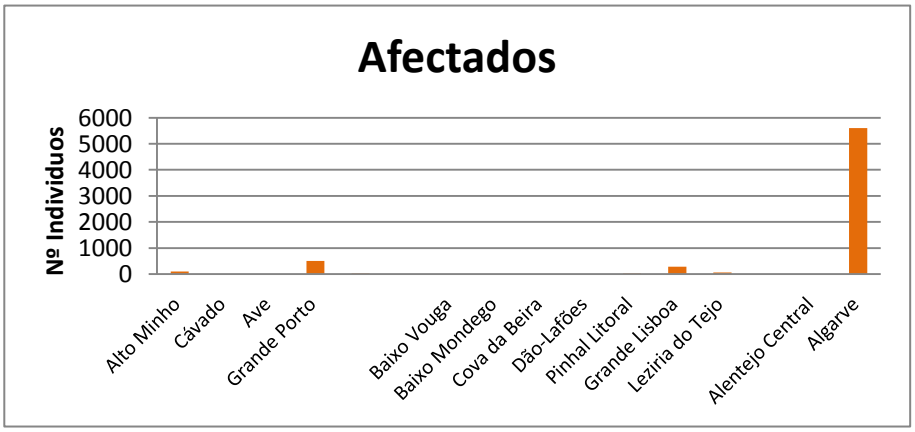


Figura 41- Número de Afectados pelos EVF

Observando a figura 42 pode-se afirmar que grande parte dos mortos, feridos e desalojados se distribui com maior incidência pelos meses de Outono e Inverno. Nos meses de Primavera os valores também

são significativos embora com menor expressão. No Verão não existem situações a registar, com excepção do mês de Agosto afectado por eventos de rajadas de vento forte que provocaram uma morte e nove desalojados.

O número de mortos distribui-se equitativamente por quatro meses e em diferentes estações do ano. Quanto aos feridos existe um número importante de referir no mês de Dezembro, 42 feridos provocados pelo tornado de 7/12/2010 a assolar a região de Santarém.

O número significativo de desalojados em Janeiro deve-se aos eventos do dia 19/01/2013 que registou a ocorrência de rajadas fortes de vento em diversas regiões de Portugal.

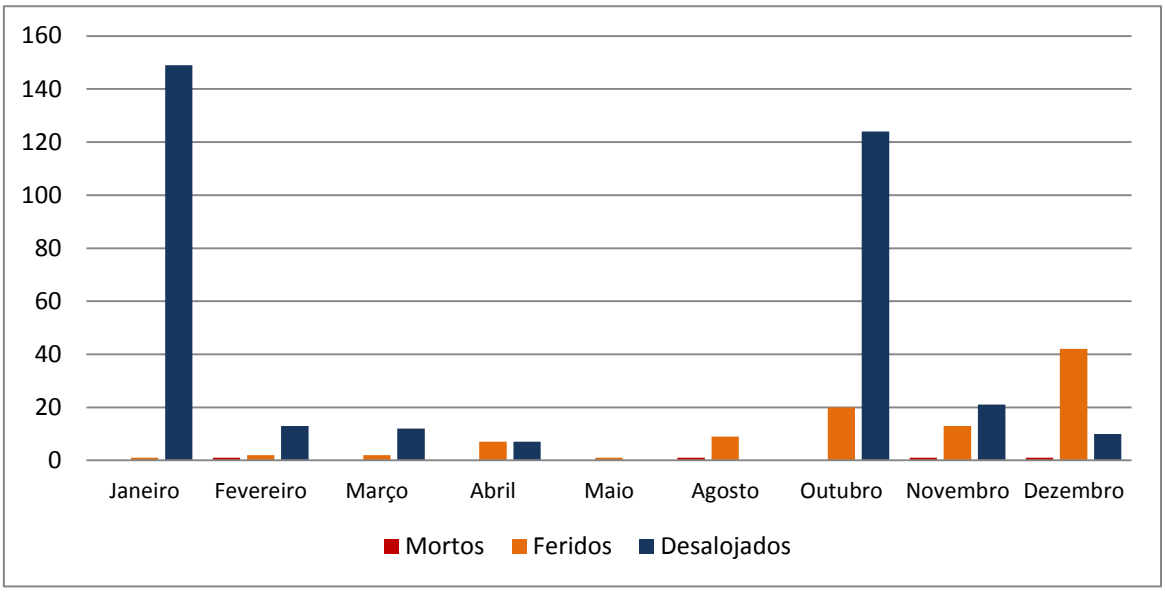


Figura 42- Distribuição mensal dos mortos/feridos/desalojados resultantes dos EVF

6.9 Distribuição espacial das consequências humanas de tornados

As figuras 43 e 44, representam a distribuição espacial por NUTIII a nível de feridos e desalojados provocados pelos tornados.

O número de feridos, figura 43, distribui-se por 5 regiões, sendo as que registam maior número de vítimas a Lezíria do Tejo e o Algarve, já aqui referido como resultado dos tornados de 7/12/2010 e 16/11/2012 respectivamente. Em relação ao número de mortos é de salientar que se registou uma morte no tornado do Algarve.

Observando a figura 44, verifica-se que o número de desalojados provocados pelos tornados tem maior incidência no Grande Porto, 40 indivíduos. Isto deve-se à ocorrência de um tornado a 4/1/2014 em Paredes.

Na região do Baixo Vouga existe a ocorrência de um tornado a 22/02/2010, em Aveiro que registou 8 pessoas desalojadas

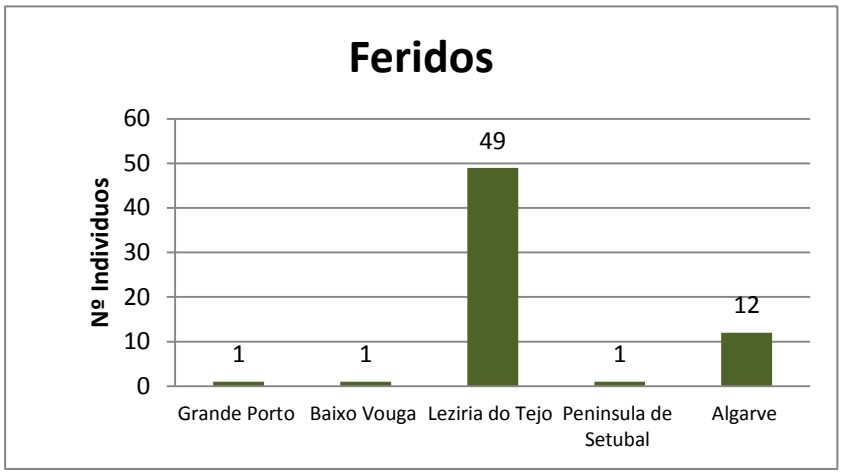


Figura 43- Número de feridos por tornados

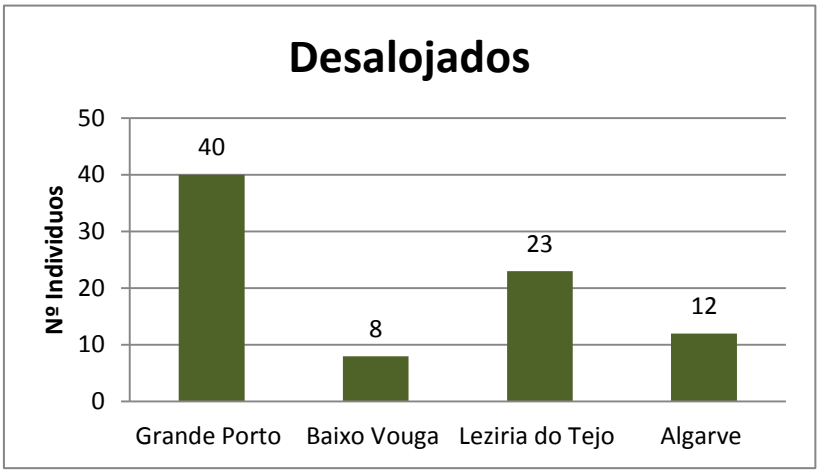


Figura 44- Número de desalojados por tornados

Analisando a figura 45 é possível observar que é o Algarve se destaca com o maior número de afectados por tornados. Isto é explicado, como aqui já foi citado, pelo tornado de 16/11/2012 que provocou cortes de energia eléctrica a 4.600 pessoas. De seguida temos o Porto que regista um total de 250 indivíduos afectados, mais precisamente horticultores, pelo tornado de 10/3/2013, a atingir a Povoa do Varzim.

É importante referir que a Lezíria do Tejo registou 56 afectados no dia 9/4/2008, devido a um tornado de intensidade F2, que danificou várias casas, unidades fabris, viaturas e condicionou estradas.

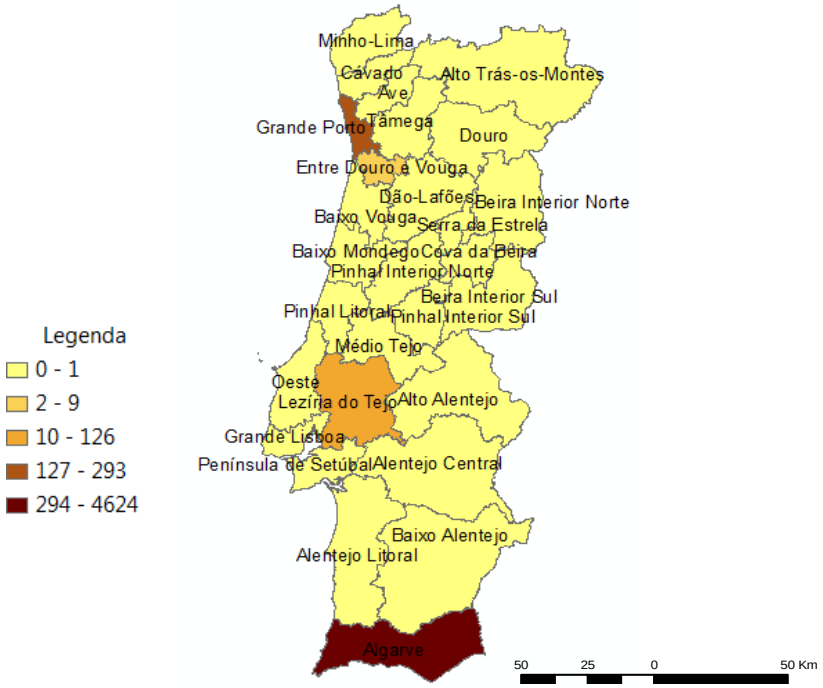


Figura 45- Distribuição de Afectados por Tornados, NUTIII

6.10 Danos provocados pelos Episódios de Vento Forte (EVF)

Considerei como danos, 6 categorias diferentes, mais precisamente cortes em vias de comunicação, queda de árvores, danos em habitações, veículos e infra-estruturas, como por exemplo unidades fabris e, por último, explorações agrícolas que foram de alguma forma afectadas.

Ao analisar a figura 46 é possível observar que existe um claro destaque no número de ocorrências de queda de árvores face às outras categorias. O número de habitações danificadas é significativo, 143 ocorrências, seguido pelos danos em veículos. São as explorações agrícolas a registar valores menos significativos, com apenas 6 ocorrências.

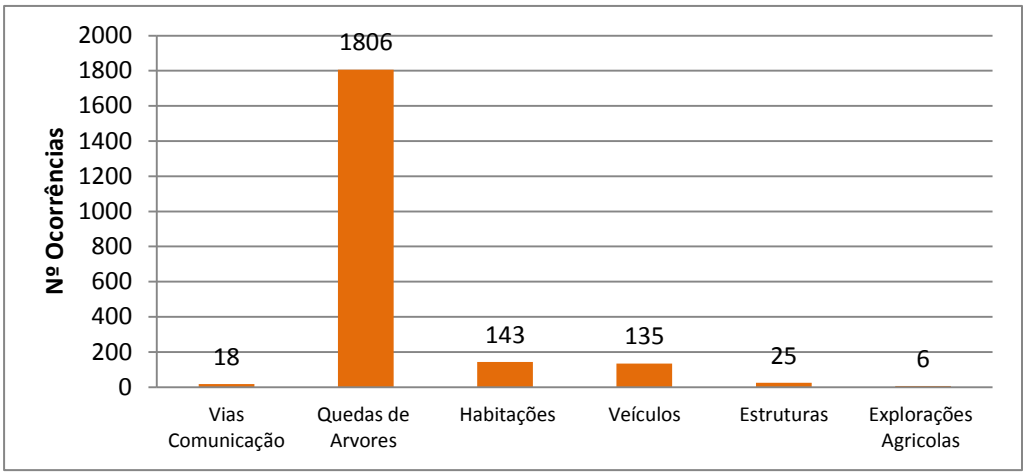


Figura 46- Danos resultantes dos EVF

6.11 Danos provocados pelos Tornados

Verifica-se, através da figura 47, que tal como nos danos provocados pelos EVF, são a quedas de árvores a registar um maior número de ocorrências. Grande parte deve-se ao tornado que ocorreu a 10/04/2008 em Portalegre que levou à queda de cerca de 1000 árvores.

Mais uma vez, vêm a seguir à queda de árvores, as habitações e os veículos a registarem um maior número de danos. Para os danos nas habitações, cerca de 20 ocorrências, contribuíram alguns tornados de fraca intensidade F0 na escala de Fujita. Também os tornados mais intensos F2 e F3 provocaram estragos em habitações, no entanto o número destas ocorrências não é descriminado nas notícias que recolhi.

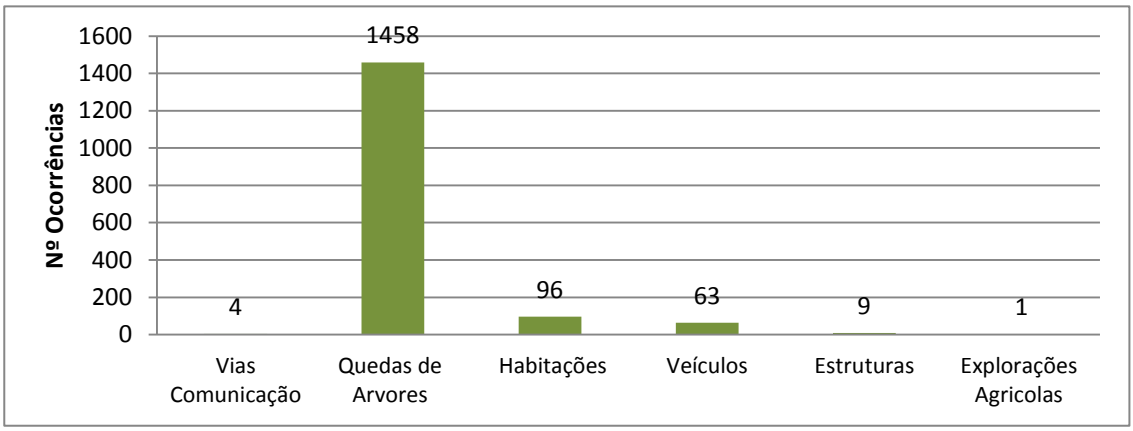


Figura 47- Danos resultantes dos Tornados

6.12 Distribuição Espacial dos Danos

Nas figuras 48 e 49 é possível observar como os danos resultantes dos EVF e dos tornados em separado, se distribuem pelas diferentes regiões do país. É no Alto Alentejo que se verifica o maior registo de danos e isto deve-se, como já foi citado anteriormente, à queda de 1000 árvores provocada pelo tornado de 10/4/2008 em Portalegre. Em segundo lugar com 542 danos registados temos o Algarve, grande parte deve-se a 401 edifícios afectados e 124 vias de comunicação interrompidas. Com 100 ocorrências de queda de árvores temos o Alentejo Central, que aparece em terceiro lugar com o maior numero de danos provocados. De seguida temos a Leziria do Tejo, região onde se regista o maior número de tornados, no entanto com um registo de ocorrências inferior às outras duas regioes. Tal facto justifica-se pela inexistência de queda de árvores nesta região, e também por a maior parte dos tornados registados serem de intensidade F0.

Analisando a figura 49 pode-se acrescentar a região do Baixo Alentejo que regista apesar de mínimos, danos provocados por tornados.

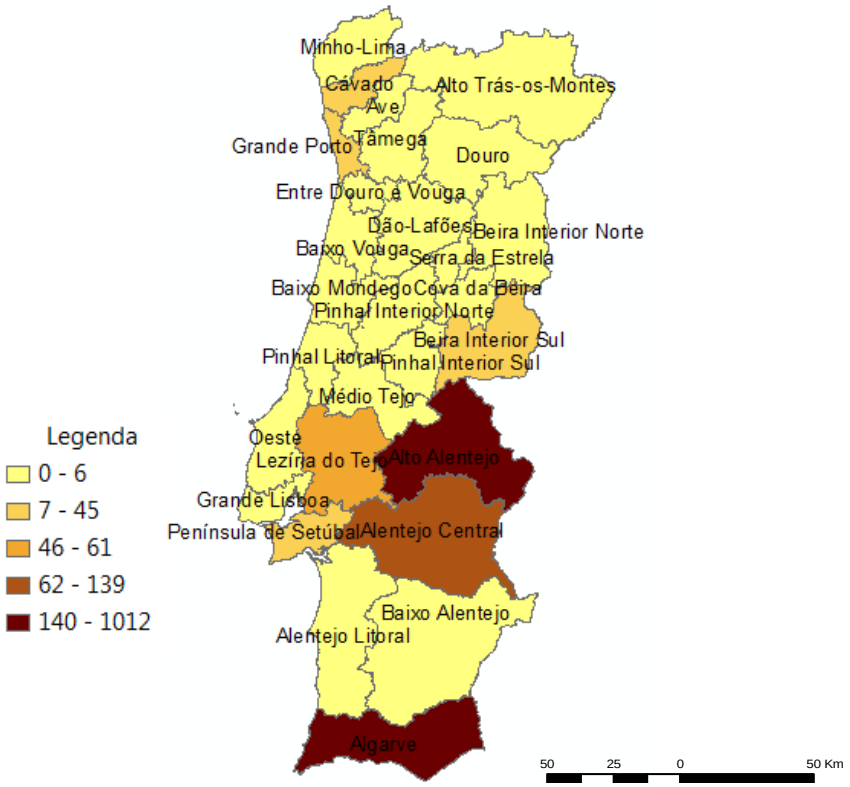


Figura 48- Distribuição por NUTIII de danos provocados pelos EVF

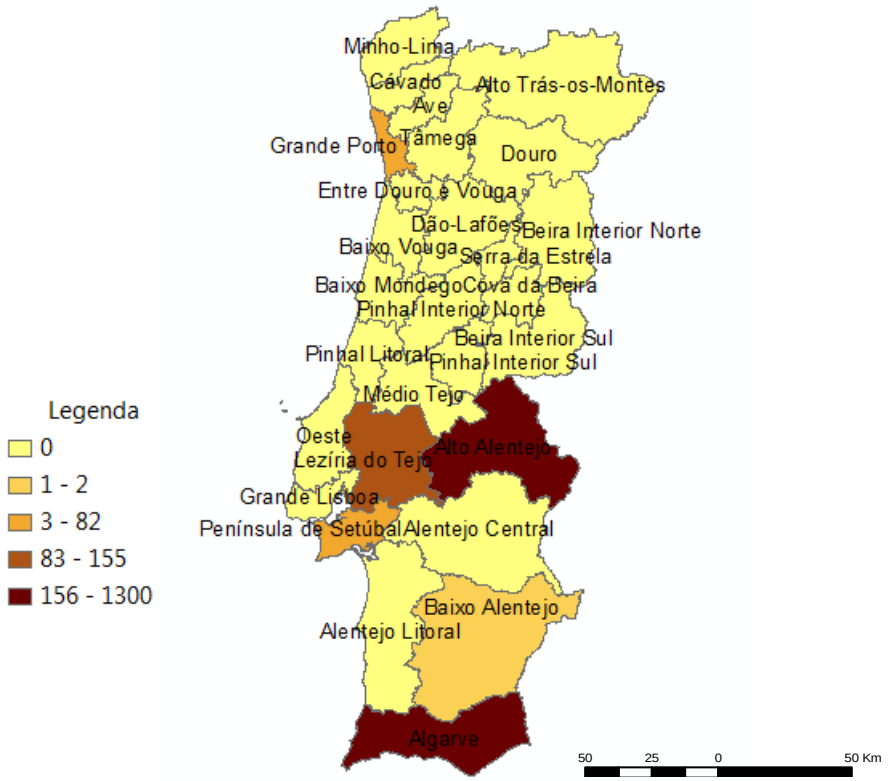


Figura 49- Distribuição por NUTIII de danos provocados pelos Tornados

6.13 Consequências Económicas dos EVF

Na figura 50 verifica-se que a nível de custos económicos resultantes dos fenómenos aqui citados, os tornados claramente sobressaem. Isto deve-se em muito aos gastos económicos decorrentes dos tornados na região de Santarém, mais precisamente contabilizaram um total de 25.000.000 euros em custos.

Nos custos que se devem a danos provocados pelas rajadas de vento, é importante referir os acontecimentos do dia 21/01/2013 em Ovar e Almeirim que contabilizaram um total de 1.000.000 de euros em prejuízos.

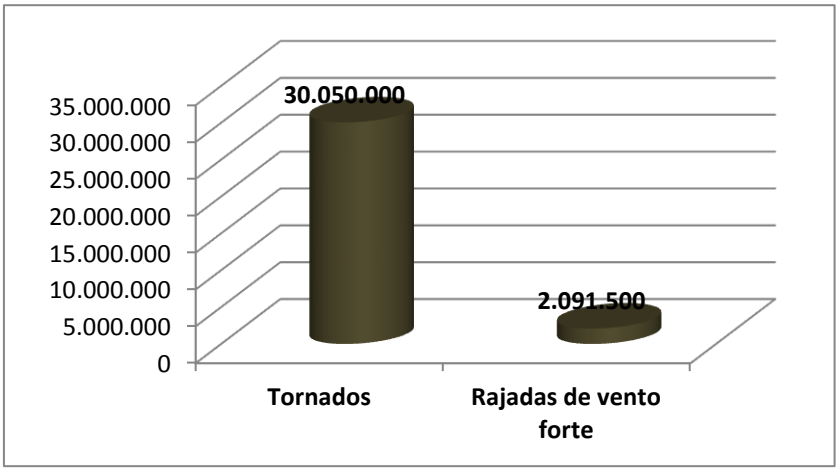


Figura 50- Total de custos económicos dos EVF

No que diz respeito à distribuição espacial dos custos resultantes de tornados (figura 51), verifica-se que é a região da Lezíria do Tejo a contabilizar o valor mais elevado, 25.000.000 euros em prejuízos devido ao tornado de 7/12/2010. O Algarve é a região que se encontra em segundo lugar, com 5.000.000 euros de prejuízos decorrentes do tornado de Lagoa/Silves. Por último, temos o Alto Alentejo a contabilizar um total de 50.000 euros em custos económicos devido a um tornado de intensidade F1 que derrubou cerca de 1000 árvores. As outras regiões afectadas por tornados não apresentam custos económicos uma vez que não há registos nas notícias recolhidas sobre tal informação.

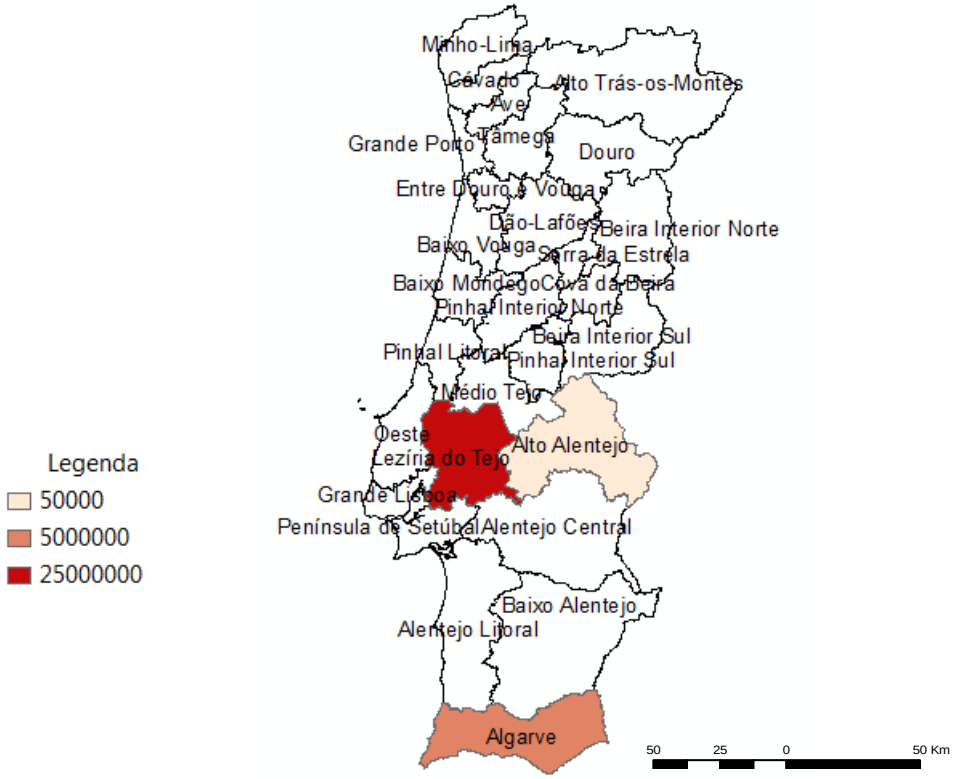


Figura 51- Distribuição por NUTIII dos custos económicos dos Tornados

Capítulo 7

Análise de Situações Sinópticas para os episódios de tornados em Portugal

De forma a compreender o contexto atmosférico que envolve os tornados em Portugal, foi efectuada uma classificação diária de 16 dias de cartas de superfície e de altitude. Assume-se que se trata de uma caracterização simplificada da complexa estrutura que, num dado momento, compõe toda a coluna da troposfera sobre determinada região.

Apresenta-se a variação dos tipos de circulação em altitude e à superfície ocorridas nos dias que se registaram tornados, entre o ano de 2007 e 2014.

É citado em Leitão (2003), que as situações sinópticas mais comuns, em caso de tornados, são linhas de instabilidade bastante severas associadas a uma depressão, com expressão em níveis altos da troposfera, cujo núcleo se centra a oeste da Península Ibérica. O estado de tempo associado é chuva e vento forte provocado por uma grande instabilidade.

Igualmente segundo Leitão (2003), a segunda situação mais frequente são os fluxos zonais rápidos de oeste, na qual a corrente de jacto (jet stream) tem um papel bastante importante. Irei verificar de seguida que neste caso se confirmam as anteriores observações de Leitão.

Analisando a figura 52 verifica-se que predominaram as situações depressionárias encimadas por vale em altitude. Neste caso destacou-se a circulação meridiana da atmosfera em correntes ondulatórias com tendência para vale.

De seguida com 5 ocorrências temos a circulação de fluxo zonal, na qual se verificaram duas situações diferentes, nomeadamente fluxo zonal com ondulação (tendência para vale) com 4 ocorrências e fluxo zonal rápido de oeste com 1 ocorrência. Por último surgem as situações de bloqueio em altitude, com apenas 3 ocorrências.

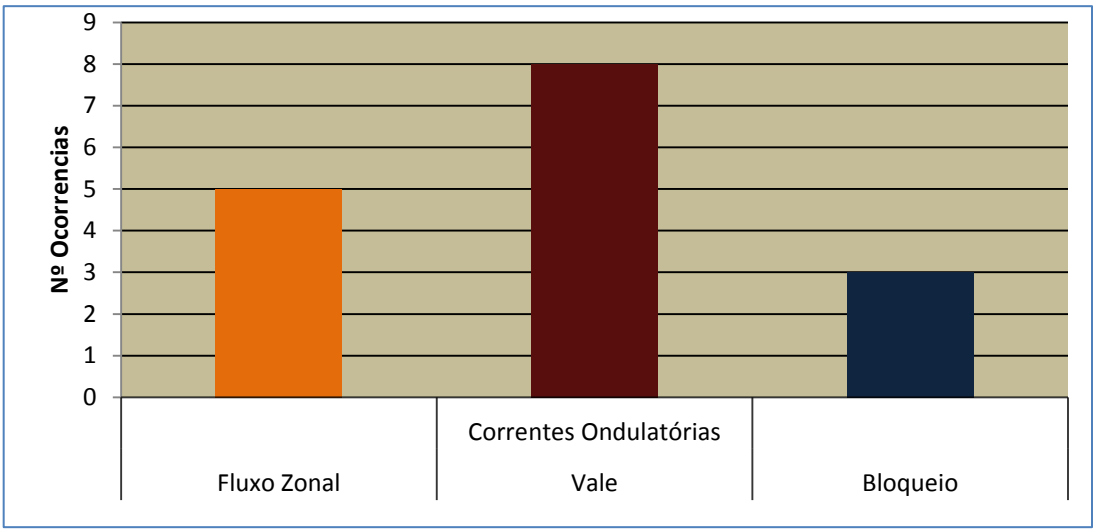


Figura 52- Circulação em altitude no período de 2007 a 2014

Em superfície distinguem-se duas situações: as depressões móveis, com influência preponderante de perturbações frontais, associadas a ondulações da corrente de Oeste, e as depressões estacionárias, marcadas pela influência de células frias de bloqueio em altitude.

O carácter móvel ou relativamente estacionário das depressões identificadas nas cartas sinópticas é determinante para estabelecer uma distinção entre as duas. As depressões móveis apresentam todas as características que definem as típicas depressões das latitudes médias, isto é, são centros de baixa pressão, por vezes muito cavada, com sistemas frontais associados, sendo a sua passagem comandada pela migração das ondulações na corrente de Oeste (Fragoso, 2008) A dinâmica destas situações atmosféricas contrasta de um modo muito nítido com a que caracteriza o outro tipo de depressões considerada, cujo movimento é lento ou mesmo nulo, pelo que se classificam como centros estacionários (Fragoso, 2008)

Consideraram-se como centros depressionários de carácter estacionário todos os centros de baixa pressão que permanecem sensivelmente na mesma área durante, pelo menos, três dias sucessivos. Normalmente, a sua presença e persistência destas depressões estão relacionadas com o estabelecimento de uma circulação bloqueada na média e alta troposfera (Fragoso, 2008)

Observando a figura 53 verifica-se a clara predominância das situações de depressões móveis, com influência preponderante de perturbações da frente polar, com 13 ocorrências.

As depressões estacionárias, marcadas pela influência de células frias de bloqueio em altitude surgem apenas em 3 ocasiões.

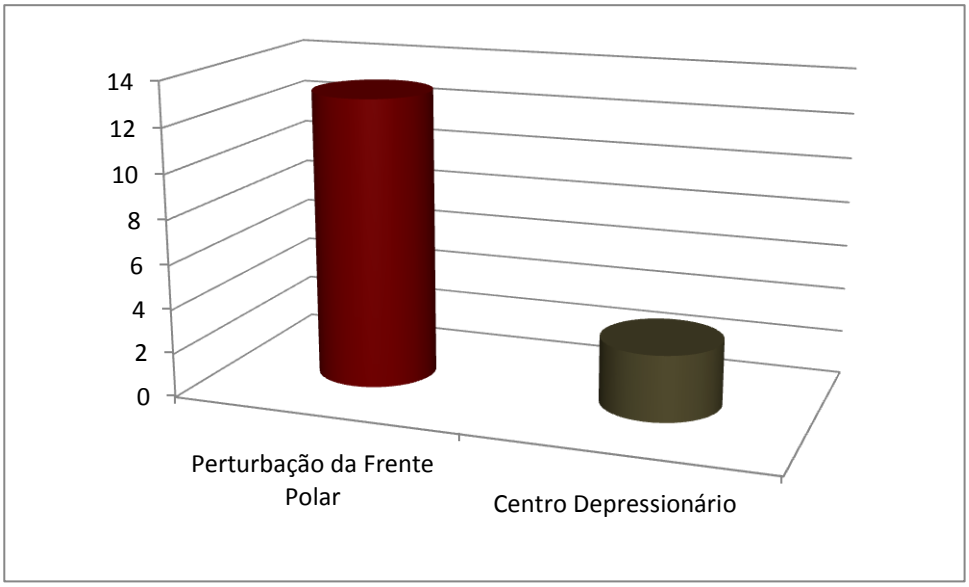


Figura 53- Circulação em superfície no período de 2007 a 2014

Procedeu-se à distinção, em relação às depressões móveis, da trajectória das perturbações frontais até estas atingirem a região estudada. Foram consideradas três situações: perturbações da frente polar de direcção Oeste para Este, de Noroeste para Sudeste e de Sudoeste para Nordeste (gráfico 23).

Com este critério pretendeu-se distinguir estas situações atmosféricas de acordo com a natureza das massas de ar associadas a cada uma das trajectórias. As perturbações provenientes de Sul ou Sudoeste transportam massas de ar que, por serem mais quentes e possuírem um teor de vapor de água muito superior, são potencialmente mais instáveis que as oriundas de Oeste e muito mais do que as que chegam de Noroeste ou Norte (Fragoso, 2008).

Analisando a figura 54 verifica-se que as situações de perturbação frontal de direcção Noroeste-Sudeste são as mais frequentes 46%, seguidas pelas perturbações de Sudoeste e Oeste, respectivamente com 31% e 23% de ocorrências.

Apesar da perturbação frontal de noroeste ser predominante, os tornados de maior intensidade F3 e F2 na escala de Fujita ocorreram em situações de perturbações da frente polar de Sudoeste, uma vez que as perturbações provenientes de Sul ou Sudoeste são potencialmente mais instáveis e logo registam fenómenos mais severos.

Aos tornados de escala F1 estão associadas duas situações de noroeste e uma de oeste, as restantes ocorrências de tornados de fraca intensidade, F0, distribuem-se pelas diferentes situações sinópticas aqui citadas.

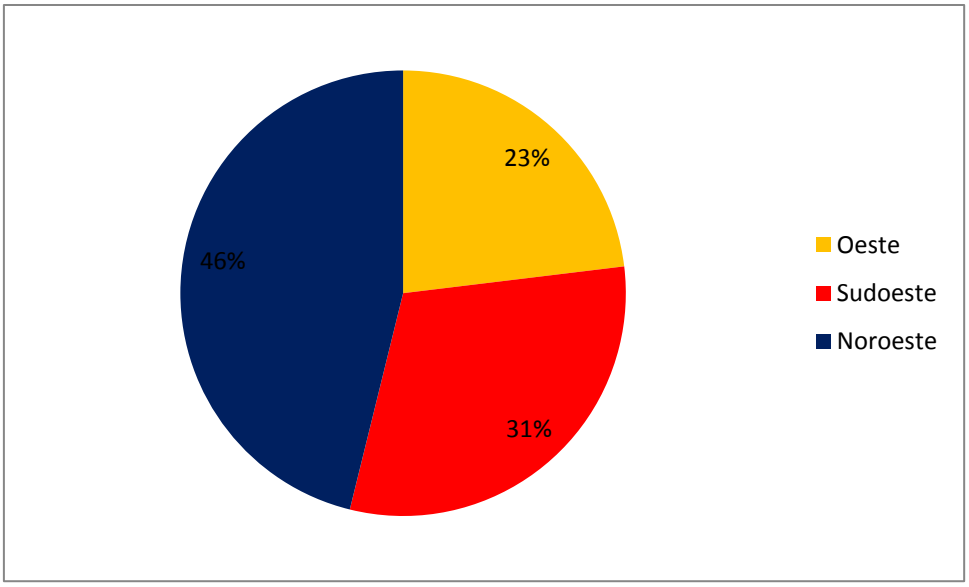


Figura 54- Perturbação da Frente Polar

7.1 Análise sinóptica dos episódios mais críticos de tornados em Portugal

Decidi analisar um pouco mais profundamente os episódios mais críticos de tornados em Portugal através da analise do seu contexto atmosférico. Esses episódios, já aqui citados, correspondem a três tornados dois de intensidade F3 na escala de Fujita e um de intensidade F2.

Dois desses fenómenos ocorreram no distrito de Santarém e outro no Algarve mais precisamente nos concelhos de Lagoa e Silves. Este último não será aqui abordado mas será sim discutido no próximo capítulo. Procede-se de seguida à análise desses dois eventos.

7.1.1 Tornado distrito de Santarém 9 de Abril de 2008

Figura 55- Passagem de tornado na freguesia de Amiais de Baixo

Breve descrição:

O tornado a 9 de Abril de 2008 atingiu as freguesias de Santarém, Torres Novas, Amiais de Baixo e Alcanena, entre as 9:00 e as 10h da manha. Os ventos chegaram aos 180 a 200 km/h e o comprimento de trajectória atingiu os 15 km e a largura máxima os 200m.

Este foi um tornado de intensidade F2 na escala de Fujita, cujas consequências deram origem a 7 desalojados, 7 feridos ligeiros e 56 postos de trabalho em risco. Os danos provocados concretizaram-se em 15 casas destruídas, 25 viaturas danificadas, 7 unidades fabris afectadas, estradas condicionadas e queda de árvores. No final contabilizaram-se cerca de 7 milhões de euros em prejuízos.

Contexto atmosférico:

Entre as 06:00 e as 12:00h do dia 9/04/2008 é possível observar a circulação em altitude (figuras 56 e 57) e superfície (figura 58 e 59) na altura em que ocorreu o tornado.

Verifica-se que em altitude a situação sinóptica corresponde a uma circulação meridiana de correntes ondulatórias em vale. Em superfície temos uma situação depressionária que corresponde a uma perturbação da frente polar de direcção sudoeste-nordeste. Este contexto está muitas vezes associado a uma forte instabilidade atmosférica que produz fenómenos como os tornados.

Segundo o Instituto de Meteorologia, tal como em muitas situações atmosféricas associadas a tornados, verificou-se "uma estrutura convectiva com movimento de rotação organizado nos seus níveis médios, que afectou parte da Região Norte do Ribatejo".

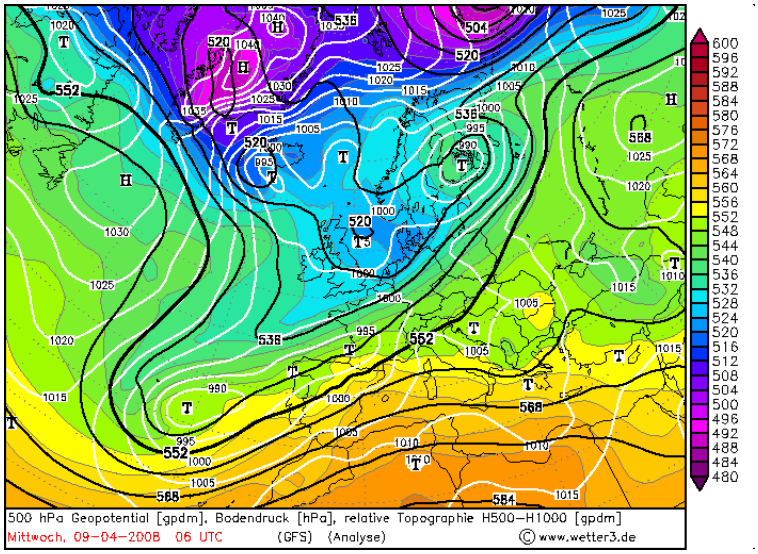


Figura 56- Circulação em altitude no dia 9 de Abril de 2008, às 06UTC

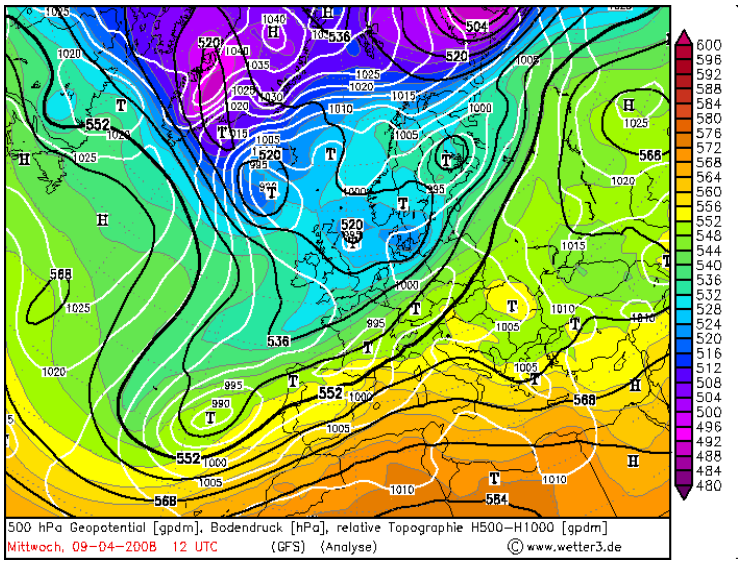


Figura 57- Circulação em altitude no dia 9 de Abril de 2008, às 12UTC

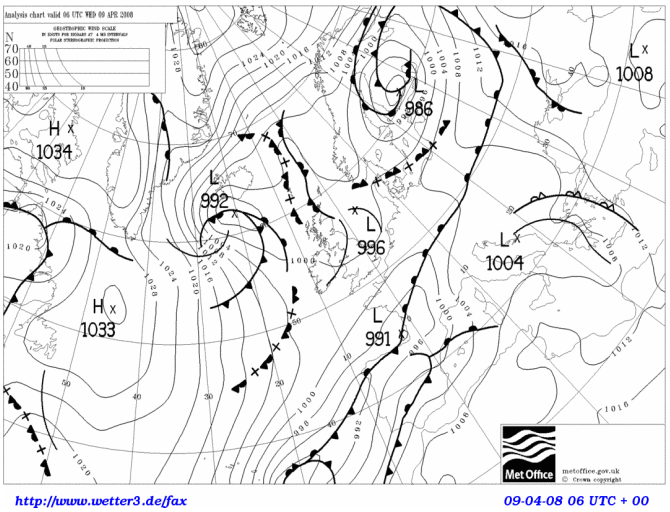


Figura 58- Circulação em superfície no dia 9 de Abril de 2008, ás 06 UTC

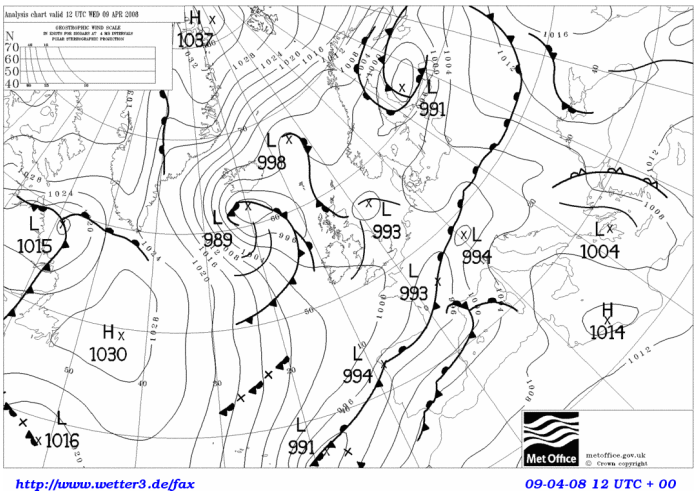


Figura 59- Circulação em superfície no dia 9 de Abril de 2008, ás 12 UTC

7.1.2 Tornado de Tomar 7 de Dezembro de 2010

Figura 60- Passagem do tornado em Tomar

Figura 61- Colapso total do telhado do Jardim Escola S. João de Deus, Tomar

Breve descrição:

O tornado de 7 de Dezembro de 2010 ocorreu aproximadamente entre as 14:15 e 15h e atingiu os concelhos de Tomar, Torres Novas e Ferreira do Zêzere, distrito de Santarém e a Sertã, no distrito de Castelo Branco. Este foi um tornado de intensidade F3 na escala de Fujita, o trajecto teve uma extensão total de 54 km e relativamente à largura de danos foi estimada entre cerca de 100m e 350m.

Provocou um total de 42 feridos e dezenas de desalojados, os danos materiais consistiram essencialmente em destruição de habitações, viaturas, estruturas de tipo fabril, armazéns e árvores. O tecto de um infantário desabou, ferindo 12 crianças e no final contabilizaram-se 18 milhões de euros de prejuízos.

Contexto Atmosférico:

Ao observar as figuras verifica-se que a circulação atmosférica é idêntica ao tornado analisado anteriormente. Entre as 12 e as 18h, período de tempo em que ocorreu o tornado, regista-se uma circulação em altitude marcada por correntes ondulatórias em vale. Em superfície temos uma situação depressionária que se materializa numa perturbação da frente polar de direcção sudoeste-nordeste, que corresponde à direcção da trajectória do tornado.

Segundo o relatório do Instituto de Meteorologia o tornado de Tomar teve origem numa célula convectiva embebida numa linha de instabilidade que se organizou no referido ar quente, ainda sobre o Atlântico. Esta estrutura convectiva foi diagnosticada como supercélula. Essa estrutura apresentou uma direcção Sudoeste-Nordeste, afectando a região de Torres Vedras pelas 13:20h, sobre a cidade de Tomar pelas 14:30h e sobre a região da Sertã pelas 14:50h.

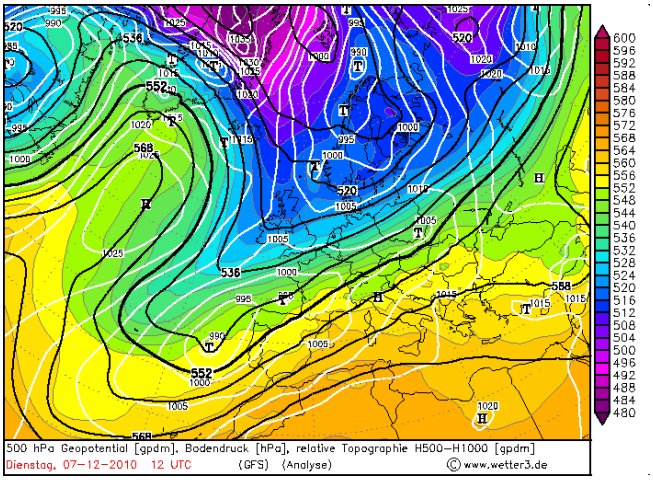


Figura 62- Circulação em altitude no dia 7 de Dezembro 2010, às 12 UTC

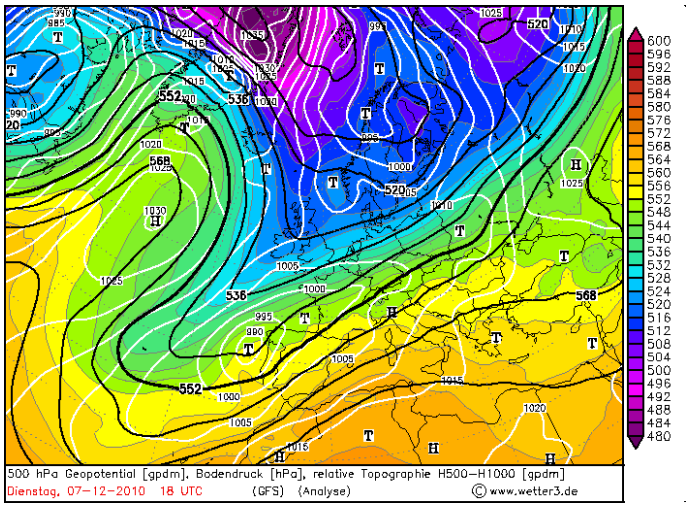


Figura 63- Circulação em altitude no dia 7 de Dezembro 2010, às 18 UTC

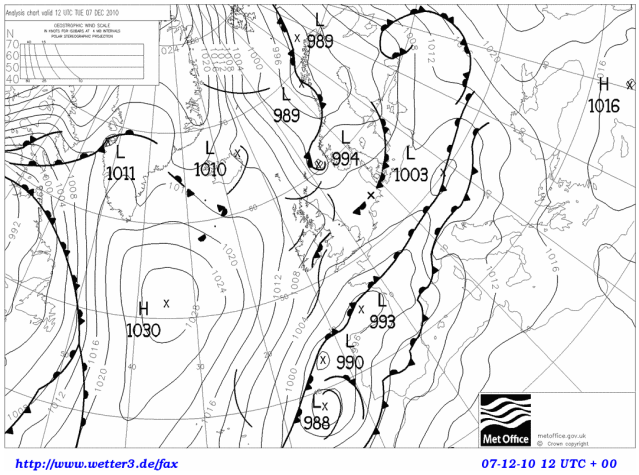


Figura 64 - Circulação em superfície no dia 7 de Dezembro de 2010, ás 12 UTC

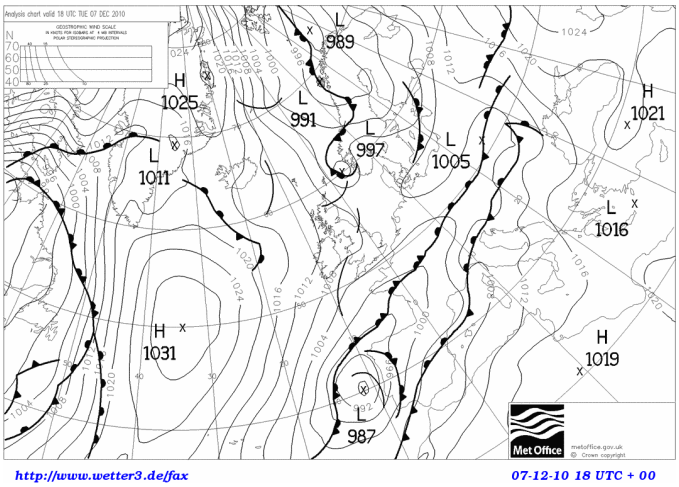


Figura 65- Circulação em superfície no dia 7 de Dezembro de 2010, ás 18 UTC

Capítulo 8

Análise do tornado de 16 de Novembro de 2012 em Lagoa/Silves

O designado tornado de Silves/Lagoa ocorreu a 16 de Novembro de 2012, aproximadamente entre as 13:20 e as 14:00 horas locais. Este foi um tornado de escala de intensidade F3 que provocou avultados danos materiais e acidentes pessoais nos locais por onde passou. O seu trajecto pela superfície terrestre iniciou-se na praia do Carvoeiro, concelho de Lagoa, e terminou em São Marcos da Serra, no concelho de Silves. À sua passagem esteve associada uma situação sinóptica condicionada por um centro depressionário em altitude que se encontrava a oeste de Lisboa.

Segundo José Reis do Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves, a sequência de acontecimentos no dia do tornado foi a seguinte:

- No dia da ocorrência do tornado a 16/11/2012, o fenómeno foi designado como vento forte, pois na altura o IPMA ainda não tinha registado o evento como um tornado;

- A Câmara Municipal de Silves onde se situa o gabinete da Protecção Civil, foi gravemente afectada pelo tornado. Nesta situação procedeu-se ao plano B e o comando de operações foi relocalizado para o quartel de Bombeiros de Silves;

- Inicialmente foi emitido um aviso e alerta, no qual se contactou o presidente da Câmara que se deslocou ao quartel de Bombeiros. No mesmo local delinearam-se os procedimentos e procedeu-se ao reconhecimento da área afectada;

- O alerta foi enviado para o CDOS de Faro às 16h:10, ou seja passado 2 horas do acontecimento;

- Num primeiro reconhecimento da zona afectada, tendo em conta o número de carros virados, foi pensado que poderia haver muitos condutores encarcerados; neste cenário foi instaurado um protocolo com o Instituto Piaget onde foi instalado um ponto de socorro a eventuais feridos, assim como disponibilização de alimentação.

- Numa primeira fase, logo após a passagem do tornado, procedeu-se à evacuação das piscinas da responsabilidade do delegado de segurança. Este é designado pelo Responsável de Segurança (RS) para executar as medidas de autoprotecção e recorre a funcionários, trabalhadores e colaboradores das entidades exploradoras dos espaços;

- As estradas foram barradas pela GNR, de forma a impedir “curiosos” de se dirigirem ao local das operações. Foi igualmente responsabilidade da GNR assegurar a protecção dos bens das pessoas envolvidas no evento;

- Os familiares dos feridos foram deslocados para pontos de trânsito e também encaminhados para o Instituto Piaget.

Figura 66- Imagem pouco nítida da passagem do tornado pelo estádio de futebol Dr. Francisco Vieira em Silves

Após o acontecimento foi elaborado um relatório, no qual, segundo a informação disponibilizada pela ANPC, o número de ocorrências ronda as 60 verificadas entre as 14:00 e as 16:00 do dia 16/11/2012 na zona de Silves. Os agentes envolvidos foram 27 com um número total de homens de 344 e 111 veículos. Existiu um reforço de veículos e de agentes operacionais provenientes de Messines e Armação de Pêra.

As entidades que se deslocaram ao local foram as seguintes:

Corpo de Bombeiros (CB), Força Especial de Bombeiros (FEB), Guarda Nacional Republicana (GNR), Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM), Grupo de Intervenção de Protecção e Socorro (GIPS), Cruz Vermelha, Câmara Municipal, Junta de Freguesia, ANPC, Escola Prática de Salvamento e Equipa especializada em cortes de estruturas que foram encaminhadas para o campo de futebol e piscinas municipais. O CB forneceu 24 veículos e 100 operacionais, a ANPC 13 veículos e 18 operacionais e o INEM 4 veículos e 4 operacionais.

8.1 Contexto Atmosférico

No dia 16 de Novembro de 2012 a situação sinóptica em Portugal Continental, como se pode verificar pelas figuras, foi marcada por uma circulação em altitude entre as 12 e as 18 horas locais que corresponde a uma circulação meridiana de correntes ondulatórias em vale. À superfície temos uma situação depressionária que corresponde a uma perturbação da frente polar de direcção sudoeste-nordeste.

Segundo o relatório do IPMA a depressão localizava-se a norte de uma corrente de jacto que forçava um escoamento muito forte de sudoeste na alta troposfera, assegurando elevados valores de *wind shear* entre a superfície e os níveis mais altos.

Visto que o *wind shear* é a rápida variação da direcção e/ou velocidade do vento ao longo de uma certa distância, conclui-se que esta situação atmosférica é bastante favorável à ocorrência de fenómenos extremos de vento tais como os tornados.

A depressão que se centrava a oeste de Lisboa, transportava na sua circulação uma massa de ar tropical marítimo, com uma linha de instabilidade associada. Nessa mesma linha encontravam-se embebidas várias estruturas supercelulares, uma das quais deu origem ao tornado. Segundo o IPMA foram detectadas pela cobertura Doppler do radar de Loulé/Cavalos do Caldeirão, cerca de 40 estruturas convectivas do tipo supercelular. O tornado de Silves/Lagoa é mesociclónico uma vez que tem génese supercelular, havendo neste caso uma circulação de meso-escala, embebida na região mediana da célula convectiva. A supercélula que deu origem ao tornado em questão foi detectada às 12:36 UTC, pelo aviso ROT (produto baseado na combinação da reflectividade e do valor do *shear* azimutal), esta estrutura tinha uma evolução para nordeste e deslocava-se a uma velocidade média de 15 m/s.

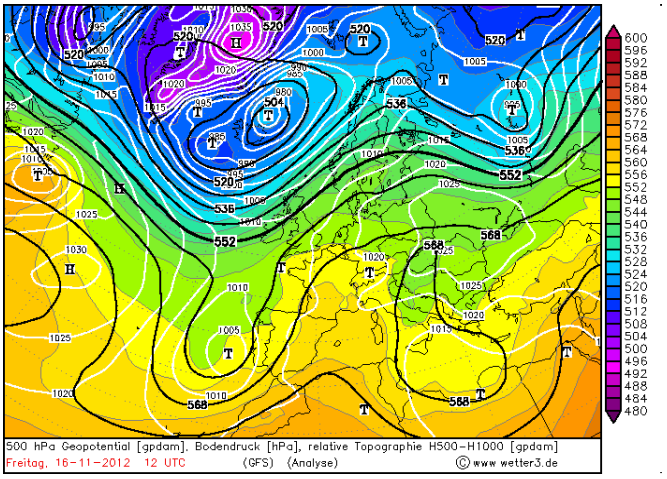


Figura 67- Circulação em altitude a 16 de Novembro de 2012 às 12 UTC

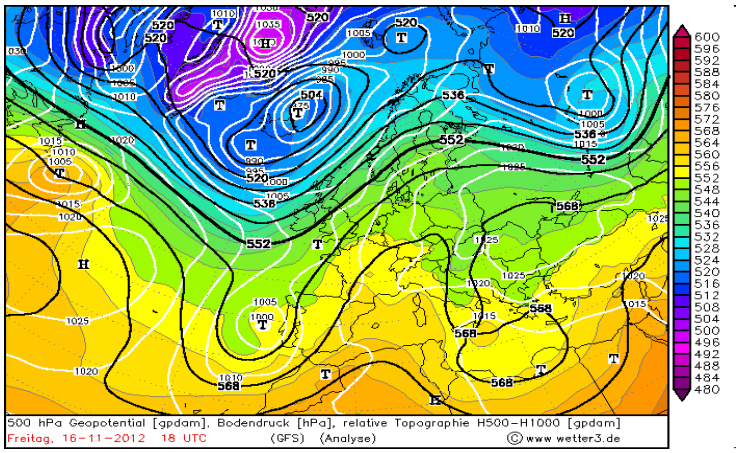


Figura 68- Circulação em altitude a 16 de Novembro de 2012 às 18 UTC

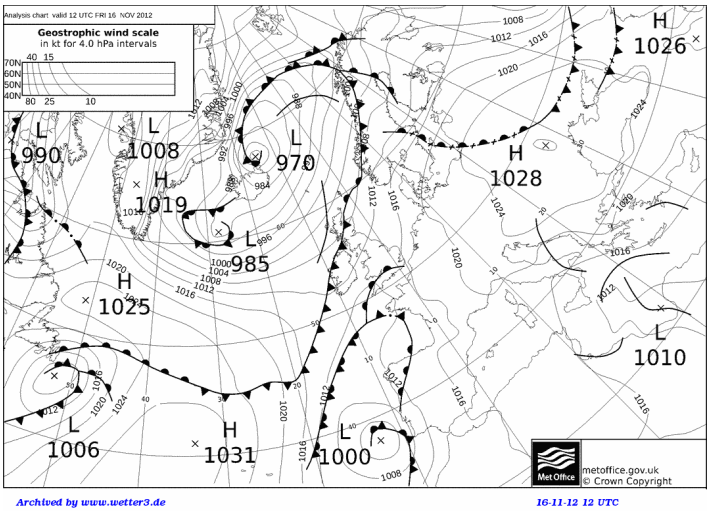


Figura 69- Circulação em superfície a 16 de Novembro de 2012 às 12 UTC

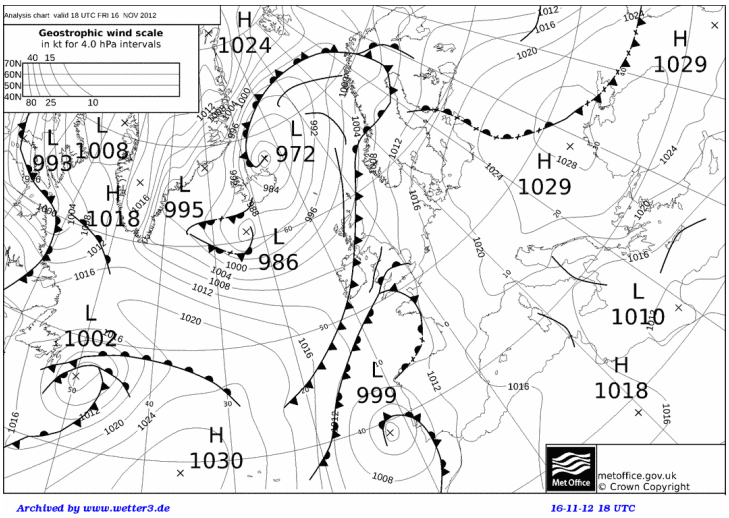


Figura 70- Circulação em superfície a 16 de Novembro de 2012 às 18 UTC

8.2 Intensidade do tornado

Neste trabalho foi aplicada a escala de Fujita, como podemos ver pelo quadro 11, a escala divide-se em 6 categorias de ordem crescente de intensidade e à qual esta associado os possíveis danos provocados por esses tornados. Considera-se muitas vezes, que a categoria F0 corresponde a ventos muito fortes, a F1 um tornado moderado, F2 um tornado significativo, F3 um tornado severo, F4 um tornado devastador e F5 um tornado incrível.

Como vimos pelos capítulos anteriores os tornados de intensidade superiores a F1 na escala de Fujita em Portugal são raros. O tornado de Silves/Lagoa atingiu uma escala de intensidade F3 o que foi bastante significativo tendo em conta o histórico de ocorrências em Portugal. O IPMA referenciou 4 pontos ao longo do trajecto do tornado, os quais classificou em diferentes categorias de intensidade. Nos pontos mais próximos do litoral, ponto 1 e 2, a escala de intensidade que se verificou foi de F1. Enquanto mais para o interior da área afectada, houve locais a registarem intensidade F3 na escala de Fujita. Segundo o IPMA o vento máximo instantâneo ter-se-á situado entre os 256 km/h e os 295 km/h, sendo de considerar como mais provável um valor máximo para a rajada de vento cerca de 260-270 km/h.

No quadro 11 foi assinalada a intensidade atingida pelo tornado de Silves/Lagoa, a velocidade do vento situa-se entre 254 km/h e os 331 km/h, o que corresponde aproximadamente aos valores verdadeiramente registados. Neste caso os possíveis danos são classificados como severos, carros e comboios levantados e paredes de casas arrancadas.

Quadro 11- Intensidade do tornado na escala de Fujita

SCALE	WIND SPEED	POSSIBLE DAMAGE
F0	40-72 mph	Light damage: Branches broken off trees; minor roof damage
F1	73-112 mph	Moderate damage: Trees snapped; mobile home pushed off foundations; roofs damaged
F2	133-157 mph	Considerable damage: Mobile homes demolished; trees uprooted; strong built homes unroofed
F3	158-206 mph	Severe damage: Trains overturned; cars lifted off the ground; strong built homes have outside walls blown away
F4	207-260 mph	Devastating damage: Houses leveled leaving piles of debris; cars thrown 300 yards or more in the air
F5	261-318 mph	Incredible damage: Strongly built homes completely blown away; automobile-sized missiles generated

A classificação do tornado de Silves, na escala de Torro, corresponde a T6, assinalado no quadro 12. É neste caso considerado como moderadamente devastador e a velocidade do vento situa-se entre as 71-82 m/s, ou seja entre os 255- 295 km/h.

Em situações como esta, as casas sofrem danos bastante graves, destroços dos edifícios tornam-se perigosos detritos empurrados pelo tornado. Postes de alta tensão podem ser danificados, objectos que se encontram em paredes, por exemplo, podem servir como peças de arremesso pela força do tornado.

Quadro 12- Intensidade do tornado na escala de Torro

T6	Moderately-Devastating Tornado 71 - 82	• Strongly built houses suffer major damage or are demolished completely. • Bricks and blocks etc. become dangerous airborne debris. • National grid pylons are damaged or twisted. • Exceptional or unusual damage found, e.g. objects embedded in walls or small structures elevated and landed with no obvious damage.
T7	Strongly-Devastating Tornado 82 - 93	• Brick and Wooden-frame houses wholly demolished. • Steel-framed warehouse-type constructions destroyed or seriously damaged. • Locomotives thrown over. • Noticeable de-barking of trees by flying debris.
T8	Severely-Devastating Tornado 93 - 105	• Motorcars carried great distances. • Some steel framed factory units severely damaged or destroyed. • Steel and other heavy debris strewn over a great distances. • A high level of damage within the periphery of the damage path.
T9	Intensely-Devastating Tornado 105 - 117	• Many steel-framed buildings demolished • Locomotives or trains hurled some distances. • Complete debarking of any standing tree-trunks. • Inhabitants survival reliant on shelter below ground level.
T10	Super Tornado 117 - 130	• Entire frame houses and similar buildings lifted bodily from foundations and carried some distances. • Destruction of a severe nature, rendering a broad linear track largely devoid of vegetation, trees and man made structures.

8.3 Consequências

O tornado de Silves/Lagoa registou várias ocorrências a nível de acidentes pessoais e danos materiais provocados. Mais precisamente, provocou 13 feridos, principalmente em carros virados junto ao complexo de piscinas e parque de caravanismo ver figuras 71 e 72. Um desses feridos veio a falecer, uma senhora de cerca de 50 anos e natural de Portimão, que se encontrava numa das caravanas que virou com a força do vento. Houve danos em inúmeras habitações, 12 desalojados, 13 deslocados, e 23 assistidos. Ocorreram danos avultados no edificado, ver figura 73; nos veículos, ver figura 74; queda de árvores, ver figura 75.

O estádio de futebol Dr. Francisco Vieira em Silves sofreu prejuízos avultados, como se pode ver pelas figuras 76 e 77, uma parte do muro exterior do recinto ruiu e o pavilhão do clube ficou sem algumas telhas.

Aconteceram também danos em infra-estruturas rodoviárias e rede eléctrica, cerca de 4600 pessoas ficaram sem energia eléctrica nos concelhos de Silves e Lagoa.

Na contabilização final do dia do evento, efectuada pelo Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves (SMPCS), registaram-se 2 feridos graves do sexo feminino e 5 feridos ligeiros do sexo masculino no concelho de Silves e um total de 5 feridos em Lagoa. Foram assistidos por psicólogos do INEM 19 pessoas. Foram evacuadas 13 pessoas de um lar de idosos em Algoz, Lagoa e evacuadas 5 pessoas em Silves. Houve um total de 401 edifícios afectados e 124 vias de comunicação interrompidas, incluindo a linha ferroviária do sul, ver figura 77. Verificou-se também perda de animais. Quanto aos danos materiais registados, contabilizaram-se um total de 1.652.440,00 de euros em bens públicos e 2.189.494,74 de euros em bens privados.

Figura 71- Danos no complexo de piscinas

Figura 72- Danos no parque de caravanismo

Figura 73- Telhas removidas e vedação arrancada pelos suportes

Figura 74- Carros deslocados e danificados pela força do tornado

Figura 75- Arvore caída com força do tornado

Figura 76- Estádio de Futebol Dr. Francisco Vieira em Silves

Figura 77- Parte lateral do estádio parcialmente destruida

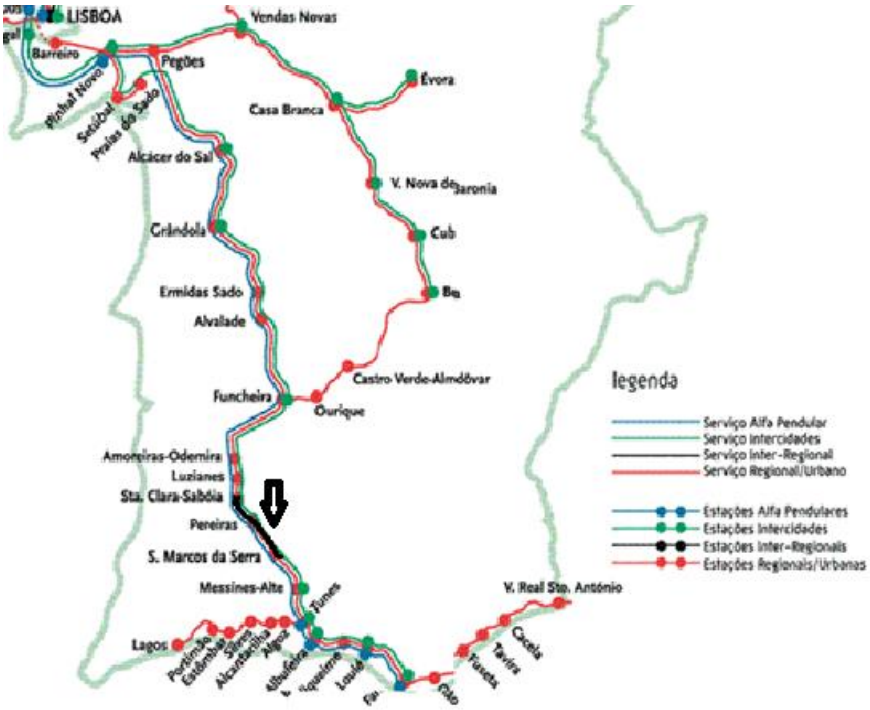


Figura 78- Linha ferroviária do Sul. A ligação entre Sta.Clara de Sabóia e São Marcos da Serra foi cortada, devido a queda de árvores. (assinaldo com seta)

8.4 Relatos

Quando realizei os inquéritos à população tive oportunidade de ouvir alguns relatos dos aspectos vivenciados pela passagem deste tornado Os principais relatos foram de pessoas que tiveram

conhecimento do tornado na primeira pessoa. Nesses casos a maior parte das pessoas afirmou que "apanharam um grande susto".

Numa dessas situações a pessoa relatou que se encontrava no local de trabalho, um restaurante na zona do parque de caravanas, quando o tornado atingiu o restaurante danificando-o bastante e "arrastando" uma rapariga para fora do local, ficando esta com ferimentos ligeiro.

Outras pessoas relataram que estando na rua durante o evento tiveram que se refugiar em edifícios de forma a protegerem-se.

Uma das pessoas que inquiri afirmou que o tornado passou na Oficina Silcar em Silves e teve um prejuízo muito grande, "felizmente tínhamos seguro".

Segundo o comandante dos Bombeiros de Silves, o quartel de bombeiros sofreu vários danos provocados pela passagem do tornado, mais precisamente a queda de um portão que danificou uma ambulância. No total registaram-se 9 veículos danificados, 3 veículos de combate a incêndios e 6 ambulâncias danificadas.

O SMPCS também relatou que a Câmara Municipal de Silves onde se situa o gabinete da Protecção Civil, foi gravemente afectada pelo tornado.

Também inquiri uma senhora cuja casa sofreu danos bastante consideráveis e que recebeu de ajuda monetária cerca de 5.200 euros o que segundo a pessoa em questão, não cobriu nem metade dos danos. Neste caso tirei duas fotos, ver figuras 79 e 80, que demonstram os estragos na vedação da casa afectada, passado 4 anos, provocados pela passagem do tornado.

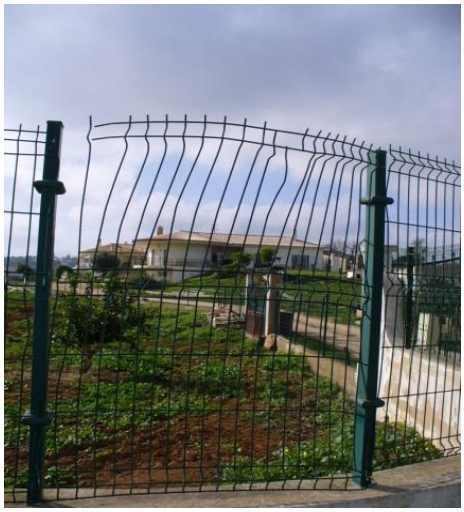


Figura 79- Foto tirada no dia 18-12-2015, Vedação parcialmente arrancada

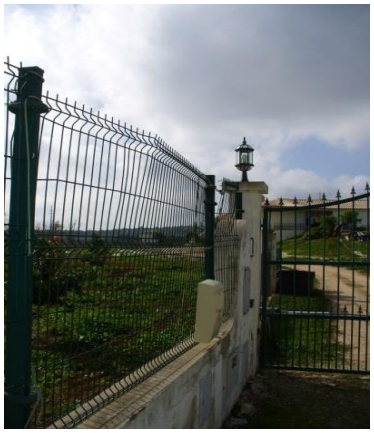


Figura 80- Foto tirada no dia 18-12-2015, Vedação retorcida pela força do tornado

8.5 Trajecto do tornado

O denominado tornado de Silves percorreu uma distância de 30,5 km por terra, a esta extensão acrescenta-se mais 7km sobre o mar, o que perfaz um total de 38 km. Foi possível estimar em alguns locais áreas com largura de danos de 100m e 300m. Este entrou em superfície terrestre a cerca de 1200m da praia do Carvoeiro e dissipou-se a nordeste de São Marcos da Serra, percorrendo os concelhos de Lagoa e Silves.

Foi possível estimar esta trajectória e distâncias percorridas, devido à identificação da posição da correspondente supercélula (SC) observada pelo radar de Loulé/Cavalos do Caldeirão.

Como se pode observar pela figura 81, temos os principais pontos de destruição que traçam a linha de passagem do tornado. Segundo o relatório do IPMA entre a sua entrada em terra e o ponto de dissipação, o tornado atingiu áreas de vivendas no ponto 1 e 2, a partir daí continuou a deslocação mantendo o rumo indicado e atravessou uma área essencialmente agrícola numa extensão de 3 km, após o que afectou a parte ocidental de Lagoa. Posteriormente afectou uma área pouco povoada numa extensão de mais 3 km, após o que começou a passagem pela cidade de Silves. Depois de Silves, dirigiu-se para nordeste provocando danos numa povoação a sul de São Marcos da Serra, ponto 5.

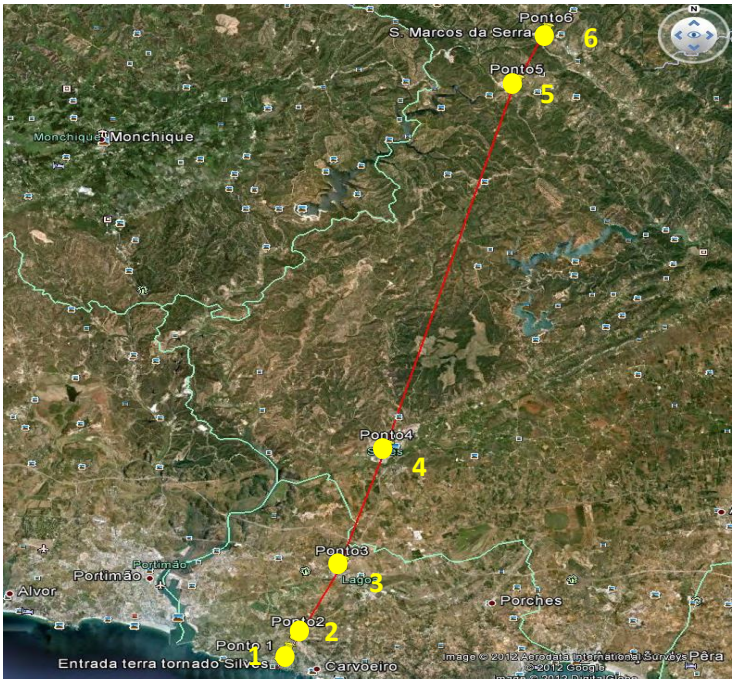


Figura 81- Trajecto de destruição do tornado de Silves

8.5.1 Trajecto e ocupação do solo

Certos estudos afirmam que a cobertura vegetal pode ser grande responsável pelo incremento de fenómenos como os tornados. Segundo Bertoni (2013), áreas com cobertura vegetal e agricultura irrigada apresentam um maior número de nuvens convectivas, diferente de outras regiões. E nas áreas de maior densidade de cobertura vegetal e relevos acidentados há um incremento no número de ocorrências de tempestades severas.

Segundo o estudo de Kellner et al (2013), áreas onde existem transições repentinas de ocupação do solo são mais propícias ao incremento de tornados. Por exemplo em áreas onde a paisagem muda de urbana para rural ou de floresta para quintas, há uma maior propensão à ocorrência de tempo severo. Também segundo Kellner et al (2013) a rugosidade do terreno e a mudança abrupta na altitude da superfície desempenha um papel importante na formação de fenómenos como os tornados.

Embora áreas de elevada densidade populacional possam aumentar o número de relatos de tornados, estes também ocorrem com frequência em zonas pouco populosas.

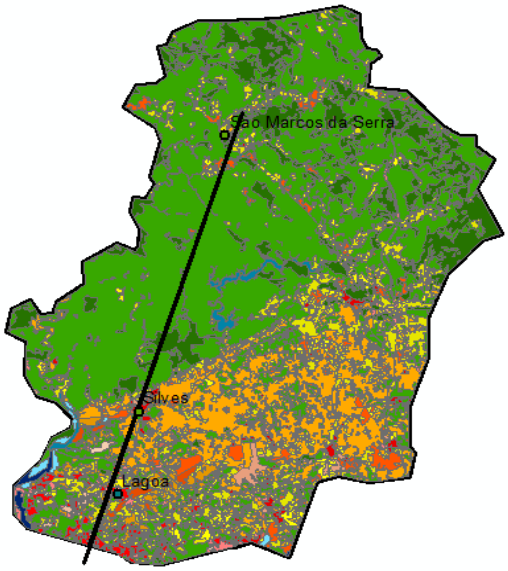


Figura 82- Trajecto do tornado e uso do solo

Ao observar a figura 82 verifica-se que o trajecto percorrido pelo tornado intersecta diferentes tipos de uso do solo. Calculando a percentagem de ocupação do solo que é intersectada pelo tornado, conclui-se que grande parte, 22%, pertence a florestas aberta e vegetação arbustiva e herbácea, ou seja inclui comunidades de herbáceas, sebes, coníferas anãs, matos, vegetação esclerófita, prados e florestas abertas, degradada ou em regeneração. De seguida com 17 % do total temos as culturas permanentes e as áreas agrícolas heterógenas.

Este tipo de uso do solo mais frequente corrobora com o estudo realizado por Bertoni (2013), neste caso áreas com cobertura vegetal e agricultura irrigada apresentam um maior número de nuvens convectivas, ou seja maior possibilidade de ocorrência de tempestades severas como os tornados.

Com a menor percentagem de ocupação do solo, 3%,, temos duas formas de uso do solo: a indústria, comercio e transportes, ou seja áreas principalmente ocupadas por estruturas relativas às actividades industriais, comerciais e de transportes, incluem-se também as zonas de exploração agro-industrial.

E também águas interiores, cursos de água e planos de água, naturais e artificiais, que incluem lagoas interiores naturais, charcas e reservatórios de barragens, de represas e açudes.

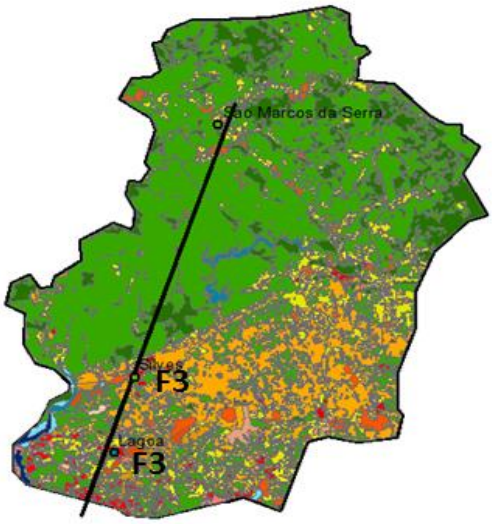


Figura 83- Trajecto do tornado e uso do solo/Intensidade

Cruzando a ocupação do solo com os pontos do trajecto de maior intensidade na escala de Fujita, verifica-se que é nos tecido urbanos de Lagoa e Silves que ocorre a intensidade F3. Isto pode ser explicado pelo maior número de danos registados neste tipo de áreas.

Segundo Mahieu (2011), a vulnerabilidade das cidades aos tornados aumenta em relação às áreas circundantes. A probabilidade de um tornado matar pessoas na cidade é superior à das regiões menos populosas.

Este estudo foca um aspecto interessante, os tornados tendem a provocar danos mais concentrados e menos significativos em áreas densamente edificadas, nomeadamente em zonas históricas das cidades. Em áreas urbanas mais recentes, que possivelmente têm mais espaços abertos, o comportamento do tornado é mais irregular e atinge as estruturas de forma mais abrangente. Isto significa que áreas urbanas de grande densidade estão menos expostas à destruição provocada pelos tornados do que avenidas amplas, ruas, praças e vários jardins públicos.

Esta afirmação aplica-se ao denominado tornado de Silves. Foi em áreas mais amplas como por exemplo no parque de caravanismo e espaços abertos, como o estádio de Silves que o tornado provocou mais danos e teve a sua principal trajectória. A zona histórica de ruas mais estreitas e bastante próxima da área atingida não sofreu quaisquer danos.

Neste caso aplica-se o facto de alguns estudos descreverem um tipo de uso do solo mais frequente em ocorrência de tornados, a ocupação do solo é relativamente significativa na formação, desenvolvimento e intensidade do tornado em questão.

8.5.2 Trajecto do tornado e relevo

Estudos nos Estados Unidos da América afirmam que existe uma clara interacção entre a formação e mudanças de intensidade dos tornados com a elevação do terreno. Segundo um estudo efectuado pela Universidade do Arkansas publicado em 2016, pode-se chegar a três diferentes conclusões sobre a interacção tornado-terreno:

- Os tornados provocam danos mais avultados quando sobem uma elevação do terreno, do que se estiverem a descer;

- Sempre que possível, os tornados tendem mais a subir grandes elevações do terreno do que descê-las;

- Quando uma certa região é cercada por montanhas, os tornados tendem a contornar ou a saltar sobre vales por baixo e/ou entre essas montanhas, e os danos ocorrem apenas no topo dessas montanhas ou colinas.

Como vimos anteriormente, segundo Kellner et al (2013) a rugosidade do terreno e a mudança abrupta na altitude da superfície são bastante importantes na formação e mudança de comportamento dos tornados.

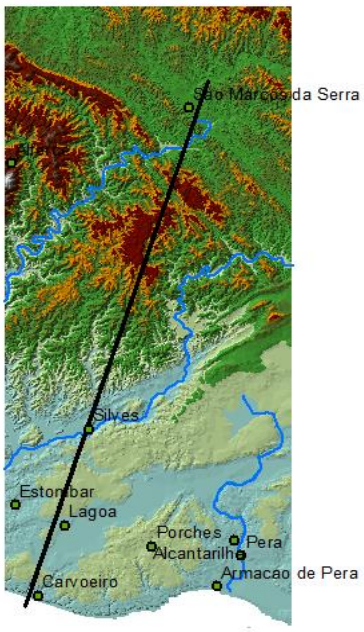


Figura 84- Trajecto do tornado e altimetria

Observando a altimetria da área de estudo verifica-se que as áreas de maior e menor altitude encontram-se relativamente dispersas, embora haja um claro aumento de altitude da orla costeira para o interior da região. Verificando o trajecto do tornado sobre o relevo da região, pode-se afirmar que este passou por diferentes altitudes, sendo que a maior percentagem situou-se nos 50, 150 e 190 metros de altitude, com 5% do total, logo seguida pelos 160, 170 e 180 metros de altitude com percentagem de 4%. Isto demonstra que altitude na área em estudo é medianamente elevada.

Por outro lado temos as menores percentagens situadas entre os 0 e 1%, nos 300 e 320 metros e nos 0, 10 e 20 metros. Isto indica que as altitudes mais elevadas, assim como as muito baixas, são pouco frequentes.

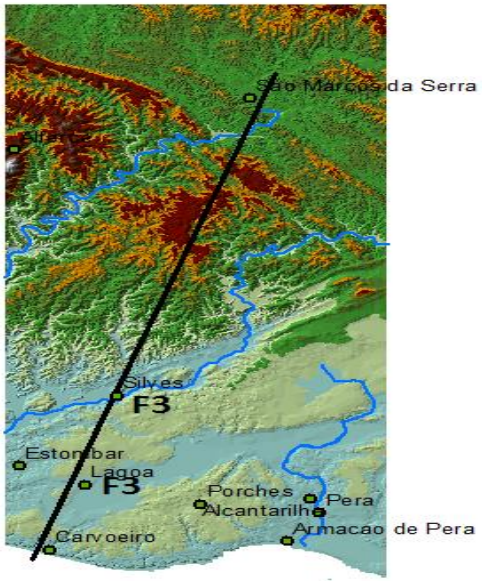


Figura 85- Interacção intensidade/relevo no trajecto do tornado

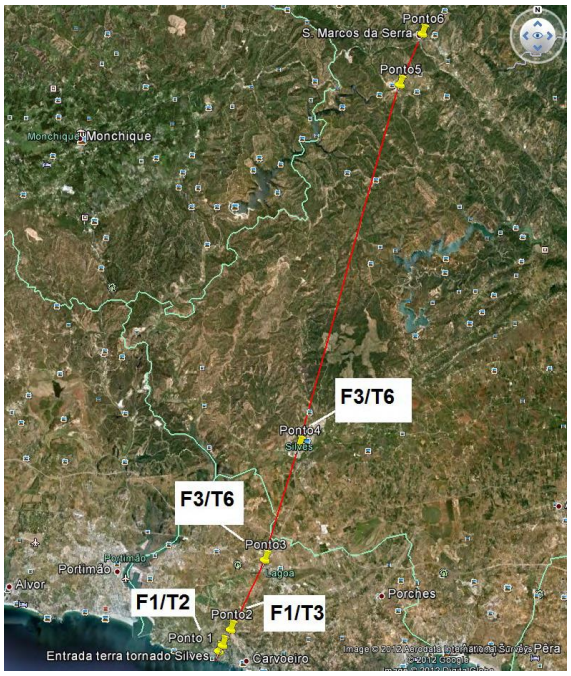


Figura 86- Interacção intensidade/relevo no trajecto do tornado, imagem Google earth IPMA

Cruzando o trajecto do tornado com o relevo atravessado e com as diferentes intensidades registadas ao longo do trajecto, figuras 85 e 86, verifica-se que os pontos de menor intensidade (F1) encontram-se na orla costeira, região de menor altitude.

Os pontos de maior intensidade (F3), situam-se em áreas onde o terreno tende a subir ou seja altitudes maiores, o tornado ganha maior intensidade e impacto logo apos elevações do terreno.

Isto confirma o estudo elaborado pela Universidade do Arkansas, o qual afirma que os tornados provocam danos mais avultados quando sobem uma elevação do terreno, do que se tiverem a descer e que os maiores danos situam-se em áreas mais elevadas.

Capítulo 9

Percepção do Risco- Inquéritos - Análise de Resultados

A realização dos inquéritos à população da área de estudo pretende avaliar qual a percepção do risco e quais os conhecimentos da população face a processos perigosos como os tornados, e mais precisamente, sobre o denominado tornado de Silves.

Os inquéritos tiveram como base de estudo os residentes dos concelhos de Silves e Lagoa. Visto que não foi possível estudar toda a população, foi recolhida uma amostra de 179 pessoas, representativa do total da população, residente nos concelhos de Silves e Lagoa no Algarve.

Os procedimentos metodológicos consistem em duas partes: primeiramente numa análise de dados/estatística descritiva, que se debruça sobre a caracterização da amostra, através da análise de gráficos.

Depois irei proceder à Inferência Estatística, que procura retirar conclusões para a população em geral, com base na análise dos resultados obtidos para um ou mais subconjuntos ou amostras. As inferências são feitas através de intervalos de confiança e neste caso de testes estatísticos paramétricos e não paramétricos, aplicados a amostras.

Para o tratamento estatístico dos dados foram utilizados os programas Microsoft Excel, do Office 2010, o programa Google Drive e o programa S.P.S.S., versão 18. Relativamente ao tratamento dos dados, utilizaram-se de acordo com a adequação, as seguintes operações: análise descritiva dos dados com medidas de tendência central e medidas de dispersão. De modo a aferir a existência de associação entre as variáveis estudadas, foram efectuados dois testes não paramétricos, o teste do Qui-quadrado e o teste de Fisher, sendo considerado um nível de confiança de 95%, ou seja, $P \leq 0.05$.

Na escolha e construção de instrumentos de recolha de dados e informação foi utilizado o método correspondente, como aqui já foi citado, ao inquérito. No entanto utilizei duas formas de recolha da amostra, mais precisamente através da inquirição presencial, *in loco*, com uma amostra de 56 indivíduos e outro processo através dos inquéritos *online* resultando numa amostra de 123 indivíduos. Na análise iriei demonstrar quais as diferenças entre esses dois métodos, em certas variáveis.

9.1 Caracterização da Amostra

9.1.1 Sexo

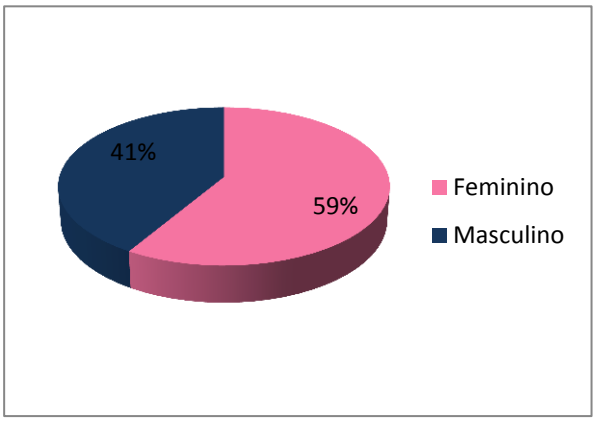


Figura 87- Sexo dos inquiridos

Do total de indivíduos inquiridos a maioria pertence ao sexo feminino com 59%, com quase 20% de diferença face ao sexo masculino o número de mulheres é claramente superior. Isto pode ser explicado pelo facto de quer no concelho de Silves, quer em Lagoa, o número de população feminina residente ser superior ao dos homens.

9.1.2 Idade

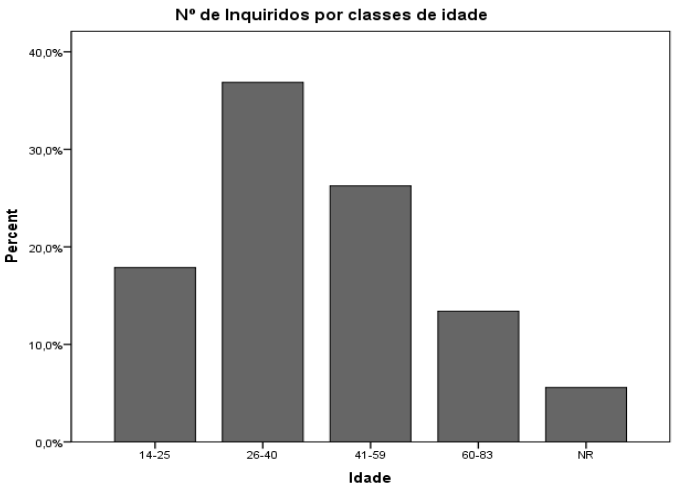


Figura 88- Nº de inquiridos por classes de idade

O gráfico encontra-se subdividido em 5 categorias, os jovens (dos 14 aos 25 anos), os jovens/adultos (dos 26 aos 40 anos), os adultos (dos 41 aos 59 anos), os seniores (dos 60 aos 83 anos) e os que não responderam (NR). Do total da amostra grande percentagem dos indivíduos pertence à classe de idade compreendida entre os 26 e os 40 anos, ou seja jovens/adultos. A menor percentagem de indivíduos pertence à classe dos seniores.

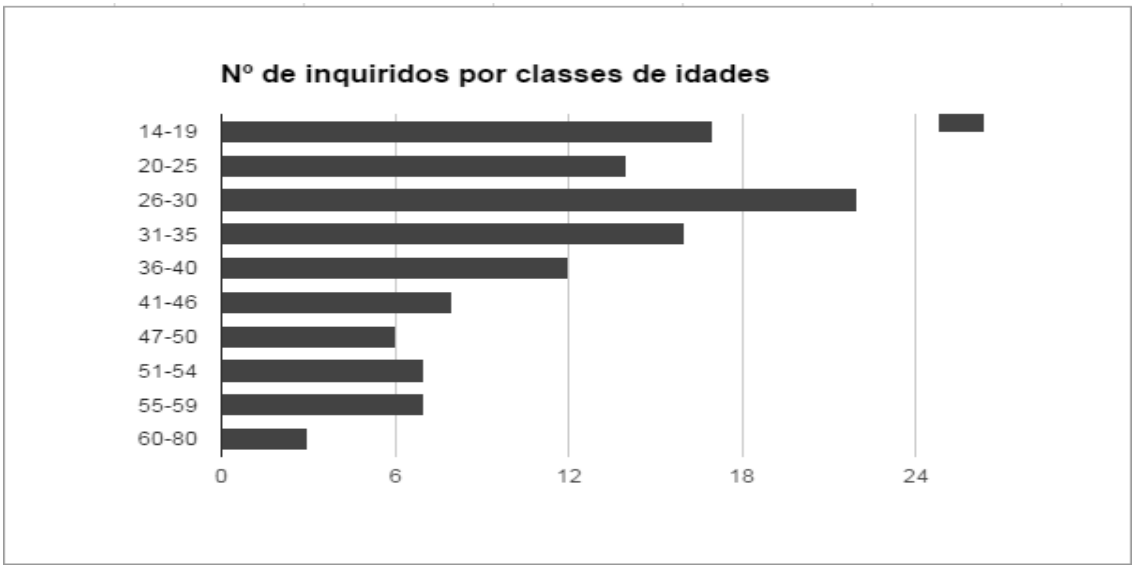


Figura 89- Nº de inquiridos *online* por classes de idade

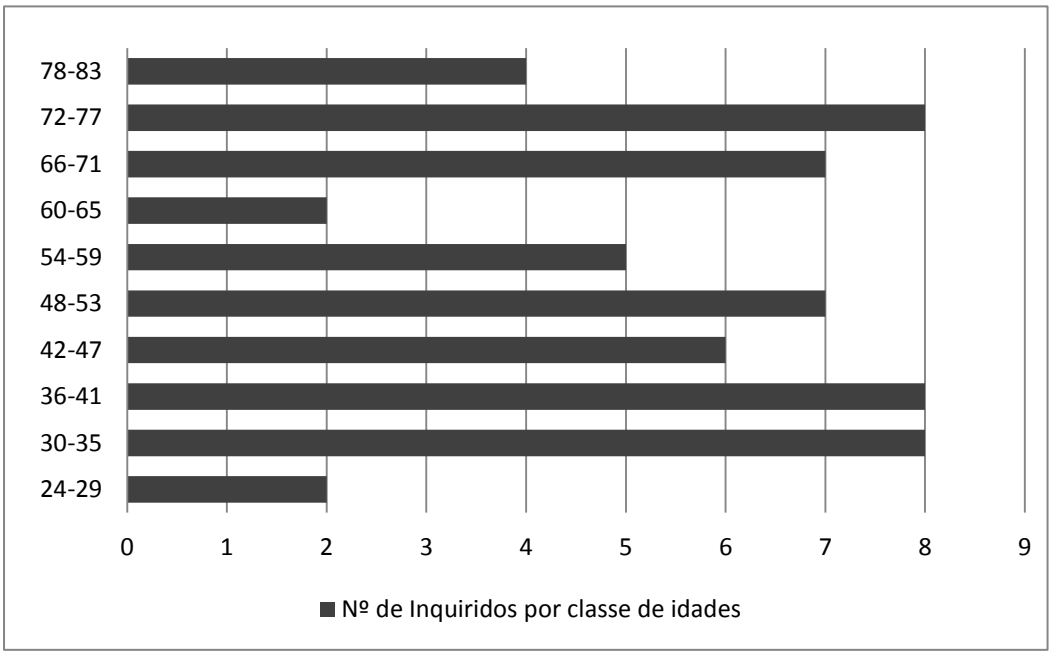


Figura 90- Nº de inquiridos no local por classes de idade

Analisando os dois gráficos podemos afirmar que nos inquéritos *online* a classe de idade mais jovem têm um maior número de inquiridos face aos inquéritos realizados no local. Isto justifica a percentagem de jovens entre os 14 e os 25 anos no total da amostra. Enquanto nos inquéritos online o número de inquiridos são claramente mais jovens, no inquérito local ocorre uma maior variação das idades dos indivíduos.

Quadro 13- Medidas de tendência central Idade

Statistics

Idade

N	Valid	169
	Missing	10
Mean		40,66
Median		37,00
Mode		35
Sum		6871

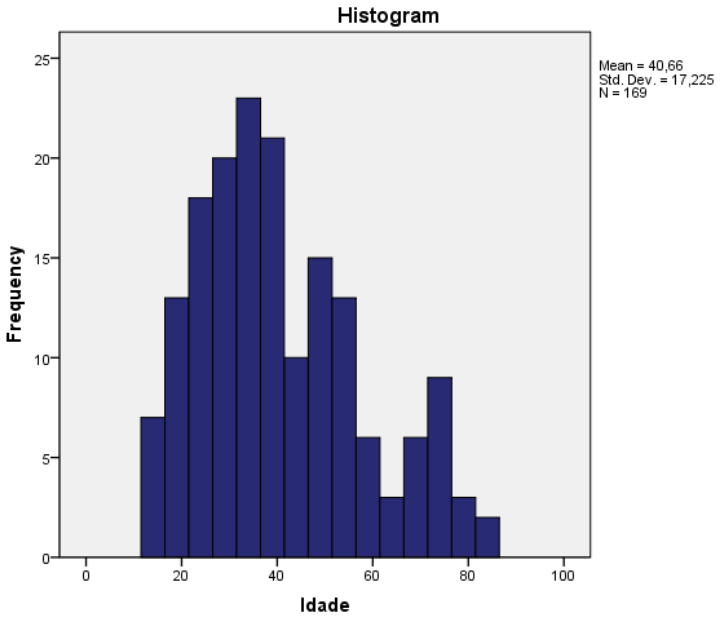


Figura 91- Histograma das idades

Ao analisar as medidas de tendência central, relativamente à variável Idade, verifica-se que a mediana de idades corresponde ao valor 37, ou seja este é o valor que ocupa a posição central na sucessão das observações e que divide a distribuição em duas partes iguais, não sendo afectado por valores extremos.

Verifica-se igualmente que o valor da moda corresponde a 35, ou seja é o valor mais frequente na distribuição, este depende apenas da frequência das observações não sendo afectado por valores extremos. Por isso significa que a idade dos inquiridos mais frequente é os 35 anos.

Quanto à média aritmética apresenta o valor arredondado de 41, com desvio padrão de 17.

O desvio padrão é uma medida de dispersão que mostra o quanto de variação ou "dispersão" existe em relação à média. Um baixo desvio padrão indica que os dados tendem a estar próximos da média; um desvio padrão alto indica que os dados estão espalhados por uma gama de valores.

De forma a melhor calcular a homogeneidade/heterogeneidade dos dados calcula-se o coeficiente de variação (CV), ou seja quando:

CV $\leq$ 20 % = trata-se de amostra homogénea

CV > 20% = trata-se de amostra heterogénea.

(1) Coeficiente de variação $= \frac{\text{desvio padrão}}{\text{média}}$ x 100 $\Rightarrow$ $CV = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}}$ x 100

$\Rightarrow CV = \frac{17}{41}$ x 100 $\Rightarrow$ CV = 41,4

Neste caso o coeficiente de variação, 41,4 é superior a 20% logo os dados são heterogéneos, ou seja quanto maior o valor do coeficiente de variação, maior é a dispersão dos valores do conjunto. Confirma-se pelo Histograma que assim é, embora haja uma maior concentração de dados entre os 25 e os 40 anos, as idades são significativamente variadas.

9.1.3 Estado Civil

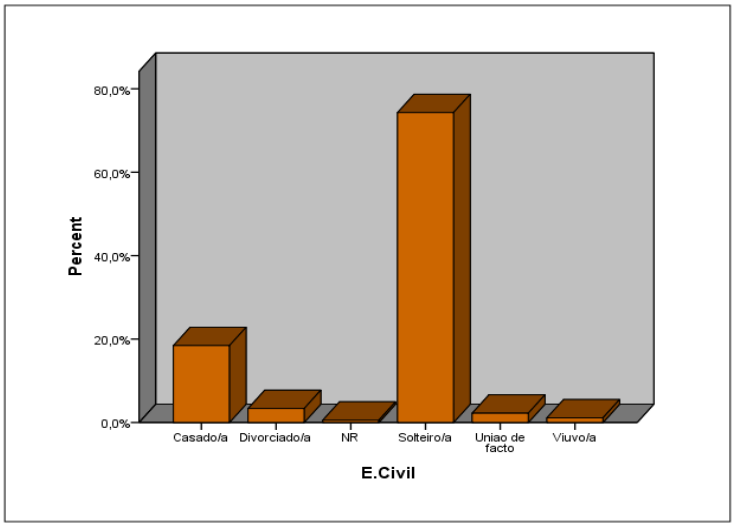


Figura 92- Estado civil dos inquiridos

No total do conjunto da amostra o estado civil predominante é claramente a categoria dos solteiros, com 74 % do total. Seguida com uma grande diferença de percentagem, pela categoria dos casados 18%. A categoria dos viúvos registou apenas 1% de respostas.

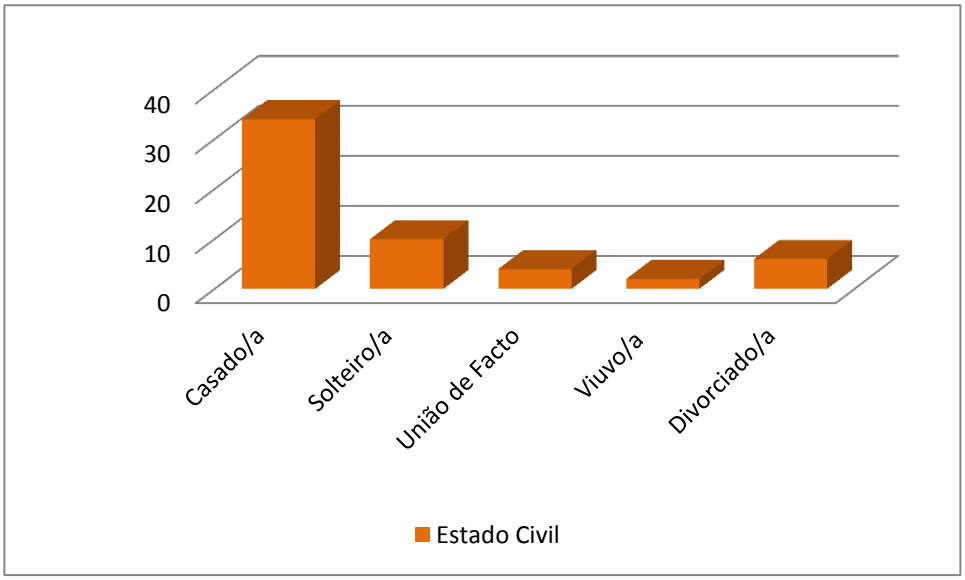


Figura 93- Estado civil dos inquiridos no local

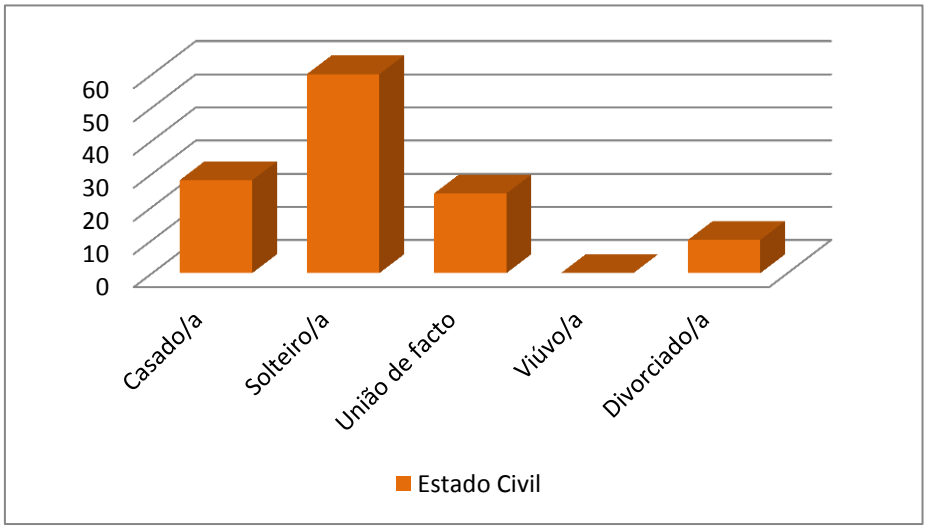


Figura 94- Estado civil dos inquiridos *online*

Analisando as diferenças entre inquéritos *online* e no local, verifica-se que a categoria dos solteiros deve a sua grande percentagem aos inquéritos online. Quanto aos inquéritos no local a categoria dos casados tem uma clara percentagem superior face às outras. A justificação encontra-se no facto da população mais jovem aderir com maior facilidade aos inquéritos *online*, enquanto no local a maior parte dos inquiridos pertence a categorias mais adultas e seniores, pode-se verificar isso nos gráficos da Idade.

9.1.4 Nacionalidade

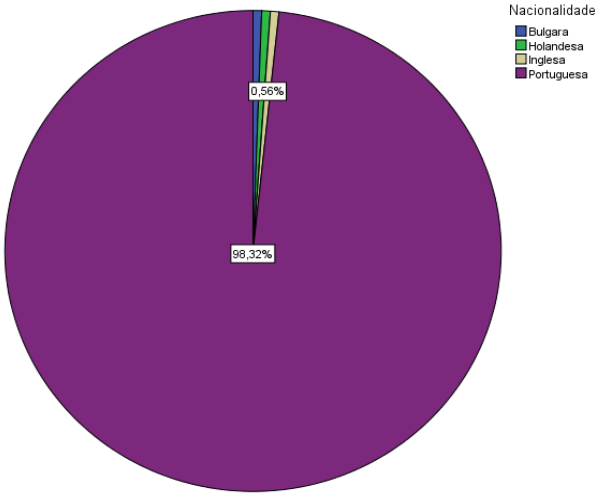


Figura 95- Nacionalidade dos inquiridos

Grande percentagem dos inquiridos é de nacionalidade portuguesa, 98% do total da amostra, as restantes nacionalidades apresentam um grau de heterogeneidade elevado, com três nacionalidades distintas. Embora algumas pessoas de nacionalidade estrangeira tenham assistido ou mesmo sido atingidos pelo tornado, o facto de não residirem na região impossibilitou a realização do inquérito aos mesmos, o que justifica o gráfico acima representado.

9.1.5 Habilitações Literárias

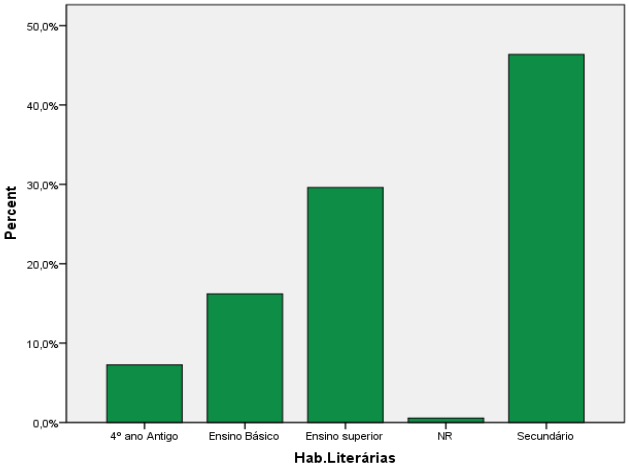


Figura 96- Habilitações literárias dos inquiridos

O gráfico do grau de habilitações demonstra que grande parte dos inquiridos apresenta um nível de escolaridade superior ao da média nacional, com grande percentagem no ensino Secundário seguida pelo Ensino superior. Neste caso não será necessário fazer a distinção entre inquéritos *online* e no local visto que ambos apresentam percentagens semelhantes ao total da amostra.

Estes resultados poderão querer dizer que existe a possibilidade de os inquiridos possuírem um maior conhecimento e percepção sobre o fenómeno, no entanto esta percepção irá ser desmentida ou não mais à frente.

9.1.6 Situação Profissional

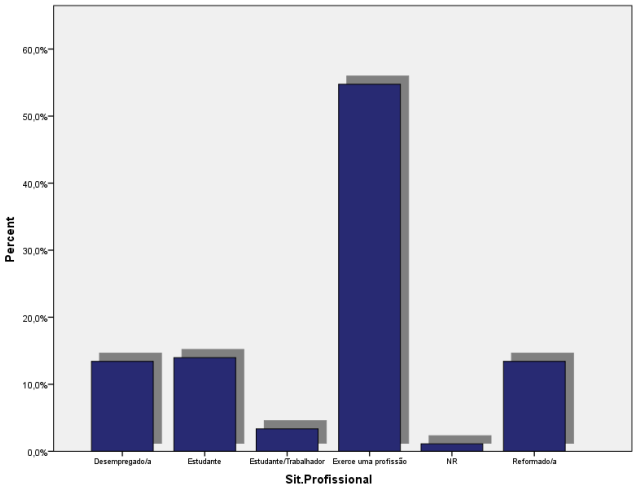


Figura 97- Situação profissional dos inquiridos

Quanto às condições perante o trabalho pode-se afirmar que a maior e mais significativa percentagem de inquiridos exerce uma profissão, mais de 50% do total da amostra. Próximos uns dos outros encontram-se as categorias dos Desempregados, Estudantes e Reformados, com percentagens a rondar os 15%.

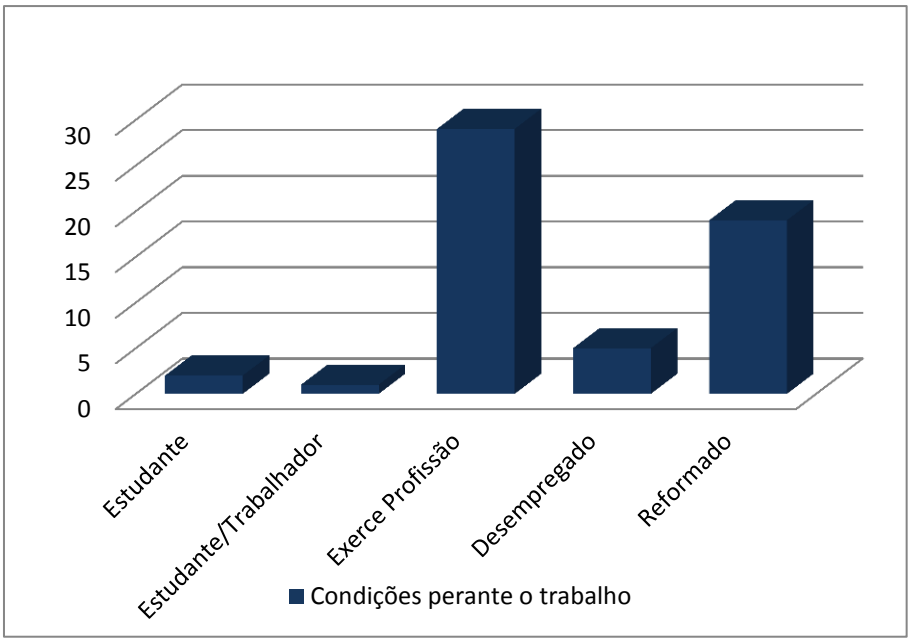


Figura 98- Situação profissional dos inquiridos no local

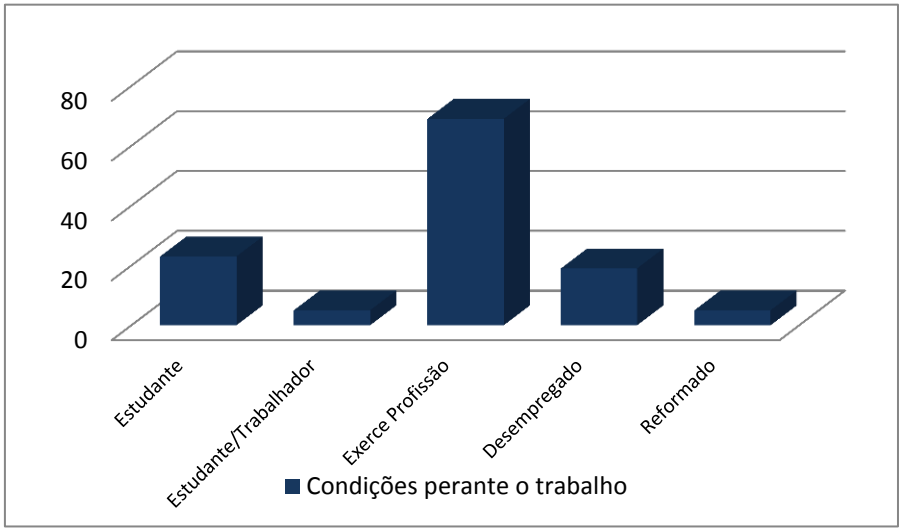


Figura 99- Situação profissional dos inquiridos *online*

Analisando os gráficos acima representados pode-se afirmar que a grande percentagem de inquiridos que exerce uma profissão é idêntica nos dois casos. No entanto há a sublinhar que a categoria dos reformados apresenta diferentes características nas duas formas de realizar os inquéritos. Nos inquéritos no local existe uma percentagem bastante significativa de reformados enquanto pelo método *online* a percentagem de reformados é mínima. O que se justifica mais uma vez pelas diferentes características da variável Idade.

9.1.7 Profissão

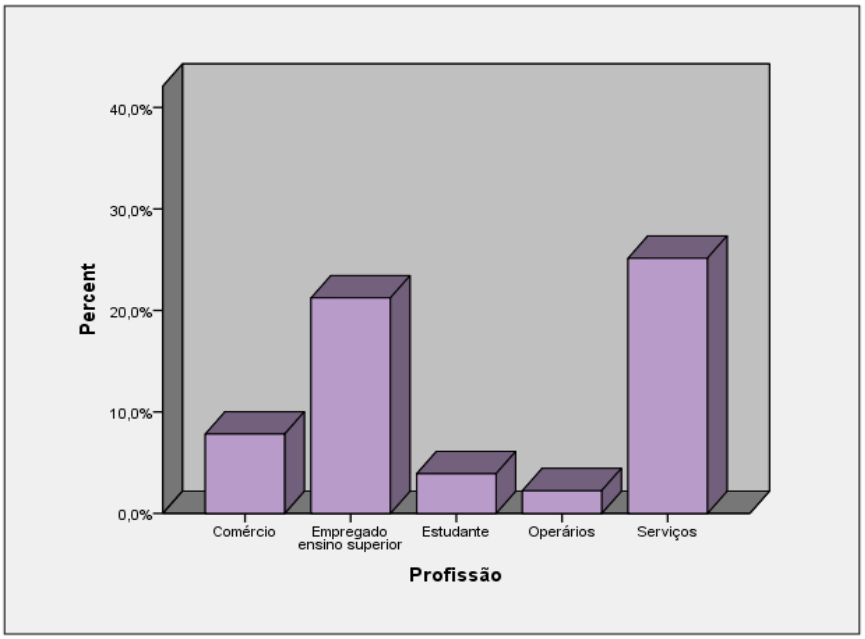


Figura 100- Profissão dos inquiridos

Dos indivíduos que exercem uma profissão a maior parte pertence aos serviços, o que corresponde à grande percentagem de população portuguesa empregada nesse sector. São seguidos, com uma percentagem significativa, pelos empregados de ensino superior, o que confirma as habilitações literárias acima da média dos inquiridos.

9.1.8 Agregado familiar

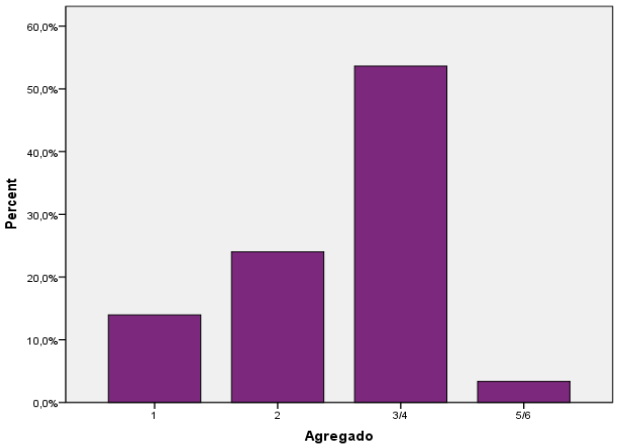


Figura 101- Agregado familiar dos inquiridos

O gráfico do agregado familiar encontra-se subdividido em 4 categorias, as famílias de apenas um elemento (1), as famílias pouco numerosas (2), as famílias medianas (3/4) e as famílias numerosas (5/6).

Verifica-se que grande percentagem da amostra pertence às famílias medianas com 53% do total. As famílias numerosas apresentam a menor percentagem. O que corresponde à média nacional no que diz respeito às características das famílias portuguesas.

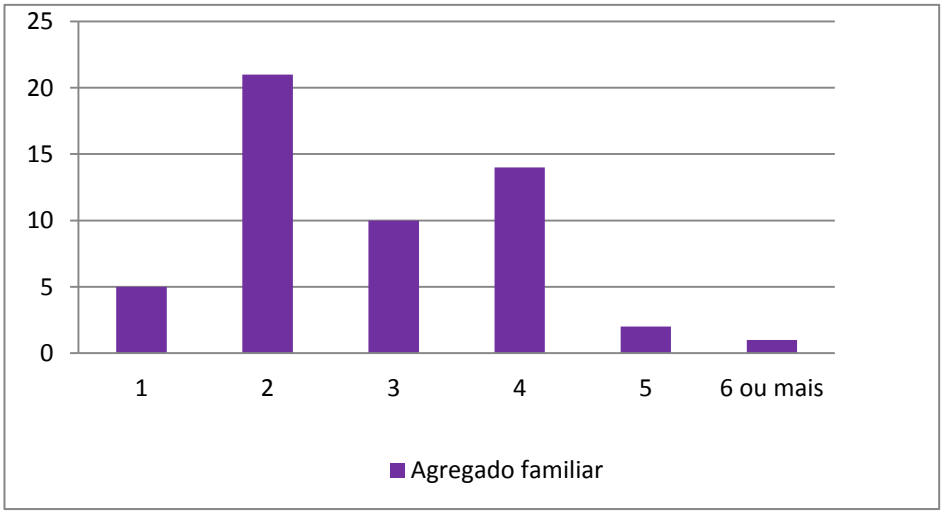


Figura 102- Agregado familiar dos inquiridos no local

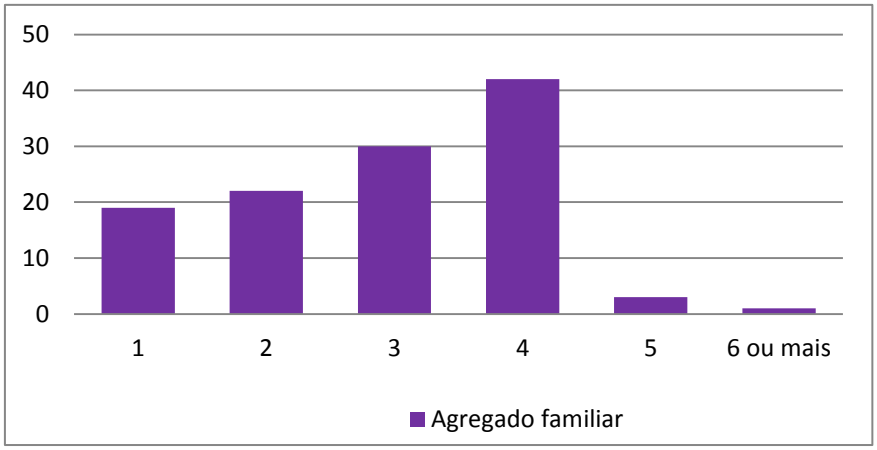


Figura 103- Agregado familiar dos inquiridos *online*

Quanto ao inquérito com método *online* pode-se ver que corresponde ao gráfico do total da amostra, com grande parte da fatia a pertencer às famílias de 3 e 4 elementos. No entanto a maior diferença encontra-se no gráfico dos inquéritos no local, uma vez que a maior percentagem corresponde a famílias de 2 elementos. O facto das famílias pouco numerosos terem uma maior frequência neste caso, deve-se mais uma vez às idades dos inquiridos, que diferem nos dois métodos.

Quadro 14- Medidas de tendência central Agregado familiar

Statistics

Agregado

N	Valid	170
	Missing	9
Mean		2,86
Median		3,00
Mode		4
Std. Deviation		1,153

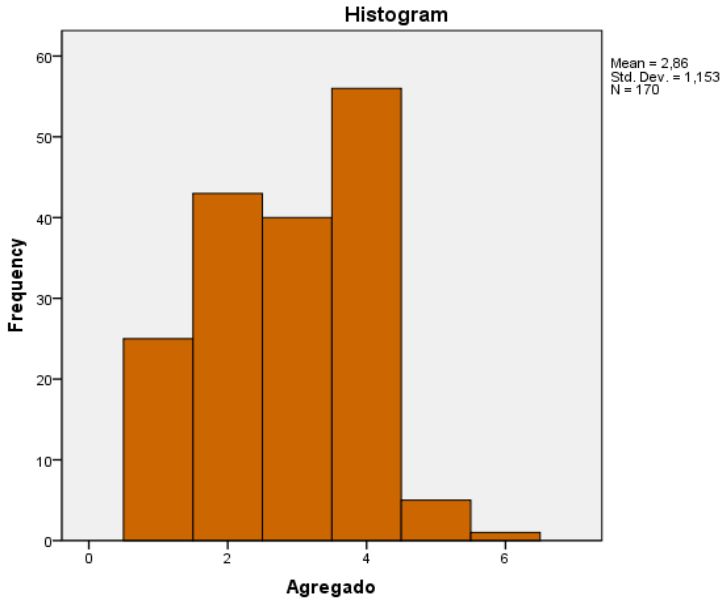


Figura 104- Histograma do agregado familiar

Analisando as medidas de tendência central associadas à variável agregado familiar, verifica-se que a mediana se situa no valor 3, podemos ver pelo histograma que assim é, o valor 3 ocupa a posição central na distribuição dos dados. Quanto à moda esta apresenta o valor 4, ou seja aquele valor mais frequente no conjunto de dados, o que contribui para a grande percentagem de famílias medianas no total da amostra. Quanto à média aritmética situa-se no valor 2,8 e apresenta um desvio padrão com valor arredondado de 1.

De forma a melhor calcular a homogeneidade/heterogeneidade dos dados calcula-se o coeficiente de variação (CV), ou seja:

(2) Coeficiente de variação $= \frac{\text{desvio padrão}}{\text{média}}$ x 100 $\Rightarrow$ $CV = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}}$ x 100

$\Rightarrow CV = \frac{1}{2,8}$ x 100 $\Rightarrow$ CV = 35,7

Neste caso o coeficiente de variação apresenta o valor arredondado de 36, visto que o CV > 20 existe uma heterogeneidade na distribuição dos dados. Confirma-se pelo histograma que os valores do agregado familiar são variados.

9.1.9 Local de Residência

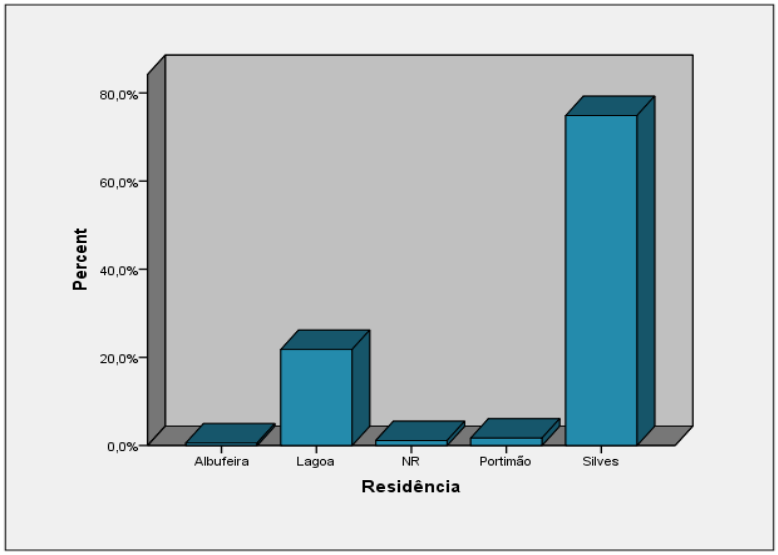


Figura 105- Local de residência, por concelhos, dos inquiridos

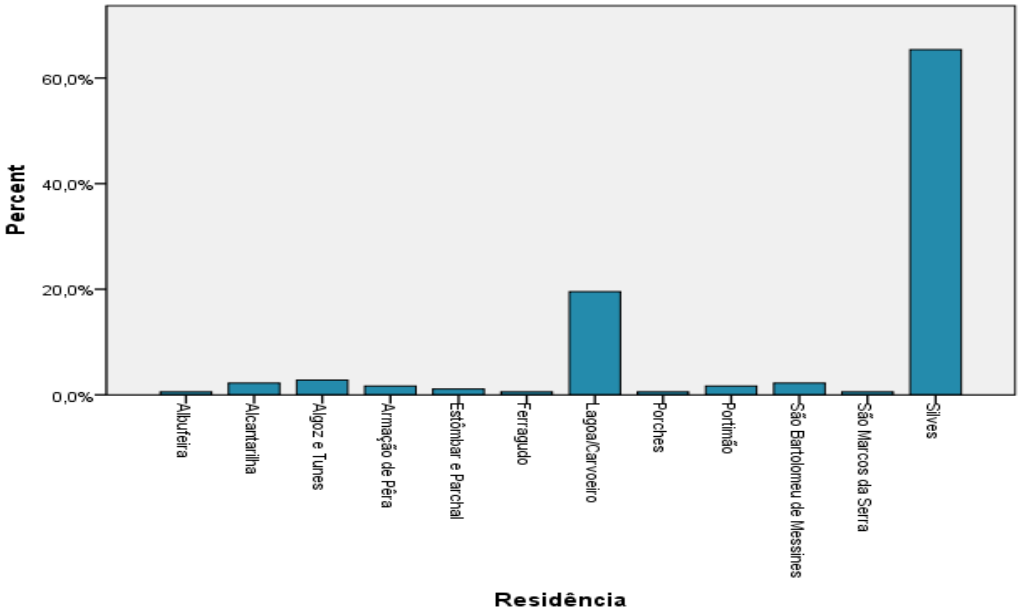


Figura 106- Local de residência, por freguesia, dos inquiridos

Ao analisar os dois gráficos acima representados verifica-se que é claramente o concelho de Silves a apresentar a grande percentagem de indivíduos que responderam ao inquérito. Segue-se o concelho de Lagoa, mas com uma diferença bastante significativa. Surgem com percentagens idênticas, os concelhos de Albufeira e Portimão, no entanto com valores mínimos.

No gráfico das freguesias pode-se ver que existe uma variedade significativa de diferentes localidades, no entanto Silves continua a ser predominante. Isto pode-se justificar pelo maior número de inquéritos no local efectuados em Silves, mas também pelo maior impacto do tornado na própria cidade de Silves. Os indivíduos que aparecem como residentes nos concelhos de Albufeira e Portimão, concelhos não afectados pelo tornado, são possivelmente trabalhadores ou visitantes que se encontravam presentes durante a ocorrência do tornado.

9.2 Análise Inferencial

Na estatística inferencial pretende-se verificar qual a associação entre variáveis e estabelecer relações entre essas variáveis. Essa associação pode ser positiva (se uma variável aumenta a outra também) negativa (se uma variável aumenta a outra diminui) ou nula (as duas variáveis não têm relação).

De forma a testar estas hipóteses utilizam-se testes paramétricos, cujas variáveis são maioritariamente quantitativas. Quando não estão reunidas as condições de aplicabilidade para os testes paramétricos utilizam-se os não paramétricos. Neste caso as variáveis são qualitativas.

Como procedimento metodológico utilizei o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis quantitativas existentes, de maneira a calcular a correlação linear existente ou não.

Para as variáveis qualitativas utilizei o teste do Qui-quadrado e como alternativa a este, o teste de Fisher, tendo sido consideradas e referidas as relações com um nível de confiança de 95%, ou seja, $P \leq 0.05$.

9.2.1 Relações entre variáveis quantitativas

De forma a avaliar a correlação linear entre variáveis quantitativas, usei o coeficiente de correlação de Pearson. Este coeficiente assume valores apenas entre 1 e -1, quando as variáveis são positivamente correlacionadas, ou seja de correlação perfeita, o coeficiente de correlação será igual a 1. Quando as variáveis são negativamente correlacionadas, o coeficiente de correlação será igual a -1, neste caso a correlação será perfeita.

Quando o coeficiente de correlação é igual a 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra, não estão correlacionadas.

Quadro 15- Correlação entre variáveis

Correlations

		Idade	Agregado	D.Habitação	D.Veículos	D.Infra	Imp.Turismo	Poss.Atingido
Idade	Pearson Correlation	1	-,157*	,123	,042	,091	-,001	,048
	Sig. (2-tailed)		,048	,112	,583	,242	,988	,540
	N	169	160	169	169	169	169	168
Agregado	Pearson Correlation	-,157*	1	,059	-,029	,008	,028	-,012
	Sig. (2-tailed)	,048		,441	,703	,921	,720	,872
	N	160	170	170	170	170	170	169
D.Habitação	Pearson Correlation	,123	,059	1	,558**	,584**	,266**	,159*
	Sig. (2-tailed)	,112	,441		,000	,000	,000	,034
	N	169	170	179	179	179	179	178
D.Veículos	Pearson Correlation	,042	-,029	,558**	1	,557**	,375**	,141
	Sig. (2-tailed)	,583	,703	,000		,000	,000	,060
	N	169	170	179	179	179	179	178
D.Infra	Pearson Correlation	,091	,008	,584**	,557**	1	,371**	,241**
	Sig. (2-tailed)	,242	,921	,000	,000		,000	,001
	N	169	170	179	179	179	179	178
Imp.Turismo	Pearson Correlation	-,001	,028	,266**	,375**	,371**	1	,253**
	Sig. (2-tailed)	,988	,720	,000	,000	,000		,001
	N	169	170	179	179	179	179	178
Poss.Atingido	Pearson Correlation	,048	-,012	,159*	,141	,241**	,253**	1
	Sig. (2-tailed)	,540	,872	,034	,060	,001	,001	
	N	168	169	178	178	178	178	178

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Observando o quadro 15 verifica-se que nem todas as variáveis apresentam correlação linear entre si. No entanto podemos ressaltar algumas variáveis cuja correlação é estatisticamente significativa (assinaladas a preto no quadro 15). Embora exista correlação entre os elementos de percepção assinalados, estes não podem ser correlacionados (justificados) com significância estatística.

De seguida irei analisar, mais pormenorizadamente, as respostas dos inquiridos face às variáveis quantitativas acima referidas.

9.2.1.1 Danos em habitações

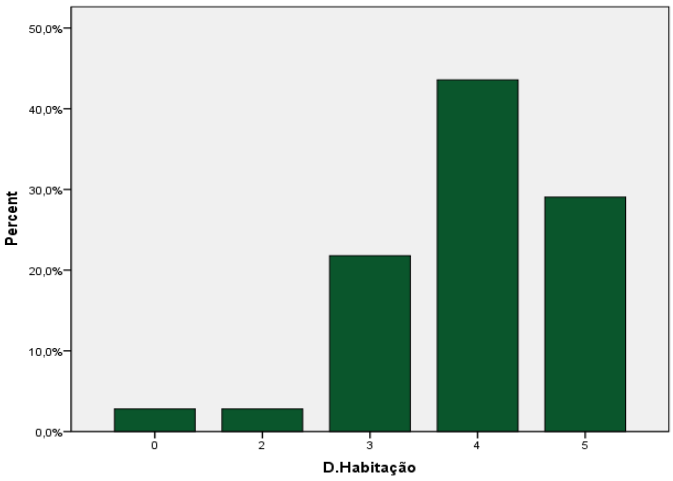


Figura 107- Danos em habitações

A maior parte dos indivíduos inquiridos (43%) respondeu que os danos em habitações verificados foi elevado, seguido por danos muito elevados com 29% de respostas. Isto possivelmente deve-se à grande percentagem de pessoas inquiridas terem sofrido danos nas suas habitações, e/ou terem assistido a danos no edificado durante a passagem do tornado.

9.2.1.2 Danos em veículos

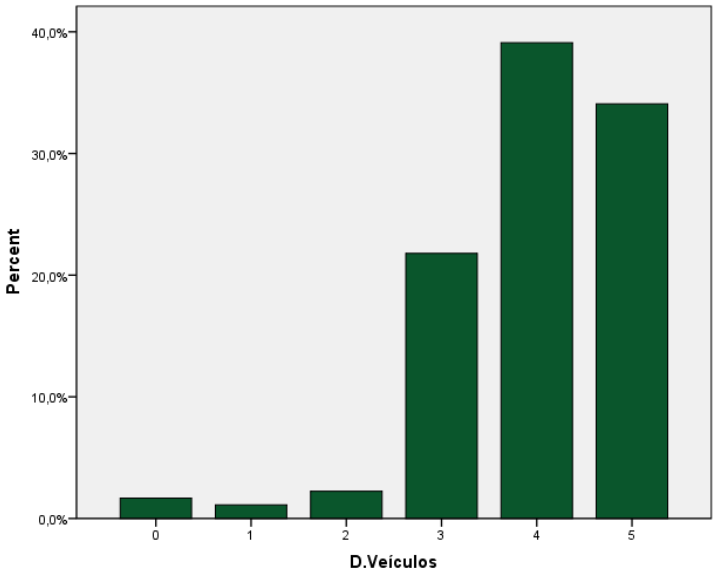


Figura 108- Danos em veículos

Com 39% de percentagem, os inquiridos responderam que os danos nos veículos foram elevados, logo seguido pelo muito elevado com 34% de respostas. Mais uma vez isto deve-se à percepção dos indivíduos face aos dano que sofreram pessoalmente.

9.2.1.3 Danos em infra-estruturas

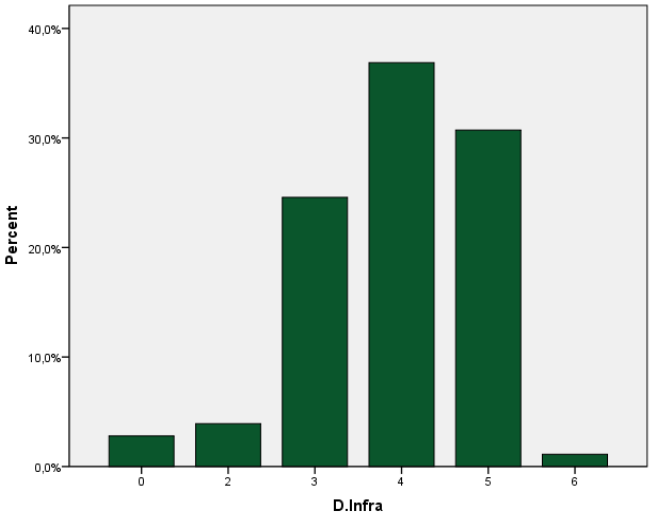


Figura 109- Danos em infra-estruturas

Nos danos nas infra-estruturas verifica-se novamente que grande parte da amostra respondeu elevado seguido pelo muito elevado, aqueles que responderam médio também é significativo. Neste caso as respostas são semelhantes à figura anterior (danos em habitações), visto que muitas pessoas assumem que as habitações fazem parte das infra-estruturas.

9.2.1.4 Acidentes pessoais

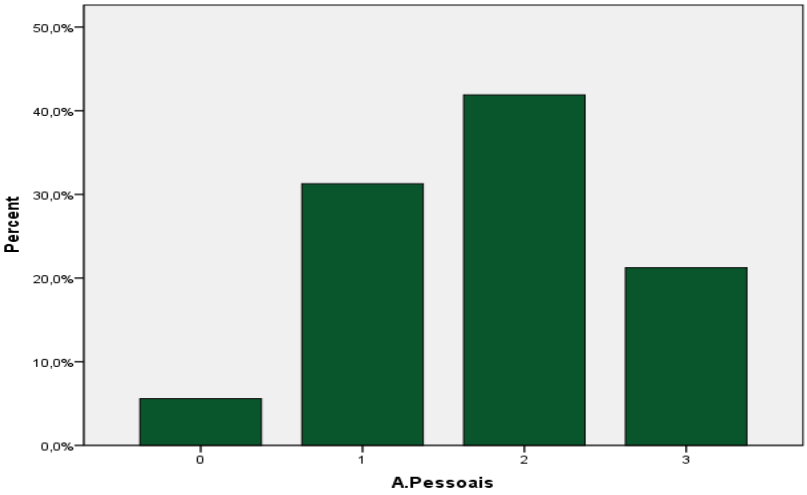


Figura 110- Acidentes pessoais

Os acidentes pessoais, ou seja ferimentos e/ou prejuízos materiais que as pessoas sofreram, tiveram grande parte das repostas (42%) considerados como graves. Foram seguidos pela resposta ligeiros com 31%. A resposta muito grave também foi significativa com 21% do total de respostas.

Tais percentagens demonstram uma distribuição heterogénea das respostas face a esta variável, o que significa que existe uma percepção pouco concreta em relação aos acidentes pessoais sofridos.

9.2.1.5 Impacto no turismo

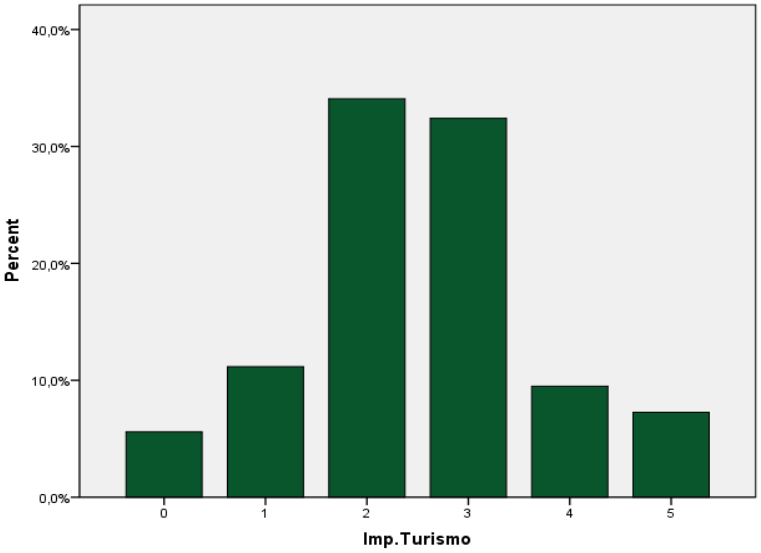


Figura 111- Impacto no turismo

Grande percentagem dos inquiridos responderam pouco (34%) e médio (32%), poucos foram aqueles que responderam elevado ou muito elevado. Neste caso a percepção dos inquiridos aponta para um impacto pouco significativo do tornado no sector do turismo. O que se veio a confirmar pela maior parte dos relatos da população.

9.2.1.6 Possibilidade de ser atingido

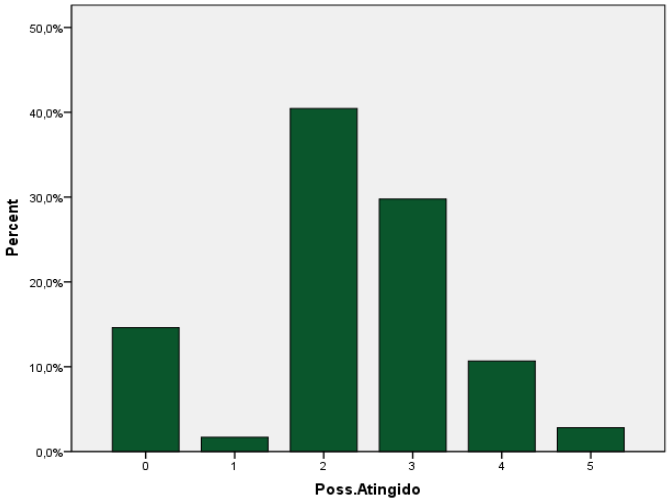


Figura 112- Possibilidade de ser atingido por um tornado

Quanto à possibilidade de ser atingido por um fenómeno como um tornado, grande parte da amostra respondeu que é pouca (40%). Também é de ressaltar que houve uma percentagem significativa de pessoas que responderam, não sabe (14%). Isto demonstra, por um lado, que as pessoas têm a percepção de que os tornados são fenómenos raros. No entanto é igualmente notório que existe uma falta de conhecimento em relação a este aspecto mais científico do inquérito.

9.2.2 Relações entre variáveis qualitativas

De forma a verificar se existe ou não associação entre as variáveis foi utilizado o teste qui-quadrado e como alternativa o teste exacto de Fisher.

Este teste tem duas hipóteses:

H0 (hipótese nula) – as variáveis são independentes, não existe associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

H1- as variáveis são dependentes, existe associação estatisticamente significativa entre as duas variáveis.

No entanto este teste só pode ser aplicado com rigor quando se verificam certas condições. Este teste não deve ser utilizado se mais do que 20% das frequências esperadas sob a hipótese da independência forem inferiores a 5 ou se alguma delas for igual a 0.

Assim utiliza-se o teste exacto de Fisher o qual deve assumir um p-value ≤ 0.05

As variáveis que de seguida irei estudar rejeitam a hipótese nula, ou seja apresentam relação entre si. De seguida irei demonstrar como foram seleccionadas as variáveis que se podem cruzar, neste caso apenas alguns cruzamentos têm significância estatística.

9.2.2.1 Relação entre variáveis com significância estatística

Quadro 16- Teste do qui-quadrado e de Fisher

Idade	**Conhecimento**	**Como_conhecimento**	**Atingido**	**Ajuda_monetária**	**Procedimentos**	**Equipamentos**
Pearson Chi Square	45,136[a]	31,403[a]	30,303[a]	26,003[a]	15,638[a]	9,954[a]
Fisher's Exact Test-Exact Sig.	0,000	0,023	0,000	0,002	0,021	0,039
a	10 cells(66,7%) have expected count less than 5.	13 cells(65 %) have expected count less than 5.	6 cells(40%) have expected count less than 5.	5 cells(33,3%) have expected count less than 5.	6 cells(40%) have expected count less than 5.	1 cells (10%) have expected count less than 5.
Estado Civil						
Pearson Chi Square			30,900[a]	35,133[a]		
Fisher's Exact Test-Exact Sig.			0,000	0,000		
a			14 cells(77,8%) have expected count less than 5.	13 cells(72,2%) have expected count less than 5.		
Situação Profissional						
Pearson Chi Square			23,829[a]	22,373[a]		
Fisher's Exact Test-Exact Sig.			0,007	0,009		
a			10 cells(55,6%) have expected count less than 5.	9 cells(50%) have expected count less than 5.		
Profissão						
Pearson Chi Square			16,849[a]	22,731[a]	50,723[a]	
Fisher's Exact Test-Exact Sig.			0,039	0,007	0,050	
a			11 cells(61,1%) have expected count less than 5.	10 cells (55,6%) have expected count less than 5.	10 cells(55,6%) have expected count less than 5.	

Quadro 17- Teste do qui-quadrado e de Fisher

Agregado familiar	**Conhecimento**	**Como_conhecimento**	**Atingido**	**Ajuda_monetária**	**Procedimentos**	**Equipamentos**
Pearson Chi Square	17,579[a]					
Fisher's Exact Test- Exact Sig.	0,032					
a	10 cells(66,7%) have expected count less than 5.					
Local de residência						
Pearson Chi Square	186,228[a]	92,548[a]	189,476[a]	26,003[a]		
Fisher's Exact Test- Exact Sig.	0,000	0,001	0,000	0,002		
a	13 cells (86,7%) have expected count less than 5.	16 cells (80 %) have expected count less than 5.	6 cells(40%) have expected count less than 5.	11 cells (73, 3%) have expected count less than 5.		

Quadro 18- Teste do qui-quadrado e de Fisher

Sexo dos inquiridos	**Tipo_equipamento**
Pearson Chi Square	37,390[a]
Fisher's Exact Test- Exact Sig.	0,001
a	34 cells (77,3%) have expected count less than 5.

Podemos observar pelos quadros 16,17 e 18 quais as variáveis que irei efectuar cruzamentos, visto que todas elas representadas nos quadros apresentam associação significativamente estatística entre si.

Citando como exemplo, o caso da relação idade com o conhecimento sobre o tornado (assinalado a vermelho no quadro 16), o teste do qui-quadrado não se pode aplicar uma vez que há uma nota a., que aparece abaixo da saída, informando que em 66,7% das células existe uma contagem de casos inferiores a 5, de modo que o teste só é valido para 33,3% da amostra, não se aplicando assim a essas células.

Deste modo utilizei o teste de Fisher cujo valor de p= 0,00 logo é ≤ 0.05, o que permite rejeitar a hipótese nula e aceitar a associação estatisticamente significativa entre as variáveis. Sendo assim a idade dos inquiridos está associada com o conhecimento ou não sobre o tornado de 16/11/2012.

O mesmo sistema aplica-se às restantes variáveis representadas nos quadros, sendo que todas apresentam associação estatisticamente significativa entre si e todas serão analisadas de seguida.

9.2.2.1.1 Relação entre a idade e o conhecimento sobre o tornado

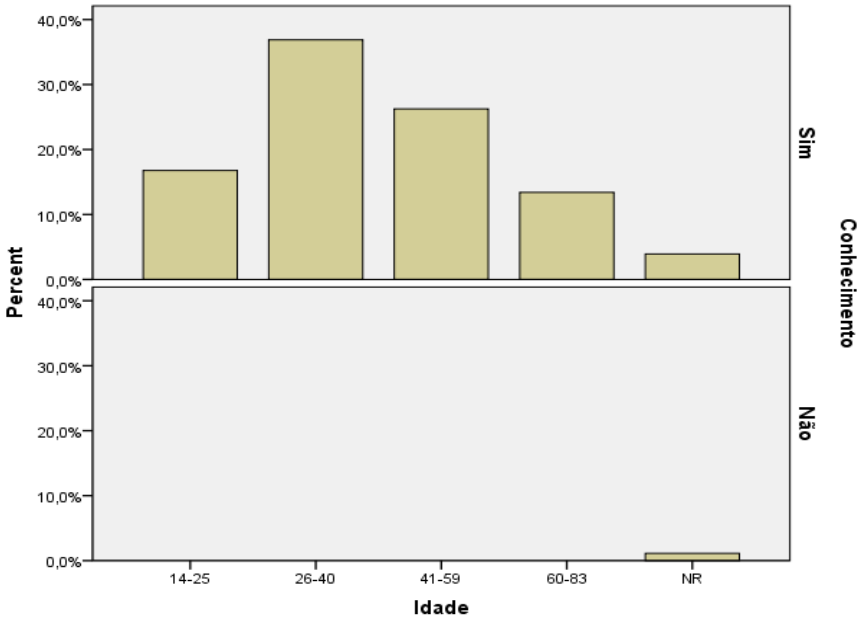


Figura 113- Associação estatística entre idade e conhecimento

Pode-se afirmar que grande percentagem da amostra, 97%, teve conhecimento do tornado, os que não responderam à questão da idade são os únicos a não ter conhecimento sobre o fenómeno. Este gráfico, em grande parte, varia em função da Idade dos inquiridos.

9.2.2.1.2 Relação entre idade e o modo como teve conhecimento

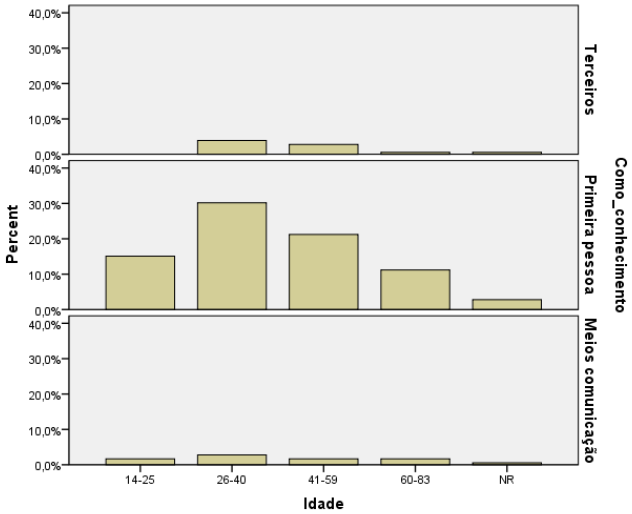


Figura 114- Associação estatística entre idade e modo como teve conhecimento do tornado

Observando o gráfico pode-se tirar algumas conclusões. A primeira que grande percentagem da amostra (80%) teve conhecimento do fenómeno na primeira pessoa, ou seja vivenciou o fenómeno. Segundo todas as classes de idade, excepto os jovens, tiveram conhecimento através das diferentes formas. Terceiro, o conhecimento pelos meios de comunicação e por terceiros tiveram percentagens idênticas de respostas no seu total, cerca de 8%, no entanto verifica-se que os seniores tiveram maior conhecimento através dos meios de comunicação em relação à categoria dos adultos.

9.2.2.1.3 Relação entre idade e o ter sido atingido ou não pelo tornado

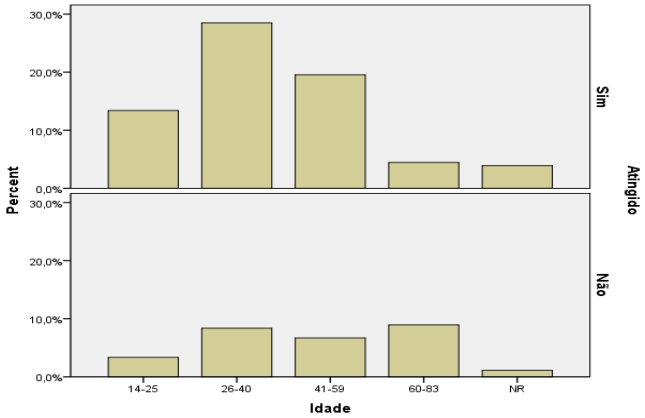


Figura 115- Associação estatística entre idade e se foi atingido

Grande percentagem da população inquirida foi atingida pelo tornado (69%). Os inquiridos que não foram atingidos são na sua maioria os seniores (9%), logo seguidos pela classe dos adultos (8%). Na verdade esta é a conclusão mais significativa demonstrada pelo gráfico, pois apesar dos seniores serem a classe de menor expressão no total da amostra, o facto é que grande parte não foi atingido pelo tornado.

9.2.2.1.4 Relação entre idade e ajuda monetária recebida

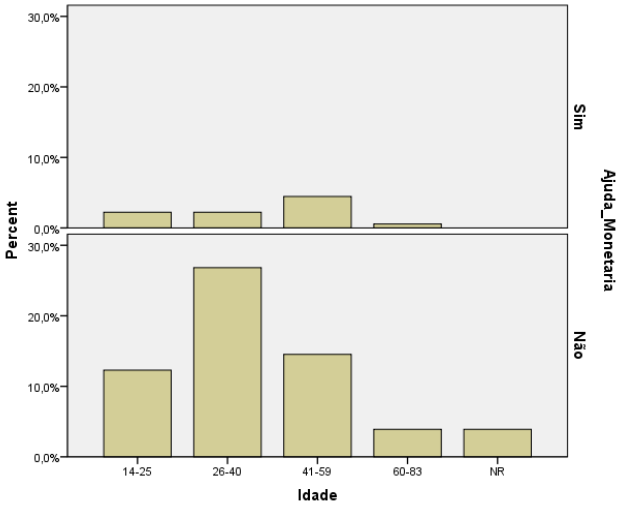


Figura 116- Associação estatística entre idade e ajuda monetária

Grande percentagem da população atingida não recebeu ajuda monetária (61%), apenas 10% receberam ajuda. É importante ressaltar que a maior parte dos inquiridos que recebeu ajuda monetária se situa na classe dos adultos, com 5%. Isto pode ser explicado pelo maior número de população desta faixa etária possuir seguros, admite-se que terão maior conhecimento nesta área e estarão mais prevenidos.

9.2.2.1.5 Relação entre idade e se sabe os procedimentos

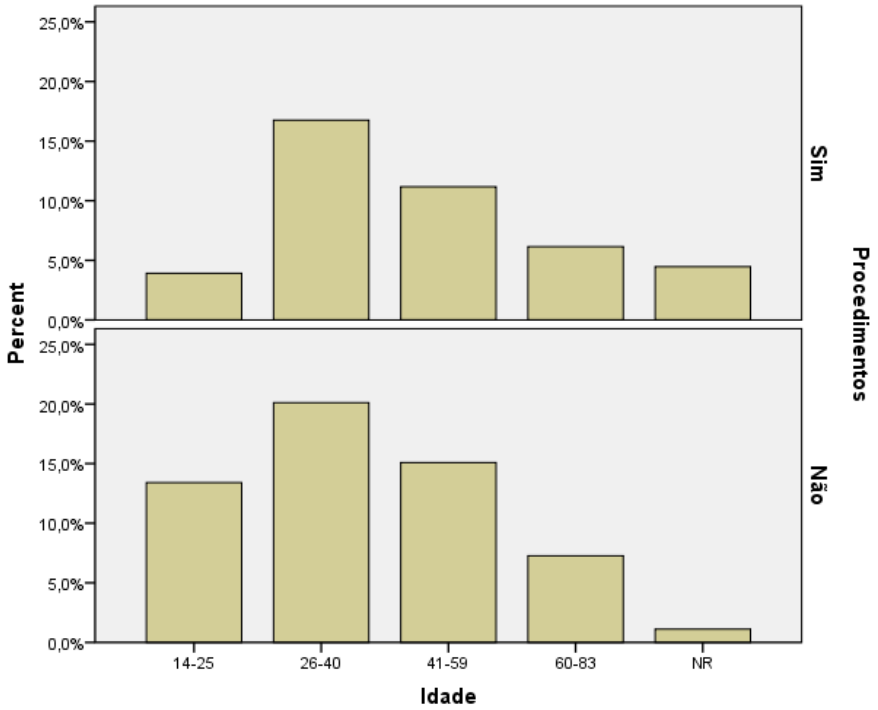


Figura 117- Associação estatística entre idade e se sabe os procedimentos

A maior percentagem dos inquiridos (57%) respondeu que não sabe quais os procedimentos a tomar em cenário de tornado.

É possível observar que a classe de idade dos jovens/adultos e dos adultos tem simultaneamente o menor e maior conhecimento face aos procedimentos a tomar em cenário de tornado. Isto possivelmente deve-se ao maior número de inquiridos nestas duas faixas etárias. Há um incremento do desconhecimento em caso de tornados nos jovens.

9.2.2.1.6 Relação entre idade e se sabe quais os procedimentos

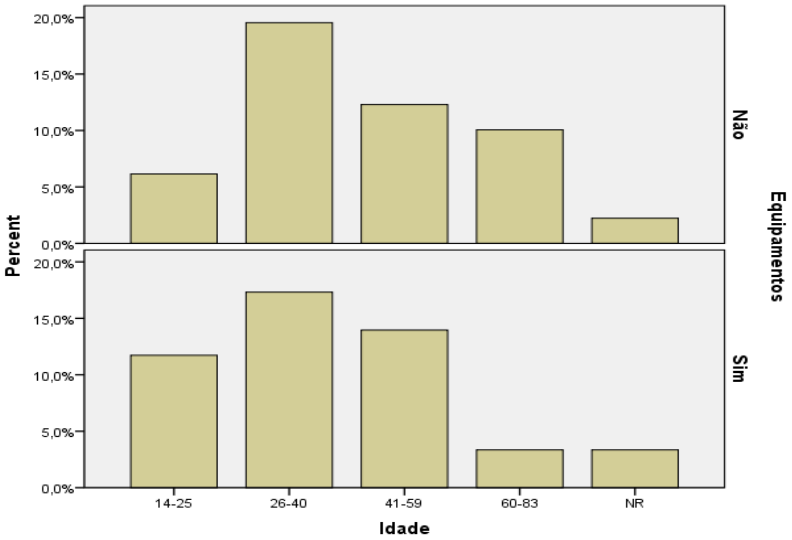


Figura 118- Associação estatística entre idade e sabe quais os equipamentos

Neste caso as percentagens de inquiridos que responderam Sim ou Não, à pergunta se sabe quais os equipamentos necessários para fazer frente a um cenário de tornado, são idênticas, com cerca de 50% nos dois casos.

Verifica-se que a classe de idade dos jovens, significativamente, respondeu Sim, ou seja diz ter os equipamentos necessários para fazer face a uma emergência de tornado. Quanto aos seniores observa-se que há um incremento das respostas Não, ou seja são a classe de idade menos preparada para fazer frente a uma emergência.

9.2.2.1.7 Relação entre estado civil e se foi atingido

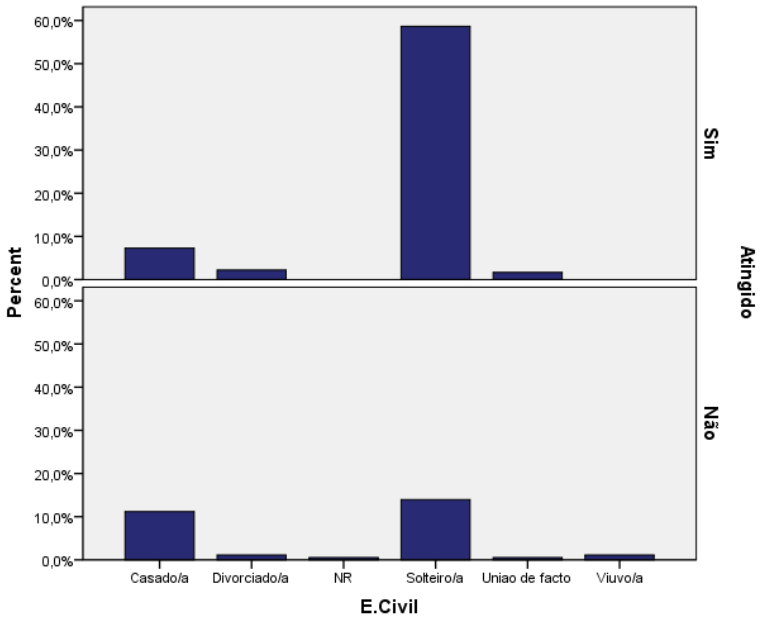


Figura 119- Associação estatística entre estado civil e o facto de ter sido atingido pelo tornado

Pode-se verificar que os solteiros são aqueles que mais responderam positivamente ao facto de terem sido a atingidos pelo tornado (59%). Nas outras categorias a diferença é mínima, no entanto destacam-se os viúvos que apenas responderam não à questão. Isto é explicado também pelo facto dos viúvos pertencerem em grande parte à classe de idade dos seniores, aquela menos atingida pelo fenómeno.

9.2.2.1.8 Relação entre estado civil e ajuda monetária

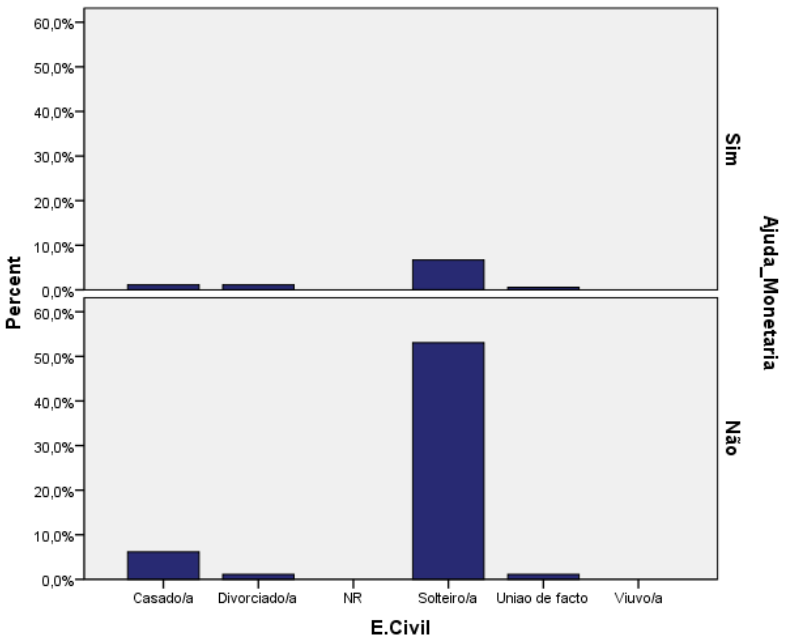


Figura 120- Associação estatística entre estado civil e ajuda monetária

Quanto à ajuda monetária recebida por aqueles que foram atingidos pelo tornado, observa-se que apesar dos solteiros terem sido os mais atingidos são os que menos receberam ajuda económica, com 53% do total de respostas. É igualmente de salientar que a categoria dos casados teve uma maior ajuda, isto deve-se à faixa etária superior na qual se enquadram os casados. O que em conjunto permite possivelmente um melhor acesso aos seguros.

9.2.2.1.9 Relação entre situação profissional e se foi atingido

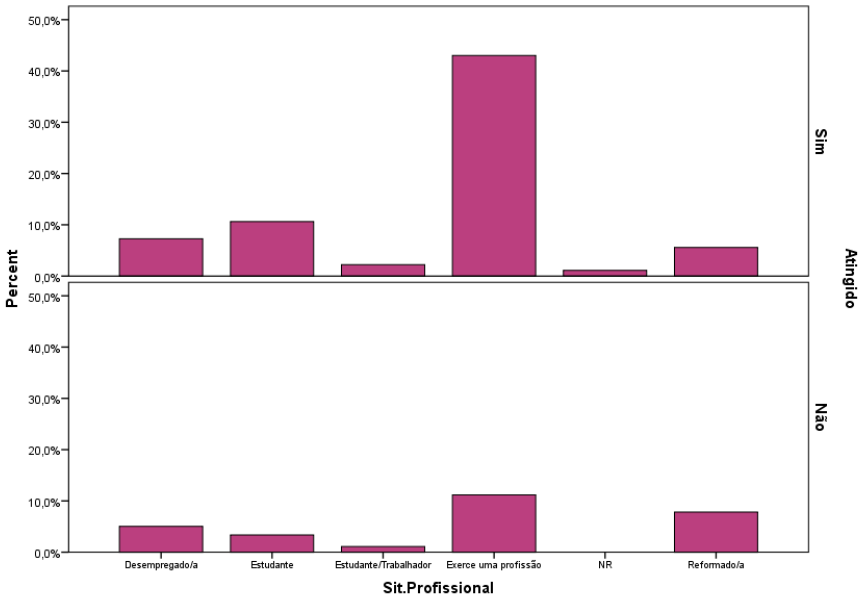


Figura 121- Associação estatística entre situação profissional e se foi atingido

Neste gráfico pode-se observar que são aqueles que exercem uma profissão os mais atingidos (43%). É de referir que os estudantes foram atingidos de forma significativa face às outras categorias. Neste caso não é tão claro a faixa etária e o estado civil intervirem, uma vez que os reformados apresentam percentagens idênticas nas respostas Sim e Não, com cerca d 7% do total de respostas.

9.2.2.1.10 Relação entre situação profissional e ajuda monetária

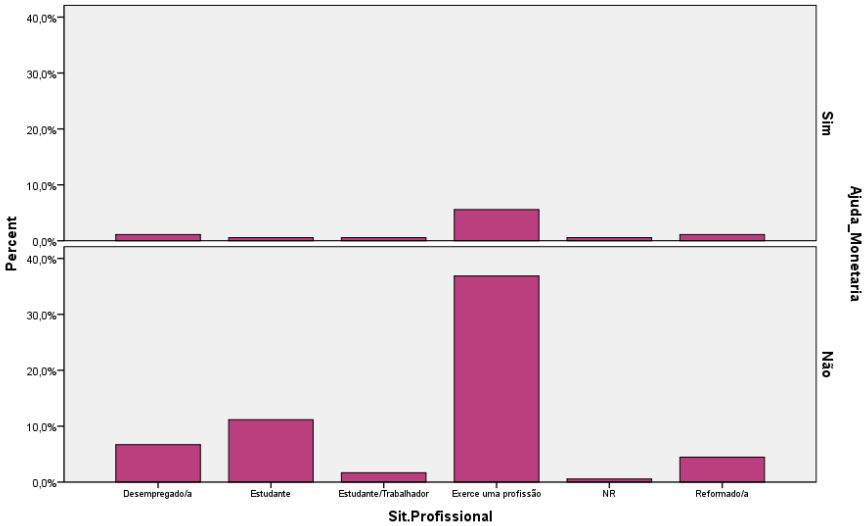


Figura 122- Associação estatística entre situação profissional e ajuda monetária

Verifica-se que são os inquiridos que exercem uma profissão a receber maior ajuda monetária (37%), o que faz sentido face a um acesso mais facilitado a seguros. As outras categorias receberam ajuda mínima. É importante referir que os estudantes apesar de serem um dos dois mais atingidos, praticamente não receberam ajuda monetária.

9.2.2.1.11 Relação entre profissão e se foi atingido

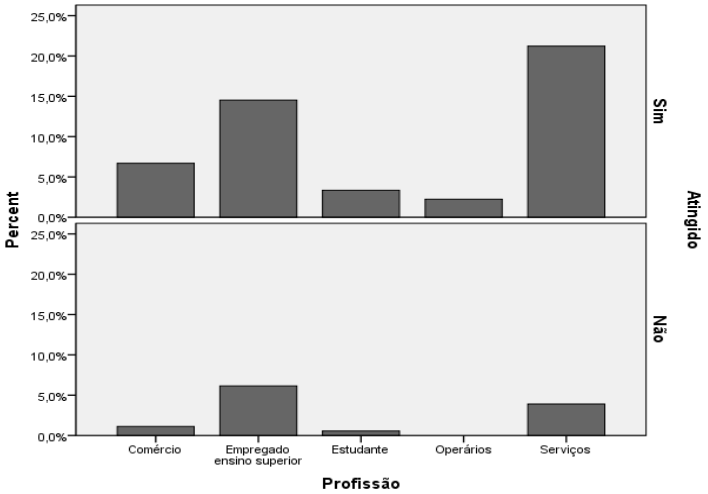


Figura 123- Associação estatística entre profissão e se foi atingido

O sector profissional mais atingido pelo tornado é dos serviços (21%), o que evidencia uma maior expressão no total da amostra do sector dos serviços. Todo o sector de operários foi atingido pelo fenómeno, assim como grande parte dos estudantes e dos trabalhadores do comércio.

9.2.2.1.12 Relação entre profissão e ajuda monetária

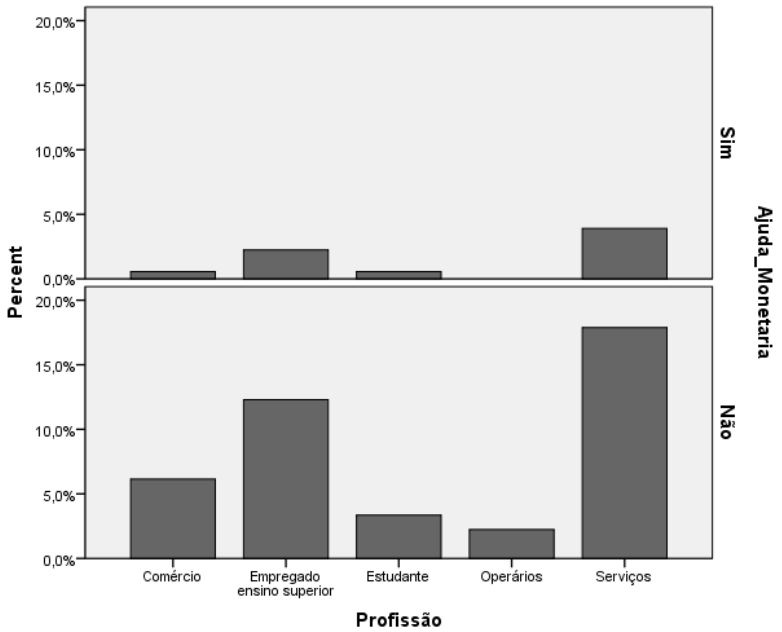


Figura 124- Associação estatística entre profissão e ajuda monetária

Grande parte dos atingidos não recebeu ajuda monetária, ou foi pouco significativa face à percentagem de atingidos nas diversas categorias profissionais. Por exemplo o sector dos operários não recebeu qualquer ajuda, também os trabalhadores do comércio e os estudantes receberam uma ajuda mínima face ao total de atingidos nesta categoria.

9.2.2.1.13 Relação entre profissão e se sabe quais os procedimentos

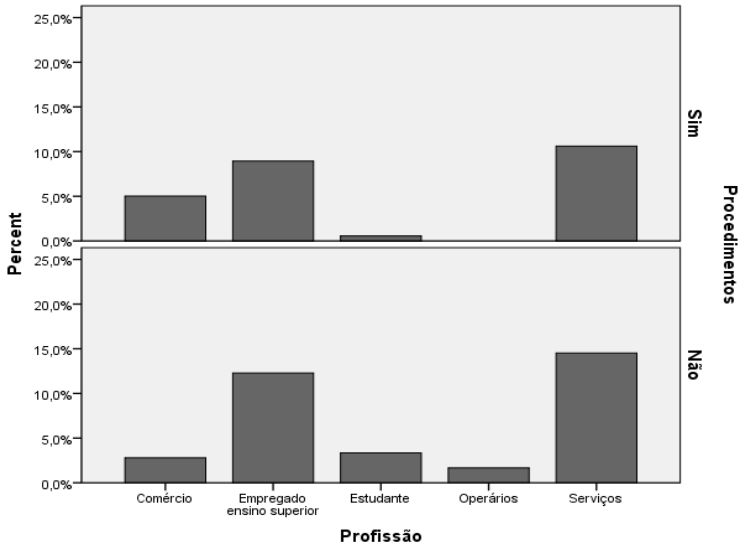


Figura 125- Associação estatística entre profissão e se sabe procedimentos

Verifica-se há maior percentagem da amostra a admitir que não tem conhecimento dos procedimentos a tomar em cenário de tornado. Ocorre também um decréscimo significativo de inquiridos que trabalham nos serviços que conhece os procedimentos. Acontece o mesmo nos empregados do ensino superior embora menos acentuado, o que pode ser explicado por uma maior instrução e conhecimento destes trabalhadores face ao tornado.

9.2.2.1.14 Relação entre agregado familiar e se teve conhecimento

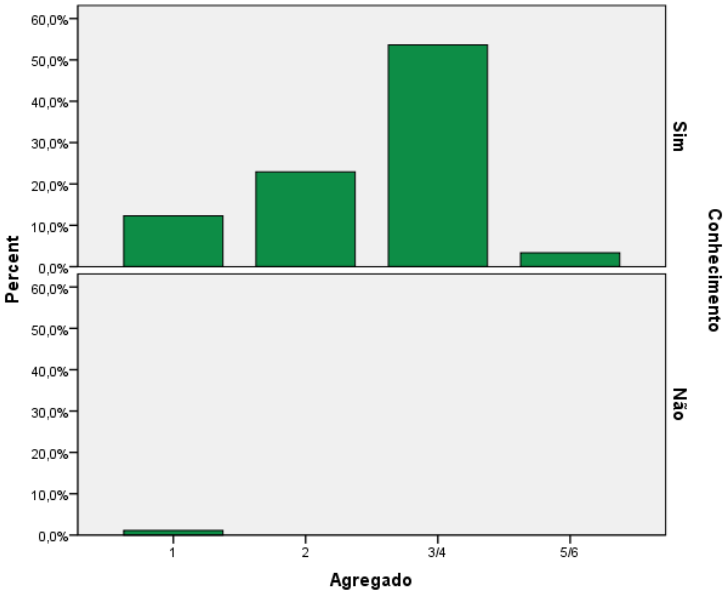


Figura 126- Associação estatística entre agregado familiar e se teve conhecimento

Fica claro pelo gráfico que praticamente o total da amostra teve conhecimento do tornado de 16/11/2012, 97%. Neste caso o gráfico varia em função essencialmente do agregado familiar da amostra. Pode-se observar que apenas os inquiridos com um elemento no agregado familiar apresentam desconhecimento do fenómeno.

9.2.2.1.15 Relação entre local de residência e se teve conhecimento

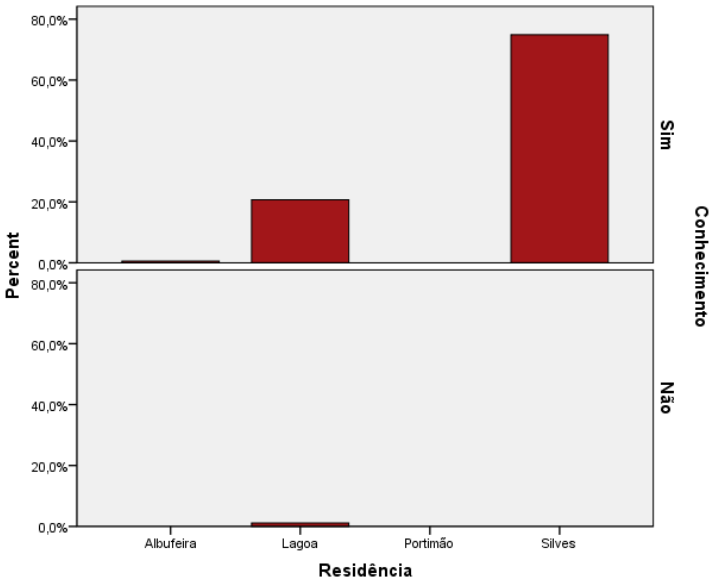


Figura 127- Associação estatística entre local de residência e o conhecimento do tornado

Da grande percentagem da amostra que teve conhecimento do tornado, apenas residentes no concelho de Lagoa não tiveram conhecimento. É de referir que os residentes em Portimão não responderam à questão.

9.2.2.1.16 Relação entre local de residência e o modo como teve conhecimento

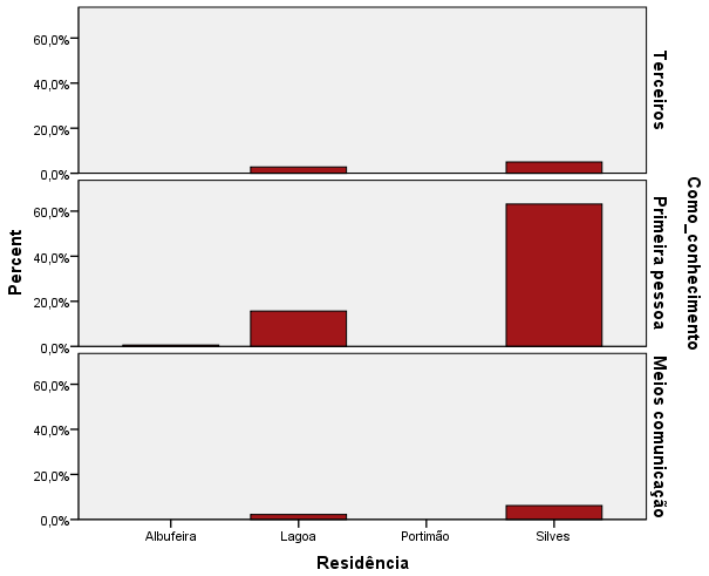


Figura 128- Associação estatística entre o local de residência e o modo como teve conhecimento do tornado

A forma como a amostra teve conhecimento difere nos concelhos existentes. Grande parte dos inquiridos que teve conhecimento pessoal são residentes no concelho de Silves (63%). No concelho de Lagoa os indivíduos que tiveram conhecimento através de terceiros tem um pouco mais de expressão do que pelos meios de comunicação. Já no concelho de Silves houve uma maior percentagem, embora pouco significativa de 1% de diferença, de conhecimento através dos meios de comunicação do que por terceiros. No concelho de Albufeira tiveram conhecimento apenas através da primeira pessoa.

9.2.2.1.17 Relação entre local de residência e se foi atingido

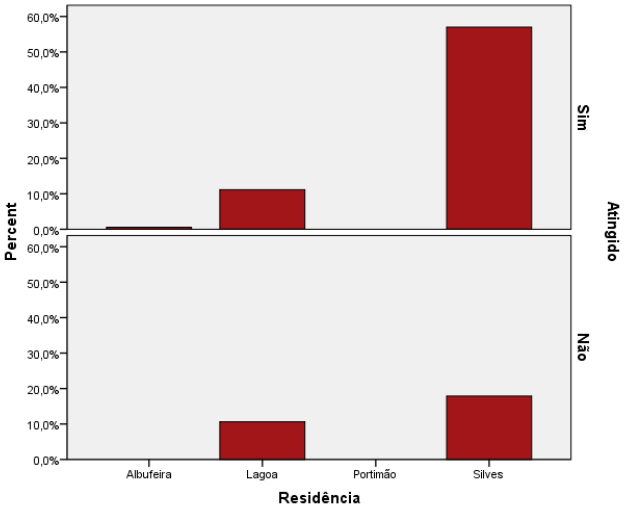


Figura 129- Associação estatística entre local residência e se foi atingido

Em todos os concelhos, excepto Portimão, em que os inquiridos não responderam, houve atingidos pelo tornado. Silves tem uma grande expressão no que diz respeito aos atingidos, a percentagem é consideravelmente menor daqueles que não foram atingidos em Silves.

No concelho de Lagoa as diferenças entre aqueles que foram atingidos ou não, variam pouco. Quanto aos inquiridos de Albufeira, apenas se verificaram inquiridos atingidos pelo tornado.

9.2.2.1.18 Relação entre residência e ajuda monetária recebida

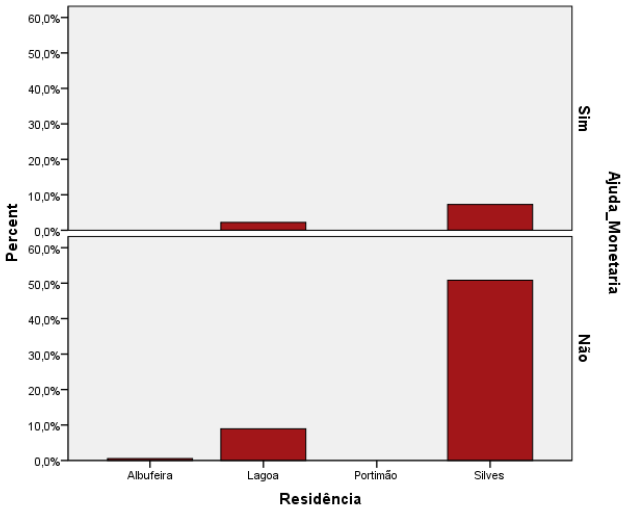


Figura 130- Associação estatística entre local residência e a ajuda monetária recebida

Grande parte dos inquiridos atingidos residentes no concelho de Silves não obteve ajuda monetária (50%). Quanto ao concelho de Lagoa existe um maior equilíbrio entre aqueles que receberam ajuda económica e os que não receberam. Conclui-se que embora os residentes do concelho de Silves no total tenham recebido uma maior percentagem de ajuda, os residentes de Lagoa tiveram em proporção aos que foram atingidos neste concelho uma maior compensação monetária.

9.2.2.1.19 Relação entre sexo dos inquiridos e tipos de equipamento

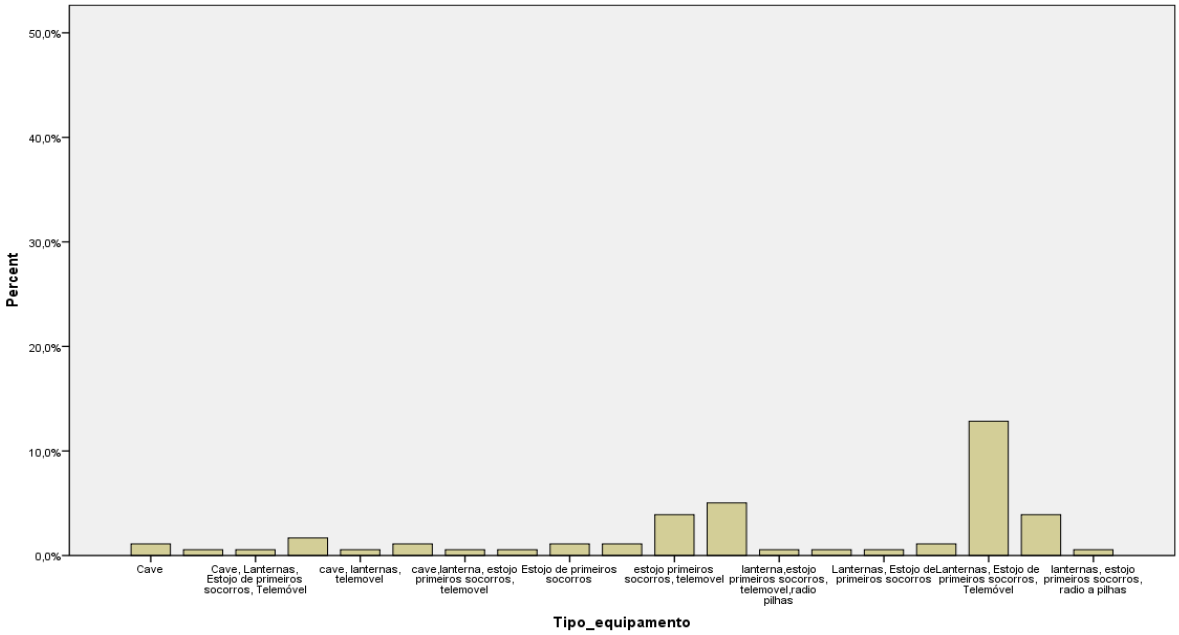


Figura 131- Tipo de equipamento

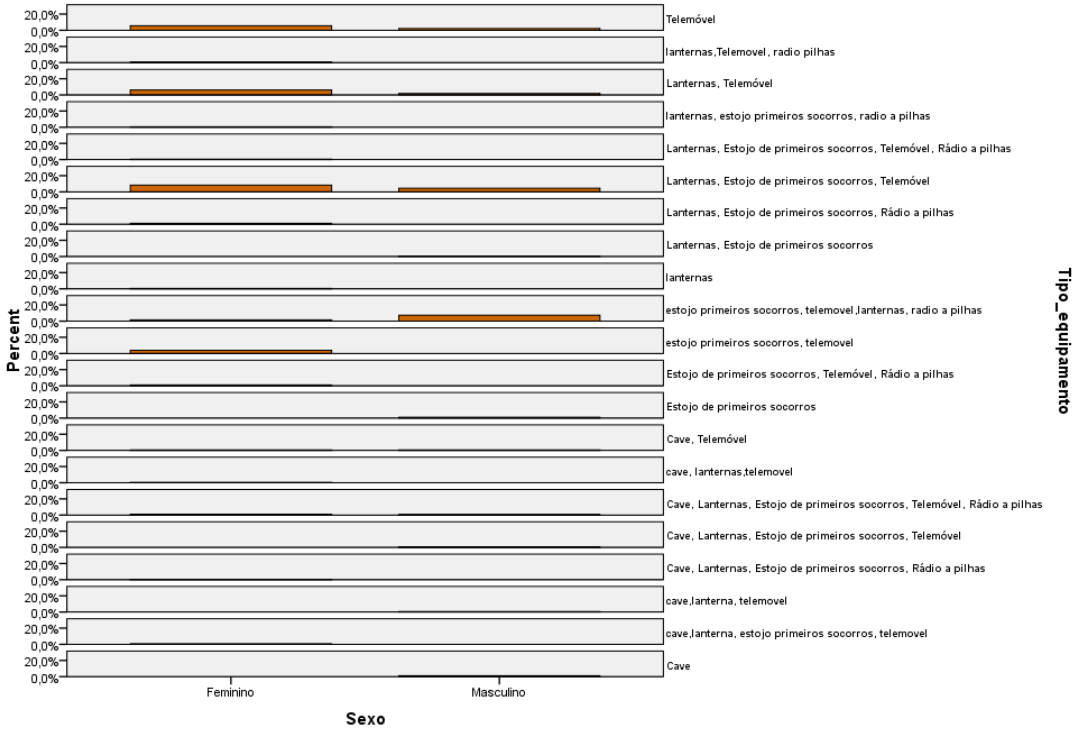


Figura 132- Associação estatística entre sexo e tipo de equipamento

Analisando os dois gráficos verifica-se que o tipo de equipamento que mais inquiridos dizem possuir são a lanterna, estojo primeiros socorros e telemóvel. Esta categoria destaca-se com praticamente 13% do total, de seguida com 5% temos o estojo de primeiros socorros e o telemóvel.

O tipo de equipamento que menos indivíduos afirmam ter são o conjunto de cave, lanternas, estojo primeiros socorros e telemóvel, assim como lanterna, estojo de primeiros socorros, telemóvel e radio a pilhas. Estes apenas representam 1% no total da percentagem, visto que são os conjuntos de equipamento mais difíceis de as pessoas terem em suas casas.

O segundo gráfico faz o cruzamento entre o género sexual dos indivíduos inquiridos e o tipo de equipamento para fazer face a um cenário de tornado. Visto que a maior parte da amostra é do sexo feminino as maiores percentagens de tipos de equipamento pertencem a este género, no entanto há algumas excepções.

Tais como, na categoria de estojos de primeiros socorros, telemóvel, lanterna e radio a pilhas, o sexo masculino tem uma clara predominância. Também nas categorias de Cave, de Estojo de primeiros socorros e de Lanterna e estojo de primeiros socorros, o sexo masculino tem maior percentagem, nestes casos apenas os homens têm este conjunto de equipamentos.

Isto poderá indicar que os homens estão melhor preparados para fazer frente a fenómenos como tornados, pois têm maiores percentagens nos conjuntos de equipamentos mais importantes para cenários de emergência como este.

Fazendo uma síntese dos cruzamentos que analisei neste capítulo, é possível verificar que as variáveis que têm associação estatisticamente significativa entre si, são idênticas nos diversos cruzamentos. A variável idade é a que tem um maior número de associações com outros elementos da percepção do tornado. Desta forma pode-se afirmar que a idade dos inquiridos tem bastante influência nas diferentes percepções do risco.

No outro extremo temos a variável com menor associação, que foi o sexo dos inquiridos, o que possivelmente terá que ver com uma homogeneidade de respostas de ambos os sexos.

No caso das variáveis como a nacionalidade e as habilitações literárias, não se registaram quaisquer associações estatisticamente significativas, o que se percebe pela grande percentagem de inquiridos de nacionalidade portuguesa.

Capítulo 10

Gestão de desastres naturais e prevenção sobre tornados

A gestão de desastres é constituída por três fases temporais: o momento antecedente, durante e após a ocorrência do desastre natural. No momento antecedente devem ser adoptadas medidas de **prevenção, de mitigação e de preparação**. Durante a ocorrência do desastre é dado o **alerta** e no pós desastre é implementada a **resposta de emergência** e medidas de **reabilitação** e **reconstrução**.

Debruçando-se sobre o momento antecedente ao desastre, a fase da prevenção procura evitar o acontecimento do evento extremo, nomeadamente através da recolha e análise de dados, avaliação e redução de riscos e redução da vulnerabilidade.

Na área da prevenção é bastante importante a avaliação do risco, esta passa muito por um registo histórico dos eventos extremos e pela aplicação de modelos probabilísticos.

É necessário igualmente implementar medidas que visem reduzir o impacto social e económico, neste caso deve-se actuar por exemplo na melhoria de infra-estruturas.

A área de prevenção face aos tornados tem também que ver com a previsão deste fenómeno meteorológico extremo. Segundo P.Pinto (2009), a nível do estudo internacional dos tornados, o início dos anos 80 foi bastante importante, foi criado o radar Doppler que permitiu estabelecer a relação entre a escala sinóptica e a célula convectiva que dá origem ao tornado. Na actualidade os "caça-tornados" têm contribuído para a investigação nesta área.

É-nos dito por este mesmo autor que para prever é necessário ter um extenso historial destes fenómenos, como acontece nos Estados Unidos, este é menor na Europa e adaptando à realidade de Portugal menor é esse conhecimento. E finalmente, para prevenir é importante investir na investigação destes fenómenos e aplicar medidas de prevenção sobretudo em áreas urbanas.

Nas fases de mitigação e preparação, pretende-se reduzir a severidade e probabilidade de futuros desastres, uma vez que nem sempre é possível evitar a ocorrência. Pretende-se também, desenvolver uma estrutura com capacidade de resposta, de modo a prevenir um desastre natural. Nesta fase aposta-se na formação e preparação para a emergência através da monitorização, alerta e plano de evacuação.

Adaptando esta informação à realidade da gestão de tornados em Portugal e mais precisamente na área em estudo, pode-se tirar as seguintes conclusões.

Quanto à gestão na área da prevenção em Portugal e mais precisamente em Silves, foi-me dito pelo comandante da protecção civil que *"é preciso em primeiro lugar que haja sensibilização nas escolas, mais precisamente com a implementação de simulacros. Existe também uma agenda bimensal com*

eventos do município, com páginas dedicadas à protecção civil e que actuam na área da prevenção. Mas existem algumas falhas nesta área, nomeadamente no facto das infra-estruturas e plantas ainda não se encontrarem actualizadas e os planos serem demasiado extensos."

Respondendo à questão se a protecção civil está preparada para fazer face a este tipo de desastres foi-me dito que sim. *"Para situações de excepção são implementadas medidas de excepção, é necessário capacidade de improvisação e adaptação a situações novas. É muito importante que haja como primeiro objectivo testar os procedimentos da equipa e depois actuar, nomeadamente na realização de simulacros."*

Por fim, quanto às possíveis medidas de mitigação existentes, estas passam por uma maior sensibilização essencialmente nas escolas, segundo José Reis da Protecção Civil, *"deveria haver disciplinas obrigatórias na área da protecção civil".* O facto de terem existido vários processos perigosos deste género, levou a uma maior consciência e preparação por parte da ANPC face a estes fenómenos.

Durante a ocorrência do desastre é dado o alerta que permite informar as autoridades responsáveis e competentes que terão de actuar perante a situação. No caso do tornado de Silves esse alerta foi dado após duas horas da ocorrência do evento (o CDOS foi alertado às 16:00 horas), o que poderá ter acontecido por variadas razoes.

A fase do pós-desastre, nomeadamente a resposta de emergência, que consiste no auxílio das populações afectadas, já aqui foi referida no capítulo 5, mais precisamente na descrição do evento.

No que diz respeito ao tornado de Silves foi instaurado um protocolo com o Instituto Piaget onde foi instalado um ponto de socorro a eventuais feridos, assim como disponibilização de alimentação. Também se procedeu à evacuação de edifícios afectados através do Responsável de Segurança.

Para as medidas de reabilitação e reconstrução que incidem essencialmente na reparação e funcionalidade de infra-estruturas e condições de vida das populações, foi muito importante a acção de voluntariado que se estabeleceu na área do desastre. Os voluntários, cerca de mil só na cidade de Silves, provenientes de todo o Algarve, mobilizaram-se e ajudaram na limpeza da destruição provocada pelo tornado

Relativamente à informação ao público verificam-se algumas falhas nomeadamente no sitio da internet da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), a informação relativa a tornados é inexistente, enquanto no site do Serviço Municipal de Protecção Civil de Silves essa informação é existente e detalhada, o que possivelmente tem que ver com a ocorrência do tornado de 16/11/2012.

Capítulo 11

Conclusão

Penso que se pode afirmar que os tornados são fenómenos meteorológicos extremos raros em Portugal, uma vez que apenas contabilizei, através do Jornal de Noticias e do ESWD, 16 ocorrências de tornados de 2007 a 2014. No entanto há registos da sua ocorrência em todas as regiões NUT II do país. Os meses de Outono/Inverno são os mais fustigados por este fenómeno, não se tendo registado no Verão qualquer ocorrência. A região da Lezíria do Tejo, mais precisamente o distrito de Santarém, destaca-se pelo número de ocorrências, assim como pelas consequências humanas e custos económicos provocados pelos tornados registados. Nos danos resultantes dos tornados é importante referir a importância do tornado de Silves, no que diz respeito à distribuição espacial desses mesmos danos.

Quanto às rajadas de vento forte esses são consideravelmente mais frequentes em Portugal, ocorrendo também nas estações de Outono/Inverno. E registam-se com grande percentagem nas regiões Norte e Centro do país. As consequências humanas e os danos provocados pelos episódios de vento forte são bastante significativos, para tal muito contribui as rajadas de vento forte.

Na intensidade dos tornados registados no período em estudo destaca-se o número de tornados com baixa intensidade (F0 na escala de Fujita), contudo os tornados F3 são relativamente significativos e de certa forma os que levantam uma maior preocupação.

As situações sinópticas mais frequentes registadas foram as situações depressionárias encimadas por vale em altitude. Em superfície as perturbações da frente polar com direcção Noroeste-Sudeste são as mais frequentes. Embora seja importante ressaltar que os tornados de maior intensidade foram acompanhados por situações de perturbação da frente polar com direcção Sudoeste – Nordeste, o que se veio confirmar pela análise dos tornados de Santarém a 9/04/2008 e pelo tornado de Tomar a 7/12/2010.

No processo de levantamento dos episódios de vento forte surgiram alguns obstáculos e dificuldades que tentei contornar. Por vezes, os relatos dos eventos contabilizam apenas qualitativamente o número de pessoas afectadas com a utilização de termos como “muitos”, “alguns” e “vários”. Este facto verifica-se, nomeadamente, na referência a evacuados, desalojados e isolados na consequência da ocorrência de fenómenos de vento extremo.

Em alguns casos, quando se fazia referência a famílias afectadas, sem especificar o seu número exacto, considerou-se que cada família teria um nº mínimo de 4 elementos, assim, por exemplo, no caso de três famílias eram consideradas 12 pessoas.

Surgiram também muitos casos nos jornais no qual se fazia referência a fenómenos designados por "mini-tornados", nesta situação foi considerado como um tornado fraco ou seja um tornado na escala de Fujita 0.

Relativamente à recolha de dados através do ESWD, nem sempre é dada a informação completa sobre o evento, por exemplo, há registros de tornados com uma escala de Fujita desconhecida, neste caso consideram-se como tornados F0.

O denominado tornado de Silves provocou graves danos e consequências por onde passou, registou a intensidade F3 na escala de Fujita em alguns locais, e foi bastante noticiado pelo país na altura do evento. No entanto, tal como na maioria de situações de desastre, este foi esquecido pela maioria da população. Como é de esperar o mesmo não aconteceu às populações directa ou indirectamente afectadas, o tornado deixou marcas profundas em algumas pessoas levando mesmo a doenças do foro psicológico, como relataram certos inquiridos.

A ocorrência deste tornado levou a protecção civil a adoptar medidas de excepção, uma vez que nunca tinham passado por um fenómeno como este teve que haver uma adaptação por parte das autoridades.

Relativamente aos inquéritos recolhidos, a amostra mostra, como era expectável, características que indicam uma continuidade nas diversas variáveis que a constituem. Por exemplo o facto de grande parte dos indivíduos pertencer à classe de idade de jovens/adultos e adultos, faz com que o factor idade seja preponderante na restante caracterização.

Quanto à correlação linear entre variáveis esta embora exista não é forte, pode-se concluir que nem sempre, ou de forma pouco significativa, as variáveis se modificam em função uma da outra. Isto não quer dizer que não haja causalidade entre elas e que não se possa tirar ilações da forma como se correlacionam.

Na associação entre as variáveis qualitativas, verifica-se que existe associação estatisticamente significativa entre muitas delas. Sendo a variável Idade a apresentar o maior número de associações e a nacionalidade e habilitações literárias sem quaisquer cruzamentos. Desta forma o facto de ser mais ou menos instruído não influencia o conhecimento e a percepção do fenómeno, assim como a sua nacionalidade. Mais uma vez o facto de não serem estatisticamente significativas, não quer dizer que não possa existir relação entre elas.

Apesar de existir essa associação entre variáveis foi necessário em praticamente todas elas, excepto uma, utilizar um teste alternativo de modo a encontrar essa associação, neste caso recorri ao teste exacto de Fisher.

Observa-se uma certa homogeneidade nas diferentes associações entre variáveis, isto pode dever-se à grande parte dos inquiridos terem respondido que tiveram conhecimento do tornado e 80% através da primeira pessoa, assim como a grande maioria foi atingido pelo fenómeno.

A área da gestão de fenómenos como os tornados ainda é muito recente em Portugal, neste caso têm-se aplicado procedimentos idênticos à ocorrência de desastre natural. No qual penso que prevalece a prevenção como principal acção a desenvolver nesta questão. Tal como citado por Alves A. (2011) *"a fase da prevenção procura evitar o acontecimento do evento extremo"*. A mesma passa por uma necessidade de maior e melhor investigação dos registos de tornados em Portugal e pela necessidade de alertar e informar as populações face a este processo eventualmente perigoso.

Referências Bibliográficas

Alves A., (2011) *Prevenção, preparação e mitigação do risco de desastres naturais: a experiência da Oikos em El Salvador*, Mestrado em Desenvolvimento e Cooperação Internacional, ISEG Universidade Técnica de Lisboa

Antonescu B., Bell A. (2015) *Tornadoes in Romania* ,Monthly Weather Review, volume 143

Bertoni B. (2013) *Estudos de caso de tornados, uso e ocupação do solo, topografia e análise meteorológica destes eventos atmosféricos no sul e sudeste do Brasil*, Universidade de São Paulo, Programa de pós-graduação em Ciência Ambiental

Brotzge J., Donner W. (2013) *The Tornado Warning Process: A Review of Current Research, Challenges, and Opportunities*, Bulletin of the American Meteorological Society 94:11, 1715-1733

Correia S. (2012), *Análise de padrões temporais e espaciais de descargas eléctricas atmosféricas em Portugal Continental*, Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa

Cunha L. (2012) *Riscos climáticos no centro de Portugal. Uma leitura geográfica*, Revista Geonorte, Edição Especial, Manaus, V.4, N.4, p. 105 – 115.

Fragoso, M. (2008) *Climatologia das precipitações intensas no Sul de Portugal*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Fundação Calouste Gulbenkian/Fundação para a Ciência e Tecnologia, 578 p. ISBN: 978-972-31-1240-5

Ganho N.(2013), *Risco de ventos tempestuosos de escala sinóptica em Portugal continental: análise causal*, Departamento de Geografia. Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território

Graf M. (2010) *Synoptical and mesoscale weather situations associated with tornadoes in Europe*, Diploma Thesis , Institute of Geography, University of Zurich

Gayà M. (2011) *Tornadoes and severe storms in Spain*, Atmospheric Research 100, pp 334-343.

Gayà M., Llasat M.C. , Arús J. (2011) *Tornadoes and waterspouts in Catalonia (1950–2009),* Natural Hazards and Earth System Sciences

Groenemeijer P., Kühne T. (2014) *A Climatology of Tornadoes in Europe: Results from the European Severe Weather Database*, Monthly Weather Review 142:12, 4775-4790.

Instituto Nacional Estatística (2011), *Censos 2011 Resultados Definitivos- Região Algarve*, Lisboa

Kellner O., Niyogi D. (2013) *Land Surface Heterogeneity Signature in Tornado Climatology? An Illustrative Analysis over Indiana*, 1950-2012

Leitão P. (2003), *Tornadoes in Portugal*, Instituto de Meteorologia, Atmospheric Research 67– 68

Lopes A., Fragoso M., Correia E.(2012), *Uma proposta de tipologia de tempestades no contexto da prevenção de riscos naturais em Portugal*, Centro de Estudos Geográficos/Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Mahieu P., Wesolek E. (2011), *Contribution to an European adaptation of the enhanced Fujita scale: Analysis of damage caused by tornadoes in France*, KERAUNOS - Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, França

Mahieu P., Wesolek E. (2011), *CONSEQUENCES OF TORNADIC STORMS IN URBAN AREAS: CASE STUDY OF THE PARIS TORNADO (FRANCE) IN SEPTEMBER 10, 1896*, KERAUNOS - Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, França

Maroco J. (2014), *Análise estatística com o SPSS Statistics*, Lisboa

Martinez L., Ferreira A. (2007), *Análise de Dados com SPSS, Primeiros Passos*, Escolar Editora, Lisboa

Pestana M.H., Gageiro J. (2014), *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*, Edições Silabo, Lisboa

Pinto P. (2011), *Tornados em Portugal: uma perspectiva meteorológica*, Instituto de Meteorologia

Pinto P. (2009), *Previsão e detecção de tornados: problemas inerentes*, Instituto de Meteorologia

Pinto P., Leitão P. (2010), *Relatório Técnico, Tornado de Tomar, 7 de Dezembro 2012*, IPMA, Lisboa

Pinto P., Leitão P. (2012), *Relatório Técnico, Tornado de Silves, 16 de Novembro 2012*, IPMA, Lisboa

Ramos C. (1987) - *A Influência das Situações Anticiclónicas no Regime das Precipitações em Portugal*, Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia, XXII, 43, Centro de Estudos Geográficos, I.N.I.C., p.5-38

Rauhala J. , M.Schultz D.(2009), *Severe thunderstorm and tornado warnings in Europe*, Atmospheric Research 93, pp. 369–380

Rebelo F.(2012), *Crises e Catástrofes (Ditas) Naturais, Reflexões a partir de alguns exemplos portugueses*, Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

Romero R., Gayà M., Doswell C.(2007), *European Climatology of severe convective storm environmental parameters: a test for significant tornado events*, Departamento de Física, Universitat de les Illes Balears, Instituto Nacional de Meteorología, Centre Meteorològic a les Illes Balears

Tavares A., Mendes J., Basto E. (2011), *Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continental*, Revista Critica de Ciências Sociais 93

Tijssen L. (2015), *Tornado Outbreaks in Europe*, Master Thesis, European Severe Storms Laboratory, University of Utrecht

ANEXOS

Anexo I - Tabelas com os Episódios de Vento Forte

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
15-02-2007	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto	1 ferido grave por queda de árvore	Estragos em duas viaturas Danificou cabos de electricidade	
26-05-2007	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Torres Vedras		Casas destelhadas e queda de arvores	
26-08-2007	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Fafe	4 feridos ligeiros	Palco parcialmente destruído	
21-11-2007	Tornado	Jornal de Notícias	Coruche Santarém		Telhas arrancadas dos telhados Queda de árvores Gradeamento destruído	
08-04-2008	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Lisboa		A Estrada cortada devido a queda de chapas de metal	
09-04-2008	Tornado Intensidade F2 Comprimento da trajectória- 15km Largura max da trajectória- 200m	Jornal de Notícias ESWD	Santarém	7 desalojados 7 feridos ligeiros 56 postos de trabalho em risco	15 casas afectadas 7 unidades fabris afectadas 25 viaturas afectadas Estradas condicionadas Queda árvores	Prejuízos avaliados nos 7 milhões de euros
10-04-2008	Tornado Intensidade F1 Comprimento da trajectória: 7 km Largura média da trajectória: 150 m	Público ESWD	Castelo de Vide (Portalegre)		Queda de 1 milhar de árvores	+ 50 mil euros em prejuízos
18-04-2008	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Faro		Cabos soltos de poste eléctrico com interrupção de trânsito	
19-04-2008	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Barreiro B Lisboa C Setúbal		A Destruiu parte do mercado Arrancou tecto da escola B Queda de árvores provoca danos em viaturas C Queda de árvore sobre viatura	
28-10-2008	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	A Figueira da Foz, Coimbra B Setúbal C Almada D Sintra	A Queda de arvore fez 1 ferido B 1 ferido grave	B queda de andaime afecta 12 viaturas C escola afectada D escola afectada	
25-01-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	A Setúbal B Bragança C Batalha, Leiria		A Queda de poste electricidade condiciona estrada B Arrancou placas de zinco do telhado de uma carpintaria Danificou Veículos C 5 casas danificadas , e	A + mil euros

					postes de electricidade	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
26-01-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	Batalha		Telhas arrancadas Queda de árvores Estufas danificadas	
02-02-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	A Faro B Loures C Sintra D Porto	B cinco pessoas desalojadas	A Queda de árvores danifica 7 viaturas B Danos em barracas C Cobertura de pavilhão desportivo arrancada D Queda de árvores	
04-02-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	Vila Real	22 agricultores afectados	Estufas arrancadas	300 mil euros
05-03-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Noticias	A Lisboa B Esmoriz	B um ferido ligeiro	A Queda de arvores, chapas, painéis publicitários e vidros Voos desviados Telhado de lar de idosos cai e afecta 3 viaturas B Queda de árvore sobre 4 carros	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
07-10-2009	Tornado	Jornal de Notícias ESWD	Ferreira do Zêzere., Santarém	4 pessoas desalojadas	Casas sem telhas Queda de árvores e de postes de electricidade e comunicações	
22-10-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto	2 feridos ligeiros	Telhados arrancados danificam armazém Quedas de árvores, painéis publicitários e chaminé de uma casa	
14-11-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Vouzela , Viseu		Casas danificadas	
16-11-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Alcanede, Santarém	3 pessoas desalojadas	três habitações sem telhado, danos num pavilhão	
13-12-2009	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Vila Flor, Bragança	1 pessoa morreu	Queda de árvore	
23-12-2009	Tempestade extratropical Com rajadas superiores a 140 km/h	IPMA Jornal de Noticias	Região Oeste	32 pessoas desalojadas 350 mil pessoas sem electricidade	Queda de árvores, queda de postes alta tensão, estufas destruídas, casas destelhadas	15 milhões prejuízos agricultura Milhões de euros no total
30-12-2009	Tornado	Jornal de Notícias	Gaia, Porto		20 casas afectadas, 3 viaturas danificadas	
14-01-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Viana do Castelo		Queda de 20 arvores linha do Minho cortada	
15-01-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto		Queda de árvore sobre depilação Cabos de electricidade destruídos	
27-01-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Portalegre		Queda de 7 arvores e corte de estradas	
22-02-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Rio Ave		Estragos na bancada do estádio telhas arrancadas	
22-02-2010	Tornado Intensidade F1	Jornal de Notícias ESWD	Ovar, Aveiro	1 ferido ligeiro 2 famílias desalojadas	Arrancou cobertura de uma vacaria, Telhados destruídos , queda de arvores e vias obstruídas	Milhares de euros
23-02-1010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Portalegre		300 azinheiras arrancadas, Telhas arrancadas	
23-02-2010	Tornado Intensidade F1	Jornal de Notícias ESWD	Praia do Vau, Portimão		Estragos em restaurantes de praia e alguns empreendimentos turísticos, queda de arvores e postes electricidade	
24-02-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Gondomar		Danos em habitações e queda de semáforos	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
25-02-1010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto		Queda de arvores e queda de chapas de edifícios	
27-02-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Torres Novas, Santarém		Queda de grua danificou prédio e uma viatura	
28-02-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Paredes	1 criança morreu	Queda de árvore	
01-03-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Montemor-o-Novo , Évora B Ponte da Barca, Viana do Castelo C Montemor-o Velho, Coimbra	A Familia 5 pessoas desalojada	A Desabamento de uma parede, Estradas cortadas B Destruição de 12 estufas C Estufas destruídas	A 500 mil euros B 30 mil euros C 250 mil euros
02-03-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Barcelos	7 pessoas desalojadas	Queda de árvore destrói casa	
09-03-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Aveiro		Estufas destruídas	11 500 euros
15-04-2010	Tromba de água	Jornal de Notícias	Lisboa	450 alunos afectados	Arvores arrancadas, muros destruídos, Escola encerrada	
03-10-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto		Queda de arvore destrói viatura, Dois carros atingidos por fachada de prédio, Andaimes e toldos destruidos	
08-10-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Lisboa		30 queda de arvores e 47 queda de estruturas	
31-10-2010	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Matosinhos		Telhas arrancadas e vidros partidos	
07-12-2010	Tornado Direcção movimento SW-NE Intensidade F3	Jornal de Noticias ESWD IPMA	Tomar, Ferreira do Zêzere , Sertã, Santarém	42 feridos Dezenas de desalojados	Destruição de habitações, viaturas, estruturas de tipo fabril, armazéns e árvores. Queda de postes de alta tensão, Tecto de infantário desabou	18 milhões de euros

04-01-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Açores		14 casas destelhadas	
06-01-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Açores	281 passageiros afectados	15 Ligações aéreas canceladas	
17-02-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Leiria		Queda de 22 arvores, queda de cabos eléctricos , desabamento de parede	
19-04-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Lisboa		Queda de arvore danifica viatura	
15-05-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Coimbra B Aveiro		A Queda de 4 estruturas B Queda de 9 arvores	
23-05-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Madeira		Voos desviados, aeroporto encerrado	
20-08-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Leiria		Queda de arvore derruba muro e chaminé de uma casa	
21-08-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Celorico de Bastos	1 pessoa morreu 5 pessoas feridas	Arrancou palco	
24-10-2011	A Fortes rajadas de vento B Downburst	Jornal de Notícias IPMA	Faro	A 120 pessoas desalojadas 11 feridos B cinco feridos Milhares passageiros afectados	A Acampamento destruído B Desabamento de tecto de aeroporto	
26-10-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Viana do Castelo B Guarda C Alentejo (Beja, Évora e Portalegre)	A Centenas pessoas sem electricidade	A Destruição de postes de alta tensão B Queda de arvores danificaram 3 viaturas´ Painéis publicitários destruídos C Queda de 25 arvores	
02-11-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Porto B Açores	A 1 ferido ligeiro B 256 passageiros afectados	A Queda de arvore danificou 3 viaturas B 6 voos cancelados	
14-11-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Portalegre B Alvito, Beja		A Queda de 8 arvores danificaram 2 viaturas, edifícios destelhados B Queda de 30 sobreiros , estrada cortada	
22-11-2011	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Cascais		Queda de 16 arvores, carros e casas danificados, cortes nas comunicações, parques encerrados	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
02-05-2012	Tornado Comprimento do trajecto 1 km Largura max. Trajectória 50 m	Jornal de Noticias ESWD	Sesimbra, Setúbal	1 ferido ligeiro	Queda de 40 arvores, Casas danificadas, queda de postes electricidade e de sinais de trânsito	
25-10-2012	A Fortes rajadas de vento B Tornado	Jornal de Notícias	A Arraiolos Evora B Castelo Branco		A Queda de 100 arvores, danos em estradas em casão agrícola, 3 ovelhas feridas B Estragos em 5 estruturas industriais 32 viaturas danificadas	
07-11-2012	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Amarante		Queda de pórtico de sinalização sobre 2 viaturas	
16-11-2012	Tornado (rajadas ate 270 km/h) Intensidade F3 Direcção movimento SSW-NNE Comprimento do trajecto 38 km Largura max. Trajectória 300m	Jornal de Notícias ESWD IPMA	Silves, Lagoa, Algarve	12 feridos (2 estado grave) 1 morto 12 desalojados 4600 pessoas sem energia eléctrica	Queda de arvores, viaturas danificadas, postes eléctricos destruídos, telhados danificados, estruturas de sinalização e painéis publicitários destruídos. Corte de linha ferroviária do Sul.	5 milhões de euros
14-12-2012	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Braga		Queda de painéis publicitários, queda de arvore cortou estrada	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
19-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Esposende B Coimbra C Tomar, Abrantes E Figueira da Foz F Porto G Lisboa	A 1 ferido ligeiro C 26 famílias desalojadas C 3 pessoas desalojadas	A Queda de chapas de uma obra B Queda de árvore danifica 3 viaturas C casas destruídas E estádio danificado e painéis publicitários destruídos F Autocarro destruído G 12 voos desviados, queda 11 arvores	
21-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Ovar B Almeirim		A Queda de 100 arvores, estragos em parque de campismo B Destruidas 60 estufas	A + 500 mil euros B + 500 mil euros
22-01-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Leiria		Queda de arvores e de postes de electricidade, 20 escolas encerradas	
09-03-2013	Tornado	Jornal de Noticias	Foz do Douro, Porto		Barco arrastado	
10-03-2013	Tornado	Jornal de Noticias	Povoa de Varzim	Ferido ligeiro, 250 horticultores afectados	Danos em + 20 casas, 6 estufas destruídas	
27-09-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Montemor-o-Novo		Queda de 12 arvores danificam 20 viaturas	
23-10-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Lisboa, Setubal		Queda de arvores leva a corte de estradas	
24-10-2013	Tornado	Jornal de Notícias	Constância, Santarém		Fabrica danificada , casas destelhadas e queda de chaminés	
24-12-2013	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	V. Castelo, Porto, Braga, Aveiro, Viseu, Lisboa	24 pessoas desalojadas	Queda de arvores e de estruturas sobre casas, comboio com atraso	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
04-01-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Lisboa B Braga C Portalegre		A Queda de árvores, queda de estruturas e cabos eléctricos B Telhado de chapas foi arrancado C 11 queda de arvores	
04-01-2014	Tornado	Jornal de Notícias	A Ferreira do Zêzere B Paredes	A 2 desalojados B 40 desalojados	A Danos em 25 habitações B 2 fabricas destruídas, queda de postes electricidade	
19-01-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Beja		30 queda de arvores	
04-02-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Resende, Viseu		1 estrada cortada devido a queda de arvores, queda de poste electricidade	
09-02-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Santa Comba Dão B Setúbal C Lisboa		A Interrupção de circulação ferroviária B queda de árvores e estruturas metálicas C 5 voos cancelados e 4 desviados, circulação em ponte 25 Abril interrompida, parte da cobertura de estádio da Luz arrancada, acesso à serra de Sintra interrompido	
10-02-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	A Lisboa B Alenquer C Mafra D região oeste E Cascais		A Escola encerrada devido a queda de arvore B Queda de muro de escola C Danos em cobertura de parque estacionamento D queda de arvores de postes e cabos eléctricos, casas destelhadas E Queda de arvores causam danos em viaturas, danos na cobertura de hospital	

Data	Descrição do Evento	Fonte	Localização	Consequências Humanas	Danos Materiais	Custos Económicos
28-03-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Porto		Desabamento de um tecto	
15-06-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Coimbra		Queda de arvores viaturas atingidas, danos em fabrica	
13-11-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Ponte de Lima, Viana do Castelo		Queda de 3 arvores	
14-11-2014	Fortes rajadas de vento	Jornal de Notícias	Coruche, Santarém	6 desalojados	Danos em cobertura de habitações e armazéns	
27-11-2014	Tornado	Jornal de Noticias	Beja		Queda de arvores, casas destelhadas, queda de postes electricidade, viatura afectada	

Anexo II- Inquérito

Universidade de Coimbra

Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos

Inquérito

O presente inquérito tem como objectivo obter informação da população residente nos concelhos de Silves e Lagoa, em relação a fenómenos extremos de vento como os tornados. Este surge no âmbito da Dissertação de Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos da Universidade de Coimbra.

Trata-se simplesmente de um trabalho académico e destina-se a fins científicos, daí a garantia de total sigilo e anonimato das respostas dos inquiridos. O sucesso deste trabalho depende da sua cooperação, por isso agradece-se que responda com sinceridade às perguntas formuladas.

Desde já muito obrigada pela sua colaboração.

1. Características da população

1.1 Sexo: M_____ F_____ **1.2 Idade_____**

1.3 Estado Civil

Solteiro/a	União de facto	Casado/a	Viúvo/a	Divorciado/a

1.4 Nacionalidade_____

		1.5.1 Nenhum	1.5.2 4ºAno Antigo	1.5.3 Ensino básico	1.5.4 Ensino Secundário	1.5.5 Bacharelato ou Superior (Qual?)
1.5	Nível de Habilitações					

		1.6.1 Estudante	1.6.2 Estudante Trabalhador	1.6.3 Exerce uma Profissão	1.6.4 Desempregado	1.6.5 Reformado
1.6	Condição perante o Trabalho					

1.7 Profissão _____

1.8 Agregado Familiar

Nº total	
1	
2	
3	
4	
5	
6 ou mais	

1.9 Residente na freguesia de:

19.1	Alcantarilha e Pêra	
19.2	Algoz e Tunes	
19.3	Armação de Pêra	
19.4	São Bartolomeu de Messines	
19.5	São Marcos da Serra	
19.6	Silves	
19.7	Estômbar e Parchal	
19.8	Ferragudo	
19.9	Lagoa e Carvoeiro	
19.10	Porches	
19.11	Outra, Qual?:	

2.Análise do tornado de 2012 em Lagoa/Silves

2.1 Teve algum conhecimento do tornado de 16 de Novembro de 2012? SIM___ NÃO___

2.1.1 Se SIM através de que meio?

a) Primeira pessoa___
b) Meios Comunicação___
c) Por terceiros___

2.2 Quais os danos que se verificaram nas habitações, no concelho de Silves/Lagoa?

Nenhum	Pouco	Médio	Elevado	Muito Elevado	Não sabe

2.2.1 Quais os danos que se verificaram nos veículos, no concelho de Silves/Lagoa?

Nenhum	Pouco	Médio	Elevado	Muito Elevado	Não Sabe

2.2.2 Quais os danos que se verificaram nas infra-estruturas, no concelho de Silves/Lagoa?

Nenhum	Pouco	Médio	Elevado	Muito Elevado	Não sabe

2.3 Como classifica os acidentes pessoais verificados?

Ligeiros	Graves	M.Graves	Não sabe

2.4 Como classifica o impacto do tornado na actividade turística?

Nenhum	Pouco	Médio	Elevado	Muito Elevado	Não sabe

2.5 Foi testemunha ou foi atingido/a pelo tornado de 16/11/2012? SIM____ NÃO___

Se Sim responda às perguntas que se encontram imediatamente a seguir; Se não passe para a pergunta 3:

2.6 Quais foram os tipos de danos que sofreu?

Tipo de danos		Sim	Não
2.6.1	**Perda de recheio da casa**		
2.6.2	**Perda de viatura**		
2.6.3	**Necessidade de realojamento**		
2.6.4	**Perda de Animais**		
2.6.5	**Doença provocada pelo fenómeno**		
2.6.6	**Ferimentos ligeiros**		
2.6.7	**Ferimentos graves**		
2.6.8	**Perda de Vidas de Familiares/Amigos**		

2.7 Foi socorrido por quem?

2.7.1	**Bombeiros**	
2.7.2	**Vizinhos**	
2.7.3	**Familiares**	
2.7.4	**GNR**	
2.7.5	**PSP**	
2.7.6	**Militares**	
2.7.7	**INEM**	
2.7.8	**Protecção Civil Municipal**	
2.7.9	**Junta de Freguesia**	
2.7.10	**Outros (Qual?):**	

2.8 Beneficiou de ajuda monetária?

2.8.1 Sim ☐ **2.8.2 Não** ☐ **2.8.3 Qual?** _____

_____

3 Qual a possibilidade de ser atingido/a por um fenómeno como um tornado?

Nenhuma	Pouca	Média	Grande	Muito Grande	Não sabe

3.1 Sabe quais os procedimentos adequados a tomar em cenário de:

		Sim	Não	Quais?
3.1.1	Tornados			

3.2 Dispõem de algum tipo de equipamentos para fazer face em caso de emergência de Tornado?

Sim	
Não	

3.2.1 Se Sim quais?

3.2.1.1	Cave	
3.2.1.2	Lanternas	
3.2.1.3	Estojo de primeiros socorros	
3.2.1.4	Telemóvel	
3.2.1.5	Rádio a pilhas	

3.3 Que tipo de Entidades de emergência existem no seu concelho?

3.3.1	**Bombeiros**	
3.3.2	**Hospital**	
3.3.3	**Centros de Saúde**	
3.3.4	**PSP**	
3.3.5	**GNR**	
3.3.6	**Farmácia**	

Anexo III- Roteiro da Entrevista

Entrevista

Esta entrevista dirige-se aos Bombeiros e Protecção Civil de Silves e tem como objectivo apurar os acontecimentos relacionados com o tornado de 2012 do ponto de vista destas mesmas entidades. Esta entrevista surge no âmbito da dissertação de Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos.

Roteiro:

1. **Como foi o dia 16 de Novembro de 2012 a nível de ocorrências?**

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   ____.

2. **Que ocorrências se verificaram durante o tornado?**

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

3. **Qual a resposta de socorro/emergência face ao fenómeno registado?**

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

4. **Quais os danos materiais registados?**

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

5. **Quais os acidentes pessoais registados?**

_____
_____
_____
_____

6. **Os bombeiros e a protecção civil estão preparados para fazer face a este tipo de desastres?**

_____
_____
_____
_____

7. **Como é feita a gestão na área da prevenção em relação a este fenómeno?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

8. **Como são dados os alertas?**

_____
_____
_____
_____
_____

9. **Quais as medidas de mitigação existentes?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____